

---

## BIBLIOGRAFIA

---

### *El suelo de fundación de Valdivia*

BAROZZI, G., y LEMKE, R.W. Estudios Geotécnicos nº 1. Instituto de Investigaciones Geológicas, Santiago, Chile, 1966.

Esta publicación, constituida por dos láminas, presenta los resultados de una investigación de geología aplicada a la ingeniería, realizada en la ciudad de Valdivia en acción conjunta del Instituto de Investigaciones Geológicas (I.I.G.) y de la Misión Económica de los Estados Unidos (USAID).

Una de las láminas explica los objetivos del trabajo, describe la forma en que se realizó y expone en una tabla las propiedades de las unidades de suelo de Valdivia en lo que se refiere a litografía, distribución, espesor, relaciones estratigráficas, permeabilidad y nivel freático, facilidad para ser excavada, estabilidad de taludes; sus características como suelo de fundación, y su clasificación según el "Unified soil classification system" (U.S.C.S.).

La otra lámina es un mapa, reproducción a escala reducida (1:7500) del levantamiento del Proyecto Aerofotogramétrico OEA/Chile. En él se muestra cómo se distribuyen en el plano de la ciudad las diversas unidades de suelo, cuyas características se determinaron por medio de muestras extraídas por sondas en los lugares que en el mapa se indican. Además se señalan los daños causados por el sismo de mayo de 1960.

No cabe duda que este trabajo constituye un primer y muy importante paso para el plan de microrregionalización sísmica de Valdivia y será de mucha utilidad para todos los intentos que se hagan en ese mismo sentido en el futuro.

E. G. G.

### *Geología y recursos minerales del departamento de Arica.*

SALAS, R.; KAST, R.; MONTECINOS, F., y SALAS, I. Boletín nº 21. Instituto de Investigaciones Geológicas, Chile, 113 pp.

En este informe se exponen los resultados de los estudios de geología general, geología económica y recursos de aguas subterráneas obtenidos por las comisiones que el Instituto de Investigaciones Geológicas mantiene en el Departamento de Arica y por comisiones eventuales que asesoran los trabajos de Aguas Subterráneas de la Corporación de Fomento de la Producción.

\* \*

### *Manual del cemento 1966/67*

VEREIN DEUTSCHER ZEMENTWERKE  
"Zement Taschenbuch 1966/67". Bauverlag GmbH, Wiesbaden 1965, 502 pp.

Las fábricas de cemento de la República Federal Alemana se hallan unidas en una Asociación de carácter técnico, creada en 1948 por la fusión de otras tres hasta entonces independientes: la del cemento portland, la del cemento portland férrico y la del cemento de alto horno. La primera de éstas fue fundada en 1877 y ya en el siguiente año había redactado la primera norma alemana de cemento. Su actividad y la de las otras dos asociaciones paralelas que se formaron posteriormente, encontraron cauce común en la actual Asociación, que ha proseguido su labor en pro de la tecnología del cemento y del hormigón, principalmente a través de su Instituto de Investigaciones con sede en Dusseldorf.

Muy en consonancia con los propósitos de la Asociación está su Manual

del Cemento, que salió a luz por vez primera en 1911 y ha tenido numerosas ediciones. De las publicadas después de la última guerra, dependientes de la organización actual, la que comentamos constituye la novena edición.

El Manual conserva la forma de ediciones anteriores, siendo tratado cada tema por autores diferentes. Comienza con un capítulo de F. Keil, que se introduce al lector en el desarrollo histórico, fabricación, tipos y propiedades de los cementos. Luego, A. Hummel se ocupa del hormigón, confección, colocación en obra, propiedades, hormigones livianos y mortero. El tercer capítulo, de W. Ernst, expone los fundamentos del hormigón armado.

Los capítulos citados subsisten, actualizados cada vez, en las sucesivas ediciones del Manual. Seguidamente se tratan temas más particulares, que cambian de una edición a otra, de suerte que las anteriores, sobre todo las últimas, no quedan enteramente refundidas en ésta y continúan manteniendo su interés. En la edición actual hay tres capítulos en torno a durabilidad del hormigón: resistencia al fuego, por H. Wierig; resistencia a las heladas, por J. Bonzel, y ataques químicos, por F.W. Locher y H. Pisters. Tras ello, en el último capítulo, H. Pisters versa sobre suelo-cemento, campo de aplicación, fundamentos, ensayos y ejecución.

