

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**CARACTERIZACIÓN FÍSICO-MECÁNICA DE BARRAS DE ACERO DE
ORIGEN TURCO, HONDUREÑO, DOMINICANO, CUBANO Y CHINO.**

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela

Por los Brs.:

Farfán Camejo, Hoel Antonio

Menegatti Soto, Jaimar Carolina

Para optar al Título de Ingeniero Civil

Caracas, 2014

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**CARACTERIZACIÓN FÍSICO-MECÁNICA DE BARRAS DE ACERO DE
ORIGEN TURCO, HONDUREÑO, CUBANO Y CHINO.**

TUTOR ACADÉMICO: Ing. César Peñuela

Presentado ante la Ilustre

Universidad Central de Venezuela

Por los Brs.:

Farfán Camejo, Hoel Antonio

Menegatti Soto, Jaimar Carolina

Para optar al Título de Ingeniero Civil

Caracas, 2014

ACTA

El día 19-06-2014 se reunió el jurado formado por los profesores:

Cesar Penuela
Gustavo Coronel
María Eugenia Kuody

Con el fin de examinar el Trabajo Especial de Grado titulado:

"CARACTERIZACIÓN FÍSICO-MECÁNICA DE BARRAS DE ACERO DE ORIGEN TURCO, HONDUREÑO, DOMINICANO, CUBANO Y CHINO".

Presentado ante la Ilustre Universidad Central de Venezuela para optar al Título de INGENIERO CIVIL.

Una vez oída la defensa oral que los bachilleres hicieron de su Trabajo Especial de Grado, este jurado decidió las siguientes calificaciones:

| NOMBRE | CALIFICACIÓN | |
|-------------------------------------|--------------|-----------|
| | Números | Letras |
| Br. Menegatti Soto, Jaimar Carolina | 19 | DECINUEVE |
| Br. Farfán Camejo, Hoel Antonio | 19 | DECINUEVE |

Recomendaciones:

FIRMAS DEL JURADO

[Firma]
[Firma]
María Eugenia Kuody

Caracas, 19 de JUNIO de 2014

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitir el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mi madre, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional que han sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me ha ayudado a salir adelante en los momentos más difíciles.

A mis hermanos que siempre han estado conmigo apoyándome y me sirven de mucha ayuda para continuar la vida.

A mi familia en general, porque me han brindado su apoyo incondicional y por compartir conmigo buenos y malos momentos.

Farfán Camejo, Hoel Antonio

DEDICATORIA

Este trabajo especial de grado, el cual es mi último requisito para tan anhelado día, se lo dedico primeramente a mi familia, hermanos que siempre han estado para apoyarme incondicionalmente cada vez que lo necesito, a mi madre por darme la vida y seguir en el transcurso de ella dando siempre sus oraciones para mi entendimiento y bienestar.

Se lo dedico a la gloriosa casa de estudio que vence las sombras por sus enseñanzas a través de mis queridos profesores.

También quiero dedicar mi tesis a mi padre que aunque no se encontró físicamente en el transcurso de mi carrera universitaria, fue la persona que siempre me inspira para seguir adelante en los momentos de dificultad, por acompañarme en todo momento, por ser el ángel que guía mis pasos. Para ti en cuerpo y alma te dedico mi título!

Menegatti Soto, Jaimar Carolina

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por protegerme durante todo mi camino y darme fuerzas para superar obstáculos y dificultades a lo largo de toda la vida y por haberme dado fuerza y valor para culminar esta etapa de mi vida.

Y doy infinitamente gracias a mi madre y hermanos a esas grandes personas que me han enseñado a no desfallecer ante nada y siempre perseverar a través de sus sabios consejos, que siempre lo he sentido presente en mi vida y se sienten orgullosos de la persona en el cual me he convertido.

A los profesores de la Ilustre Universidad Central de Venezuela, por su valiosa guía, colaboración y asesoramiento para la realización de este trabajo.

Finalmente al tutor académico Ing. César Peñuela por toda su colaboración durante la elaboración de esta tesis.

Gracias a todas las personas que ayudaron directa e indirectamente en la realización de este trabajo Especial de Grado.

Farfán Camejo, Hoel Antonio

AGRADECIMIENTO

Son muchas las personas a las que tengo que agradecer a mi familia tíos, primos hermanos y mi mamá por creer siempre en mí y darme el ánimo que necesitaba. Además quiero reconocer enormemente a mi segunda familia que el destino puso en mi camino a los Vejar quienes me han brindado cariño, entusiasmo, algunos regaños pero muy bien recibidos ya que siempre iban dirigidos constructivamente, por brindarme alojamiento cada vez que lo necesite. Gracias por todo el apoyo brindado.

A mis amigas Astrid, Fidelys, Albany, Kathryn, Nicolegnis, Mileidys, Milardy, Alba y Jineska por brindarme esa amistad mágica que solo en pocas personas se puede encontrar, desde el inicio hasta el final de mi carrera siempre estuvieron para mí. A Jorge y Eliud Por brindarme ayuda no solo en este proceso de culminación sino también en otros importantes de mi carrera.

A mi tutor de la universidad Cesar Peñuela y tutor personal Yuraima Lopez por darnos las herramientas, conocimientos y sabiduría para la realización de este trabajo.

Agradezco con toda el alma a mi amigo FEL MARJO MARJINEZ quien ha sido pieza fundamental desde la mitad de mi carrera y en mi vida personal, por apoyarme, aguantarme, estresarte y discutir conmigo, por esos momentos donde siempre me has demostrado que la amistad es un lazo importante para el ser humano. Gracias te doy por ser como un hermano en mi vida.

Por último a mis profesores de la gloriosa UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA por Formar en mí una profesional, por todos los conocimientos brindados. También a los técnicos del IMME por prestarnos su apoyo y conocimientos para la elaboración de los ensayos de este trabajo especial de grado.

Menegatti Soto, Jaimar Carolina

Farfán Camejo, Hoel Antonio

Menegatti Soto, Jaimar Carolina

CARACTERIZACIÓN FÍSICO-MECÁNICA DE BARRAS DE ACERO DE ORIGEN TURCO, HONDUREÑO, DOMINICANO, CUBANO Y CHINO.

TUTOR ACADÉMICO: Ing. César Peñuela

Trabajo Especial de Grado. Caracas U.C.V. Facultad de Ingeniería.

Escuela de Ingeniería Civil 2014 n° de pag. 230

Palabras Claves: Caracterización, Barras de acero.

En el presente trabajo especial de grado los autores describen las características físico-mecánicas de barras de acero de uso estructural de origen turco, hondureño, dominicano, cubano y chino con la finalidad de verificar si cumplen con los requisitos de las normas COVENIN 316:2000. Por lo cual la investigación tiene como objetivos caracterizar físico-mecánicamente las barras de acero de refuerzo estructural utilizadas como muestra e identificar si las barras de acero de refuerzo estructural estudiadas cumplen con la Norma Venezolana COVENIN 316:2000, para barras y rollos de acero con resaltes utilizados como refuerzo estructural.

En este sentido, se realizaron los métodos de ensayo especificados en la norma COVENIN 316:2000 donde se evaluó el límite elástico convencional, la resistencia a la tracción y el porcentaje de alargamiento. Se llegó a la conclusión que las barras de origen hondureño, dominicano y cubano cumplen con los requisitos de la norma citada, mientras que las barras provenientes de turquía y china no cumplen con los requerimientos de la misma. Estos ensayos se desarrollaron en las instalaciones del IMME (Instituto de Materiales y Modelos Estructurales) de la Universidad Central de Venezuela.

INDICE GENERAL

| | p.p |
|---|------------|
| DEDICATORIA..... | IV |
| AGRADECIMIENTOS..... | VI |
| RESUMEN..... | VIII |
| INDICE GENERAL..... | IX |
| INDICE DE TABLA DE CONTENIDO..... | XII |
| INDICE DE TABLAS DE RESULTADOS..... | XIII |
| INDICE DE GRÁFICAS..... | XVII |
| INDICES DE FIGURAS..... | XXII |
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| | |
| CAPÍTULO I | |
| 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... | 2 |
| 1.2 OBJETIVOS..... | 6 |
| 1.2.1 Objetivo General..... | 6 |
| 1.2.2 Objetivos Específicos..... | 6 |
| 1.3 JUSTIFICACIÓN Y APORTES..... | 7 |
| 1.4 LIMITACIONES..... | 8 |
| | |
| CAPÍTULO II | |
| MARCO TEORICO..... | 9 |
| 2.1 Antecedentes..... | 9 |
| 2.2 Bases Teóricas..... | 13 |
| 2.2.1 Acero..... | 13 |
| 2.2.2 Uso del Acero..... | 13 |
| 2.2.3 Acero al Carbono y de aleado | 14 |
| 2.2.4 Clasificación de la Barras según su origen..... | 14 |

| | |
|---|-----------|
| 2.2.5 Acero Estructurales..... | 15 |
| 2.2.6 Cabillas..... | 15 |
| 2.2.7 Propiedades Normativas de Barras y Rollos de Acero..... | 16 |
| 2.2.7.1 Resistencia a la Tracción..... | 16 |
| 2.2.7.2 Límite Elástico convencional..... | 16 |
| 2.2.7.3 Porcentaje de alargamiento en 20 cm incluido la estricción..... | 16 |
| 2.2.7.4 Doblado en frío..... | 17 |
| 2.2.7.5 Geometría de los resaltes..... | 17 |
| 2.2.8. Proceso de Fabricación del Acero..... | 19 |
| 2.2.8.1 Norma COVENIN 316 Barras de Acero..... | 21 |
| | |
| CAPITULO III | |
| MARCO METODOLOGICO..... | 27 |
| 3.1 Introducción..... | 27 |
| 3.1.1 Nivel de investigación..... | 27 |
| 3.1.2 Diseño de Investigación..... | 28 |
| 3.1.3 Población y muestra..... | 29 |
| 3.1.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos..... | 29 |
| 3.1.5 Técnicas de Procesamientos y Análisis de Datos..... | 30 |
| 3.2 Procedimiento..... | 31 |
| 3.2.1 Ensayo de espaciamiento de los resaltes transversales..... | 32 |
| 3.2.2 Ensayo de altura de los resaltes transversales..... | 32 |
| 3.2.3 Ensayo de ancho de las nervaduras longitudinales..... | 33 |
| 3.2.4 Ensayo de tracción..... | 34 |
| 3.2.5 Ensayo de Doblado..... | 37 |

| | |
|-------------------------------------|-----|
| CAPITULO IV | |
| ANALISIS DE RESULTADOS..... | 38 |
| | |
| CAPITULO V | |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 197 |
| 5.1 Conclusiones..... | 197 |
| 5.2 Recomendaciones..... | 199 |
| | |
| CAPITULO VI | |
| BIBLIOGRAFIA..... | 201 |
| ANEXOS..... | 202 |

INDICE DE TABLA DE CONTENIDO

| | p-p |
|--|-----|
| Tabla 2.1 Porcentaje de alargamiento mínimo..... | 17 |
| Tabla 2.2 Clasificación del acero para las barras y rollos con resaltes..... | 21 |
| Tabla 2.3 Condiciones de ángulo de doblado y diámetro de mandril..... | 23 |
| Tabla 2.4 Requisitos de los resaltes y las nervaduras..... | 24 |

