

REVISION DE ARTROPLASTIA TOTAL DE CADERA: UN PROCEDIMIENTO DE BIOINGENIERIA

Dr. Ernic Dominguez* - Dr. Agustín Mata** - Dr. Ing. Luis
Lozano*** - Ing. Rudy Castillo****

-
- * Adjunto al Servicio de Traumatología y Ortopedia I. Hospital Dr. "Raúl Leóni" (I.V.S.S.), San Félix, Ciudad Guayana-Estado Bolívar.
 - ** Adjunto al Servicio de Traumatología y Ortopedia. Hospital Dr. "Domingo Guzmán" (I.V.S.S.), Puerto La Cruz-Estado Anzoátegui.
 - *** Docente del Departamento de Metalurgia del Instituto Universitario Politécnico Experimental de Guayana (I.U.P.E.G.), Ciudad Guayana-Estado Bolívar.
 - **** Docente del Departamento de Metalurgia del Instituto Universitario Politécnico Experimental de Guayana (I.U.P.E.G.), Ciudad Guayana-Estado Bolívar.

Resumen:

Se realiza un estudio de **Bioingeniería** que comprende:

- a. El análisis de fallas en la técnica quirúrgica de un procedimiento de Artroplastia Total de Cadera tipo Charnley; y de Revision de Artroplastia Total de Cadera siguiendo la técnica de Wroblewski.
- b. El análisis metalúrgico de la falla del implante protésico: Componente Femoral de Charnley.

1. INTRODUCCION:

- 1.1. La artroplastia total de cadera es un ejemplo de la aptitud del aparato músculo esquelético para reaccionar de manera favorable frente a un diseño biomecánico propicio.⁽⁴⁾

Los componentes de la artroplastia total de cadera deben soportar por muchos años cargas cíclicas que por lo menos equivalen de 3-5 veces el peso corporal, y a veces sobrecargas de 10-12 veces esta magnitud.⁽⁵⁾

El objetivo de un reemplazo total de cadera es el que éste sea satisfactorio durante 20 años; no se trata de conseguir resultados espectaculares a corto plazo.⁽¹⁰⁾

Galante dice: "Un diseño satisfactorio, es un implante permanente con rendimiento sin fracasos por el tiempo de vida del paciente".⁽¹⁴⁾

En una falla de una artroplastia total de cadera por mala técnica, aflojamiento de componente, fractura del componente femoral, claudicación de componente, etc, debemos recurrir al procedimiento de revisión de artroplastia que suele ser mucho más difícil que la operación inicial; pues lleva más tiempo, se pierde más sangre, hay mayor incidencia de infecciones, tromboflebitis, luxaciones y penetración de la diáfisis, y después de la operación hay mayor morbilidad y mortalidad. Se deben tener a mano instrumentos apropiados para extraer los componentes viejos y el cemento, así como un amplio surtido de componentes nuevos, porque de lo contrario el procedimiento podría prolongarse

indebidamente o el resultado sería malo. Se debe siempre administrar antibióticos y anticoagulantes con carácter preventivo.⁽⁶⁾

Se le debe garantizar al paciente el éxito quirúrgico y clínico pues es una cirugía definitiva que en caso de nuevo fracaso ofrece pocas alternativas.

Galante dice: "Una de las varias causas posibles de fracaso tardío de la artroplastia total de cadera es la fractura del tallo protésico femoral".

Sir John Charnley decía: Artroplastia Total de Cadera: "Una Técnica para una sola vez"⁽¹¹⁾. Así mismo: "El problema del paciente es el evitar una segunda operación sobre todo porque esta sería más difícil"⁽¹²⁾

1.2. En el caso que nos ocupa el componente femoral fracturado corresponde a los fabricados con aleaciones en base a Cobalto. Estas aleaciones están compuestas principalmente por Co, Cr, Mo, como elementos principales y son conocidas como Vitallium Quirúrgico y en ellas se distinguen dos grupos principales:

1. Aleaciones forjadas de alta resistencia.

2. Aleaciones fundidas.⁽¹⁾

Individualmente el componente femoral estudiado, fue fabricado de Alivium[®] material hecho por el método de fundición al vacío y bajo las especificaciones: British Standard B.S. 3531 for Cobalt, Chrommium, Molybdenum Alloys.⁽²³⁾

- REVISION DE LA LITERATURA:

GROVER⁽¹⁶⁾: Estudia problemas de fatiga en implantes ortopédicos; concluyendo que existe poca información disponible.

CAHOON y PAXTON⁽²⁾: Encontraron en 17 implantes defectos de origen metalúrgico y de diseño en fracaso por fatiga. Luego estudian⁽³⁾ 35 implantes hechos tanto de acero inoxidable como de cobalto-cromo, encontrando deficiencias que incluyen:

- Presencia de inclusiones.
- Presencia de deltaferríticos en el acero inoxidable 316L o de porosidades en la aleación fundida de Co-Cr.
- Presencia de grietas u hoyos.
- Bajo contenido de molibdeno en el acero.

COLANGELO⁽⁹⁾ y GREENE: Analizaron 53 implantes de acero inoxidable 316L, 5 de ellos con fractura (9%) de los cuales 3 fueron por fatigas (5%).

ROSE⁽²⁰⁾ y SHILLER: Estudian un clavo placa de Vitallium® fracturado en la región de contacto clavo-placa. Aleación fue usada en el clavo y aleación forjada en la placa; concluyendo que la oposición de 2 tipos de aleación combina defectos mecánicos y electroquímicos que aceleran el fracaso del implante.

HUGHES⁽¹⁷⁾ y JORDAN: Estudian varios implantes rotos. WHEELER⁽²¹⁾ y JAMES: Investigan la propagación de la ruptura por fatiga en el acero inoxidable 316L. Sugieren implantes en solución circulante de Ringer a 37° y le aplican cargas cíclicas simulando marcha normal en superficie, mostrando que la presencia de solución de Ringer, aumenta la tasa de propagación de ruptura por fatiga en acero inoxidable 316L.

MÜLLER⁽¹⁹⁾: Describe fracturas de tallos entre 5-7 cm. del extremo distal que se acentúan cuando hay debilidad del calcar femoral por metástasis ósea, osteoporosis, fisuras sobre tumor, lo que condiciona que la prótesis esté principalmente fijada en su extremo distal.

GALANTE⁽¹⁵⁾ y ROSTOKER: Estudian las fallas del tallo mediante:

- Microscopía estereoscópica para evidencia de corrosión por picaduras y grietas rudimentarias.

— Por M.E.B. sobre superficie de fractura.

— Por microscopía metalúrgica sobre secciones transversales pulidas para evidenciar concentraciones intrínsecas de stress baja resistencia, vías de grietas.

Analizan 6 tallos femorales (4 MÜLLER, 2 CHARNLEY) que fracasaron a causa de fatiga del metal.

Defectos metalúrgicos fueron encontrados en 5 tallos, como iniciación de fracturas por fatiga. En 5 prótesis hubo emplazamiento varo y aflojamiento de unión cemento prótesis; se revisaron por el método de Eftekhard.

Los 6 casos son analizados en sus causas de fracasos estudiando su significado en términos de diseño protésico, materiales y mecánica de implantación.

Se encuentra que hay dos factores responsables del fracaso por fatigas tempranas en estos 6 casos: 1. Ocurrencia de stress anormales debido a malposición o aflojamiento del componente femoral, y 2. Presencia de defectos metálicos o fallas. Una combinación de estos 2 factores probablemente guíe al fracaso en cada caso.

2. ANALISIS MEDICO

2.1. HISTORIA CLINICA

S.T.E. Historia N° 21-27-92 I.V.S.S.- S.A.S. Paciente femenina, 56 años de edad, oficios del hogar, quien el 08-02-80 ingresa con el diagnóstico de:

Artrosis severa coxofemoral derecha agudizada. Refiere la paciente que hace 5 años presentó dolor intenso lacinante en cadera derecha al tratar de incorporarse desde la posición supina. El dolor se le hace ocasional hasta hace 2 años, cuando se torna persistente, con cojera concomitante irradiado a miembro inferior derecho y hemiabdomen derecho, sin signos de inflamación.

