



Santiago, 29 de junio del 2004.

**INFORME N° AM- 456 A**

**ANÁLISIS DE TORNILLOS GALVANIZADO GB INGEFIX 12-14X3/4 PTA # 3**

**EMPRESA: GBINGEFIX.**

**Muestra:** Un grupo de tornillos galvanizado GB INGEFIX 12-14x3/4 Pta # 3

**Objetivo:** Caracterizar los tornillos, mediante análisis de inclusiones, durezas, espesor de capa, porosidad de la capa, resistencia al corte y composición química.

**A.- MATERIAL RECIBIDO.**

Se ha recibido un grupo de tornillos de acero con la marca GB estampada en la cabeza cuya denominación es “**Tornillo Galvanizado 12-14x3/4 Pta # 3**” e identificados como T3/4. En la figura A.1 se muestran dichos tornillos.



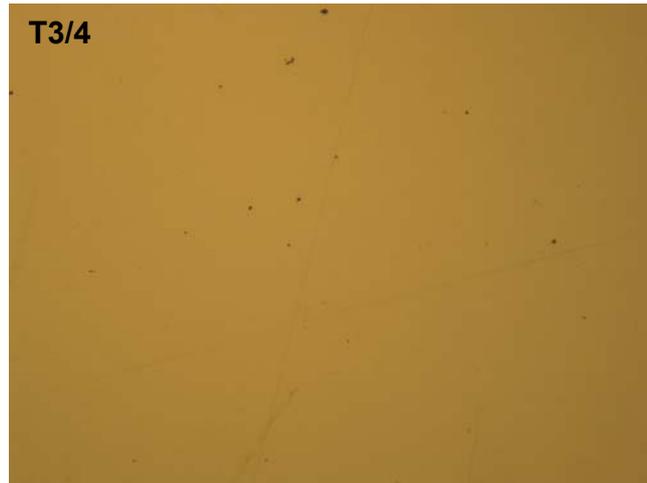
**Figura A.1:** Tornillos recibidos.

**.B.- ANALISIS METALOGRAFICO.**

Para llevar a cabo este análisis se realizó un corte longitudinal de la muestra y se procedió a un desbaste con lijas N° 120 hasta 1500 y por paños 1 y 2 con alúmina de 1 y 0.5  $\mu\text{m}$  respectivamente. Posteriormente la muestra fue observada al microscopio óptico para determinar la cantidad y tipo de inclusiones

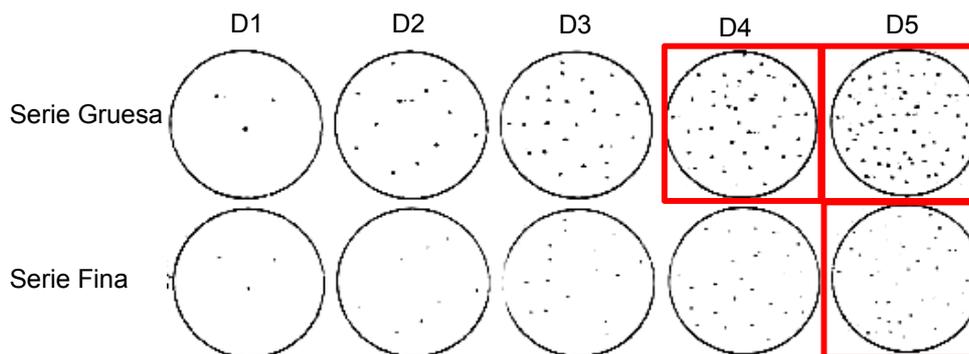
no metálicas utilizando el procedimiento establecido en la norma ASTM E45, por el método de comparación de cartas.

En la figura B.1 se muestra una micrografía sin ataque a 100 aumentos de la muestra T3/4. En ellas se puede observar inclusiones globulares finas.