INDICE DE TABLA DE RESULTADOS

| | P.P |
|---|-----|
| Tabla 4.1 Resultados Origen Turco Lote 1..... | 41 |
| Tabla 4.2 Resultados Origen Turco Lote 1..... | 41 |
| Tabla 4.3 Resultados Origen Turco Lote 2..... | 46 |
| Tabla 4.4 Resultados Origen Turco Lote 2..... | 47 |
| Tabla 4.5 Resultados Origen Turco Lote 3..... | 50 |
| Tabla 4.6 Resultados Origen Turco Lote 3..... | 51 |
| Tabla 4.7 Resultados 3/8" Origen Hondureño Lote 1..... | 54 |
| Tabla 4.8 Resultados 1/2" Origen Hondureño Lote 1..... | 55 |
| Tabla 4.9 Resultados 3/8" Origen Hondureño Lote 1..... | 56 |
| Tabla 4.10 Resultados 1/2" Origen Hondureño Lote 1..... | 56 |
| Tabla 4.11 Resultados Origen Dominicana Lote I..... | 64 |
| Tabla 4.12 Resultados Tabla Origen Dominicana Lote I..... | 66 |
| Tabla 4.13 Resultados Origen Chino Lote1 | 86 |
| Tabla 4.14 Resultados Origen Chino Lote 1 | 87 |
| Tabla 4.15 Lote II Resultados Origen Chino Lote 2..... | 94 |
| Tabla 4.16 Lote II Resultados Origen Chino Lote 2..... | 95 |
| Tabla 4.17 Resultados Origen Chino Lote 2..... | 95 |
| Tabla 4.18 Resultados Origen Chino Lote 3..... | 100 |
| Tabla4.19 Resultados Lote 3..... | 101 |
| Tabla 4.20 Resultados Varios Origen Chino 10 Mm Lote 1..... | 106 |
| Tabla 4.21 Resultados Origen Cubanas 10 Mm Lote 1..... | 107 |
| Tabla 4.22 Resultados Origen Sidor 1/2" Lote 1..... | 108 |
| Tabla 4.23 Resultados Origen Cubanas 5/8" Lote 1..... | 108 |
| Tabla 4.24 Resultados Origen Chino 10 Mm Lote..... | 109 |
| Tabla 4.25 Resultados Origen Cubanas 10 Mm Lote 1..... | 109 |
| Tabla 4.26 Resultados Origen Sidor 1/2" Lote 1 | 110 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 4.27 Resultados Origen Cubanas 5/8" Lote 1..... | 110 |
| Tabla 4.28 Resultados Origen Varias Lote 2..... | 129 |
| Tabla 4.29 Varias Resultados Origen Varios Lote 2..... | 131 |
| Tabla 4.30 Resultados Origen Sidor Lote 1..... | 151 |
| Tabla 4.31 Resultados Origen Sidor Lote 1..... | 192 |
| Tabla 4.32 Resumen Detallado Del Cumplimiento De La Norma COVENIN 316:2000..... | 185 |
| Tabla 4.33 Esparcimiento De Resaltes Varios Resultados..... | 190 |
| Tabla 4.34 Resultados Altura De Los Resaltes Transversales..... | 192 |
| Tabla 4.35 Resultados Anchos De Las Nervaduras Longitudinales..... | 194 |
| Tabla 4.36 Resultados Ángulo De Inclinación De Los Resaltes..... | 196 |

TABLAS DE CUMPLIMIENTOS DE NORMAS

| | P.P |
|---|-----|
| Tabla 4.1.1 Cumplimiento de la Norma COVENIN Origen Turco. Lote 1.... | 41 |
| Tabla 4.3.1 Cumplimiento de la Norma COVENIN Origen Turco Lote 2.... | 46 |
| Tabla 4.5.1 Cumplimiento de la Norma COVENIN Origen Turco Lote 3..... | 50 |
| Tabla 4.7.1 Cumplimiento de la Norma COVENIN Origen Hondureño Lote 1 | 55 |
| Tabla 4.8.1 Cumplimiento de la Norma COVENIN Origen Hondureño Lote 1 | 55 |
| Tabla 4.11.1 Cumplimiento de la Norma COVENIN Origen Dominicana Lote I | 65 |
| Tabla 4.13.1 Cumplimiento de la Norma COVENIN Origen Chino Lote 1... .. | 87 |
| Tabla 4.15.1 Cumplimiento de la Norma COVENIN Origen Chino Lote 2... .. | 94 |
| Tabla 4.16.1 Cumplimiento de la Norma COVENIN Origen Chino Lote 2..... | 95 |
| Tabla 4.18.1 Cumplimiento de la Norma COVENIN Lote 3..... | 107 |
| Tabla 4.20.1 Cumplimiento de la Norma COVENIN Origen Chino 10 Mm Lote1..... | 107 |
| Tabla 4.21.1 Cumplimiento de la Norma COVENIN Origen Cubanas 10 Mm Lote 1..... | 107 |
| Tabla 4.22.1 Cumplimiento de la Norma COVENIN Origen Sidor ½” Origen Lote 1..... | 108 |
| Tabla 4.23.1 Cumplimiento de la Norma COVENIN Origen Cubanas 5/8” Lote 1..... | 109 |
| Tabla 4.28.1 Cumplimiento de la Norma COVENIN Origen Varios Lote 2..... | 130 |
| Tabla 4.30.1 Cumplimiento de la Norma COVENIN Origen Sidor Lote 1.... | 152 |
| Tabla 4.32 Resumen detallado del cumplimiento de la Norma COVENIN 316:2000..... | 185 |
| Tabla 4.43 Cumplimiento F_y^*/F_y | 186 |
| Tabla 4.34 Cumplimiento F_{su}^*/F_y^* | 188 |
| Tabla 4.35.1 Cumplimiento de la Norma COVENIN - Espaciamiento de Resaltes..... | 191 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 4.36.1 Cumplimiento de la Norma COVENIN - Altura de Resaltes... | 192 |
| Tabla 4.37.1 Cumplimiento de la Norma Covenin - Ancho de Nervadura... | 194 |

INDICE DE GRAFICAS

| | p·p |
|---|-----|
| Gráfica 4.1 Ensayo a Tracción Cabilla Turquía M1 5/8”..... | 43 |
| Gráfica 4.2 Ensayo a Tracción Cabilla Turquía M2 5/8”..... | 44 |
| Gráfica 4.3 Ensayo a Tracción Cabilla Turquía M3 5/8”..... | 45 |
| Gráfica 4.4 Ensayo a Tracción Cabilla M1 3/4” Turquía..... | 48 |
| Gráfica 4.5 Ensayo a Tracción Cabilla M2 3/4” Turquía..... | 49 |
| Gráfica 4.6 Ensayo a Tracción Cabilla M1 1” Turquía | 52 |
| Gráfica 4.7 Ensayo a Tracción Cabilla M2 1” Turquía | 53 |
| Gráfica 4.8 Ensayo a Tracción Cabilla 3/8”M1 Honduras..... | 58 |
| Gráfica 4.9 Ensayo a Tracción Cabilla 3/8”M 2 Honduras..... | 59 |
| Gráfica 4.10 Ensayo a Tracción Cabilla 3/8” M3 Honduras..... | 60 |
| Gráfica 4.11 Ensayo a Tracción Cabilla 1/2” M1 Honduras..... | 61 |
| Gráfica 4.12 Ensayo a Tracción Cabilla 1/2” M2 Honduras..... | 62 |
| Gráfica 4.13 Ensayo a Tracción Cabilla 1/2”M 3 Honduras..... | 63 |
| Gráfica 4.14 Ensayo a Tracción Cabilla 3/8” 118785 Republica Dominicana.... | 68 |
| Gráfica 4.15 Ensayo a Tracción Cabilla 3/8” 1118778 Republica Dominicana.... | 69 |
| Gráfica 4.16 Ensayo a Tracción Cabilla 3/8” 1188763 Republica Dominicana..... | 70 |
| Gráfica 4.17 Ensayo a Tracción Cabilla 1/2 ” 1313743 Republica Dominicana | 71 |
| Gráfica 4.18 Ensayo a Tracción Cabilla 1/2 ” 1313632 Republica Dominicana..... | 72 |
| Gráfica 4.19 Ensayo a Tracción Cabilla 1/2 ” 1313621 Republica Dominicana | 73 |
| Gráfica 4.20 Ensayo a Tracción Cabilla 5/8” 118757 Republica Dominicana..... | 74 |
| Gráfica 4.21 Ensayo a Tracción Cabilla 5/8” 118820 Republica Dominicana..... | 75 |
| Gráfica 4.22 Ensayo a Tracción Cabilla 5/8” 118832 Republica Dominicana..... | 76 |
| Gráfica 4.23 Ensayo a Tracción Cabilla 3/4 ” ONJR000 Republica Dominicana ... | 77 |
| Gráfica 4.24 Ensayo a Tracción Cabilla 3/4” OPO2000 Republica Dominicana.... | 78 |
| Gráfica 4.25 Ensayo a Tracción Cabilla 3/4” ONMA000 Republica Dominican .. | 79 |
| Gráfica 4.26 Ensayo a Tracción Cabilla 7/8” 13102666 Republica Dominicana... | 80 |

| | |
|---|-----|
| Gráfica 4.27 Ensayo a Tracción Cabilla 7/8" 124461 Republica Dominicana | 81 |
| Gráfica 4.28 Ensayo a Tracción Cabilla 7/8" 13102699 Republica Dominicana .. | 82 |
| Gráfica 4.29 Ensayo a Tracción Cabilla 1" 1313097 Republica Dominicana..... | 83 |
| Gráfica 4.30 Ensayo a Tracción Cabilla 1" 130327390 Republica Dominicana | 84 |
| Gráfica 4.31 Ensayo a Tracción Cabilla 1" 130327365 Republica Dominicana... | 85 |
| Gráfica 4.32 Ensayo a Tracción Cabilla M1 Y 12510030 China..... | 89 |
| Gráfica 4.33 Ensayo a Tracción Cabilla M1 Y 125-10003 China..... | 90 |
| Gráfica 4.34 Ensayo a Tracción Cabilla M2 Y 125-10003 China..... | 91 |
| Gráfica 4.35 Ensayo a Tracción Cabilla M1 Y 125-9969 China..... | 92 |
| Gráfica 4.36 Ensayo a Tracción Cabilla M2 Y 125-9969 China..... | 93 |
| Gráfica 4.37 Ensayo a Tracción Cabilla M1 3/8" China..... | 97 |
| Gráfica 4.38 Ensayo a Tracción Cabilla M2 3/8" China..... | 98 |
| Gráfica 4.39 Ensayo a Tracción Cabilla M3 3/8" China..... | 99 |
| Gráfica 4.40 Ensayo a Tracción Cabilla M1 3/8" | 102 |
| Gráfica 4.41 Ensayo a Tracción Cabilla M2 3/8" | 103 |
| Gráfica 4.42 Ensayo a Tracción Cabilla M1 5/8"..... | 104 |
| Gráfica 4.43 Ensayo a Tracción Cabilla M2 5/8"..... | 105 |
| Gráfica 4.44 Ensayo a Tracción Cabilla China M1 10mm SZS60..... | 112 |
| Gráfica 4.45 Ensayo a Tracción Cabilla China M2 SZS60 10mm-..... | 113 |
| Gráfica 4.46 Ensayo a Tracción Cabilla China M3 SZS60 10mm..... | 114 |
| Gráfica 4.47 Ensayo a Tracción Cabilla China M4 SZS60 10mm..... | 115 |
| Gráfica 4.48 Ensayo a Tracción Cabilla Cubana M1 SZS60 10mm..... | 116 |
| Gráfica 4.49 Ensayo a Tracción Cabilla Cubana M2 SZS60 10mm..... | 117 |
| Gráfica 4.50 Ensayo a Tracción Cabilla Cubana M3 SZS60 10mm..... | 118 |
| Gráfica 4.51 Ensayo a Tracción Cabilla Cubana M4 SZS60 10mm..... | 119 |
| Gráfica 4.52 Ensayo a Tracción Cabilla Sidor M1 S4S60 1/2"..... | 120 |
| Gráfica 4.53 Ensayo a Tracción Cabilla Sidor M2 S4S60 1/2"..... | 121 |
| Gráfica 4.54 Ensayo a Tracción Cabilla Sidor M3 S4S60 1/2"..... | 122 |
| Gráfica 4.55 Ensayo a Tracción Cabilla Sidor M4 S4S60 1/2" | 123 |