El Manual cumple bien la finalidad que se propone, de servir como una primera información y guía a todos los que de una manera u otra tienen que ver con el hormigón. Dentro de su brevedad, es un compendio que tiene el mérito de mostrar concisamente lo principal de cada punto. Servirá también a quienes deseen profundizar más, gracias a las escogidas referencias bibliográficas que respaldan el texto. Todo ello sobre la base de la investigación y la tecnología alemanas, cuyos adelantos y tendencias aparecen reflejados en esta obra.

Como apéndice se da la lista de las 97 fábricas de Alemania Occidental, todas miembros de la Asociación. Según datos del Manual, en 1964 produjeron 33 millones de toneladas de cemento, contra 19,3 millones que fue la producción de 1958. Constituye así la República Federal Alemana el mayor país productor de cemento de la Europa Occidental, siendo extraordinario además su índice de 549

kg de cemento por habitante en 1964. De la producción total, un 70,6% fue cemento portland, 15,3% portland férrico, 11,6% de alto horno y 2,5% de otros cementos. En cuanto a la resistencia, el 80,7% correspondió a la clase Z275, 17,4% a Z375 y 1,9% a Z475, denominaciones que significan  $\text{kg/cm}^2$ , valores mínimos a la compresión a 28 días según norma DIN (en la cual se prepara el mortero de ensayo con relación agua-cemento de 0,6).

A. LAMANA

\* \*

#### *Proposición de recomendaciones para hormigón proyectado.*

ACI COMMITTEE 506. "Proposed standard recommended practice for shotcreting". Journal of the American Concrete Institute. Proceedings vol. 63, nº 2 (febrero 1966), pp. 219-246.

Estas recomendaciones vienen a reemplazar a las que el ACI adoptó como norma en 1951, a la cual perfeccionan y completan. Se trata del método de colocación en que el mortero u hormigón, impulsado neumáticamente a través de una manguera, se proyecta a gran velocidad sobre una superficie.

En la actualidad existen dos procedimientos para proyectar hormigones, según que el agua de amasado se incorpore después o antes que el material entre en la manguera. En esta norma se explican ambos, el procedimiento de mezcla en seco, ya conocido, y el de mezcla en húmedo, de aplicación más reciente y que representa la principal innovación de esta norma con respecto a la anterior.

En el procedimiento de mezcla en seco, el agua es agregada a presión en la boquilla de salida, donde se incorpora íntimamente a la mezcla de cemento y arena que viene impulsada por aire comprimido a través de la manguera; se produce así el chorro de mortero, que abandona la boquilla a alta velocidad y se proyecta sobre la superficie a cubrir. En cambio, en el procedimiento de mezcla en húmedo, todos los materiales, incluso el agua, son agregados y mezclados antes de entrar en el equipo de proyección.

Ambos procedimientos tienen hoy día gran aplicación y el empleo de uno u otro dependerá de las condiciones particulares del caso. Se pueden indicar las siguientes características de operación de cada uno de los sistemas:

**Mezcla en seco:**

- El agua y la consistencia de la mezcla se controlan en la boquilla.
- Permite una mejor colocación de morteros con áridos livianos porosos.
- Acepta una mayor longitud de manguera.

**Mezcla en húmedo:**

- El agua es controlada con gran precisión en la tolva de entrada de los materiales.
- Se asegura que el agua de amasado se mezcle íntimamente con el cemento y la arena, obteniéndose con esto menor gasto de materiales por reducción del porcentaje de mortero que rebota.
- Menor cantidad de polvo acompaña a este proceso.

Se describen las propiedades físicas más importantes del material y los usos en que conviene aplicar el procedimiento. Se insiste que este material basa su éxito fundamentalmente en la ejecución. Se dan para ello una gran cantidad de instrucciones que debe cumplir el personal — de alta especialización — a cargo de la proyección del mortero. Junto con esas recomendaciones, se hace especial hincapié en los tratamientos que deben darse a la superficie de base; se indica también con gran cantidad de detalles la forma como deben construirse los moldajes, la colocación de armaduras, y los métodos para realizar la terminación y el curado.

En cuanto a los materiales, se acepta el uso de cementos especiales y se dan prescripciones para el empleo de árido grueso de hasta  $\frac{3}{4}$ " de tamaño máximo. Se recomienda además el uso de algunos aditivos que mejoran la calidad o facilitan la colocación.

