



**LABORATORIO NACIONAL**  
DE MATERIALES Y MECANICA DE ESTRUCTURAS



**UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA**

IG-09-15

## REVISIÓN DE CERTIFICADOS DE CALIDAD DEL ACERO

PROYECTO: INTERCAMBIO DE PASO ANCHO



Elaborado por:  
Ing. Ana Lorena Monge S, M.Sc

Setiembre 2015

## REVISIÓN DE LA INFORMACIÓN DE LOS CERTIFICADOS DE CALIDAD DEL ACERO UTILIZADO EN EL PROYECTO INTERCAMBIO DE PASO ANCHO

### I. Introducción

En el presente documento se muestran una serie de comentarios acerca de la revisión de los certificados de calidad del acero utilizado como refuerzo para el concreto reforzado del proyecto Intercambio de Paso Ancho.

La entrega de estos certificados de calidad surge como respuesta a una serie de informes por parte de la unidad de Auditoría Técnica del LanammeUCR donde se indica la no conformidad de algunas barras de acero utilizadas en distintas obras del proyecto, tanto en las armaduras de los pilotes así como del refuerzo de losas de apoyo de los puentes de acero que se colocarán como parte de las obras a colocar en dicho proyecto.

El Programa de Ingeniería Geotécnica ha redactado una serie de notas a este respecto, con respecto a los cumplimientos de los resultados de los ensayos realizados a muestras tomadas al azar por parte de la unidad de Auditoría Técnica, de resultados de ensayos realizados por laboratorios que no se encontraban acreditados y comentarios acerca del grado de corrosión aceptable en una barra de acero.

A continuación se muestra la revisión realizada a los documentos aportados por la empresa MECO, los cuales consisten en certificados de calidad de las barras denominadas "CR", "MEX", "TR", "TT" y "TURKEY".

Cabe destacar que en los certificados de calidad se muestran las propiedades de los lotes de barras del tipo ASTM A 615 (INTE 06-09-01) como ASTM A 706 (INTE 06-09-02). Lo que no es claro después de lo revisado en informes anteriores en qué obras se utiliza el acero A 615 o el A 706, ya que no hay especificaciones claras donde se haga la diferenciación. Al menos para las armaduras de los pilotes de las pantallas que se diseñaron como solución alternativa de los muros de suelo cosido, el acero debe ser acero A 706. Para el resto de las obras, no se tiene claro.

### II. Revisión de los certificados de calidad de acero

La empresa MECO hace el aporte de los certificados de calidad de las barras de acero que está utilizando en las obras de concreto reforzado del proyecto Intercambio de Paso Ancho. Hay 5 marcas de acero que se están utilizando en las obras, y al parecer el uso de cada marca se hace de manera indistinta sin importar la obra en que se deba colocar el refuerzo.

Como se comentó anteriormente, no se tiene clara la especificación de cada obra en cuanto al uso del tipo de acero que se debe utilizar, si es acero A 615 o A 706, a excepción del refuerzo de los pilotes pre-excavados de las pantallas.

A continuación, se comentará en detalle algunos aspectos importantes encontrados en la revisión de la información.

### **II.1 Certificado de calidad de las barras denominadas "CR"**

En este documento se presenta la recolección de unos documentos denominados "Certificado de Calidad" que es emitido por la propia empresa productora que es ArcelorMittal Costa Rica, con una portada mostrando la información de la lista de productos certificados por INTECO de la empresa productora, pero no es una marca de conformidad del producto emitida oficialmente por INTECO. Se recomienda solicitar una aclaración de por qué no se aporta la marca de conformidad.

Cabe aclarar que los certificados de calidad deben ser emitidos por una empresa certificadora. AcerlorMital no es una empresa certificadora, por lo cual la documentación emitida por esta no debe ser confundida con un certificado de calidad, a pesar de que lleva ese nombre. Más bien debe tomarse como lo que es, un reporte de resultados que corresponde al que solicita la norma de especificación del tipo de acero, y por lo tanto en este caso, el Reglamento Técnico RTCR 452 "Barras y Alambres de acero de refuerzos para concreto. Especificaciones".

Los reportes muestran las propiedades mecánicas (esfuerzo máximo, esfuerzo de fluencia, relación fluencia/máxima, elongación y dobléz) y los análisis del elementos químicos de las barras. Al revisar la información, se puede determinar que las propiedades reportadas cumplen con la norma ASTM A 706 para el grado 60 (único tipo de acero reportado por la empresa).