| | |
|---|-----|
| Gráfica 4.56 Ensayo a Tracción Cabilla Cubana M1 G60 5/8”..... | 124 |
| Gráfica 4.57 Ensayo a Tracción Cabilla Cubana M2 G60 5/8” | 125 |
| Gráfica 4.58 Ensayo a Tracción Cabilla Cubana M3 G60 5/8”..... | 126 |
| Gráfica 4.59 Ensayo a Tracción Cabilla Cubana M4 G60 5/8”..... | 127 |
| Gráfica 4.60 Ensayo a Tracción Cabilla M 1 3/8” Honduras..... | 134 |
| Gráfica 4.61 Ensayo a Tracción Cabilla M 2 3/8” Honduras..... | 135 |
| Gráfica 4.62 Ensayo a Tracción Cabilla M 1 1/2” Honduras..... | 136 |
| Gráfica 4.63 Ensayo a Tracción Cabilla M 2 1/2” Honduras..... | 137 |
| Gráfica 4.64 Ensayo a Tracción Cabilla M 3 1/2” Honduras..... | 138 |
| Gráfica 4.65 Ensayo a Tracción Cabilla M 1 3/8” Turquía..... | 139 |
| Gráfica 4.66 Ensayo a Tracción Cabilla M 2 3/8” Turquía..... | 140 |
| Gráfica 4.67 Ensayo a Tracción Cabilla M 1 1/2” Turquía..... | 141 |
| Gráfica 4.68 Ensayo a Tracción Cabilla M 2 1/2” Turquía..... | 142 |
| Gráfica 4.69 Ensayo a Tracción Cabilla M 1 5/8” Turquía..... | 143 |
| Gráfica 4.70 Ensayo a Tracción Cabilla M 2 5/8” Turquía..... | 144 |
| Gráfica 4.71 Ensayo a Tracción Cabilla M 1 3/8” Republica Dominicana..... | 145 |
| Gráfica 4.72 Ensayo a Tracción Cabilla M 2 3/8” Republica Dominicana..... | 146 |
| Gráfica 4.73 Ensayo a Tracción Cabilla M 1 5/8” Cuba..... | 147 |
| Gráfica 4.74 Ensayo a Tracción Cabilla M 2 5/8” Cuba..... | 148 |
| Gráfica 4.75 Ensayo a Tracción Cabilla M 1 1” China..... | 149 |
| Gráfica 4.76 Ensayo a Tracción Cabilla M 2 1” China..... | 150 |
| Gráfica 4.77 Ensayo a Tracción Cabilla M 1 1” Sidor..... | 156 |
| Gráfica 4.78 Ensayo a Tracción Cabilla M 2 1” Sidor..... | 157 |
| Gráfica 4.79 Ensayo a Tracción Cabilla M 3 1” Sidor..... | 158 |
| Gráfica 4.80 Ensayo a Tracción Cabilla M 4. 1” Sidor..... | 159 |
| Gráfica 4.81 Ensayo a Tracción Cabilla M 5 1” Sidor..... | 160 |
| Gráfica 4.82 Ensayo a Tracción Cabilla M 6 1” Sidor..... | 161 |
| Gráfica 4.83 Ensayo a Tracción Cabilla M 7 1” Sidor..... | 162 |
| Gráfica 4.84 Ensayo a Tracción Cabilla M 8 1” Sidor..... | 163 |

| | |
|--|-----|
| Gráfica 4.85 Ensayo a Tracción Cabilla M 9 1” Sidor..... | 164 |
| Gráfica 4.86 Ensayo a Tracción Cabilla M 10 1” Sidor..... | 165 |
| Gráfica 4.87 Ensayo a Tracción Cabilla M 11 1” Sidor..... | 166 |
| Gráfica 4.88 Ensayo a Tracción Cabilla M 12 1” Sidor..... | 167 |
| Gráfica 4.89 Ensayo a Tracción Cabilla M 13 1” Sidor..... | 168 |
| Gráfica 4.90 Ensayo a Tracción Cabilla M 14 1” Sidor..... | 169 |
| Gráfica 4.91 Ensayo a Tracción Cabilla M 15 1” Sidor..... | 170 |
| Gráfica 4.92 Ensayo a Tracción Cabilla M 16 1” Sidor..... | 171 |
| Gráfica 4.93 Ensayo a Tracción Cabilla M 17 1” Sidor..... | 172 |
| Gráfica 4.94 Ensayo a Tracción Cabilla M 18 1” Sidor..... | 173 |
| Gráfica 4.95 Ensayo a Tracción Cabilla M 19 1” Sidor..... | 174 |
| Gráfica 4.96 Ensayo a Tracción Cabilla M 20 1” Sidor..... | 175 |
| Gráfica 4.97 Ensayo a Tracción Cabilla M 21 1” Sidor..... | 176 |
| Gráfica 4.98 Ensayo a Tracción Cabilla M 22 1” Sidor..... | 177 |
| Gráfica 4.99 Ensayo a Tracción Cabilla M 23 1” Sidor..... | 178 |
| Gráfica 4.100 Ensayo a Tracción Cabilla M 24 1” Sidor..... | 179 |
| Gráfica 4.101 Ensayo a Tracción Cabilla M 25 1” Sidor..... | 180 |
| Gráfica 4.102 Ensayo a Tracción Cabilla M 26 1” Sidor..... | 181 |
| Gráfica 4.103 Ensayo a Tracción Cabilla M 27 1” Sidor..... | 182 |
| Gráfica 4.104 Ensayo a Tracción Cabilla M 28 1” Sidor..... | 183 |
| Gráfica 4.105 Ensayo a Tracción Cabilla M 29 25mm Sidor..... | 184 |
| Gráfica 4.106 Origen Turco (f_y^*/f_y)..... | 186 |
| Gráfica 4.107 Origen Hondureño (f_y^*/f_y) | 186 |
| Gráfico 4.108 Origen Dominicano (f_y^*/f_y)..... | 187 |
| Gráfico 4.109 Origen Cubano (f_y^*/f_y)..... | 187 |
| Gráfico 4.110 Origen de Sidor (f_y^*/f_y) | 187 |
| Gráfico 4.111 Origen Turco (f_{su}^*/f_y^*) | 188 |
| Gráfico 4.112 Origen Hondureño (f_{su}^*/f_y^*)..... | 188 |

| | |
|---|-----|
| Gráfico 4.113 Origen Dominicano (fsu*/fy*)..... | 189 |
| Gráfico 4.114 Origen Chino (fsu*/fy*)..... | 189 |
| Gráfico 4.115 Origen Cubano (fsu*/fy*) | 189 |

INDICE DE FIGURAS

| | P.P |
|---------------------------------------|-----|
| Proceso de Fabricación del Acero..... | 20 |

INTRODUCCION

Los materiales más utilizados en la construcción no se encuentran en la naturaleza en estado puro, por lo que para su empleo hay que someterlo a una serie de operaciones metalúrgicas cuyo fin es separar el metal de las impurezas u otros minerales que lo acompañan. Pero esto no es suficiente para alcanzar las condiciones óptimas, motivo por el cual los metales se someten a diversos tratamientos y aleaciones para mejorar su calidad.

En este mismo orden de ideas, el acero como material indispensable de refuerzos en las construcciones, es una aleación de hierro y carbono, en proporciones variables, y pueden llegar hasta el 2 % de carbono, con el fin de mejorar algunas de sus propiedades, puede contener también otros elementos.

Ahora bien, este trabajo centra su investigación en describir las propiedades físico-mecánico de las barras de acero extranjeras de origen turco, hondureño, dominicano, cubano y chino verificando su cumplimiento con las exigencias de calidad de la comisión venezolanas de Normas COVENIN 316:2000 “Barras y rollos de aceros con resalte para uso como refuerzo estructural”, mediante un estudio experimental de ensayos que permita determinar los parámetros mecánicos de estas barras. Entre los ensayos realizados tenemos: ensayo de espaciamento de los resaltes transversales, ensayo de altura de los resaltes transversales, ensayo de ancho de las nervaduras longitudinales, ensayo de tracción y ensayo de doblado.

Una vez ejecutados los ensayos, se realizó un análisis estadístico de las variables principales que definen las propiedades físicas mecánicas del acero según su origen ya que existe una gran variedad disponible en el mercado y es fundamental para la elección que los aceros cumplan con los requerimientos de la Comisión Venezolana de Normas COVENIN.

CAPITULO I

FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN

I.1.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El acero utilizado para la construcción, tal como se le conoce ahora, ha tenido una evolución interesante a lo largo de la historia de la humanidad; aunque su uso original no fue para construcción. Sus orígenes dieron la pauta para llegar a emplearlo ahora como barra de acero para refuerzo.

Así mismo, según Atkins, P y Jones, L. (2006), se desconoce con exactitud la fecha en que se descubrió la técnica de fundir mineral de hierro para producir un metal susceptible de ser utilizado. Se estima que la primera pieza hecha de acero data del año 4000 a.c., la cual correspondió a un utensilio para cocina que fue encontrado en la región de Anatolia (región del oeste asiático, en lo que hoy se conoce como Turquía). Después de esa época se emplearon adornos de hierro y los primeros utensilios de hierro descubiertos por los arqueólogos en Egipto datan del año 3000 a.c. Los griegos hacia el 1000 a.c., ya conocían la técnica, de cierta complejidad, para endurecer armas de fierros mediante tratamientos térmicos. (p.590)

En Venezuela en el año 1960 se crea la Corporación Venezolana de Guayana (C.V.G) y se le asignan las funciones del Instituto Venezolano del hierro y el acero. Para el 9 de julio del año 1962, se realiza la primera colada de acero, en el horno N° 1, de la Acería Siemens-Martín.

Cabe destacar que debido a la gran importancia de producir cabillas para la construcción de elementos estructurales la Corporación Venezolana de Guayana

constituye la empresa Siderúrgica del Orinoco, C.A. (SIDOR) para el 1 de abril del año 1964, confiriéndole la operación de la planta Siderúrgica existente.

Debe señalarse, que uno de los avances importantes de la Ingeniería Civil en el mundo viene dado por la ciencia y la tecnología aplicadas a la construcción de estructuras de concreto armado. La principal característica estructural del hormigón o concreto es que resiste muy bien los esfuerzos de compresión, pero no tiene buen comportamiento frente a otros tipos de esfuerzos tales como la tracción, flexión y cortante, por este motivo es habitual usarlo asociado a ciertas armaduras de acero, recibiendo en este caso la denominación de concreto armado; comportándose el conjunto muy favorablemente ante las diversas sollicitaciones. Cuando se proyecta una estructura de hormigón armado se establecen las dimensiones de los elementos, el tipo de hormigón, los aditivos y el acero que hay que colocar en función de los esfuerzos que deberá soportar y de las condiciones ambientales a que estará expuesto.

Ahora bien, según M. Ramírez (El Universal 2012) en nuestro país hubo una producción de cabillas en SIDOR para el año 2011 fue de un promedio de 28 mil toneladas al mes, el cual se desplomó para el año 2012 produciendo aproximadamente 19 mil toneladas. Para el mes de agosto 2012, la fabricación de cabillas no se obtuvo la meta esperada para ese año. De 34 mil 278 toneladas que la acería aspiraba a producir, sólo alcanzó a cubrir el objetivo en 15,8%, al producir 5 mil 429 toneladas.

Dentro de este mismo orden de idea, para octubre del 2012 Jorge Roig presidente de la Asociación de Industrias Metalúrgicas y Mineras informó que se estaban importando 60 mil toneladas de laminados, más 90 mil toneladas que se habían adquirido para el primer periodo del año, debido a que la empresa Sidor no satisfacía la demanda local.

Para fechas del 2013 Sidor produjo un 38% de su propósito de fabricación de 4 millones 45 mil toneladas de acero líquido, su producción para finales de año se situó en 1 millón 558 mil 404 toneladas, que equivalen al 30% de la capacidad instalada.

De forma tal, que la empresa siderúrgica venezolana no logra satisfacer la demanda interna, problemática que da pie a la importación de cabillas extranjeras de origen turco, hondureño, dominicano, cubano y chino. Barras de acero que son utilizadas dentro del territorio nacional sin antes realizarle los ensayos contemplados por la Norma COVENIN 316:2000.

En la actualidad, las organizaciones tienen la necesidad de competir en los mercados nacionales e internacionales, presentándose día a día más alternativas para el mejoramiento continuo dentro de los procesos productivos, en este sentido la humanidad ha ido buscando procesos que le aseguren fabricar mayores y mejores cantidades de productos, la mayoría de los consumidores a nivel mundial han adoptado conductas muy exigentes a la hora de adquirir bienes y servicios tomando siempre como primera opción aquellos productos cuyos proveedores pueden brindarles un grado de confianza en cuanto a la calidad y propiedades o características que acredita su aptitud para satisfacer sus necesidades.

Por lo expuesto anteriormente, el propósito de este trabajo especial de grado es caracterizar las propiedades físico-mecánicas de las barras de acero de origen turco, hondureño, dominicano, cubano y chino y verificar si cumplen con las exigencias de calidad de la Comisión Venezolanas de Normas COVENIN.

Para alcanzar el objetivo de la investigación los autores se plantean las siguientes interrogantes:

1- ¿Cuáles son las características físico-mecánicas de estas barras de acero importadas?

2- ¿Cumplen estas barras de acero con la Norma Venezolana COVENIN 316:2000?

Para dar respuesta a estas interrogantes nos apoyamos en ensayos de resistencia a la tracción, doblado en frío, cuantificando así los comportamientos físico-mecánicos de cada una de las barras de acero mencionadas, lo que permitirá verificar si cumplen con la norma venezolana COVENIN 316:2000, obteniendo como resultado una base de datos con las características físico-mecánicas de cada una de las barras de acero extranjeras estudiadas.

I.2. OBJETIVOS

I.2.1. Objetivo General:

Describir las características físico-mecánicas de barras de acero de refuerzo estructural de origen chino, hondureño, cubano, dominicano y turco.

