



**FACULTAD DE INGENIERIA  
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL  
BOGOTÁ D.C.**

**LICENCIA CREATIVE COMMONS:** Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Colombia (CC BY-NC-ND 2.5 CO).

**AÑO DE ELABORACIÓN:** 2017

**TÍTULO:** "COMPORTAMIENTO A TRACCIÓN DEL ACERO ESTRUCTURAL, SEGÚN NORMA NTC 2289, DE DIFERENTES FABRICANTES DE ACERO DE REFUERZO EN EL MERCADO"

**AUTOR (ES):**

Cabrera Rendon, Andres Felipe y Koller Granja, Mario.

**DIRECTOR(ES)/ASESOR(ES):**

Calderon Vega, Scherazada.

**MODALIDAD:**

Trabajo de investigación.

**PÁGINAS:** 316 **TABLAS:** 50 **GAFICOS:** 45 **FIGURAS:** 20 **ANEXOS:** 7

**CONTENIDO:**

INTRODUCCIÓN

1. GENERALIDADES
2. INVESTIGACIÓN DEL MERCADO Y SELECCIÓN DE MUESTRAS
3. INSTALACIONES DE LABORATORIO
4. ENSAYOS DE TRACCIÓN CON PROBETA NORMALIZADA
5. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE MUESTRAS
6. CLASIFICACIÓN SEGÚN CALIDAD
7. COMPARACIÓN DE RESULTADOS
8. DISEÑO ESTRUCTURAL COMPARATIVO EN ETABS
9. CONCLUSIONES



## 10. RECOMENDACIONES

### BIBLIOGRAFÍA

### ANEXOS

**DESCRIPCIÓN:** El presente proyecto consiste en evaluar el comportamiento del acero corrugado de refuerzo, mediante ensayos de tracción según la norma NTC2289, para diferentes fabricantes de acero de refuerzo en el mercado.

Para el cumplimiento de los objetivos propuestos, se tomaron muestras significativas de barras de acero corrugado de diferentes proveedores y fabricantes en el país, con el fin de comparar las propiedades mecánicas y clasificar las muestras según su calidad, para analizar el comportamiento a tracción del acero estructural.

El fin investigativo del proyecto es determinar si realmente se garantiza que la calidad de los materiales determinados en un diseño estructural, sea la misma calidad de los materiales empleados al momento de la construcción.

**METODOLOGÍA:** Fase I. En la primera etapa del proyecto se realizara una investigación del mercado siderúrgico en Colombia, los productores y comercializadores principales de acero corrugado de refuerzo.

Fase II. Se realiza la búsqueda y cotización del acero en las ferreterías y puntos de ventas en Bogotá y sus alrededores, paralelamente se harán búsquedas de convenios con universidades para los laboratorios y se realizaran cotizaciones en CONCRELAB y otras entidades.

Fase III. Una vez se identifiquen los proveedores, se planteara un número de muestras y el diámetro que se va a trabajar para los ensayos.

Fase IV. En esta etapa se procederá a la compra y obtención de las muestras para posteriormente remitirlas al laboratorio.

Fase V. Con las muestras ya en laboratorio se propondrán fechas y disponibilidad por parte de la entidad o laboratorio, para realizar los ensayos y presenciar los mismos.

Fase VI. En esta etapa se obtendrán los informes y resultados proporcionados por la entidad o laboratorio a que haya lugar.

**RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN  
- RAE -**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA**  
de Colombia  
Vigilada Mineducación

RIUCaC

Fase VII. Con la información proporcionada por el laboratorio o la entidad certificada, se realizarán los análisis y las comparaciones planteadas en los objetivos, también se realizará un modelo en ETAPS o SAP para hacer un análisis y una comparación en la variación de las resistencias, de esta forma se podrá llegar a las respectivas conclusiones.

**PALABRAS CLAVE:**

TRACCIÓN, ACERO DE REFUERZO, CALIDAD, ENSAYOS MECÁNICOS, NSR-10, NTC2289.

**CONCLUSIONES:**

Comparando los resultados obtenidos en el laboratorio frente a las especificaciones del proveedor para cada muestra, se obtiene que el 35% de las muestras analizadas no cumplen con dichas especificaciones.

El 65% de las muestras analizadas se encuentra dentro del rango establecido, lo cual resalta la adecuada elaboración en cuanto a la fluencia del material. Es importante señalar que dentro del porcentaje obtenido, de las muestras con dichos resultados, el 73% son muestras de empresas certificadas, también se encuentran en este porcentaje un 15% de muestras equivalentes a acero importado.

El 77.5% de las muestras tiene la capacidad de soportar las tensiones a las cuales fueron sometidas, antes de presentar deformaciones plásticas permanentes o llegar al punto de rotura, evidenciando la capacidad o máxima resistencia a la tracción que tienen.

Los requisitos de tracción están definidos por las propiedades mecánicas de tracción, las cuales se deben cumplir en su totalidad; un 60% de las muestras no cumple completamente con los requisitos de tracción, solo el 40% restante cumple a satisfacción todos los requisitos.