Sin embargo, no se muestra el estudio de las corrugaciones y la masa por unidad de longitud de las barras. En este caso, en que el acero se muestra con tanta corrosión en el sitio del proyecto, conocer estas propiedades es de suma importancia. Así es posible verificar si ha habido algún tipo de desgaste en la barra debido a la oxidación con respecto a las características iniciales de los lotes en producción e incluso si se cumplía con tales especificaciones desde el proceso de producción de las barras.

Con esta falta de información, a pesar de que se cumplen con los parámetros mecánicos y químicos, no se puede concluir el cumplimiento de estas barras con el Reglamento Técnico RTCR 452. Se recomienda, para poder determinar el cumplimiento integral de estas barras con el reglamento, se solicite la información de los ensayos a las corrugaciones de las barras de los lotes muestreados correspondientes.

Cabe aclarar que en ninguna parte de la documentación aportada por parte de la empresa ArcelorMittal, se hace algún indicativo de que este tipo de varilla corresponda al tipo denominado "CR" y que es el que se está utilizando en el proyecto Intercambio Paso Ancho.

### **II.2 Certificado de calidad de las barras denominadas "MEX"**

En este documento, se presenta la recolección de los reportes de resultados de las propiedades mecánicas y los análisis químicos de los distintos lotes de barras emitido por la empresa productora del acero Habas. Al igual que la documentación comentada en el apartado II.1, no se incluyen las propiedades de las corrugaciones y la relación masa real/ masa nominal de la barra. Además se

muestran segmentos de informes emitidos por el LanammeUCR, lo que se comentará más adelante; y se encuentra una portada mostrando la "Marca de conformidad del producto" bajo la identificación "077-CP-2013", emitida oficialmente por la empresa INTECO, quien certificó los resultados obtenidos en estos reportes aportados por Habas.

Con respecto a la marca de conformidad "077-CP-2013", esta fue emitida el 13 de setiembre de 2013, fue renovada el 17 de octubre de 2014 y expira el 13 de setiembre del 2015. Es decir, esta marca de conformidad indicando que el producto se encuentra debidamente certificado ya expiró el domingo pasado. Se recomienda solicitar la renovación de esta marca de conformidad.

Respecto a los reportes de propiedades, se puede observar que se entregan datos tanto para los aceros que cumplen A 615 para el grado 40 y A 706 para el grado 60. Para ambos, se cumplen con las propiedades, a pesar de que el elemento "fósforo" se reporta en varias ocasiones en el límite máximo permitido para el caso de las varillas A 706.

Al faltar la información de las propiedades de las corrugaciones y la masa por unidad de longitud de las barras en los documentos aportados, no es posible indicar el cumplimiento de las mismas con el Reglamento Técnico RTCR 452 de manera integral. Se recomienda se solicite la información de los ensayos correspondientes a las corrugaciones y masa de las barras de los lotes muestreados.

Adicionalmente, se adjuntan en estos documentos oficiales (se supone que son así porque cuentan con un número de folio), segmentos de dos informes emitidos por el LanammeUCR mostrando los resultados a unas barras de acero.

A este respecto, lo primero a comentar es que los informes del LanammeUCR que se adjunten parcialmente no tienen validez al menos para realizar el análisis de información del presente informe, sobre todo porque en los informes el Lanamme aclara: "Este informe de resultados tiene validez únicamente en su forma íntegra y original". Esto se encuentra en un cuadro de aclaraciones al final de los informes justo antes de las firmas de los responsables.

Lo segundo es que además de mostrar, para el caso del informe I-0558-15 solamente la página 2, y para el informe I-0891-15 las páginas 2 y 3, no se adjunta la página donde se hace la descripción de los especímenes ensayados, que es donde se indica la denominación, el tipo y la procedencia. Por tanto, no se puede afirmar que se traten de las varillas tipo "MEX", si son tipo A 615 o A 706 y no se puede inferir el cumplimiento con las especificaciones correspondientes y con el Reglamento Técnico RTCR 452 o bien si estas varillas son las que se están utilizando en el proyecto Intercambio de Paso Ancho.

Es recomendable solicitar los informes completos para poder realizar un análisis apropiado de la información. No obstante, a pesar de que aporten los informes del Lanamme completos, puede ser que tampoco se pueda indicar algún comentario del cumplimiento de estas varillas para el propio proyecto Intercambio de Paso Ancho.

Cabe aclarar que en ninguna parte de la documentación aportada, se hace algún indicativo de que este tipo de varilla corresponda al tipo denominado "MEX" y que es el que se está utilizando en el proyecto Intercambio Paso Ancho.