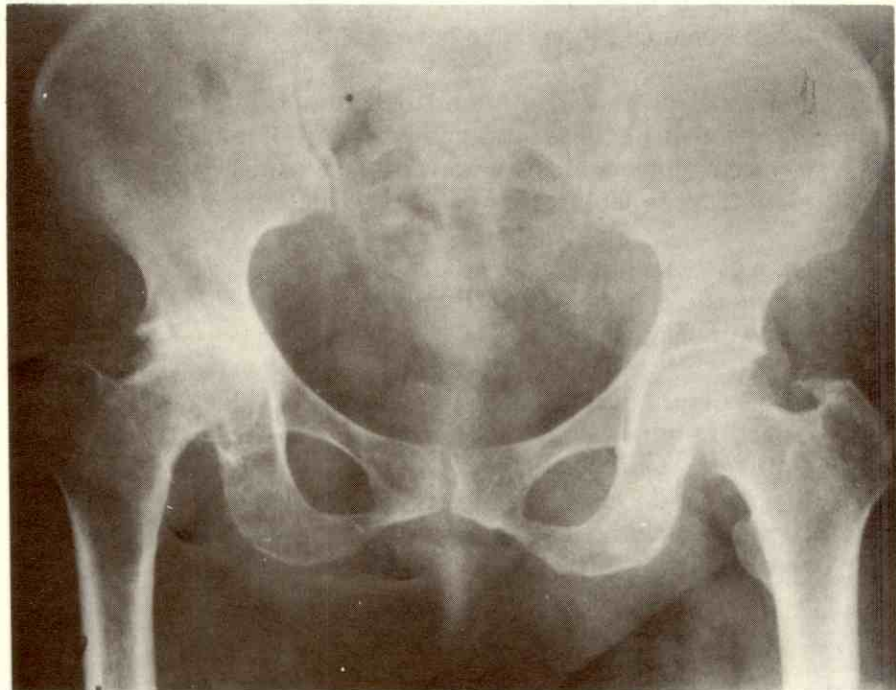


Fig. 1 RX - Pre-Operatoria

21-03-80 Bajo anestesia general inhalatoria se practicó artroplastia total de cadera derecha tipo Charnley con las siguientes características: 1. Copa acetabular de 44 mm, 2. Componente femoral de II generación cabeza 22.25 mm, cuello standar, tallo standar, fabricado por DEC Orthopaedic Limited bajo serial N° 5478A.

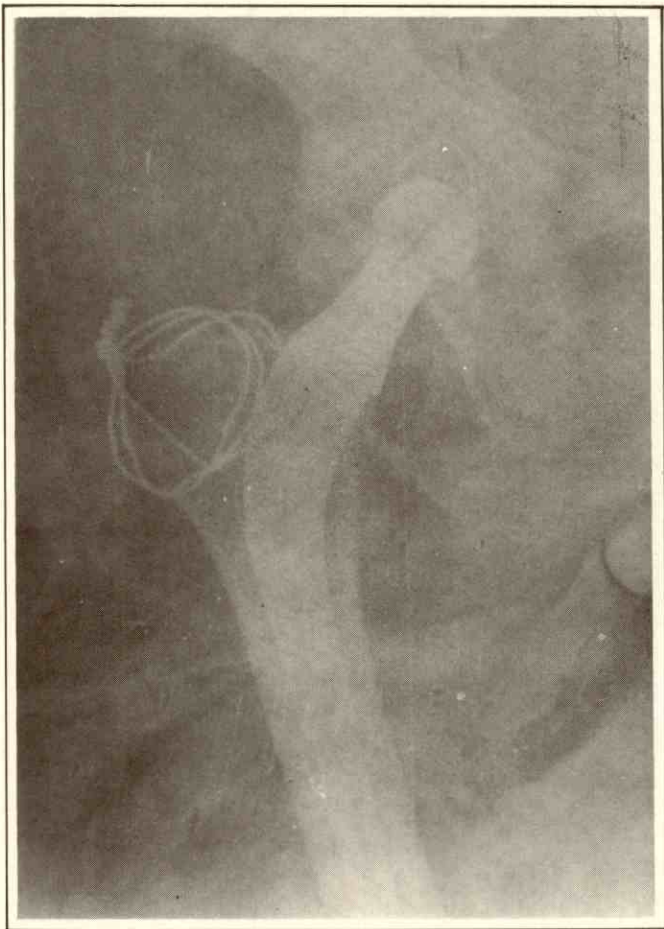


Fig. 2 RX - Post-Operatoria

El componente femoral fue colocado a 125° aproximadamente, o sea en un ligero varo; lo ideal es un ángulo de 140° entre cuello y diáfisis femoral porque reduce el momento de incurvación y aumenta en forma proporcional la carga axial del tallo. Es de hacer notar que no se hizo estudio anátomo-patológico de la cabeza femoral extraída.

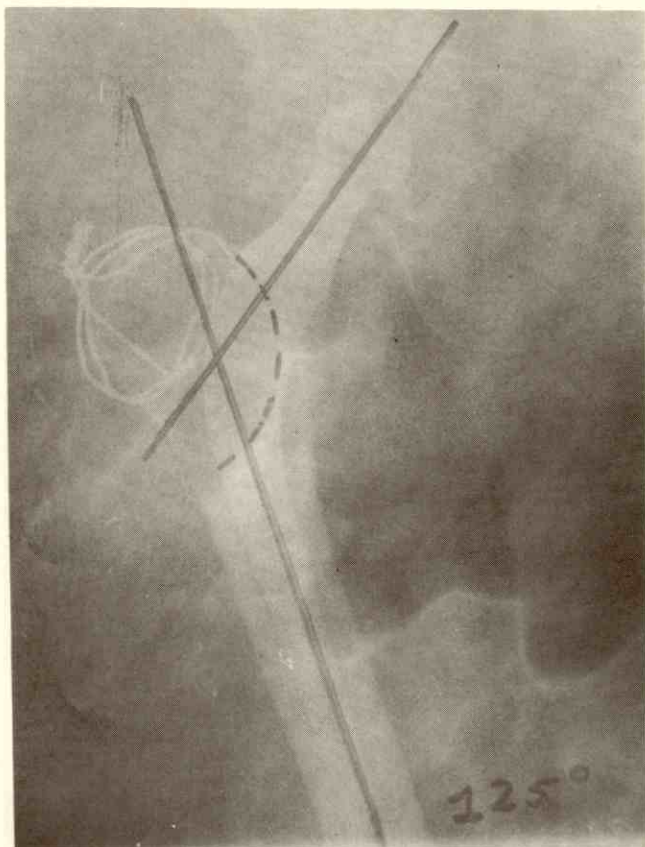


Fig. 3 RX - Post - Operatorio
(Medición)

02-04-80 La paciente es egresada de nuestro Hospital.

30-08-83 Ingresa por dolor en cadera derecha; mejorando con tratamiento médico; radiología de coxofemoral operada sin complicaciones.

19-9-83 Alta.

29-07-85 Ingresa con diagnóstico de: Fractura del componente femoral protésico (a los 5 años, 4 meses de colocado). La fractura ocurre a 8.5 cm. de la punta del componente; acorde con la distancia de fractura conseguida en la literatura mundial.