I.2.2. Objetivo Específicos:

1.- Caracterizar físico-mecánicamente las barras de acero de refuerzo estructural utilizadas como muestra.

2.- Identificar si las barras de acero de refuerzo estructural estudiadas cumplen con la norma venezolana COVENIN 316:2000, para barras y rollos de acero con resaltes utilizados como refuerzo estructural.

I.3. JUSTIFICACION Y APORTES

El estudio de las características físico-mecánicas de barras de acero de refuerzo estructural de origen chino, hondureño, cubano, dominicano y turco constituye una necesidad para los autores y la empresa que importan cabillas extranjeras que se están implantando en la construcción de Venezuela porque genera una información muy valiosa sobre las muestras a ser evaluadas brindando un grado de confianza en cuanto a la calidad, propiedades o características que acredita su aptitud para satisfacer las necesidades y garantizar el cumplimiento con la norma venezolana COVENIN 316:2000, para barras y rollos de acero con resaltes utilizados como refuerzo estructural.

El propósito de esta investigación es analizar la problemática planteada y proporcionar al aparato constructor venezolano herramientas útiles para la selección de proveedores de barras de acero que cumplan con los requerimientos de las Normas COVENIN.

De igual forma permite a los investigadores aplicar los conocimientos adquiridos durante toda la ejecución de la carrera de Ingeniería Civil aunado a una oportunidad que ofrece la organización para que los estudiantes adquieran nuevos conocimientos prácticos y de forma directa. Para la Universidad Central de Venezuela podrá servir como referencia para futuras investigaciones proporcionando información sobre los aspectos teóricos metodológicos a seguir para el desarrollo de otros Trabajos Especiales de Grados.

I.4. LIMITACIONES

Para el desarrollo de la siguiente investigación no hubo ninguna limitación, debido a que se contó con toda la información requerida para la elaboración de la investigación; así mismo, (IMME) Instituto de Modelos y Materiales Estructurales proporciono el equipo requerido y el personal humano calificado para la realización de los ensayos.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

El marco teórico presenta la descripción de los elementos teóricos planteado por uno o por diferentes autores que permiten al investigador fundamentar los procesos de conocimientos. Según el autor Gómez, M. (2006), lo define “como la etapa donde se exponen y analizan las teorías, enfoques teóricos, las investigaciones y los antecedentes que se consideran pertinentes para el correcto encuadre de nuestro estudio.”(p.48).

II.1 ANTECEDENTES

Para Ochoa, Alberto y Palma, Alcides, (2010), en su Trabajo Especial de Grado titulado “Evaluación del Comportamiento Mecánico de Barras de Acero con Bajo Contenido de Carbono Soldadas con Juntas a Tope y Juntas a Solape,” para optar al título de Ingeniero Civil ante la ilustre Universidad Central de Venezuela. Los objetivos planteados fueron estimar la resistencia a tracción, el límite elástico convencional y el porcentaje de alargamiento de las barras para ser comparados con los parámetros de la norma COVENIN 316:2000, esto con la finalidad de determinar la mejor eficiencia en las soldaduras de barras soldables con junta a solape y con junta a tope. Se realizaron ensayos de tracción a barras patrón de distintos diámetros y a muestras de barras soldadas con junta a tope y con junta a solape. Las barras con junta a solape superaron los requisitos normativos mientras las muestras con junta a tope fallaron en su totalidad en la zona de la soldadura. Los ensayos se realizaron con una prensa hidráulica con manómetro y se asignó un personal calificado el cual asistió en todo momento durante los ensayos. Esta investigación se desarrolló en las instalaciones del IMME (Instituto de Materiales y Modelos Estructurales) de la Universidad Central de Venezuela.

Esta investigación tiene una estrecha relación con el estudio actual ya que ambas buscan estimar la resistencia a tracción, y el porcentaje de alargamiento de las barras para ser comparados con los parámetros de la norma COVENIN 316:2000.

Según Allauca, F. (2011), en su Trabajo Especial de Grado titulado “influencia de la Microestructura sobre las Propiedades Mecánicas en Varillas de Acero”. Para optar al título de Ingeniero Mecánico en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en Ecuador. Se ha estudiado la Influencia de la Microestructura sobre las Propiedades Mecánicas en Varillas de Acero. Se realizaron transformaciones de fase usando diferentes velocidades de enfriamiento y luego se caracterizaron las propiedades mecánicas (ensayos metalográficos, ensayos mecánicos y ensayos tecnológicos) en varillas corrugadas de 12 y 14 mm de diámetro proporcionadas por la empresa NOVACERO S.A.

Las probetas de varilla corrugada fueron sometidas a un proceso de calentamiento hasta la temperatura de austenitización de 900°C seguida de enfriamiento hasta 400°C. Las velocidades de enfriamiento a las cuales fueron expuestas las muestras fueron en total cuatro, las mismas que dieron como resultado variaciones de los porcentajes de fases presentes en las diferentes muestras.

Los ensayos mecánicos y tecnológicos demostraron que las probetas enfriadas bajo velocidades de 2,9762 °C/s para varillas de 12 mm de diámetro y 2,6316 °C/s para varillas de 14 mm de diámetro presentaron las mejores propiedades mecánicas de tensión. Sin embargo, éstas produjeron también la reducción de la resistencia al impacto. Esto se debe a que las microestructuras que se encontraron a las velocidades de enfriamiento antes mencionadas en la capa subsuperficial (zona 2) fueron perlita media y ferrita Widmanstaetten placas laterales primarias y secundarias. Esta capa muestra una importante variación con respecto al núcleo (zona 3) en la cual se encontraron perlita gruesa y ferrita alotriomórfica. Por otro lado, los resultados del

ensayo de doblado fueron completamente satisfactorios y no se encontraron fisuras superficiales.

Los resultados obtenidos muestran que al enfriar las varillas en el rango de velocidades estudiadas, se pueden conseguir incrementos de las propiedades mecánicas de tensión de alrededor del 10,96% a costa de la reducción en la resistencia al impacto de alrededor del 8,68% en comparación con las muestras de varilla corrugada en condiciones de suministro. Sin embargo, la reducción de la resistencia al impacto no afectará significativamente el comportamiento de la varilla en el ensayo estandarizado de dobles.

El antecedente citado por los investigadores, se encuentra relacionado con el presente trabajo especial de grado debido a su aporte teórico acerca de las propiedades mecánicas y el comportamiento de barras de acero ante tensiones últimas.

Otro antecedente es el de Arresis, J. (2011), en su Trabajo Especial de Grado titulado “Verificación de las Características Físicas y Propiedades Mecánicas de Barras de acero para Refuerzo, Utilizadas en las Construcciones de Uso Comercial y Vivienda unifamiliar en el Municipio de Mixco, para optar al título de Ingeniero Civil en Guatemala. El presente trabajo de graduación verifica la calidad de las características físicas y propiedades mecánicas de las barras de acero para refuerzo utilizadas en construcciones con más 100.00 m² del área urbana en el municipio de Mixco, usadas para residencia o comercio.

El primer capítulo describe la historia de las barras de acero en la construcción, generalidades de sus propiedades, fabricación, controles y ensayos de laboratorio para determinar su calidad. El segundo, refiere la metodología del trabajo de campo y las pruebas fuera y dentro del laboratorio para determinar la calidad de las barras de

acero de refuerzo. El tercer capítulo reúne en tablas y gráficas los resultados del muestreo, de los ensayos hechos en el laboratorio y de los cálculos posteriores; y el cuarto contiene el análisis de resultados.

Con el análisis de 51 muestras en el 91% de las zonas urbanas de Mixco, se determinó que el 75% de las barras de acero ensayadas presentan deficiencias en sus características físicas, siendo éstas: peso unitario, diámetro, perímetro y área, incidiendo en forma negativa en la seguridad estructural de las edificaciones. Contrario a lo anterior, las propiedades mecánicas: esfuerzo de fluencia, esfuerzo máximo y alargamiento del 20%, la mayoría de muestras sí cumplen con lo establecido a las normas. Al considerar tanto las características físicas, como las propiedades mecánicas sólo un 25% de las muestras ensayadas sí cumplió con las normas.

Con respecto al grado estructural utilizado en el lugar de muestreo se determino que 80% son del grado 40, el 6% son del grado 60 y 14% están fuera de rango, este último resultado incluye acero comercial o barras de acero que no cumplen con lo establecido en la norma.

II. 2 BASES TEÓRICA

II.2.1 DEFINICIÓN DE ACERO

Atkins, P y Jones, L. (2006), define el acero como “ una aleación homogénea, solución solida de carbono en hierro al (dos) 2% o menos”(p.641), este se puede elaborar con diferentes formulaciones de los aceros poseen diversas durezas, resistencia a la tensión y ductilidades: cuanto mayor es el contenido de carbono, más duro y quebradizo es el acero, es fabricado en caliente y que puede tener presente en forma intencional o no, pequeñas cantidades de otros elementos tales como magnesio, vanadio, níquel, entre otros.

En este sentido, la obtención de acero comprende el aprovechamiento del hierro contenido en el mineral de hierro mediante la eliminación progresiva de las impurezas de este último. En forma líquida, ya libre de impurezas del mineral, el acero recibe adiciones que le confieren las características deseadas. Luego es solidificado y preparado para adquirir la forma requerida. Las barras de acero a ser empleadas como refuerzo estructural deben obtenerse por el proceso de laminación en caliente de palanquillas de acero al carbono, para mejorar algunas de sus propiedades pueden tener tratamientos posteriores.

II.2.2 Uso del Acero

Según Metal Deck, (2004), explica que el uso del acero en la vida cotidiana es diverso, tanto que no se puede concebir una sociedad humana moderna sin este material, como ejemplo se puede mencionar la estructura de la pirámide del museo de Louvre, las latas de conserva, las plataformas petroleras, las cámaras catalíticas, los clips de las oficinas, y los soportes de los circuitos integrados, todos los objetos anteriores mencionados son de aceros (p.45).

Ob. Cit., el acero está en el origen de infinidad de productos elaborados por la industria humana, desde el objeto más corriente hasta el instrumento más sofisticado, algunos ejemplos van desde el microscopio (piezas menores de un gramo en los micro motores de relojes eléctricos) hasta los gigantesco (cuba de metanero, capaces de alojar el volumen del arco del triunfo en París) (p.46),

Metal Deck, (2004), dice que en general, en la construcción el acero puede tener múltiples usos y de acuerdo a la carga que soporta, se clasifica en acero estructural (refuerza losas, columnas, cimientos, postes y puentes entre otros) y acero no estructural (empleados en elementos de construcción que no soportan mucha carga y en ornamentos decorativos) (p.46),

II.2.3. Aceros al Carbono y de Aleado

Según el autor Kalpakjian, S. y Schmid, S. (2002), mencionan que los aceros al carbono y de aleado “son de los metales de uso más común y tienen una amplia gama de aplicaciones. Están disponibles en varias formas básicas de producto placa, hojalata, tiro, barra, alambre, tubo, fundiciones y otros” (p.144), las barras de acero a ser empleadas como refuerzo estructural deben obtenerse por el proceso de laminación en caliente de planchales de acero al carbono, para mejorar algunas de sus propiedades pueden tener tratamientos posteriores.

II.2.4. Clasificación de las Barras según su origen

A.- acero al bajo carbono, también conocido como acero suave o dulce, que tiene menos de 0,30% de carbono. Comúnmente es utilizado para productos industriales comunes, como pernos, tuercas, láminas, placas, tubos y para componentes de maquinarias que no requieren de alta resistencia.

B.- acero al medio carbono, tiene de 0,30% a 0,60% de carbono. Es generalmente utilizado en aplicaciones que requieren una resistencia más elevada a la disponible en los aceros de bajo carbonos, como en piezas de equipos de maquinaria automotriz y equipo agrícola (engranajes, ejes, bielas, cigüeñales), en equipos de ferrocarriles y en piezas para maquinaria de trabajado de metales.

C.- el acero al alto carbono tiene más de 0,60% de carbono. Se utiliza por lo general para partes que requieren resistencias mecánicas, dureza y resistencia al desgaste, como las herramientas de corte, cable, alambre para música, resortes y cuchillerías. Después de haber sido manufacturado a su forma, las piezas por lo general son tratadas térmicamente y templadas. Mientras más elevado sea el contenido de carbono en el acero, mas alta será su dureza, su resistencia mecánica y su resistencia al desgaste después del tratamiento térmico.

II.2.5. Acero Estructurales

Mott, R., Saldaña, S., y Hernandez, A. (2006), define el acero estructural como “el acero con bajo carbón y laminado en caliente, disponible en laminas, placas, barras y perfiles estructurales, recibe la designación de los números ASTM” (p.54), un grado frecuente que es el ASTM A36, que tiene un punto de fluencia mínimo de 36000 psi (248 MPa) y es muy dúctil.