### **II.3 Certificado de calidad de las barras denominadas "TR"**

En este documento, también se presenta la recolección de los reportes de resultados de las propiedades mecánicas y los análisis químicos de los distintos lotes de barras emitido por la empresa productora del acero Habas. Al igual que en los apartados anteriores, no se incluyen las propiedades de las corrugaciones y la relación masa real/ masa nominal de la barra. En la portada se muestra la "Marca de conformidad del producto" bajo la identificación "077-CP-2013", emitida oficialmente por la empresa INTECO, quien certificó los resultados obtenidos en estos reportes aportados por Habas.

Como se puede observar, esta marca de conformidad es la misma que la emitida para las barras tipo "MEX", lo cual es de extrañar, porque si las catalogan como dos tipos distintos, no deberían contar con el mismo consecutivo de la marca de conformidad. Se recomienda solicitar la aclaración de por qué estos dos tipos de productos que parecen ser distintos, cuentan con la misma marca de conformidad de INTECO.

Al igual que el caso de las barras del apartado II.2, la marca de conformidad ya expiró, por lo que se solicita se muestre la marca de conformidad renovada.

A pesar de lo anterior, al revisar los resultados de los ensayos realizados de propiedades mecánicas y análisis químicos, la fecha de producción es diferente a los de tipo "MEX", y por lo tanto, los resultados no son los mismos.

En este caso, las propiedades mecánicas cumplen con lo establecido en la norma de especificación ASTM A 706, y los resultados obtenidos de los análisis químicos muestran que se cumplen con los valores máximos de los elementos.

Al igual que en las varillas anteriores, no se observan resultados de ensayos a corrugaciones y a la masa de la barra, considerándose estos importantes dados los problemas de oxidación que se están presentando en la obra, y que solo con estos parámetros se podría indicar si el grado de oxidación está perjudicando el desempeño de las mismas.

Al igual que en los casos anteriores, se considera recomendable solicitar los resultados de los ensayos anteriormente mencionados, respecto a los lotes de barras mostrados en estas marcas de conformidad.

Igualmente que en las documentaciones analizadas anteriormente, en ninguna parte de la documentación aportada, se hace algún indicativo de que este tipo de varilla corresponda al tipo denominado "TR" y que es el que se está utilizando en el proyecto Intercambio Paso Ancho.

### **II.4 Certificado de calidad de las barras denominadas "TT"**

En este caso, la documentación aportada muestra la "Marca de conformidad de producto" de barras de la empresa ArcelorMittal, la cual tiene el consecutivo 079-CP-2013, y además muestra los resultados de los ensayos realizados a barras que como se muestra son tipo A 706, grado 60. Este documento se emite el día 5 de noviembre de 2013, se renueva el 23 de octubre de 2014 y expira el 5 de noviembre de 2015. Por el momento se encuentra vigente.

En cuanto a los resultados del reporte proporcionado por la empresa ArcelorMittal para estas varillas que son fabricadas en Trinidad y Tobago, se puede observar que solo se presentan las propiedades mecánicas y los análisis químicos, los cuales cumplen con la norma de especificación indicada por ellos. Sin embargo, al igual que los documentos analizados en los apartados anteriores, no se indica nada acerca de las propiedades de las corrugaciones y la masa por unidad de longitud.

Para poder determinar el cumplimiento integral con respecto al Reglamento Técnico de Acero RTCR 452, no se cuenta con la información suficiente, por lo que se recomienda como en los apartados anteriores, solicitar los resultados de estos ensayos a los lotes correspondientes a los reportes de producción presentados.

Así mismo como en las documentaciones analizadas anteriormente, en ninguna parte de la documentación aportada, se hace algún indicativo de que este tipo de varilla corresponda al tipo denominado "TT" y que es el que se está utilizando en el proyecto Intercambio Paso Ancho.

#### ***II.5 Certificado de calidad de las barras denominadas "TURKEY"***

Respecto a estos documentos aportados para las varillas tipo "TURKEY", se presenta también como portada la "Marca de conformidad de producto" dada por parte de INTECO, en su consecutivo 097-CP-2014, el cual es dado a la empresa productora Kaptan Demir. Adicional a esto, se muestran los reportes de las propiedades mecánicas y los análisis químicos realizados a distintos lotes de varillas que deben cumplir con las especificaciones de la norma ASTM A706, según consta en los encabezados de las tablas presentadas por la propia empresa.

La marca de conformidad fue emitida el 1 de julio de 2014 y la fecha de expiración es del 1 de julio de 2015, por lo que este certificado ya ha expirado. Se recomienda solicitar la información acerca de la renovación de esta marca de conformidad, para establecer que se el producto continúa contando con la certificación del producto por lo tanto, continua cumpliendo con el Reglamento Técnico de Acero RTCR 452.