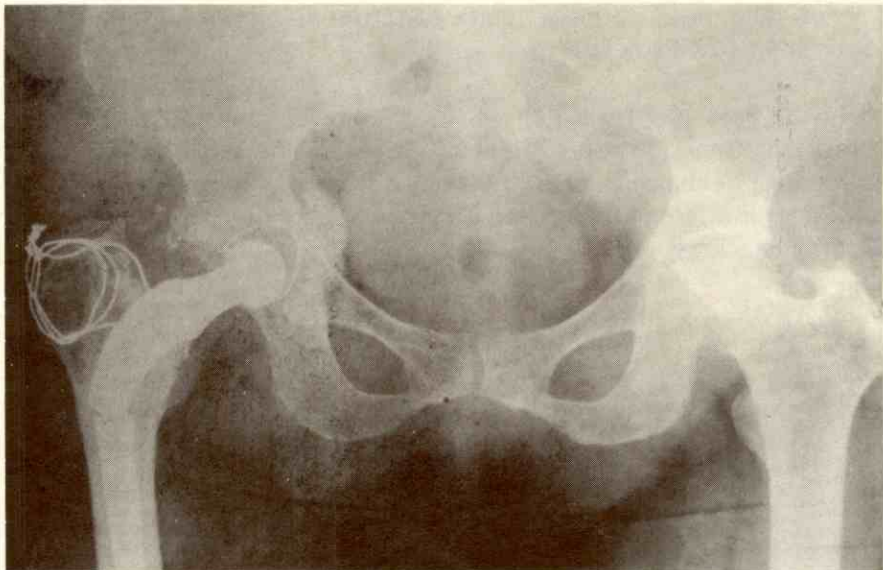


Fig. 4 RX - Post-Operatoria
5 años, 4 meses Post-Operatorio

La radiología revela, además de la fractura del componente femoral, defecto en la cementación del calcar femoral, con aflojamiento del tallo a ese nivel.

Charnley⁽¹³⁾ decía: El aflojamiento de la parte superior cemento/hueso es el defecto más grave y corriente del cementado, en este caso la transmisión de carga ocurre enteramente a través de la parte distal del vástago de la prótesis. En cada ciclo de carga, el extremo superior flexionará elásticamente en relación con la porción distal, fija, del vástago. Estas tensiones cíclicas se concentrarán en el vástago metálico en la unión entre la parte fija y la móvil exigiendo aún más el vástago metálico, que de presentar algún defecto metalúrgico lo llevará más rápidamente a la claudicación. Una prótesis que trabaja dentro de los límites de fatiga, pero que se tuerce elásticamente bajo una carga hasta un punto que perjudica al intersticio cemento/hueso no es técnicamente aceptable.

Mears⁽¹⁸⁾ dice: La fuerza de fátiga del fémur es de alrededor de 914 Kg. x

cm²; un tallo metálico de la cuarta parte del diámetro del fémur debe soportar 14.622 Kg. x cm².

08-11-85 Bajo anestesia general inhalatoria se practicó revisión de artroplastia total de cadera, siguiendo la técnica de Wroblewski y posteriormente Eftekhari; se encontró copa acetabular en buen estado y se coloca componente femoral tipo Charnley de III generación Heavy Duty (Cobra) Thackray.

06-12-85 Alta.

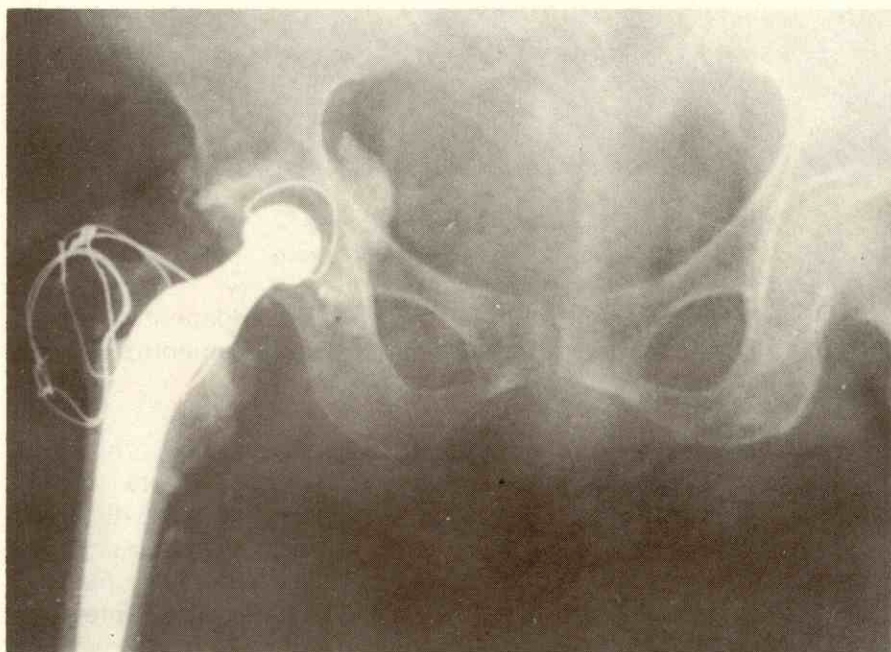


Fig. 5 RX - Post-Operatoria

Cirugía de revisión: Copa acetabular 44 mm, Componente femoral Charnley III generación Heavy Duty. Thackray. (Cobra).

2.2. ANALISIS DE LA TECNICA QUIRURGICA EMPLEADA

- a. Artroplastia: En la figura 2 se observa defecto en el cemento del calcar femoral con escasez del mismo, fractura y fragmentación del cemento acrílico y fallas en las interfases hueso/cemento, y cemento/vástago.
- b. Procedimiento de Revisión de Artroplastia: Se empleó la técnica de Wroblewski inicialmente; que debe ser usada cuando el vástago es de acero inoxidable⁽²²⁾. Se fracasó en la extracción del extremo distal que se hallaba empotrado en el canal medular con excelente fijación de las interfases hueso/cemento y cemento/prótesis, rompiéndose las mechas de acero inoxidable ya que el tallo era de Alivium; aleación de mayor dureza, solo lográndose una pequeña perforación como se ve en la figura 6.

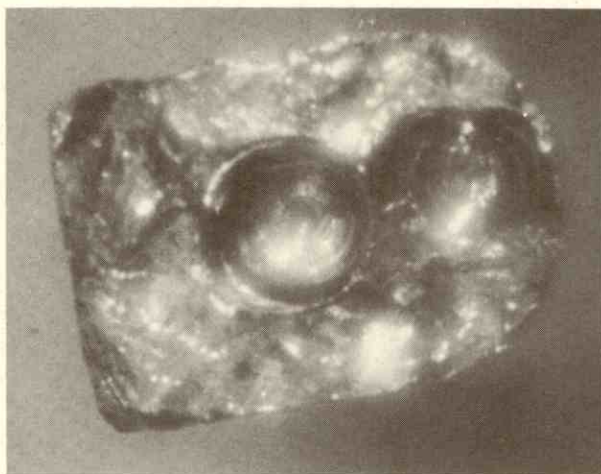


Fig. 6

Cirugía de revisión: Perforación hecha en el fragmento distal del vástago de Alivium con mechas de acero inoxidable.

En vista de lo anterior se procedió a la extracción del extremo distal del vástago usando la técnica de Eftekhard⁽⁸⁾, Sloooff, Linder, Charnley. El componente femoral fracturado se muestra en la figura 7.



Fig. 7

Cirugía de revisión: Prótesis fracturada.

La copa acetabular no presentó signos de aflojamiento. No se usó el testador de copa de Wroblewski por no tratarse de un diseño de copa actual que presentan orificios de localización en la parte frontal del componente acetabular para enroscar el testador. El cemento se extrajo aproximadamente en un 95% utilizando el instrumental de Wroblewski.



Fig. 7^a

Superficie de fractura del fragmento proximal del Vástago

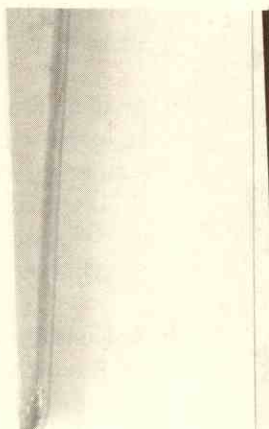


Fig. 7^b

Superficie de fractura del fragmento distal del vástago, con esbozo de orificio.