II.2.6. Cabillas

La norma COVENIN 316-2005 define cabilla como “el producto de acero de núcleo circular cuya superficie presenta salientes regularmente espaciados con el fin de aumentar la adherencia con el concreto” (p.s/n). Son utilizadas como refuerzo en las estructuras de concreto armado.

II.2.7. Propiedades Normativas de Barras y Rollos de Acero

En la norma COVENIN 316 – 2000 Citado por Porrero, S; Ramos, C; Grases, J. y Velazco, G. (2009), establece los requisitos que deben cumplir las barras y rollos de acero las cuales se citan a continuación.

1. **Resistencia a la tracción (F_{su}):** es el resultado de dividir la carga máxima aplicada a la probeta de ensayo entre el área de sección inicial; este valor corresponde al punto máximo de la curva tensión - deformación unitaria. Se denomina resistencia de rotura.

2. **Limite elástico convencional (F_y):** es la tensión que produce una deformación remanente de 0,2 %. Se obtiene interceptando la curva tensión – deformación unitaria, con una recta cuyo origen es $\epsilon=0,002$ y que es paralela a la rama inicial elástica-lineal del gráfico.

3. **Porcentaje de alargamiento en 20 cm incluido la estricción:** esta medida se toma después de la rotura de la probeta. Se mide la longitud que ocupa 20 divisiones marcada antes del ensayo, con una separación a 1cm entre sí, dejando 10 marcas del lado de la fractura. Se incluye en la medida la zona de mayor deformación inelástica del material. Si el acero es dúctil durante el ensayo se forma una garganta o cuello de estricción, que es un estrechamiento cuya magnitud, en términos de porcentaje de reducción de área, es una medida de la ductilidad (ver tabla 2.1).

Después de la rotura ocurre una recuperación elástica parcial de ambas mitades por lo que el alargamiento aquí definido, no es la máxima deformación inmediatamente antes de la rotura, sino la deformación remanente posterior.

Tabla 2. 1 Porcentaje de alargamiento mínimo

| % Alargamiento mínimo | | | | | | |
|--|------|-------|-------|-------|------|-------|
| (Longitud entre marcas igual a 200mm, incluye zona de restricción) | | | | | | |
| Numero de designación | S-40 | S- 60 | S -70 | W- 40 | W-60 | W- 70 |
| 3,4,5 y 6 | 16 | 12 | 10 | 16 | 14 | 14 |
| 7,8,9,10 y11 | 16 | 12 | 10 | 16 | 12 | 12 |
| 14 y 16 | 16 | 12 | 10 | 16 | 12 | 12 |
| 6M, 8M y 10M | 16 | 12 | 10 | 16 | 14 | 14 |
| 12M, 14M y 16M | 16 | 12 | 10 | 16 | 14 | 14 |
| 20M,25M y 32M | 16 | 12 | 10 | 16 | 12 | 12 |
| 36M y 40M | 16 | 12 | 10 | 16 | 12 | 12 |

4. **Doblado en frío:** el ensayo debe realizarse según la norma COVENIN 304:90 “materiales metálicos, ensayo de doblado”. Y consiste en doblar una barra utilizando un mandril de diámetro normalizado, hasta lograr una deformación permanente de la barra, si no aparecen grietas en la zona del doblado se considera el método satisfactorio.

5. **Geometría de los resaltes:** para garantizar la adherencia entre el acero y el concreto, especialmente para resistir las sollicitaciones sísmicas, las barras deben tener protuberancias o resaltes (llamados estrías en Venezuela). Las normas regulan la inclinación, longitud, altura y separación de esas corrugaciones. Entre los resaltes de cada barra debe llevar la marca de fábrica.

Las barras de acero son un elemento importante utilizado para reforzar las mezclas de concreto transformándose esta unión en concreto reforzado, también es utilizado como amarre entre otros para facilitar el colado y los esfuerzos laterales. Su papel fundamental es absorber las solicitaciones de tracción y torsión de la construcción.

Las propiedades del acero son:

- Estructura cristalina compacta y homogénea.
- Densidad muy alta
- Resistencia muy alta tanto a la tracción como compresión.
- Alta razón resistencia / peso.
- Material dúctil.
- Conductividad térmica muy elevada

El concreto reforzado se ha utilizado en la construcción de estructuras que presentan esfuerzos mixtos y es indispensable cuando se construyen elementos sismoresistentes. La importancia de reforzar las mezclas de concreto viene dada por la necesidad de compensar los esfuerzos de tracción que el concreto no cumple en su totalidad.

Por otro lado las características esenciales del código de calidad que se deben tomar en cuenta al diseñar bajo las normas establecidas son que la varilla de acero muestre entre otras propiedades su capacidad de:

- **Rotura:** cuando llega a un límite de solicitación tal que las tensiones alcanzan un valor para el cual el material ya no es más utilizable para el fin que se le destina.
- **Elongación:** capacidad de Alargamiento de una pieza sometida a fuerzas de tracción externas antes de romperse

- **Tenacidad:** es la resistencia que opone un mineral o un material a ser roto, molido, doblado, desgarrado o suprimido.

- **Límite de fluencia:** fatiga a partir de la cual un cuerpo sufre una deformación continua sin por ello aumentar dicha fatiga. También llamado punto de relajamiento.

- Separación y tamaño de las corrugas:

Resaltes: Estrías, corrugas o nervaduras discontinuas y no paralelas el eje longitudinal de la barra.

Cabe destacar que en el proceso de fabricación del acero el cual se introduce en el alto horno los materiales necesarios tales como el mineral de hierro, el carbón de coque que hace de combustible y también se introduce la piedra caliza que realiza la función de acelerar la función del hierro y su fusión con el carbono. Del alto horno salen dos productos uno llamado escoria que son los residuos del propio alto horno y otro es el producto deseado que se llama arabio que es un acero con alto contenido de carbono por eso que se transporta cuando sale del alto horno en vagonetas llamadas torpedos que lo transporta hasta el convertidor donde este arabio se le baja el contenido de carbono mediante ferroaleaciones o chatarra estos tres productos pueden ir directamente al convertidor para ayudar en la obtención del acero o también puede ser convertidos en acero en un horno eléctrico y pasar directamente al paso posterior al convertidor que es el transportador en cuchara hasta los tres tipo de colada.

A continuación se muestra el proceso de fabricación del acero (ver figura 1.1).

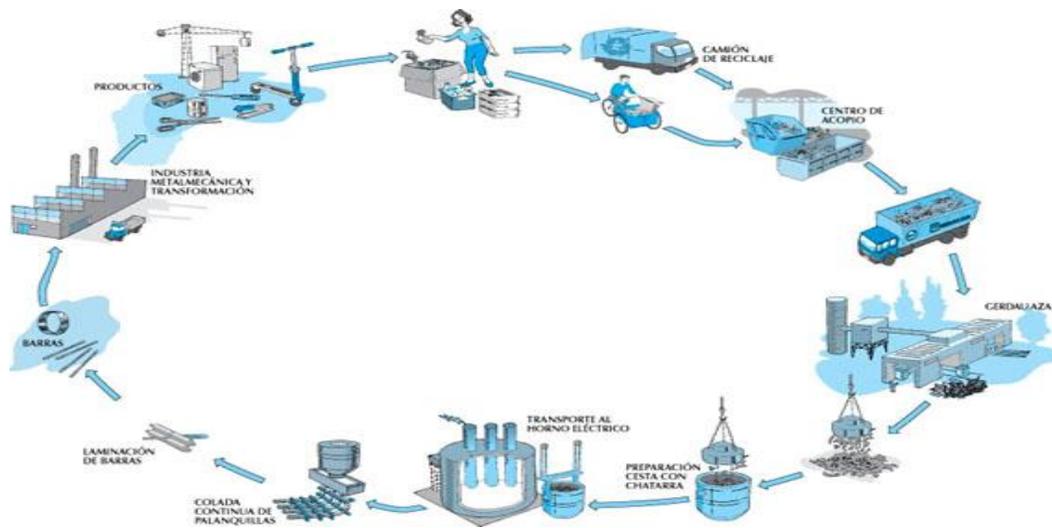


Figura 1: Proceso de fabricación de acero. Fuente: internet

Coladas: es el proceso que se realiza a partir del material fundido en los hornos, que se pasa a una cuchara y de esta a moldes llamados lingoteras.

Proceso de coladas: después que el metal ha quedado fundido en los hornos, se vierte en un aditamento llamado cuchara. Estas cucharas son recipientes de acero remachados, revestidos con ladrillos de chamota. Estas cucharas tienen en su parte inferior o fondo del recipiente, un orificio para la salida del metal fundido, que se cierra a voluntad a partir de un tapón de material refractario que se mueve por un mecanismo de retención.

Lingotera: es un molde especial construido de hierro fundido o acero, con fondo o no, que para facilitar la extracción de la pieza moldeada, tiene forma cónica hacia uno de sus lados; estos moldes tienen diferentes perfiles, lo que hará que se obtengan lingotes de acero con diferentes formas.

Según la norma COVENIN 316:2000 se debe cumplir para las barras de acero venezolanas los siguientes aspectos:

1. Para la elaboración de las barras y rollos con resaltes se clasifica de acuerdo con su proceso de fabricación y sus características de soldabilidad y se denota de la siguiente manera:

a) Una letra mayúscula indicativa del proceso de fabricación y de las características de soldabilidad del acero, según:

S = Aceros al carbono con o sin microaleantes no soldables a temperatura ambiente, se incluyen en categoría los aceros al carbono termotratados.

W = Aceros al carbono con o sin microaleantes soldables a temperatura ambiente.

b) Un guión separador, y un número que representa el límite elástico nominal del acero, expresado en kgf/cm².

La descripción de esta clasificación se presenta en la Tabla 2.2.

Tabla 2.2 Clasificación del acero para la elaboración de las barras y rollos con resaltes

| | Límite elástico nominal (fy), kgf/cm² (ksi) | 28 (40) | 42 (60) | 50 (70) |
|----------|---|----------------|----------------|----------------|
| S | Acero al carbono con o sin microaleantes no soldable a temperatura ambiente | S - 40 | S - 60 | S - 70 |
| W | Acero al carbono con o sin microaleantes soldable a temperatura ambiente | W - 40 | W - 60 | W - 70 |

FUENTE: NORMA COVENIN 316-2000

2. Propiedades de tracción

Para los aceros S-60, S-70, W-40, W-60 y W-70, el Límite Elástico.

2.1. Real (f_y^*) no debe exceder el límite Elástico Nominal (f_y) en más de un 30%

2.2. Para los aceros S-40, S-60, S-70, W-40, W-60 y W-70, la Resistencia a la Tracción Real (f_{su}^*) no será menor que 1,25 veces el Límite Elástico Real (f_y^*)

2.3. En los ensayos rutinarios de fabricación, se admite determinar el Límite Elástico Real como el punto cedente, el cual se obtiene mediante la carga registrada cuando la aguja indicadora de la máquina de tracción se detiene momentáneamente mientras la carga se aplica a una velocidad constante. Para el caso de ensayos de arbitraje, el método de la detención de la aguja no será permisible y la determinación oficial del Límite Elástico Real se realizará mediante el método autográfico o con extensómetro.

2.4. Para las barras que no cumplen con las nomenclaturas mencionadas en la tabla 1, la Norma indica que se debe cumplir:

2.4.1. El Límite Elástico Real (f_y^*) no debe exceder el Límite Elástico Nominal (f_y) previamente especificado en más de un 30%.

2.4.2. La Resistencia a la Tracción Real (f_{su}^*) no debe ser menor que 1,25 veces el Límite Elástico Real (f_y^*).

2.4.3. El porcentaje de alargamiento no debe ser menor que el 12%.

3. Propiedades de doblado

Las barras y rollos con resaltes utilizados como refuerzo estructural, deben ser ensayados de acuerdo con la norma COVENIN 304, y no deben presentar grietas en la cara exterior de la porción doblada. Los requisitos para el ángulo de doblado el diámetro del mandril deben cumplir con lo indicado en las Tablas 2.3.

Tabla 2. 3. Condiciones de ángulo de doblado y diámetro de mandril para el ensayo de doblado

| Ángulo de doblado | 180° | | | 180° | | |
|-------------------|----------------------|------|------|------|------|------|
| | Diámetro del mandril | | | | | |
| N° de designación | S-40 | S-60 | S-70 | W-40 | W-60 | W-70 |
| 3,4 y 5 | 2d | 3d | 4d | 2d | 2d | 4d |
| 6,7 y 8 | 3d | 4d | 5d | 3d | 4d | 5d |
| 9, 10 y 11 | 4d | 6d | 8d | 4d | 6d | 8d |
| 14 y 18 (*) | 5d | 8d | 8d | 5d | 8d | 8d |

NOTA:
1) La letra d corresponde al diámetro nominal de la muestra.
2) Las barras designadas con los números 14 y 18 serán ensayadas a 90°.