Con respecto a los reportes aportados por la empresa, en este caso se cuentan con las propiedades mecánicas excepto con el esfuerzo máximo, que puede ser determinado por la relación de esfuerzo máximo real con el esfuerzo de fluencia real. Sin embargo es más recomendable contar con el dato de manera explícita, para no incurrir en errores futuros.

En estos reportes, se encuentra por primera vez con la información de masa por unidad de longitud, y se observa que se cumple con lo establecido por la norma de especificación. Sin embargo, aún queda faltando la información de las corrugaciones, que como se ha mencionado anteriormente es importante contar con ellas, por si hay que establecer el cumplimiento de ellas por causa de la oxidación. Con los valores de las propiedades de las corrugaciones de fábrica, es posible establecer si se han visto afectadas por el mal manejo del almacenaje, o si el defecto es de fábrica. Por tanto, como en los casos anteriores, se recomienda solicitar los resultados de estas propiedades para los lotes mostrados en las marcas de conformidad del producto.

En este caso, los reportes de las propiedades de la barra de la empresa Kaptan Demir si cuentan con el sello de producto certificado en cada una de las páginas, con lo cual la duda que surge ahora es si INTECO pone su sello de conformidad del producto sin tomar en cuenta todos los parámetros que el

Reglamento Técnico RTCR 452 “Barras y Alambres de acero de refuerzos para concreto. Especificaciones”, el cual también toma en cuenta las propiedades de las corrugaciones. Se recomienda solicitar esta aclaración a la Administración, para cerciorarse de cómo se emiten estas “Marcas de Conformidad de Producto” y si en su protocolo se indica que deban cumplir con todos los parámetros establecidos en el Reglamento Técnico de Acero.

Adicionalmente, para poder determinar el cumplimiento integral de estas varillas con respecto al Reglamento Técnico de Acero RTCR 452, no se cuenta con la información suficiente, por lo que se recomienda como en los apartados anteriores, solicitar los resultados de estos ensayos a los lotes correspondientes a los reportes de producción presentados.

Así mismo como en las documentaciones analizadas anteriormente, en ninguna parte de la documentación aportada, se hace algún indicativo de que este tipo de varilla corresponda al tipo denominado “TURKEY” y que es el que se está utilizando en el proyecto Intercambio Paso Ancho.

## ***II.6 Comentarios generales***

Es recomendable solicitar la aclaración de la nomenclatura utilizada para los tipos de varilla que la empresa MECO incluye en la portada de cada uno de los documentos enviados. Esto porque en ninguna parte de los reportes de las empresas productoras, se indica que los resultados corresponden a esa tipología establecida por MECO, y esto hace que se generen dudas acerca de si la varilla que se está reportando, es del tipo de varillas y corresponde a los lotes que se están utilizando en el proyecto Intercambio de Paso Ancho.

Adicionalmente, se recomienda solicitar las aclaraciones de los valores de las propiedades de las corrugaciones y relación masa real con la masa nominal, pues no se cuenta con esta información para ninguna de las varillas reportadas (a excepción de la masa de las varillas tipo “TURKEY”), esto para poder establecer el cumplimiento contra el Reglamento Técnico.

También, a manera general, es importante aclarar la validez de los informes en general de los laboratorios con respecto a ensayos realizados a cualquier tipo de especímenes, ya que puede ser que la mayor parte de los laboratorios indiquen que los informes son válidos en su forma íntegra y original.

Adicionalmente, es importante solicitar la información faltante de los informes, ya que con la información aportada no hay fidelidad en que se trata del acero ensayado y reportado en ese informe de resultados es el utilizado en el proyecto.

En cuanto a la “marca de conformidad del producto” es importante recalcar que en su mayoría ser encuentra expirada, a la fecha. Es mejor solicitar la renovación para tener mayor seguridad en el uso del acero para refuerzo, sobretodo existiendo los antecedentes de los informes por parte de la unidad de Auditoría Técnica, indicando el incumpliendo de algunos de ellos.

### III. Bibliografía consultada

1. American Society for Testing and Materials. ASTM A 615 "Standard specification for low-alloy steel deformed and plain bars", 2014.
2. American Society for Testing and Materials. ASTM A 706 "Standard specification for deformed and plain carbon-steel bars for concrete reinforcement", 2014.
3. INTECO. INTE 06-09-01:2014 "Barras de acero al carbón lisas y corrugadas para refuerzo de concreto. Requisitos". 2014.
4. INTECO. INTE 06-09-02:2014 "Barras de acero de baja aleación lisas y corrugadas para refuerzo de concreto. Requisitos". 2014.
5. MECO. "INSCRIPCIONES: barras de refuerzo". 2015, Páginas 0000176 a 0000235.