3. ANALISIS METALURGICO

3.1. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Con el objeto de evaluar el componente femoral fracturado se realizaron diversos ensayos los cuales describiremos a continuación:

a. **Análisis Químico:**

Se realizó análisis químico de la pieza, tanto en la zona cercana a la falla como lejos de esta para compararla con las especificaciones establecidas para este tipo de material.

b. **Análisis Metalográfico:**

Se procedió a analizar metalográficamente la microestructura de la pieza para verificar el tipo de microconstituyente presente, así como su forma y distribución.

c. **Análisis de Dureza:**

Mediciones de la dureza, nos proporcionan información acerca de las características mecánicas de la pieza. La dureza fue tomada en diversos sitios para constatar si existían variaciones sustanciales de la misma.

d. **Análisis Fractográfico:**

La inspección y el análisis de la fractura se realizó mediante los siguientes ensayos:

- Inspección visual con lupa estereoscópica.
- Microscopía óptica.
- Microscopía electrónica de barrido (M.E.B.)

e. **Análisis Químico Puntual con M.E.B. y Microsonda de Difracción de Rayos X:**

Con el objeto de complementar la evaluación fractográfica y química de la pieza, se procedió a realizar análisis químico puntual en la zona cercana a la falla con microsonda de difracción de rayos X.

3.2. RESULTADOS OBTENIDOS

a. Análisis Químico:

COMPOSICION QUIMICA	ELEMENTOS (%)							
	Al	Si	Cr	Fe	Ni	Mo	Co	S
STANDAR	0.14	1.0	26.5-30	1.0	2.5	4.5-7.0	55.60	
	Max.	Max.		Max.	Max.			
PIEZA FRACTURADA	0.71	0.46	36.63	0.58	2.31	0.85	55.64	2.32

Tabla N° 1: Se presenta al análisis químico standar y el análisis químico de comprobación de la pieza fracturada (Componente Femoral). Los siguientes elementos: Al, Cr, Mo y S están fuera de especificaciones.

b. Análisis Metalográfico:



Fig. 8 100 X

Microestructura típica de la pieza, donde se notan los granos dendríticos de estructura fundida.

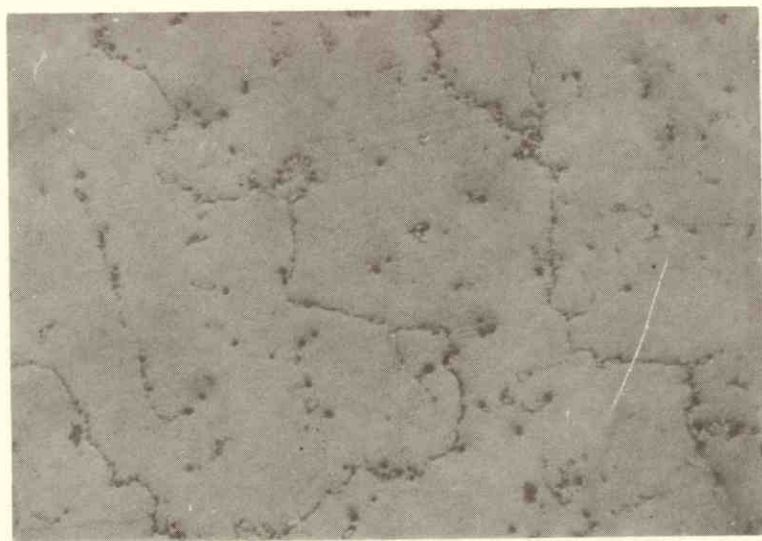


Fig. 9

a) 150 X b) 400 X

Detalles a mayor aumento de la microestructura de la pieza. Se observan microsegregaciones interdendríticas con formación de precipitado.

c. Análisis de Dureza:

	DUREZA ROCKWELL C
ZONA HOMOGENA (MATERIAL BASE)	29 HRC

Tabla N° 2: Dureza Rockwell C tomada en el material base. Promedio de 15 medidas.

d. Análisis fractográfico:

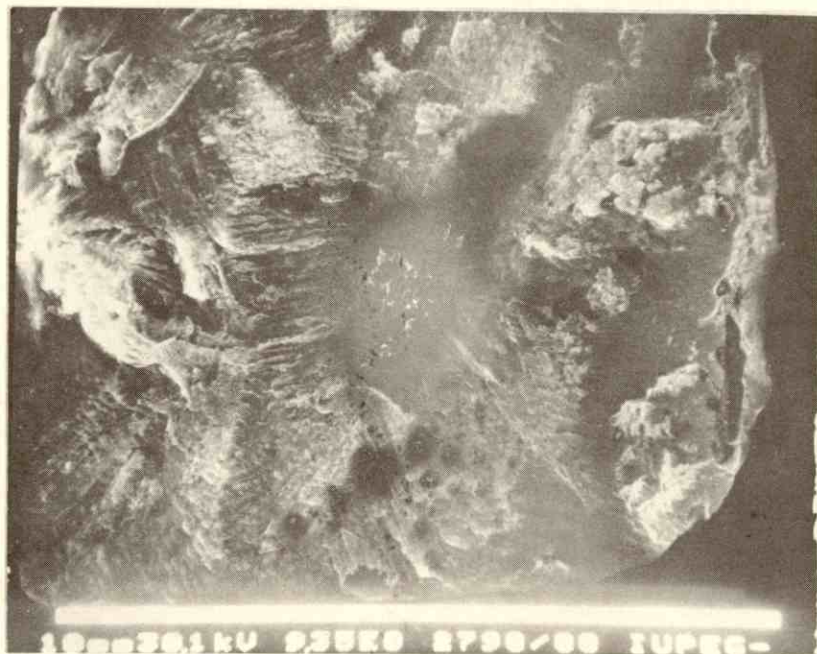


Fig. 10

Vista general de la fractura en la pieza, con microscopio electrónico de barrido (M.E.B.) 10 X. Puede observarse que la fractura es de tipo frágil, con presencia de microporosidades. Se indica la zona inicial de la falla y la presencia de inclusiones.

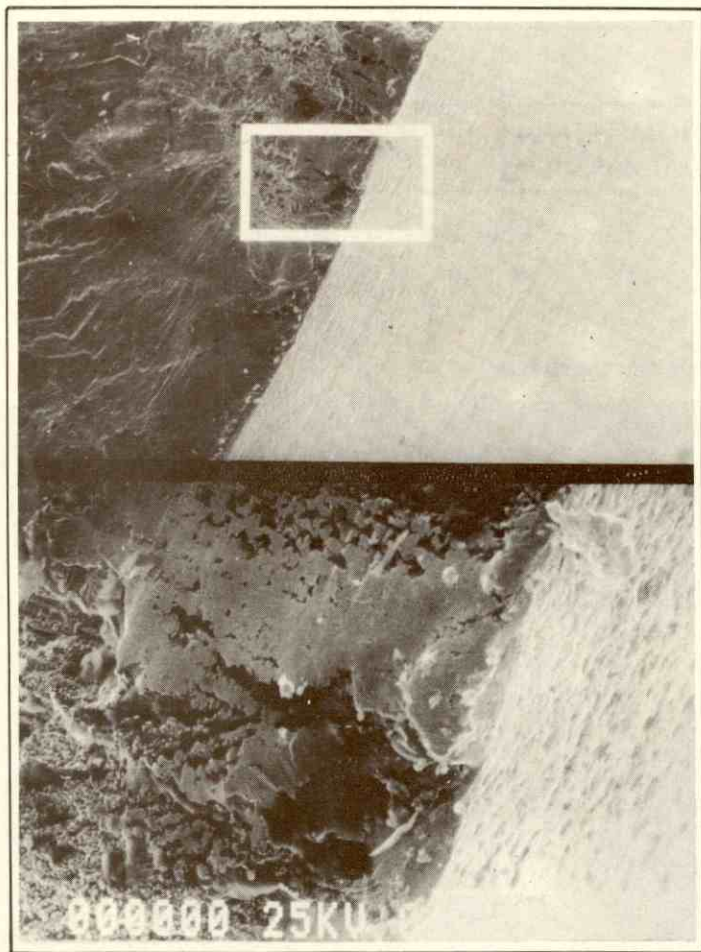


Fig. 11

Detalles del inicio de la falla 3 X parte superior, 150 X zona del recuadro a mayor aumento. Las ramificaciones del agrietamiento apuntan hacia la zona dentro del recuadro, donde se observa que el inicio de la grieta está asociado a una zona dendrítica. (Fotos tomadas con M.E.B.)