Se incluyen por otra parte las características de los equipos necesarios para la confección y colocación, siendo los correspondientes a la mezcla en húmedo los que presentan mayor innovación.

En capítulo aparte, la norma se refiere a los métodos de ensayo para controlar la calidad del material colocado. Se recomienda para esto que las probe-

tas sean obtenidas de paneles de prueba sobre los que se haya proyectado el mortero en las mismas condiciones de la obra. Con esto se evita el extraer testigos de la estructura misma. Esas muestras son mucho más representativas que las obtenidas por proyección del mortero dentro de moldes de tela. Estos últimos pueden servir para el control diario de la calidad del mortero tal como sale del equipo proyector y sus resultados pueden correlacionarse con los obtenidos de los paneles de prueba.

F. DELFIN

\* \*

*Influencia y determinación de la humedad propia de los áridos.*

WISCHERS, G., y HALLAVER, O.  
 "Einfluss und Bestimmung der Eigenfeuchte von Betonzuschlagstoffen".  
 Beton, vol. 16, nº 5 (mayo 1966), pp. 207-211, y nº 6 (junio 1966), pp. 249-253.

Como es sabido, la humedad propia del árido, es decir, su contenido de agua con respecto al peso seco, se compone de la humedad absorbida por los granos y de su humedad superficial: de ellas sólo esta última actúa como agua de amasado.

Las variaciones de la humedad superficial deben considerarse en la confección del hormigón, pues si no, la consistencia y la resistencia varían mucho: así, un aumento de 1% de humedad propia puede producir una disminución de resistencia del orden del 15%, a no ser que se disminuya la cantidad de agua agregada.

En los ensayos que se muestran en este informe, se compararon varios métodos para determinar la humedad: por secado a 105°C, con el picnómetro de aire, con el aparato CM (a base de carburo de calcio) y por medición de la resistencia eléctrica. Con cada uno de ellos se determinó la humedad total y, cuando el método lo permitió, la humedad absorbida y la superficial. Los ensayos se hicieron con distintas fracciones granulométricas de áridos del Rhin, del Main y de Morrena.

El secado permite determinar con exactitud el contenido total de agua: en la arena, las diferencias entre los valores aislados y la media son en su mayoría inferiores al 0,1% de humedad. Comparado con el método de secado, el picnómetro de aire da una diferencia media de  $\pm 0,3\%$  de humedad. El aparato CM mostró la misma exactitud en la determinación de la humedad de la arena. El dispositivo de medición de la resistencia eléctrica construido en el Instituto Otto Graf no permitió establecer con tal precisión el contenido de agua porque la resistencia eléctrica no depende solamente de la humedad sino también de la densidad aparente del material suelto (no asentado), de su granulometría y de su composición petrográfica.

A condición de que se mantengan constantes la granulometría y la dosificación, se puede también tomar en cuenta la humedad propia de los áridos midiendo, en el momento del amasado, la resistencia eléctrica o bien la consistencia, esto último observando la potencia absorbida por el motor de la mezcladora. Sin embargo, estos procedimientos no están lo bastante perfeccionados como para permitir la fabricación de un hormigón parejo a partir de áridos de origen y humedad propia diversos sin ajuste de la cantidad de agua por el maquinista.

\* \*

#### *Fabricación de hormigón de alta resistencia.*

WALZ, K. "Über die Herstellung von Beton hochster Festigkeit". Beton, vol. 16, nº 8 (agosto 1966), pp. 339-340.

Si el hormigón se endurece bajo presión y manteniendo baja la temperatura, desarrolla resistencias más elevadas que en condiciones normales. Así se comprobó en experiencias de laboratorio. El tratamiento se aplicó a dos hormigones, uno de cuarcita de 0/15 mm y otro de basalto de 0/15 mm, ambos con  $350 \text{ kg/m}^3$  de cemento portland ZP 475 y una razón agua-cemento de 0,32. El hormigón se preparó a  $5^\circ\text{C}$  y, luego de compactarlo con un vibrador, se sometió a una presión de 20

$\text{kg/cm}^2$  durante las primeras 24 horas, manteniendo mientras tanto la temperatura en  $5^\circ\text{C}$ . Las probetas se almacenaron a  $10^\circ\text{C}$  hasta los 7 días y a  $20^\circ\text{C}$  de 7 días en adelante; conservándolas bajo agua los primeros 28 días y después al aire. A la edad de 42 días, la resistencia a la compresión (en cubos de 10 cm) fue de  $1230 \text{ kg/cm}^2$  para el hormigón de cuarcita y de  $1430 \text{ kg/cm}^2$  para el de basalto. Por tanto, se pueden obtener así hormigones de muy alta resistencia; sin embargo, la aplicación práctica está dificultada por el costo del procedimiento.