4. Resaltes y nervaduras

4.1. La distancia o espaciamiento entre resaltes, la altura, inclinación y dimensiones de los resaltes y nervaduras deben cumplir con los valores indicados en la Tabla 4.

4.2. La configuración general de las barras con resaltes debe ser definida por cada productor y/o según acuerdo entre comprador y fabricante.

4.3. Los resaltes transversales podrán ser perpendiculares o inclinados respecto al eje longitudinal de las barras, pueden coincidir con una sección transversal o estar alternados, y deben espaciarse a lo largo de las barras a distancias uniformes.

4.4. Los resaltes en los lados opuestos de la barra deben ser similares en tamaño y forma.

4.5. Si los resaltes transversales están inclinados respecto al eje longitudinal de la barra, el ángulo de inclinación no debe ser menor de 45°. Si este ángulo estuviera comprendido entre 45° y 70°, los resaltes deben tener alternativamente inclinación contraria en los dos lados opuestos de la barra. Si este ángulo es mayor de 70° no es necesario el cambio de inclinación.

4.6. La distancia o espaciamiento promedio entre los resaltes, a cada lado de la barra, no debe exceder 0,7 veces el diámetro nominal de la barra.

4.7. Las barras contempladas en esta norma deben tener al menos dos nervaduras longitudinales situadas a 180° una de la otra, en toda su longitud, y su ancho no debe exceder el 12,5% del perímetro nominal de la barra. Cuando las barras tengan más de dos nervaduras longitudinales, el ancho total de todas ellas no debe exceder el 25% del perímetro nominal de la barra. Tal como se indica en la Tabla 2.4.

Tabla 2.4. Números en octavos de pulgada para de signar las barras, peso nominal, diámetro nominal, área nominal de la sección transversal y requisitos de los resaltes y las nervaduras

| | | | | Requisitos de los resaltes y de las nervaduras | | | |
|------------------------------|--|--|--|---|---|--|---|
| Numero de designación | Peso lineal nominal Kgf/m | Diámetro nominal mm | Área nominal de la sección transversal mm² | Promedio máximo del espaciado (c) mm | Promedio mínimo de la altura(a) mm | Máxima separación (e) (nervadura de 12,5 % del periodo nominal)mm | Máxima separación (e) (nervadura de 25% del perímetro nominal)mm |
| 3 | 0,559 | 9,530 | 71,330 | 6,700 | 0,380 | 3,741 | 7,481 |
| 4 | 0,994 | 12,700 | 126,670 | 8,900 | 0,510 | 4,985 | 9,970 |
| 5 | 1,554 | 15,880 | 198,060 | 11,100 | 0,710 | 6,233 | 12,466 |

| | | | | | | | |
|-----------|--------|--------|----------|--------|-------|--------|--------|
| 6 | 2,237 | 19,050 | 285,020 | 13,300 | 0,970 | 7,477 | 14,954 |
| 7 | 3,044 | 22,220 | 387,770 | 15,500 | 1,120 | 8,721 | 17,443 |
| 8 | 3,977 | 25,400 | 506,700 | 17,800 | 1,270 | 9,970 | 19,939 |
| 9 | 5,059 | 28,650 | 644,650 | 20,100 | 1,420 | 11,246 | 22,491 |
| 10 | 6,403 | 32,260 | 817,370 | 22,600 | 1,630 | 12,661 | 25,323 |
| 11 | 7,906 | 35,810 | 1007,170 | 25,100 | 1,800 | 14,057 | 28,114 |
| 14 | 11,383 | 43,000 | 1452,200 | 30,100 | 2,160 | 16,878 | 34,893 |
| 18 | 20,237 | 57,330 | 2581,400 | 40,100 | 2,590 | 22,431 | 44,863 |

Fuente: NORMA COVENIN 1753 – 2006

Nota: Otras designaciones pueden fabricarse por convenio previo entre comprador y productor.

5. Resaltes y nervaduras

5.1. La distancia o espaciamiento entre resaltes, la altura, inclinación y dimensiones de los resaltes y nervaduras deben cumplir con los valores indicados en la Tabla 4.

5.2. La configuración general de las barras con resaltes debe ser definida por cada productor y/o según acuerdo entre comprador y fabricante.

5.3. Los resaltes transversales podrán ser perpendiculares o inclinados respecto al eje longitudinal de las barras, pueden coincidir con una sección transversal o estar alternados, y deben espaciarse a lo largo de las barras a distancias uniformes. Los resaltes en los lados opuestos de la barra deben ser similares en tamaño y forma.

5.4. Si los resaltes transversales están inclinados respecto al eje longitudinal de la barra, el ángulo de inclinación no debe ser menor de 45°. Si este ángulo estuviera comprendido entre 45° y 70°, los resaltes deben tener

alternativamente inclinación contraria en los dos lados opuestos de la barra. Si este ángulo es mayor de 70° no es necesario el cambio de inclinación.

5.5. La distancia o espaciamiento promedio entre los resaltes, a cada lado de la barra, no debe exceder 0,7 veces el diámetro nominal de la barra.

5.6. Las barras contempladas en esta norma deben tener al menos dos nervaduras longitudinales situadas a 180° una de la otra, en toda su longitud, y su ancho no debe exceder el 12,5% del perímetro nominal de la barra. Cuando las barras tengan más de dos nervaduras longitudinales, el ancho total de todas ellas no debe exceder el 25% del perímetro nominal de la barra. Tal como se indica en la Tabla 2.4.

CAPITULO III

MARCO METODOLOGICO

Arias, F. (2006), define el marco metodológico como el “conjunto de pasos, técnicas y procedimientos que se emplean para formular y resolver problemas” (p.18), la metodología del proyecto incluye el tipo o tipos de investigación, las técnicas y los procedimientos que serán utilizados para llevar a cabo la indagación.

3.1.1 Nivel de Investigación

La investigación es descriptiva, documental y bibliográfica que según el autor Arias, F. (2012), define: la investigación descriptiva como:

Consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere. (p.24).

Consiste en llegar a conocer las situaciones y actitudes predominantes a través de la descripción exacta de las actividades, objetos, procesos y personas. Su meta no se limita a la recolección de datos, sino a la predicción e identificación de las relaciones que existen entre dos o más variables.

En cuanto a la investigación documental los autores Pulido, Arriza y Zúñiga (2007), definen investigación documental como “un instrumento o técnica de investigación, cuya finalidad es obtener datos o información a partir de documentos escritos o no escrito, susceptibles de ser utilizados dentro de los propósitos de un estudio concreto.” (p.59), se concreta exclusivamente en la recopilación de

información en diversas fuentes. Indaga sobre un tema en documentos escritos u orales.

3.1.2. Diseño de la Investigación

El diseño es una estrategia general que adopta el investigador como forma de abordar un problema determinado, que permite identificar los pasos que deben seguir para efectuar su estudio. Para este trabajo de investigación los autores lo enmarcaron dentro de una investigación con diseño experimental, de tipo de campo, nivel descriptivo y documental.

Al respecto al diseño experimental lo define Gómez, M. (2006), como un estudio en el que se manipulan intencionalmente una o más variables independientes (supuestas causas – antecedentes), para analizar las consecuencias que la manipulación tiene sobre una o más variables dependientes (supuestos efectos – consecuentes), dentro de una situación de control creada por el investigador. (p.87).

Es decir, es el conjunto de regla que permite asignar tratamientos a unidades experimentales, para asegurar que los datos se obtendrán adecuadamente.

En este mismo orden de ideas, esta investigación está fundamentada en la ejecución de ensayos experimentales mediante los cuales es posible cuantificar las características físico-mecánicas de barras de acero de refuerzo estructural de origen chino, turco, dominicano, hondureño y cubano. Es importante mencionar que este documento constituye una investigación pionera, ya que en Venezuela no existe un documento formal que contenga las características físico-mecánicas de las barras de acero que estudiaremos.

3.1.3 Poblacion y Muestra

La población Según Arias, F. (2006) “Es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación.” (p.81), es el conjunto de todos los elementos que comparten un grupo común de características, y forman el universo para el propósito del problema de investigación, en este caso son 110 cabillas extranjeras que poseen características comunes.

Con respecto a la muestra según Malhotra, N. (2004), explica que la muestra es “un subgrupo de la población seleccionado para participar en el estudio.”(p.314), La muestra es una representación significativa de las características de una población, que bajo, la asunción de un error (generalmente no superior al 5%) estudiamos las características de un conjunto poblacional mucho menor que la población global.

Con la finalidad, de que esta sea representativa, y poder lograr resultados confiables a la hora de realizar los ensayos se tomaron las 110 cabillas que es el cien (100%) de la población.

3.1.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Las técnicas de recolección de datos son las distintas formas o maneras de obtener la información. Para Urbano, C. (2006). Define técnicas de recolección de información como “los procedimientos mediante los cuales se generan informaciones validas y confiables, para ser utilizada como datos científicos” (p.20), en esta investigación se seleccionó la observación directa.

Ahora bien, la observación para Hernández, Fernández, y Baptista. (2007), “es un procedimiento que dirige la atención hacia un hecho de la realidad, encontrando el sentido de lo observado, realizando enlaces funcionales entre situaciones y acciones.”

(p. 241), es una técnica que consiste en visualizar o captar mediante la vista, en forma sistemática, cualquier fenómeno o situación que se produzca en el lugar de los hechos es decir se usa en el laboratorio del IMME con el fin de estudiar las características físicas mecánicas de la barra de acero.

Cabe agregar que los instrumentos de recolección lo define el autor Arias, F. (2006), como: “Cualquier recurso, dispositivo o formato (en papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información”. (p. 69), entre los instrumentos seleccionados en este estudio tenemos diario de campo y cámaras fotográficas.

3.1.5 Técnicas de Procesamientos y Análisis de Datos

Una vez que los datos son recabados mediante el conjunto de técnicas e instrumentos ya descrito comenzó su procesamiento para el análisis respectivo. Para Arias, F. (2006), explica que en relación al análisis de los datos “en este punto se describen las distintas operaciones a las que serán sometidos los datos que se obtengan, clasificación, registro, tabulación y codificación si fuera necesario”. (p.111).

En este sentido, cuando se habla de técnicas de análisis de datos, se está haciendo mención a la forma como será procesada la información recolectada, lo que conlleva a dos maneras de procesar los datos recogidos: análisis cuantitativo y análisis cualitativo.

Ahora bien, para realizar el análisis de estos datos primeramente se realiza un análisis cuantitativo que el autor Sabino, C. (2007), expresa que el mismo es:

El que se efectúa con toda la información numérica resultante de la investigación. Ésta, luego del procesamiento que se le habrá hecho, se nos presentará como conjunto de cuadros, tablas y medidas, a las cuales se les han calculado sus porcentajes y presentado convenientemente. (p. 134).

En este sentido, todos los datos obtenidos de la investigación se procede a describe con la estadística descriptiva que según el autor Sarabia, J. (2007), lo define como “un conjunto de técnicas numéricas y graficas con las que se intenta descubrir la estructura de un conjunto de datos”. (p.6), los investigadores utiliza la técnica para recopilar, presentar y analizar los datos obtenidos en la investigación las cuales serán presentadas en cuadros y graficas.

De esta manera, después de realizar las gráficas se procede a un análisis cualitativo que el autor que el autor Báez, J. (2007) explica que “es el que tiene por objeto extraer el significado relevante del asunto investigado, averiguar no solo sus componentes sino, y mucho más importante, su esencia, es decir demanda descripción, interpretación y explicación.”(p.241), es donde los autores analizan los datos cuantitativo y llega a una conclusión de la investigación.

3.1.6 Procedimiento

El primer paso en el presente trabajo especial de grado fue recolectar la información básica en cuanto al problema actual del déficit de cabillas en Venezuela e investigar y profundizar en los métodos a aplicar para conocer las características físico-mecánicas de las barras de acero.