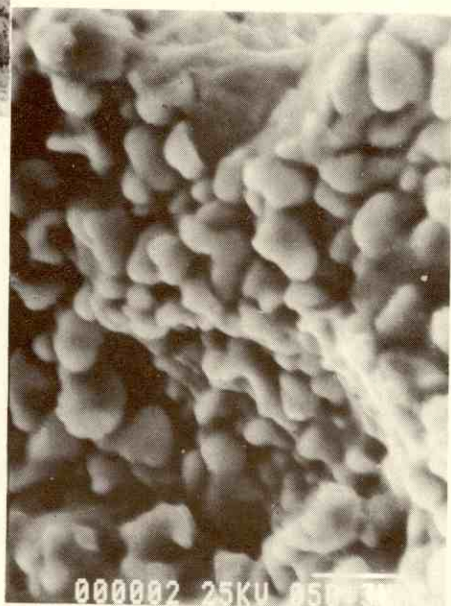
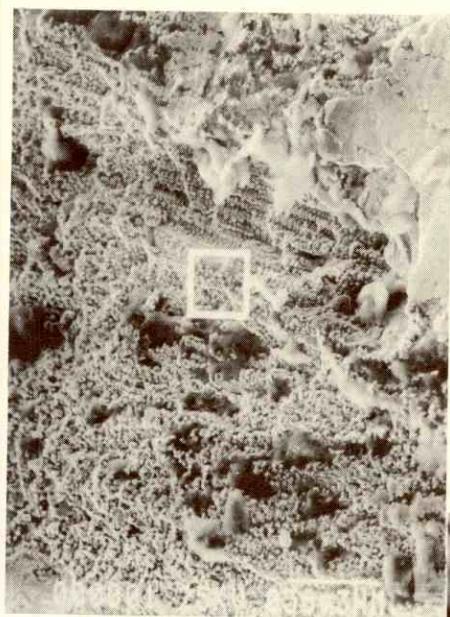


Fig. 12

- a) 300 X - Zona dendrítica en la zona inicial de la fractura. (M.E.B.)
- b) 3000 X - Detalle a mayor aumento del recuadro en a (M.E.B.)

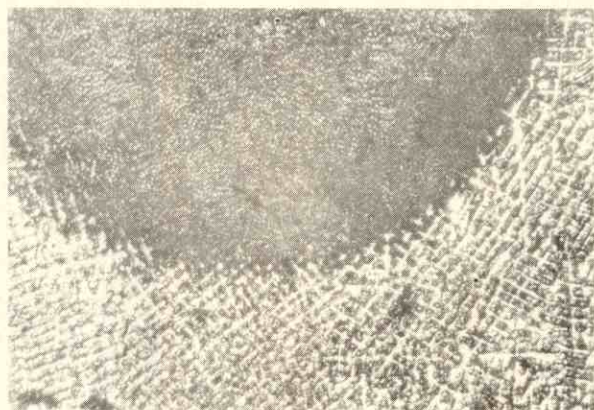


Fig. 13

Detalles en la superficie de la pieza donde inició la falla.

a) 2.5 X con lupa estereoscópica.

b) 30 X con microscopio óptico.

Se revela inhomogeneidad estructural típica de soldadura; las microestructuras del material base y aporte son completamente diferentes.

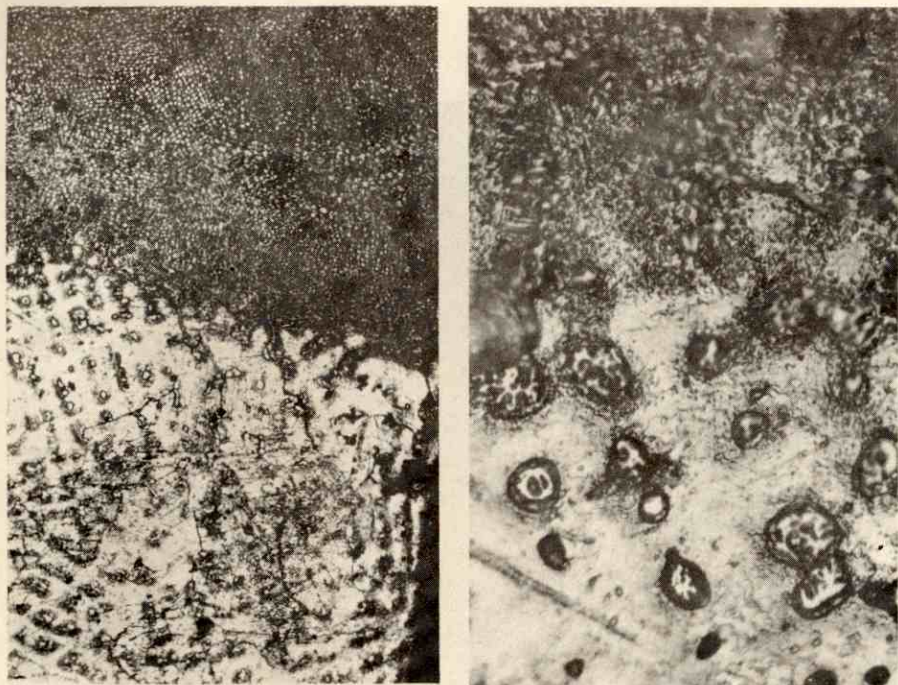


Fig. 14

Interfase Material Base-Material Aporte

a) 150 X

b) 400 X

Puede observarse que ambas estructuras son dendríticas, siendo mucho más fina la del material aporte. Se observan precipitados y segregación interdendrítica.

e. Análisis Químico Puntual con M.E.B. y Microsonda de Difracción de Rayos X:

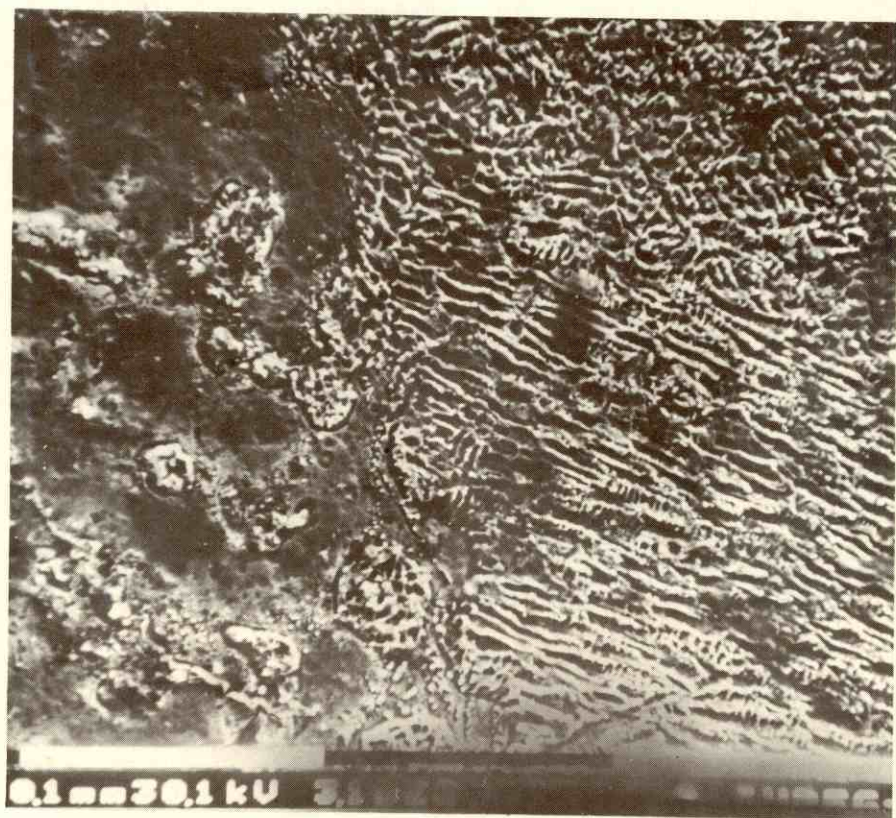
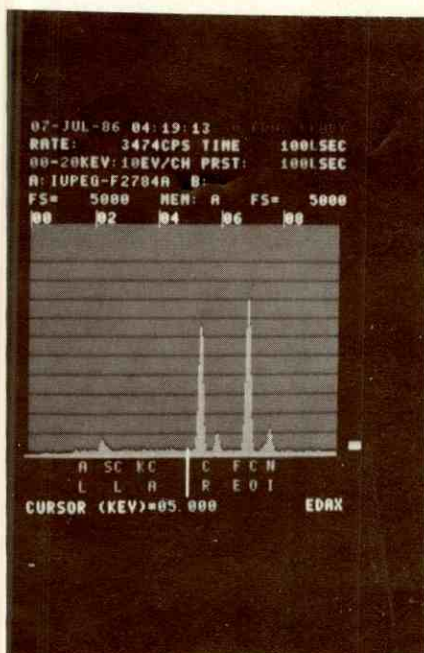


Fig. 15

Interfase Material Base-Material Aporte

ANALISIS QUIMICO	ELEMENTOS (%)							
	Al	Si	S	Cr	Fe	Co	Co	Ni
MATERIAL APORTE	0.81	0.45	2.63	37.86	0.35	53.85	2.35	0.87
MATERIAL BASE	1.16	0.52	2.37	37.17	0.65	54.05	2.36	0.67

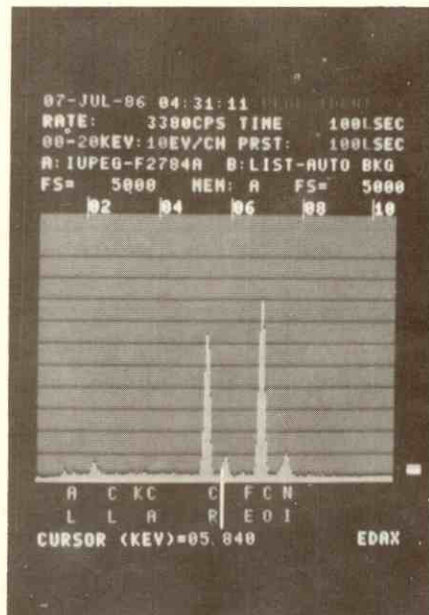
Tabla N° 3: Microanálisis en Material Base y Material Aporte. Obsérvese que existe inhomogeneidad química. El Al, S, Cr, Mo, están fuera de especificaciones.



ELEM	CPS	WT %
AL K	7.029	0.014
SI K	5.010	0.445
S K	29.020	2.630
CL K	2.260	0.130
K K	2.000	0.176
CA K	5.330	0.472
CR K	392.220	37.064
FE K	2.420	0.349
CO K	501.019	52.052
NI K	21.620	2.235
MO K	2.010	0.065

Fig. 16

Difractogramas de Material de Aporte.
 (Ver Fig. 15 y Tabla N° 3)



ELEM	CPS	WT %
AL K	11.129	1.163
SI K	5.790	0.517
S K	26.720	2.369
CL K	3.910	0.389
K K	3.990	0.335
CA K	4.710	0.485
CR K	303.876	37.166
FE K	6.360	0.632
CO K	500.010	54.053
NI K	21.699	2.356
NO K	2.330	0.674

Fig. 17

Difractograma del Material Base
 (Ver Fig. 15 y Tabla N° 3)

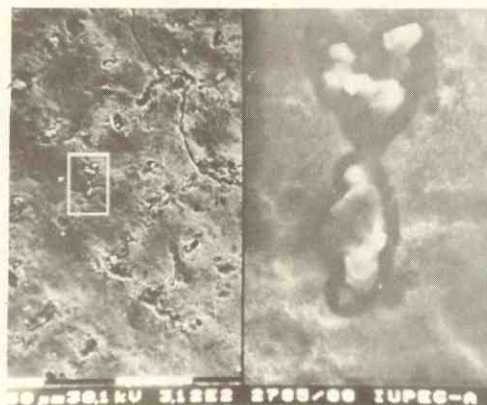


Fig. 18

Material Base. Se detalla a mayor aumento precipitados interdendríticos.

ANÁLISIS QUÍMICO	ELEMENTOS (%)							
	Al	Si	S	Cr	Fe	Co	Ni	Mo
MATERIAL BASE	0.26	0.40	2.27	36,1	0.51	56.43	2.257	1.031
PRECIPITADOS EN MATERIAL BASE	2.80	0.27	5.52	75.40	0.2	12.57	0.26	1.60

Tabla N° 4: Microanálisis del Material Base y de los precipitados interdendríticos. Se puede apreciar que los precipitados son complejos básicamente de Cr, S, Al.

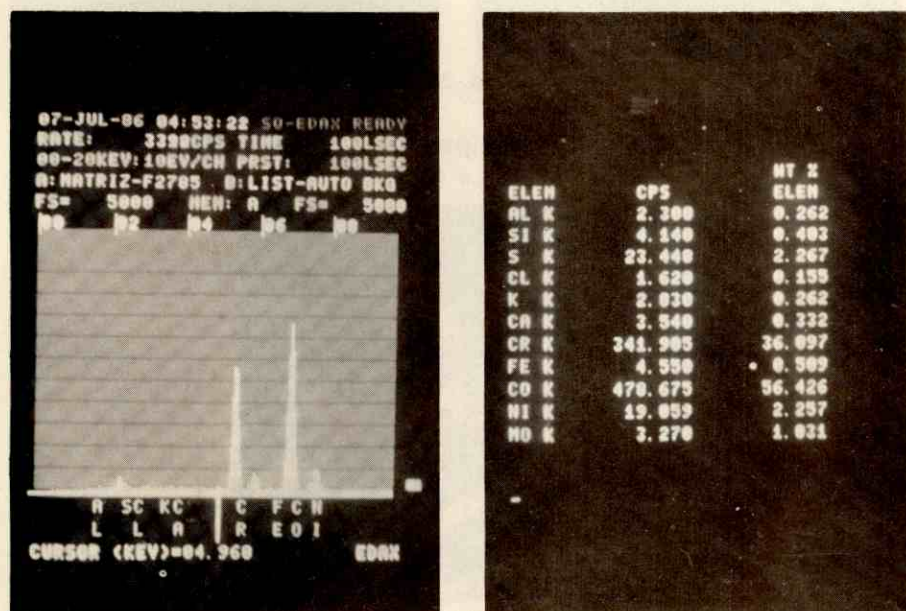
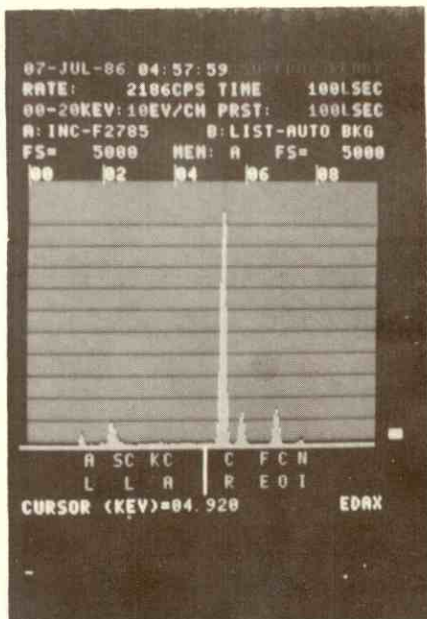