Las curvas de esfuerzo vs deformación, indican que el acero de refuerzo es un material dúctil, permitiendo conocer cada una de sus regiones. Comportamiento elástico, punto de fluencia, deformación plástica, zona de estricción o rotura. Las cuales facilitaron el estudio del comportamiento y propiedades del material cuando es sometido a una fuerza de tensión.

**RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN  
- RAE -**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA**  
de Colombia  
Vigilada Mineducación

RIUCaC

Las propiedades mecánicas del material y los requisitos de tracción son de fundamental importancia; por lo tanto, la industria debe estar obligada y comprometida a la mejora continua, superando estándares de calidad que permitan un mejor desarrollo y comportamiento de los materiales empleados al momento de construir.

Debido a los bajos ingresos de un porcentaje de la población colombiana, es muy frecuente la compra de retazos o sobrantes provenientes de las construcciones de obras a gran y mediana escala, las cuales son vendidas a chatarrerías en donde a su vez son adquiridas posteriormente por personas de bajos recursos. Esto hace que se realicen construcciones aumentando el riesgo, ya que estas son hechas de forma empírica y sin tener en cuenta la calidad de los materiales utilizados, especialmente el acero de refuerzo el cual es parte vital en una estructura de concreto.

En cuanto a la fabricación y comercialización del acero de refuerzo, hay un ente controlador que verifica la calidad y las propiedades mecánicas de este tipo de materiales. Sin embargo, cabe anotar que se encuentran en el mercado materiales de alta, mediana y baja calidad siendo estos en su mayoría suministrados sin controles rigurosos, dando lugar a engaños comerciales como replicas o marcas extranjeras que se comercializan dentro del país.

Se encontraron bodegas, figuradoras, chatarrerías y obras civiles, en donde se muestra claramente el mal acopio de estos materiales sin tener el debido cuidado frente a la exposición de este, causando la pérdida de las propiedades mecánicas y químicas de estos.

Se requiere mayor verificación de normatividad en la fabricación, comercialización y uso de este material, ya que en los resultados obtenidos en la investigación realizada, se observan fallas en los controles que se vienen realizando permitiendo el uso de acero de refuerzo que no cumple con los requisitos mínimos de tracción y por ende con algunas propiedades químicas y mecánicas.

En la comparación del ejemplo del diseño de la estructura y la cimentación, al momento de definir los materiales disminuyendo la resistencia de un  $F_y$  de 420MPa a un,  $F_y$  de 298MPa se obtiene como resultado un aumento promedio en Columnas del 88%, Vigas del 71% y zapatas del 41%.



Al no cumplirse los requisitos del material frente a una exigencia por parte del diseñador quien entrega las características de los materiales, se analiza cómo se comportaría realmente la estructura con los materiales empleados, concluyendo así que la estructura no va a cumplir las solicitudes ni va a trabajar a satisfacción, es decir no va a responder a los esfuerzos de tracción debido a que necesitaría más acero para cumplir con todas las solicitudes y esfuerzos de tracción.

**FUENTES:**

*Allen, M. (2011). An Investigation of the Suitability of Using AISI 1117 Carbon Steel in a Quench and Self-Tempering Process to Satisfy ASTM A 706 Standard of Rebar (Doctoral dissertation, University of Toronto).*

De la Cruz Morales, Claudia Jenny (2004) *Resistencia a la flexión y adherencia en vigas de hormigón armado con barras de polímeros reforzados con fibra FRP*. Maestría tesis, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín.

Harold Alberto Muñoz M, MANUAL DEL ACERO GERDAU DIACO PARA CONSTRUCCIONES SISMO RESISTENTES, DIACO SA, tierra edición, 2012, Bogotá.: p26.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS, barras corrugadas y lisas de acero de baja aleación para refuerzo de concreto. NTC-2289. Bogotá D.C.: El instituto, Octava edición, 2015. 22 p.

----- . Siderurgia. Definiciones y métodos para los ensayos mecánicos de productos de acero. NTC-3353. Bogotá D.C.: El instituto, Primera edición ,1997. 98p.

Jorge Ignacio Segura Franco, Estructuras de concreto I, Universidad Nacional de Colombia, séptima edición, 2011, Bogotá.: p9.

*Khalifa, H., Megahed, G. M., Hamouda, R. M., & Taha, M. A. (2016). Experimental investigation and simulation of structure and tensile properties of Tempcore treated rebar. Journal of Materials Processing Technology, 230, 244-253.*

**RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN  
- RAE -**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA**  
de Colombia  
Vigilada Mineducación

RIUCaC

NORMA SISMO RESISTENTE COLOMBIANA 2010. NSR-10. Título C capítulo 3.5. Colombia.: Primera edición, 2010. 578p.

**LISTA DE ANEXOS:**

ANEXO A  
REGISTRO FOTOGRÁFICO

ANEXO B  
COTIZACIÓN Y FACTURA

ANEXO C  
REMISIÓN DE MUESTRAS AL LABORATORIO

ANEXO D  
MODELO MATEMÁTICO RESISTENCIA  $FY=420MPa$  SAP2000

ANEXO E  
MODELO MATEMÁTICO RESISTENCIA  $FY=298MPa$  SAP2000

ANEXO F  
DISEÑO DE ELEMENTOS

ANEXO G  
ANÁLISIS SÍSMICO