Son interesantes los resultados obtenidos en los ensayos a tracción por hendimiento (también en cubos) sobre estos hormigones de tan extrema resistencia: los valores de tracción fueron de 61 y 91  $\text{kg/cm}^2$  con relaciones de 1/20 y 1/16 respecto a la resistencia a compresión. Como era de esperar, son relaciones menores que las correspondientes a la gama de hormigones usados en la práctica; pues, como se sabe, dicha relación disminuye al aumentar la resistencia.

\* \*

#### *Influencia del tamaño y forma de los elementos sobre la retracción y la fluencia del hormigón.*

HANSEN, T.C., y MATTOCK, A.H. "Influence of size and shape of member on the shrinkage and creep of concrete". Journal of the American Concrete Institute. Proceedings vol. 63, nº 2 (febrero 1966), pp. 267-290.

Con vista a su aplicación en ingeniería estructural, se está desarrollando una investigación sobre la influencia del tamaño y de la forma de los elementos en la retracción y la fluencia del hormigón. Este informe da cuenta de los resultados de ensayos registrados durante los 4 primeros años de observación. Manteniendo una temperatura de  $21^\circ\text{C}$  y una humedad relativa de 50%, se fueron midiendo las deformaciones por retracción y por fluencia en cilindros de hormigón de 10 a 60 cm de diámetro y en elementos doble te de 29 a 115 cm de altura. Las probetas de fluencia se mantuvieron bajo una carga del orden del 25% de su resistencia a la com-

presión. Se concluye que la relación volumen/superficie es un parámetro adecuado para usarlo en el cálculo de estructuras cuando se han de estimar las deformaciones por retracción y por fluencia de elementos de diferentes forma y tamaño.

Resumen de los autores

\* \*

**Tensión de adherencia: estado de los conocimientos.**

ACI COMMITTEE 408. "Bond stress-state of the art". Journal of the American Concrete Institute. Proceedings vol. 63, nº 11 (noviembre 1966), pp. 1163 - 1190.

Se discute la naturaleza de la falla de adherencia, recalcando la influencia del desgarramiento. Se llama la atención sobre las grandes tensiones de adherencia adyacentes a toda grieta y sobre las complicaciones que entrañan esas tensiones de signos opuestos. En cuanto al desgarramiento, se indican los factores de que depende y los planos preferenciales de falla. Se muestra la importancia que en la adherencia tienen la anchura de la viga y el espaciamiento entre barras. Se distinguen los conceptos de anclaje extremo, adherencia en flexión y adherencia por anclaje o desarrollo.

Se revisan los conocimientos actuales sobre el comportamiento en cuanto a adherencia y sobre el valor absoluto de la resistencia de adherencia, primero en empalmes y elementos especiales, y luego en la zona de momentos negativos de las vigas. Se presenta una parte de los datos que justifican las prescripciones de la norma de cálculo (1963) del ACI. Se indica el valor del anclaje extremo y se insiste en la importancia de la adherencia por desarrollo o longitud de desarrollo.

Brevemente, se discute el efecto de la posición superior de las barras y la influencia del hormigón liviano. Finalmente, se señalan las partes discutibles de los conocimientos actuales y los puntos que necesitan mayor investigación.

Resumen de los autores

\* \*

**Deformaciones de tracción en viguetas de hormigón sin armar.**

WELCH, G.B. "Tensile strains in unreinforced concrete beams". Magazine of Concrete Research, vol. 18, nº 54 (marzo 1966), pp. 9-18.