Fig. 19

Difractograma del Material Base
 (Ver Fig. 18 y Tabla N° 4)



ELEN	CPS	NT Z
AL K	22.500	2.794
SI K	2.500	0.271
S K	32.450	5.322
CL K	4.330	0.452
K K	2.930	0.296
CA K	6.250	0.648
CR K	635.215	75.395
FE K	1.640	0.209
CO K	97.799	12.965
NI K	2.030	0.262
NO K	4.640	1.594

Fig. 20

Difractograma de precipitado en Material Base.
(Ver Fig. 18 y Tabla N° 4)

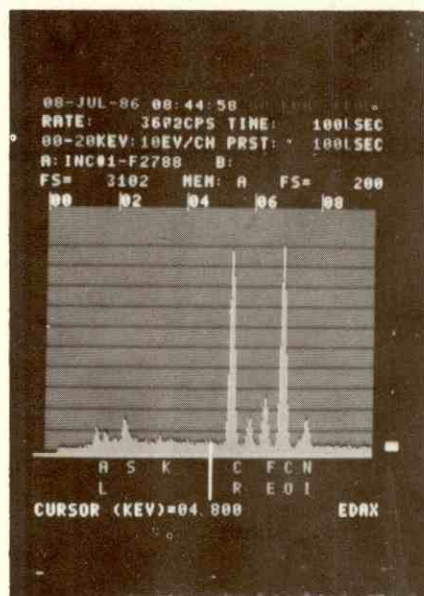


Fig. 21

Material Aporte. Se detallan a mayores aumentos las dendritas y los espacios interdendriticos.

ANÁLISIS QUIMICO	ELEMENTOS (%)							
	Al	Si	S	Cr	Fe	Co	Ni	Mo
DENDRITO MATERIAL APORTE	2.10	1.30	3.38	36.31	10.42	43.25	1.99	0.68
INTERDENDRITICAS MATERIAL APORTE	1.35	1.41	4.56	39.65	8.77	48.27	2.35	1.87

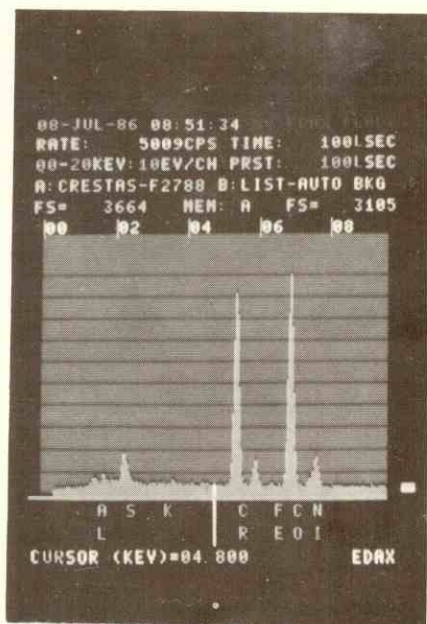
Tabla N° 5: Microanálisis del Material Aporte en las dendritas y los espacios interdendríticos. Obsérvese que el nivel del azufre es realmente elevado.



ELEN	CPS	WT %
AL K	10.649	2.095
SI K	13.500	1.304
S K	35.409	2.302
K K	6.390	0.302
CR K	348.820	26.305
FE K	94.467	10.416
CO K	372.129	43.245
NI K	17.020	1.900
MO K	2.190	0.601

Fig. 22

Difractograma de dendritas en el Material Aporte.
 (Ver Fig. 21 y Tabla N° 5)



ELEN	CPS	NT Z
AL K	12.450	1.349
SI K	15.200	1.413
S K	49.429	4.959
K K	6.430	0.568
CR K	393.683	39.634
FE K	7.130	0.767
CO K	429.892	40.268
NI K	20.820	2.353
NO K	3.550	1.060

Fig. 23

Difractograma en zona interdendritica del Material Aporte. (Ver Fig. 21 y Tabla N° 5)

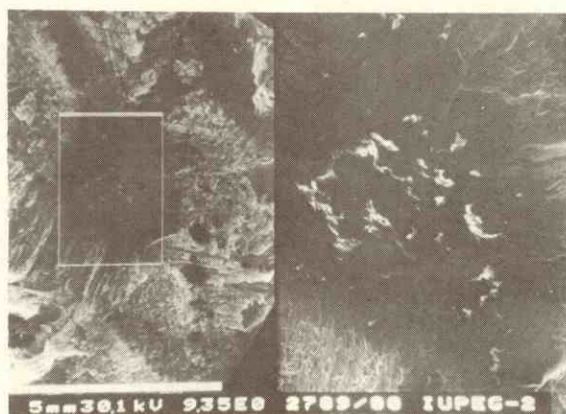
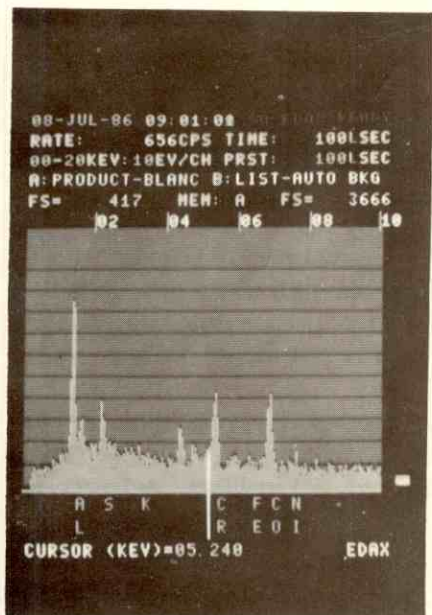


Fig. 24

Incusiones en zona central de la fractura.
 (Ver Fig. 10)

ANÁLISIS QUÍMICO	ELEMENTOS (%)							
	Al	Si	S	r	Fe	Co	Ni	Mo
INCLUSIONES BLANCAS	36.08	6.32	9.21	21.13	1.63	19.30	2.3	1.8

Tabla N° 6: Microanálisis de Inclusiones presentes en la fractura. Como puede observarse son inclusiones complejas básicamente de Al, S, Si.



ELEM	CPS	WT %
AL K	20.250	26.004
SI K	5.790	6.322
S K	9.499	9.207
K K	2.150	2.231
CR K	17.850	21.130
FE K	1.300	1.629
CO K	14.609	19.299
NI K	1.730	2.296
MO K	0.510	1.002

Fig. 25

Difractograma de Inclusiones en zona Central de la Fractura. (Ver. Fig. 24 y Tabla N° 6.)

3.3. ANALISIS DE RESULTADOS

- El Análisis Químico de la pieza difiere de la composición estandar establecida para este tipo de aleación (Ver Tabla N° 1). Los porcentajes de azufre (muy altos) y los de molibdeno (muy bajos), son en particular críticos, pues influyen perjudicialmente en las propiedades de este tipo de material.
- La Metalografía de la pieza en zonas alejadas de la fractura concuerdan con las características estandar de la aleación. (Ver Sección 3.2. b)
- Los Ensayos de Dureza y Microdureza confirman las elevadas propiedades mecánicas características de este tipo de materiales.
- La Evaluación Fractográfica permitió caracterizar a la fractura como de tipo frágil; igualmente es posible identificar en ellas la zona inicial del agrietamiento, la cual coincide con una región de la pieza que presenta variaciones químicas y microestructurales. (Ver Sección 3.2 d)
- Análisis con Microscopia Electrónica y Difracción de Rayos X, en la zona inicial de la falla confirmaron la existencia de una región con límites muy bien definidos, con una estructura de solidificación dendrítica, muy fina, que posee una composición química ligeramente diferente a la del material base (ambas fuera de especificaciones).
Características típicas de un proceso de soldadura. En esa región se originaron distorsiones microestructurales que favorecen la concentración de esfuerzos y la fragilidad del material.