Posteriormente se realizó un programa de actividades para estimar los tiempos y duraciones de todo el procedimiento en la realización de este proyecto, se identifican las cabillas extranjeras que se estudiarán clasificándolas según su origen

(procedentes de Turquía, Honduras, República Dominicana, Cuba y China). Se establecieron los métodos y ensayos a realizar para obtener resultados que faciliten la caracterización de las propiedades de dichas barras de acero. Los métodos de ensayo utilizado fueron los especificados en la norma COVENIN 316:2000, los cuales también aparecen explicados en el libro del Comité Conjunto del Concreto Armado (C.C.C.A.). Dichos ensayos son los siguientes:

1. Ensayo de espaciamiento de los resaltes transversales:

Este método de ensayo consiste en verificar el espaciamiento de los resaltes de las barras de acero contempladas en esta norma. Los instrumentos para la realización de esta prueba será una cinta métrica, con una apreciación de 1 mm ó calibrador para exteriores, con una apreciación de 0,01 mm

Se extrae del lote un segmento de barra con longitud comprendida entre 0,50 a 1,00 metro aproximadamente, la medición se realiza en un segmento de barra, que no contenga marcas o símbolos tales como letras, números. Utilizando la cinta métrica o el calibrador, se determina la distancia comprendida entre los centros de los resaltes extremos del segmento de barra extraída según el punto anterior.

Se cuenta el número de espacios existentes entre resaltes en la longitud de la barra extraída como se indicó antes.

Se determina el espaciamiento promedio de los resaltes, dividiendo la longitud obtenida entre el número de resaltes contados.

2. Ensayo de altura de los resaltes transversales:

Este método de ensayo se fundamenta en verificar la altura de los resaltes transversales de las barras de acero contempladas en esta norma. Los instrumentos

para la realización de esta prueba será un calibrador tipo vernier, con una apreciación de 0,05 mm.

Se elegirá al azar tres resaltes transversales de los existentes en toda la longitud de la barra.

Mediante el calibrador tipo vernier se determinará la altura existente en el centro y en las cuartas partes de cada uno de los resaltes seleccionados. Se determinará la altura promedio, calculando la media aritmética de los resultados antes obtenidos. Al finalizar el ensayo se realiza un informe.

3. Ensayo de ancho de las nervaduras longitudinales:

Este método de ensayo consiste en verificar el ancho de las nervaduras longitudinales de las barras de acero contempladas en esta norma. Los instrumentos para la realización de esta prueba será un calibrador para exteriores, con una apreciación de 0,05mm.

Utilizando el calibrador se determina el ancho de la base de la nervadura longitudinal, midiendo en el punto medio de dos resaltes consecutivos. Se repite la medida en dos posiciones adicionales, suficientemente separadas, y en cada una de las nervaduras longitudinales existentes en la barra. Los resultados se registran con aproximación de 0,05 mm.

Se determina el ancho promedio, calculando la media aritmética de los resultados antes obtenidos.

4. Ensayo de tracción:

Es el ensayo mediante el cual se obtiene información básica sobre las propiedades mecánicas de los materiales metálicos. El método consiste en obtener el gráfico esfuerzo-deformaciones unitarias. Los instrumentos para la realización de esta prueba será una máquina de ensayo a tracción normalizada, extensómetro, calibrador, balanzas y termómetro.

En primer lugar se realiza la determinación de la sección inicial A, luego se procede a preparar las probetas para el ensayo de tracción y colocar el extensómetro, se toman las lecturas del extensómetro y se calculan los gráficos esfuerzo-deformación unitarios, seguidamente por medio de los gráficos se determina el límite elástico convencional y el esfuerzo máximo.

Por último se determina el porcentaje de alargamiento (sin estricciones y con estricciones).

Dicho ensayo ha recibido una importante aceptación a nivel mundial, lo que le ha otorgado una gran confianza a su valor y significado. Sus principales ventajas son que el estado de esfuerzo está bien establecido, el procedimiento para realizar el ensayo ha sido cuidadosamente estandarizado y es relativamente sencillo y económico de realizar.

Unos de los principales objetivos de llevar a cabo este u otros ensayos mecánicos, es el de determinar la conformidad de los datos obtenidos con las especificaciones en la norma COVENIN 316:2000.

4.1 Procesamiento de Datos

Ahora bien, para la elaboración de la curva Esfuerzo vs deformación, después de conseguidos los valores finales de la carga máxima y el alargamiento de cada ensayo se procedió a graficar el resultado del comportamiento final de las probetas, colocando en el eje de las abscisas la deformación unitaria y en el eje de las ordenadas el esfuerzo. Ambos se calcularon según la norma COVENIN 299-1989 “Materiales metálicos. Ensayos de tracción” de la siguiente manera:

- Esfuerzo:

$$p = \frac{P}{A_0}$$

Donde:

p= Esfuerzo expresado en Kgf/cm²

P= Carga expresada en kg

A₀= Área de la sección transversal original, expresada en cm²

- Deformación de Rotura:

$$E = \frac{L_f - L_0}{L_0} \times 100$$

Donde:

E= Deformación de rotura expresado en porcentaje

L_f= Distancia de la longitud calibrada después del ensayo, expresada en cm.

L₀= Longitud calibrada, expresada en cm.

- Alargamiento:

$$E = L_f - L_o$$

Donde:

e= Alargamiento lineal media (cm)

L_f= Distancia de la longitud calibrada después del ensayo, expresada en cm

L_o= Longitud calibrada, expresada en cm.

- Resistencia a la tracción (f_{su}):

$$\sigma_t = \frac{P_{max}}{A_o}$$

Donde:

σ_t = Resistencia a la tracción Kgf/cm²

P_{max} = Carga máxima expresada en kgf

A_o= Área de la sección transversal original de la probeta de ensayo, expresada cm²

- Limite elástico convencional (f_y):

$$\sigma_{0,2} = \frac{P_{0,2}}{A_o}$$

Donde:

$\sigma_{0,2}$ = Límite elástico convencional, expresado en kgf/cm²

P_{0,2} = Carga expresada en kgf.

A_o = Área de la sección transversal original de la probeta de ensayo, expresada en cm²

5. Ensayo de doblado:

Es el método por el cual bajo la acción de una fuerza aplicada a través de un mandril, una probeta es doblada de forma tal que un radio interno alcance un valor especificado. Es decir, consiste en determinar las características de ductilidad de barras de acero, expresadas en términos de su capacidad para ser dobladas en frío. Los instrumentos para la realización de esta prueba será una máquina dobladora normalizada, prensa.

Se procede a la colocación del mandril según el diámetro que le corresponda, seguidamente se coloca la separación entre apoyos igual al diámetro del mandril (D) más 2 veces el diámetro o lado teórico de diseño, posteriormente se dobla la barra según lo indica la norma y se hace una inspección visual de la barra.

CAPITULO IV

ANALISIS DE RESULTADOS

Una vez obtenida y recopilada la información los investigadores se aboca de inmediato a su procesamiento con las técnicas de análisis e interpretación de los datos esto implica el cómo ordenar y presentar de la forma más lógica e inteligible los resultados obtenidos con los instrumentos aplicados, de tal forma que la variable refleje el peso específico de su magnitud, por cuanto el objetivo final es construir con ellos cuadros estadísticos, promedios generales y gráficos ilustrativos.

Ahora bien, todos los datos obtenidos de la investigación se procede a describe con la estadística descriptiva que según el autor Sarabia, J. (2007), lo define como “un conjunto de técnicas numéricas y graficas con las que se intenta descubrir la estructura de un conjunto de datos”. (p.6), los investigadores utiliza la técnica para recopilar, presentar y analizar los datos obtenidos en la investigación las cuales serán presentadas en cuadros y graficas.

En este sentido, la elaboración de estos análisis de caracterización físico-mecánica de barras de acero de diversos orígenes señalados anteriormente se realizó conforme a lo exigido en la norma COVENIN 316:2000 “Barras y rollos de acero con resaltes para uso como refuerzo estructural”, de la misma manera nos apoyamos de las normas COVENIN 299:89 y COVENIN 304:90 para la elaboración de los ensayos de tracción y doblado en frío.

Algunas de las exigencias normativas para el conjunto de parámetros deseados se presentan a continuación:

Resistencia a la tracción

Limite elástico convencional

Alargamiento en 20 cm

Doblado en frío

Geometría de los resaltes

Además se presentan unos requisitos adicionales:

La relación entre el límite elástico real (f_y^*) y el límite elástico nominal (f_y) menor de 1,30.

La resistencia a la tracción (f_{su}^*), no debe ser menor que 1,25 veces el límite elástico convencional (f_y^*)

Las muestras ensayadas en este trabajo especial de grado fueron en la gran parte barras de acero con diámetros nominales de 5/8" 1/2", 1", 3/8", algunas barras fueron de 3/4", 7/8" y 1 3/8". Se colocaron algunas de 10 mm.

Para sintetizar todos los resultados se presentan las especificaciones de las muestras (cantidades, diámetros nominales y coladas) y las tablas de elaboración propia de los ensayos obtenidos. Las mismas se muestran a continuación:

ORIGEN TURCO

LOTE 1.

Material a ensayar:

Tres (3) barras de acero de 5/8" de diámetro nominal, colada 1776.

ENSAYO DE TRACCIÓN

Equipo de ensayo:

Prensa Universal de Ensayo marca Baldwin, serial 522683, capacidad 30 ton.
Apreciación 10 kgf.

Extensómetro mecánico, apreciación 0,01 mm.

Vernier apreciación 0,2 mm

Procedimiento:

Los ensayos de las barras se realizaron según lineamientos generales de la norma COVENIN 299-89.

La interpretación de los resultados se realizó de acuerdo a la Norma COVENIN 316-2005.

ENSAYO DE DOBLADO

Equipo de ensayo:

Prensa Universal de Ensayo marca Baldwin, serial 522652, capacidad 30 ton.
Apreciación 10 kgf.

Mandriles

Procedimiento:

Los ensayos de las barras se realizaron según lineamientos generales de la norma COVENIN 299-89

Los resultados del ensayo de tracción se presentan en la tabla de resultados 4.1 y 4.1.2.

TABLA 4.1 RESULTADOS ORIGEN TURCO. LOTE 1

| MUESTRA | AREA (cm ²) | ALARG. En 20cm % | LIM. ELAST. CONV.s _{0,2} % (kgf/cm ²) | ESFUERZO MAXIMO (kgf/cm ²) | fy*/fy | fsu*/fy* |
|---------|----------------------------|------------------------|---|--|--------|----------|
| M1 5/8" | 1,98 | 18 | 5896 | 6843 | 1,18 | 1,16 |
| M2 5/8" | 1,98 | 13 | 5896 | 6717 | 1,18 | 1,14 |
| M3 5/8" | 1,98 | 12 | 5896 | 6679 | 1,18 | 1,13 |

TABLA 4.1.1 CUMPLIMIENTO DE LA NORMA COVENIN ORIGEN TURCO. LOTE 1

| Muestra | Criterio $f_y^* \leq 1,30 f_y$ | Criterio $f_{su}^* \geq 1,25 f_y^*$ |
|----------|--------------------------------|-------------------------------------|
| M1 5/8" | CUMPLE | NO CUMPLE |
| M 2 5/8" | CUMPLE | NO CUMPLE |
| M3 5/8" | CUMPLE | NO CUMPLE |

Los resultados del ensayo de doblado se presentan en la tabla de resultados No.4.2.

TABLA 4.2 RESULTADOS ORIGEN TURCO. LOTE 1

| MUESTRA | ANGULO DE DOBLADO | OBSERVACIÓN |
|---------|-------------------------|--|
| M1 5/8" | 180 | No presento grietas ni indicios de falla |
| M2 5/8" | 180 | No presento grietas ni indicios de falla |
| M3 5/8" | 180 | No presento grietas ni indicios de falla |

Para el análisis de este lote de cabillas provenientes de Turquía de la colada 1776, se ensayaron tres (03) barras de diámetro nominal 5/8" y clasificadas como S70; se realizó un estudio de relación entre el límite elástico real (fy*) y el límite elástico nominal (fy), donde el resultado nos arrojó menor de 1,30 por lo que cumplen

con el requisito exigido en el articulado 8.2.1.2 de la norma COVENIN 316-2000 donde se nos menciona: “Para los aceros S-60, S-70, W-40, W-60 y W-70, el Límite Elástico Real (f_y^*) no debe exceder el Límite Elástico Nominal (f_y) en más de un 30%”.

Del mismo modo se presentó una relación entre el esfuerzo máximo real (F_{su}^*) y el límite elástico real (f_y^*) donde el resultado nos arrojó menor de 1,25 por lo que no cumplen con el requisito exigido en el articulado 8.2.1.3 de la norma COVENIN 316-2000 donde se nos menciona: “Para los aceros S-40, S-60, S-70, W-40, W-60 y W-70, la Resistencia a la Tracción Real (f_{su}^*) no será menor que 1,25 veces el Límite Elástico Real (f_y^*)”.