Durante el ensayo normal de flexión, se midieron las deformaciones en la cara traccionada de las viguetas, usando un equipo especial que registraba la curva carga-deformación hasta la rotura. Se ensayó una amplia gama de hormigones con resistencias a compresión de 105 a 780 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días y con áridos de tamaños máximos  $\frac{3}{4}$ " y  $1\frac{1}{2}$ ". Las viguetas fueron conservadas en estado húmedo hasta el momento del ensayo, que se hizo también a 28 días y con dos cargas en los tercios de la luz. Las resistencias a la tracción por flexión fueron de 15 a 73 kg/cm<sup>2</sup>. La fisuración inicial, indicada por una desviación significativa de la curva carga-deformación ocurrió con deformaciones de 41 a  $158 \times 10^{-6}$ , para cargas del orden del 64% de la rotura. Las deformaciones máximas, medidas inmediatamente antes de que la propagación final de la grieta produjera la fractura, fueron de 75 a  $240 \times 10^{-6}$ . Tanto éstas como las deformaciones de fisuración dependieron directamente de la resistencia.

En mortero, las deformaciones en la rotura fueron mucho mayores que en los hormigones de igual resistencia a la flexión, alcanzando valores de 150 a  $420 \times 10^{-6}$ .

A. L.

\* \*

**Proyección mecánica de revoques de mortero de yeso.**

FOUCAULT, M. "Projection mécanique des enduits en mortier de plâtre" Annales de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics, vol. 19, nº 221 (mayo 1966), pp. 455-470.

La proyección mecánica del yeso figura en el programa de la evolución actual de los métodos de construcción.

Pero los problemas prácticos planteados por la realización de esta nueva técnica de colocación no dejaban de

presentar ciertas dificultades. Han podido solucionarse gracias a los progresos realizados durante estos últimos años en la fabricación del yeso y al conocimiento, cada vez mayor, de las sustancias auxiliares que permiten actuar sobre sus características, en los sentidos más diversos.

El yeso para proyección es un yeso especial, muy diferente de los tradicionales. Por consiguiente, su puesta a punto ha requerido un largo estudio, la adopción de un nuevo equipo de fabricación y numerosos ensayos y controles. Es un producto compuesto de sulfato de calcio semihidratado, que se mantiene dócil durante varias horas, muy plástico, en gran parte gracias a su extraordinaria finura, y que posee una gran retentividad de agua.

El yeso proyectado se emplea por lo general en mortero, con arena lo más silíceo posible, de granulometría 0-2 mm y en una proporción del orden de una parte de yeso por dos de arena, en peso. El equipo de proyección se compone generalmente de una mezcladora que prepara la pasta, una tolva que la recibe, y una bomba que la transmite a un dispositivo de proyección cuyo manejo es bastante parecido al de una pistola para pintar. La proyección se hace con arreglo a maestras y casi sin pérdida de material por rebote. Se ejecuta en una sola operación seguida de un alisado con regla. Luego, se le da una capa de enlucido con un yeso especial. En ciertas aplicaciones puede dejarse la superficie en bruto.

El comportamiento de las pinturas sobre el yeso proyectado no presenta ningún defecto y para ciertos sistemas parece posible considerar una reducción del trabajo antes de pintar.

Por otra parte, los ensayos en obra han demostrado una reducción muy apreciable de los plazos de secamiento y una mejoría notable de la dureza superficial.

Resumen del autor

\* \*

### *Glosario de términos sobre tecnología del cemento y del hormigón*

ACI COMMITTEE 116. "Glossary of terms on cement and concrete tech-

nology". Journal of the American Concrete Institute. Proceedings, vol. 59, nº 12 (diciembre 1962), pp. 1761-1770; vol. 60, nº 12 (diciembre 1963), pp. 1689-1695; vol. 61, nº 5 (mayo 1964), pp. 487-508; vol. 61, nº 8 (agosto 1964), pp. 913-920; vol. 62, nº 3 (marzo 1965), pp. 275-292; vol. 62, nº 8 (agosto 1965), pp. 865-868; vol. 62, nº 11 (noviembre 1965), pp. 1353-1362; vol. 63, nº 3 (marzo 1966), pp. 307-311.

En 1959 se constituyó en el ACI este comité de nomenclatura para redactar y mantener al día un glosario de los términos más importantes usados en la tecnología del hormigón y en la del cemento. Los objetivos del comité son verificar el uso aceptado, resolver problemas de terminología, y recomendar definiciones de términos referentes a materiales, condiciones y práctica de las obras.