4. CONCLUSIONES:

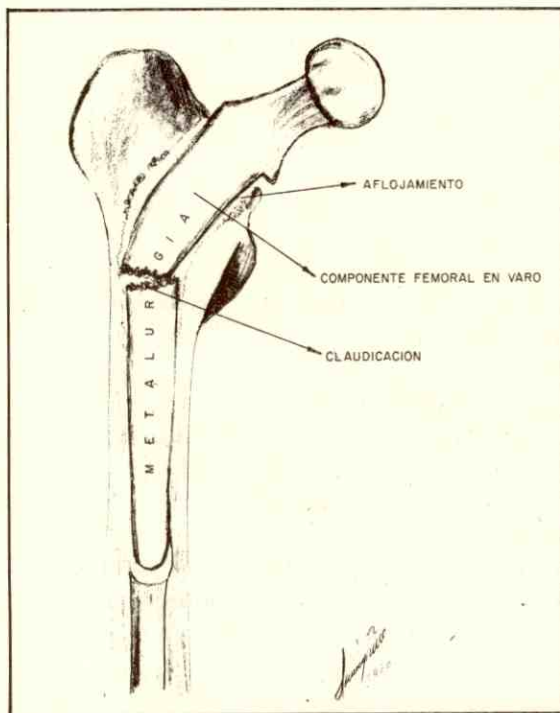
El análisis en la zona inicial de la falla confirma la existencia de una región en donde fue incorporado mediante fusión un material de aporte de composición química ligeramente diferente a la del material base (ambas fuera de especificaciones). En esa región se originaron

distorsiones microestructurales que favorecen la concentración de esfuerzos y la fragilidad del material.

Como se tuvo falla en cementación del calcar femoral; inmediatamente por encima del sitio de fractura del componente femoral; esto indujo a que se incrementaran los esfuerzos de flexión sobre el implante que puede llegar en un momento dado a estar sobrecargado.

La combinación de un material inhomogéneo y falta de correcta cementación de calcar femoral dieron origen a la falla que nos ocupa en el vástago femoral con sus consecuencias inherentes.

(A) MATERIAL INHOMOGÉNEO + (B) INCORRECTA CEMENTACION DE = FRACTURA
(METALURGICA) CALCAR FEMORAL VASTAGO FEMORAL
A + B = C



5. RECOMENDACIONES:

1. Buena historia clínica especificando adecuadamente la técnica quirúrgica empleada y las características del implante colocado así como realizar el estudio anatomopatológico del tejido óseo coxo-femor al suplantado.
2. Buena técnica quirúrgica del cementado, mejorando el apoyo del cementado proximal (calcar femoral).
3. Técnica de Revisión: Usando la técnica de Wroblewski cuando el componente femoral es de acero inoxidable y la de Eftekhar y colaboradores en aleaciones de Co-Cr (Vitallium[®]).
4. Entrenar Ingenieros Metalúrgicos en Técnica de Extracción.
5. En procedimientos de revisión: Presencia de Ingeniero Metalúrgico en acto quirúrgico.
6. Exigir certificados de control de calidad que avalen la correcta fabricación de estos implantes.
7. Lograr vástagos con áreas máximas de sección cruzada.
8. Evitar motivos que induzcan una tensión mayor en la superficie del vástago.
9. Reducir la curvatura del vástago, pero manteniendo el momento de fuerza abductora.
10. Consideraciones Metalúrgicas:
 - a) Evitar inhomogeneidades en el material de fabricación.
 - b) Evitar presencia de porosidades en las aleaciones fundidas.
 - c) Evitar diferencias de granos en los constituyentes de las aleaciones.
 - d) Usar aleaciones de metales que tengan granos finos.
11. Exigir de las casas comerciales responsabilidad en suministro de material médico-quirúrgico a los hospitales.
12. Lograr la integración interhospitalaria de equipos humanos es-

pecializados.

13. Analizar aplicando la Bioingeniería las fallas de material protésico.
14. Fomentar la creación de una industria nacional de implantes metálicos.

BIBLIOGRAFIA

1. ASTM. Vitallium[®] FHS - Forged Vitallium. Standar Specification F90 and F75.
2. Cahoon, J. and Paxton, H: Metallurgical Analyses of Failed Orthopedic Implants. J. Biomed. Mat Res; 2: 1-22, 1968.
3. Cahoon, J. and Paxton, H: A Metallurgical Survey of Current Orthopedic Implants. J. Biomed. Mat Res; 4:223 - 244, 1970.
4. Campbell W, Edmonson A. Cirugía Ortopédica. Editorial Panamericana. Buenos Aires. Argentina VI Edición 1981: 2.172.
5. Campbell W, Edmonson A. Cirugía Ortopédica. Editorial Panamericana. Buenos Aires. Argentina VI Edición 1981: 2.170 - 2.172.
6. Campbell W. Edmonson A. Cirugía Ortopédica. Editorial Panamericana. Buenos Aires, Argentina VI Edición 1981: 2.291
7. Campbell W. Edmonson A. Cirugía Ortopédica. Editorial Panamericana. Buenos Aires. Argentina VI Edición 1981: 2.173
8. Campbell W. Edmonson A. Cirugía Ortopédica. Editorial Panamericana. Buenos Aires. Argentina VI Edición 1981: 2.294
9. Colangelo, V and Greene, N: Corrosión and Fracture of Type 316 SMO Orthopedic Implants. J. Biomed. Mat. Res; 3:247-265.
10. Charnley J. Artroplastia de Baja Fricción en la Cadera. Editorial Salvat Editores. Barcelona-España 1981 VIII Edición Pág. 158.
11. Charnley J. Artroplastia de Baja Fricción en la Cadera. Editorial Salva Editores. Barcelona-España 1981 VIII Edición Pág. IX.

12. Charnley J. Artroplastia de Baja Fricción en la Cadera. Editorial Salvat Editores. Barcelona - España 1981 VIII Edición Pág. 121.
13. Charnley J. Artroplastia de Baja Fricción en la Cadera. Editorial Salvat Editores. Barcelona-España 1981 VIII Edición Pág. 128.
14. Galante, J. Rostoker, W. and Doyle, J: Failed Femoral Stems in total Hip Prostheses. J. Bone and Joint Surg. 57A/2. 230 Marc. 1975.
15. Galante, J. Rostoker, W, and Doyle, J: Failed Femoral Stems in Total Hip Prostheses. J. Bone and Joint Surg. 57/A2. 230-236 March. 1975.
16. Grover H. J.: Metal Fatigues in Some Orthopedic Implants. J. Materials, 1:412, 1966.
17. Hughes, A. and Jordan, B.: Metallurgical Observations on Some Metallic Surgical Implants Which Failed in Vivo. J. Biomed. Mat. Res; 6:33-48. 1972.
18. Mears, D: Metals in Medicine and Surgery, Int Metals Rev. 119:155, 1977.
19. Muller, M. Total Hip Prostheses. Clin Orthop; 72:46-68, 1970.
20. Rose, R.; Shiller, a. and Radin, E.: Corrosion-Accelerated Mechanical Failure of a Vitallium Nail-Plate. J. Bone and Joint Surg; 54/a: 854-862, June 1972.
21. Wheeler, K; and James, L: Fatigue Behavior of Type 316 Stainless Steel Under Simulated Body Conditions. J. Biomed. Mat. Res; 5:267-281, 1971.
22. Wrblewski, M: Revisión Instrument. Thackray England. 1982. 4.
23. Zimmer® Great Britain Alivium-Vacuum Meltand Vacuum Cast Cobalt-Chromium-Molybdenum Implants BS 2873: 1968 and ASTM F75: 1967.