**Figura B.1:** 100X, sin ataque muestra T3/4. Contenido de inclusiones no metálicas

La figura B.2 muestra una carta comparativa del nivel de inclusiones según la norma ASTM E45, donde se indica en rojo la zona no aceptable.



**Figura B.2:** Carta comparativa del nivel de inclusiones, según norma ASTM E45.

La tabla B.1 presenta la descripción del tipo y nivel de inclusiones no metálicas encontradas en la muestra analizada.

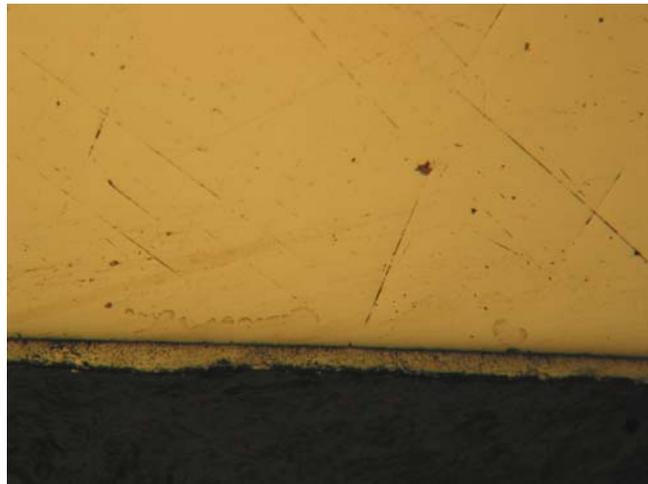
**Tabla B.1:** Contenido de inclusiones no metálicas.

Probeta	Tipo de inclusiones	Nivel
T3/4	D (óxidos globulares)	2 finas

La determinación de la capa galvanizada se realizó bajo la norma ASTM A 153-01<sup>a</sup>.

En la figura B.3 se muestra una micrografía sin ataque a 100 aumentos de la muestra T3/4. En ellas se puede observar el espesor de la capa galvanizada.

La tabla B.2 presenta el espesor de la capa galvanizada, clasificada según la norma ASTM 123M-02.

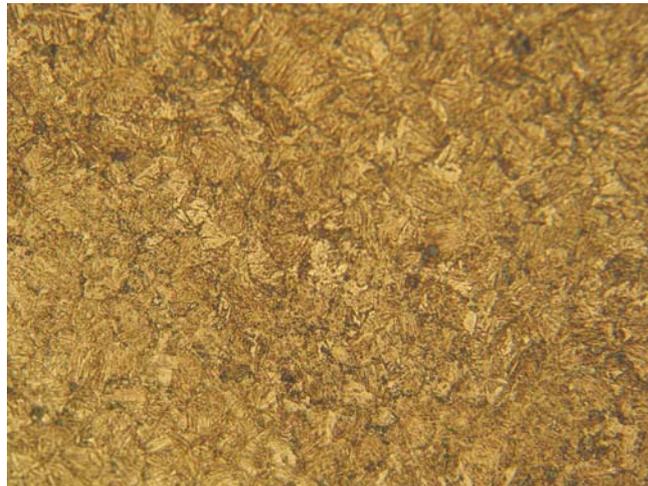


**Figura B.3:** 100X, sin ataque muestra T3/4. Espesor de la capa galvanizada.

**Tabla B.2:** Espesor capa galvanizada.

Probeta	Espesor (micras)	Grado ASTM
T3/4	60	Gr. 60

Para poder revelar las fases presentes en la muestra, se ha procedido a atacar químicamente la superficie con Nital al 2% (Ácido Nítrico 2%V/V) durante 20 segundos. En la figura B.4 se muestran micrografías a 500 aumentos de la muestra T3/4, donde se distingue una matriz perlítica con presencia de ferrita alotriomórfica en los bordes de grano.