Al comité se le propusieron cerca de 4000 términos, de los cuales ha seleccionado algo más de 700, cuyas definiciones ha ido preparando y dando a conocer progresivamente. Una vez que se hayan recibido observaciones en la consulta pública a que está sometido, se elaborará el glosario definitivo, que se espera sea adoptado como norma del American Concrete Institute.

\* \*

### *Estudio de la resistencia a la tracción del hormigón. Comparación entre el ensayo de flexo-tracción y el ensayo brasileño.*

GENTA, J., y VALENZUELA, S. Memoria para optar al título de ingeniero civil. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Universidad de Chile. Santiago 1966. 101-142 pp.

En esta investigación se efectúa un estudio de la resistencia de tracción del hormigón obtenida por medio del ensayo de hendimiento o brasileño. Con este objeto se analizan las correlaciones entre este ensayo y los ensayos de flexo-tracción, compresión cúbica y cilíndrica, módulo estático y dinámico de elasticidad y coeficiente dinámico de Poisson. Se establecen además, las correlaciones entre estos últimos ensayos y se analizan tam-

bién, datos experimentales similares de investigadores extranjeros. Finalmente, y en base a las conclusiones obtenidas en esta investigación y en otras semejantes efectuadas en el extranjero, se ha elaborado un proyecto de norma sobre el ensayo de tracción por hendimiento y otro referente a la equivalencia de resistencias.

Esta memoria fue realizada en la Sección de Investigación de Hormigones del IDIEM y dirigida por el ingeniero Moisés Piñeiro.

\* \*

*Tracción pura en el hormigón. Resistencias, deformaciones, relaciones con la resistencia de hendimiento y otras características del hormigón.*

GORODISCHER, V., y CANTIZANO, G. Memoria para optar al título de ingeniero civil. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Universidad de Chile. Santiago 1966, 97 pp.

Se determinan las resistencias y características de deformación de hormigones sometidos a tracción pura y se relacionan con su resistencia a compresión, resistencia a tracción por hendimiento y características de deformación en compresión. Con ello se pretende tanto aclarar algunos puntos que tienen que ver con el comportamiento del hormigón frente a esfuerzos de tracción pura como la posibilidad de sustituir la determinación de esa resistencia por el ensayo de hendimiento.

Para llevar a cabo las mediciones, se preparó hormigón de distintas resistencias, con dos cementos diferentes; se elaboraron a partir de una misma colada los distintos tipos de probetas y se efectuaron los diversos ensayos. Se calcularon luego las regresiones entre los diferentes valores obtenidos.

Esta memoria fue realizada en el

IDIEM, en la Sección de Investigación de Hormigones y dirigida por el ingeniero Moisés Piñeiro.

\* \*

*Contribución al conocimiento del pulido químico del aluminio puro*

VENERANDI, A., y KITTL, P. Informe Técnico nº 13, IDIEM, Universidad de Chile, Santiago 1966, 20 pp.

Se estudiaron las condiciones de pulido químico del Al 99,99% con una mezcla de  $H_3PO_4$ ,  $H_2SO_4$  y  $HNO_3$  a  $63^\circ C$ . Las mejores condiciones se obtuvieron con una proporción 3,36:1 de  $H_3PO_4$  a  $H_2SO_4$  y 2% de  $HNO_3$ . Con un exceso de  $HNO_3$  se observa inicialmente un fuerte efecto de corrosión. Si disminuye el contenido de  $HNO_3$  aparecen picaduras de corrosión profundas. Las propiedades de pulido de esta mezcla mejoran cuando aumenta el contenido de aluminio en la solución. Para mantener constante el contenido de  $HNO_3$  hay que agregar  $0,01 \text{ ml/cm}^2\text{-min}$ . La velocidad de disolución de aluminio por la mezcla en condiciones de pulido es de  $15,5 \text{ mg/cm}^2\text{-h}$ .

Esta solución tiene las siguientes propiedades: 1. La superficie de aluminio es suficientemente lisa como para permitir observar la propagación de líneas de deslizamiento. Además, por ataque posterior con agua regia fluorada al 2% se forman figuras de corrosión que revelan la orientación cristalográfica. 2. Este pulido revela las subestructuras de deformación por laminado y los sub-bordes de solidificación. 3. Las impurezas tales como hierro y cobre destruyen las condiciones de pulido, observándose corrosión en los planos  $\{111\}$ . 4. Observaciones microscópicas de la muestra revelan dónde hay defecto o exceso de  $HNO_3$  en solución.