**Figura B.4:** Micrografía a 500 aumentos muestra T3/4.

### **C.- ENSAYO POROSIDAD DE LA CAPA GALVANICA.**

El ensayo se realizó en una solución acuosa de sulfato de cobre, según la norma ASTM A 239-95. El proceso consiste básicamente en una inmersión de la pieza galvanizada en esta solución seguida de un enjuague en agua. Las zonas donde está expuesto el acero sin galvanizar se cementará cobre identificándose fácilmente las zonas del acero desnudo.

En la figura C.1 se muestra el resultado del ensayo, en el cual no se ha encontrado partes del acero desnudo.



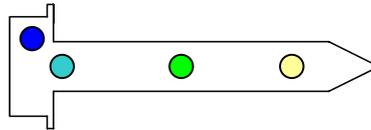
**Figura C.1:** Ensayo de porosidad

## D.- ENSAYOS DE DUREZA.

En la tabla D.1 se encuentran los resultados de dureza realizado bajo norma ASTM E 18-02. A la muestra se le ha realizado un perfil de dureza de acuerdo a la figura D.1.

**Tabla D.1:** Resultados de durezas.

Identificación	Dureza HRA
●	71.0
●	71.6
●	71.5
●	71.0
<b>Promedio</b>	<b>71.0</b>
<b>Conversión Esfuerzo Máximo Kgf/mm<sup>2</sup></b>	<b>132</b>



**Figura D.1:** Esquema del tornillo y las zonas donde se midieron las durezas.

## E.- ANÁLISIS QUÍMICOS.

En la tabla E.1 se muestran los resultados del análisis químico, obtenido por Espectrometría óptica. El análisis químico corresponde al de un acero SAE 1525.

**Tabla E.1:** Resultados del Análisis químico

Muestra	%C	%Si	%Mn	%P	%S	%Cr	%Ni	%Mo	%Cu	%Fe
<b>T3/4</b>	0.237	0.029	0.940	0.022	0.010	0.017	<0.005	0.019	0.015	Resto
<b>SAE 1525</b>	<b>Min. Máx.</b>	<b>0.23 0.29</b>	<b>---</b>	<b>0.80 1.10</b>	<b>&lt;0.040</b>	<b>&lt;0.050</b>	<b>---</b>	<b>---</b>	<b>---</b>	<b>---</b>



## F.- RESISTENCIA AL CORTE.

Para evaluar la resistencia al corte de este tipo de tornillos se midió el torque a fractura del tornillo. En la figura F.1 se muestra el tornillo fracturado y en la tabla F.1 se muestra los resultados obtenidos.



**Figura F.1:** Tornillo cortado después de la aplicación del corte.

**Tabla F.1:** Resultados de resistencia al corte.

Muestra	Resistencia al torque Nm
T3/4	17.4

## G.- COMENTARIOS

El acero SAE 1525 de los tornillos recibidos tiene un bajo nivel de inclusiones aptas para cualquier proceso de forja y en especial de tornillos. El tipo de estructura que presenta el acero es principalmente perlítica con ausencia de bandeado de manganeso, perjudicial en este tipo de aceros. Además esta estructura perlítica proporciona gran resistencia, la que se ve manifestada en los altos valores de dureza.

Para que el tornillo tenga una buena resistencia a la corrosión, éste es galvanizado, observándose que la capa galvanizada presenta excelentes condiciones metalúrgicas (microestructurales), un espesor de 60 micras que es aceptable y ausente de porosidad que pueda dejar al desnudo el acero y propenso a la corrosión en dichos lugares.

Ing. Francisco Meléndez B  
Dpto. Ingeniería Metalúrgica

Dr. Ing. Alfredo Artigas A.  
Dpto. Ingeniería Metalúrgica

Dr. Ing. Alberto Monsalve G.  
Directo Laboratorio de Propiedades Mecánicas

6/6



Universidad de Santiago de Chile  
Facultad de Ingeniería  
Departamento de Ingeniería Metalúrgica