Por otro lado según el artículo 8.2.1.5.3 de la norma COVENIN 316:2000 nos exige que el porcentaje de alargamiento no debe ser menor que el 12% por lo que las muestras ensayadas cumplen en su totalidad, de igual forma con el ensayo de doblado el cual no presento ningún tipo de falla.

ENSAYO A TRACCION

TURQUIA

M1 5/8"

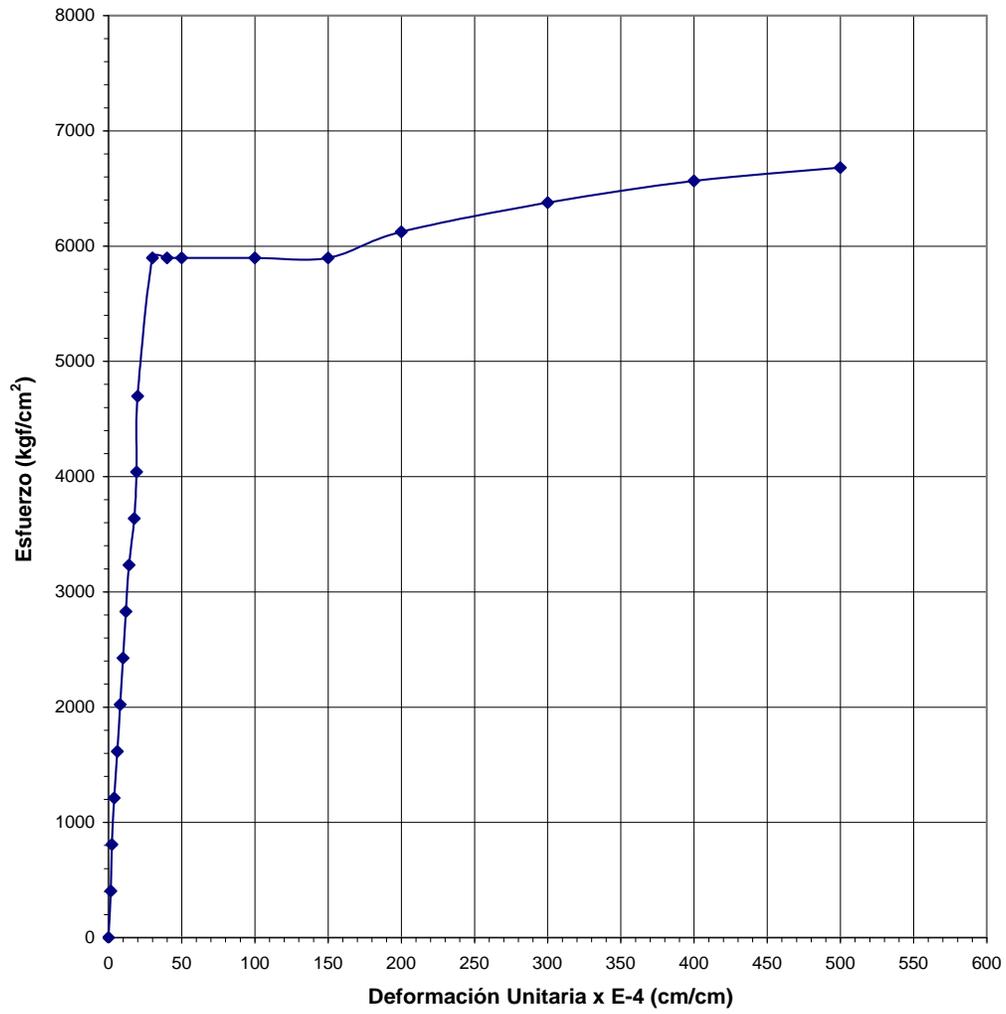


Gráfico 4.1. Esfuerzo-Deformación.

ENSAYO A TRACCION

TURQUIA

M2 5/8"

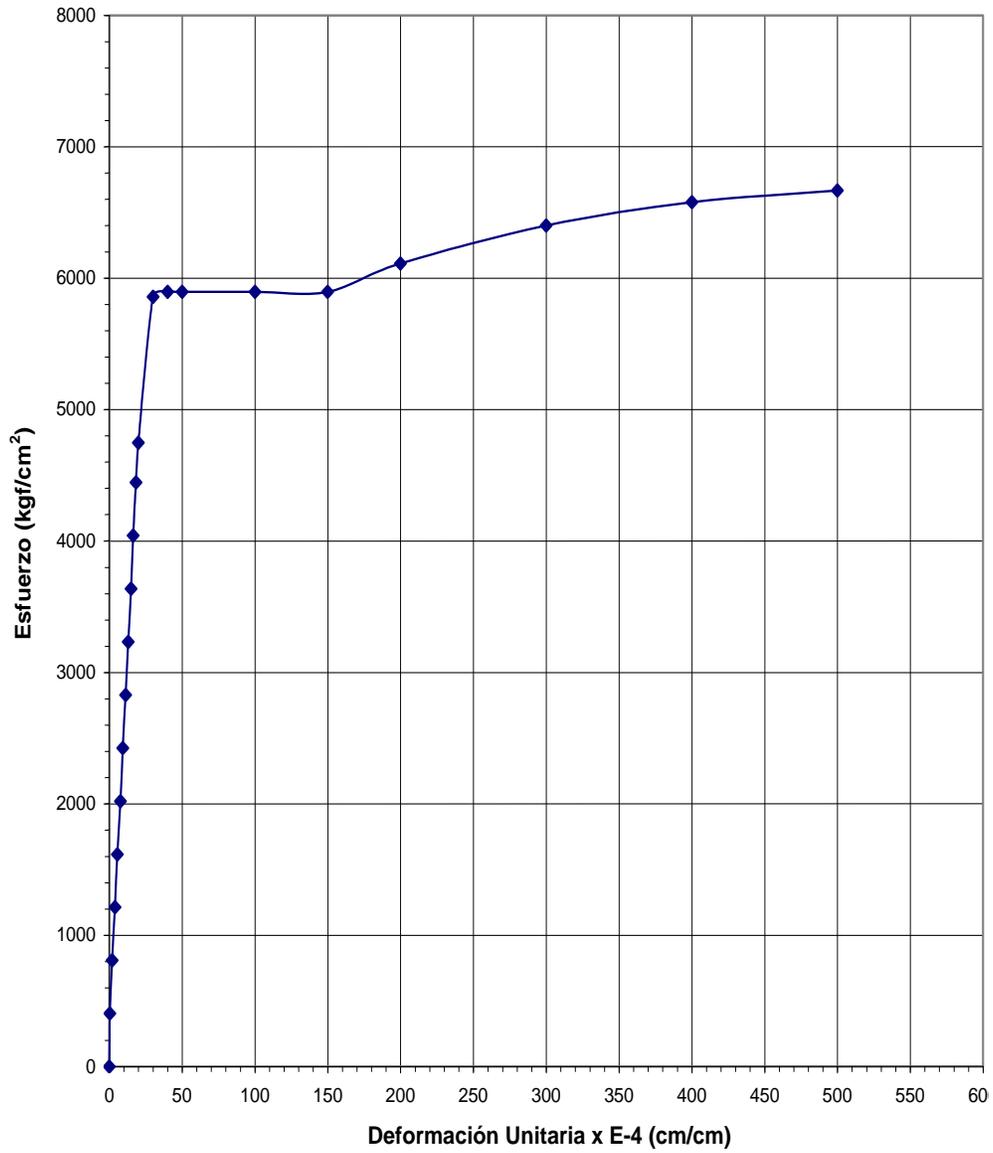


Gráfico 4.2. Esfuerzo-Deformación.

ENSAYO A TRACCION

TURQUIA

M3 5/8"

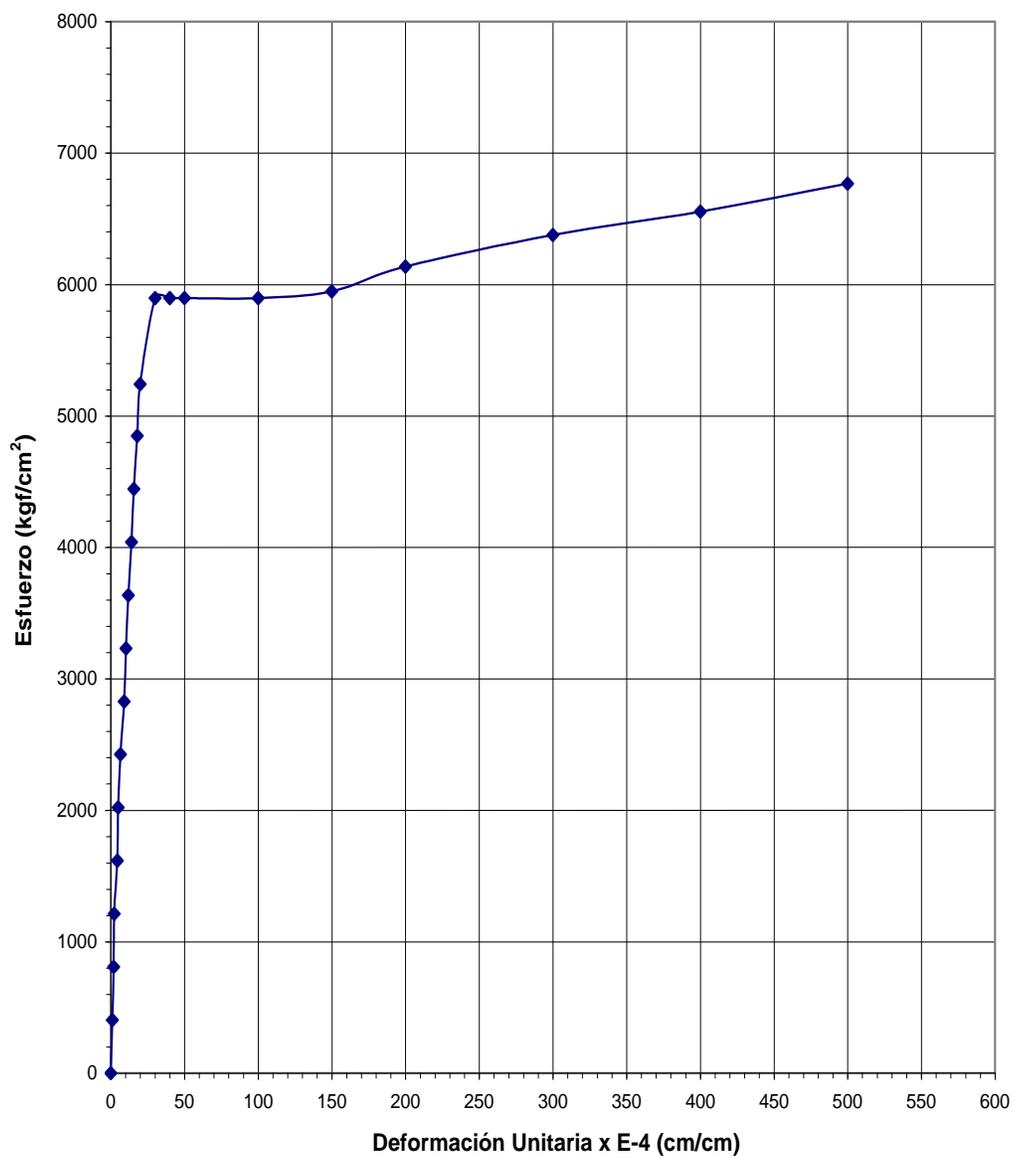


Gráfico 4.3. Esfuerzo-Deformación.

LOTE 2.

Material a ensayar:

Dos (2) barras de acero de 3/4" de diámetro nominal. Colada desconocida.

Los resultados del ensayo de tracción se presentan en la tabla de resultados 4.3 y 4.3.1.

TABLA 4.3 RESULTADOS ORIGEN TURCO LOTE 2

| MUESTRA | AREA (cm ²) | ALARG. En 20cm % | LIM. ELAST. CONV.s _{0,2} % (kgf/cm ²) | ESFUERZO MAXIMO (kgf/cm ²) | fy*/fy | fsu*/fy* |
|---------|----------------------------|------------------------|---|--|--------|----------|
| M1 3/4" | 2,85 | 18 | 6272 | 7219 | 1,49 | 1,15 |
| M2 3/4" | 2,85 | 17 | 5798 | 6649 | 1,38 | 1,15 |

**TABLA 4.3.1 CUMPLIMIENTO DE LA NORMA COVENIN ORIGEN
TURCO LOTE 2**

| Muestra | Criterio fy* ≤ 1,30 fy | Criterio fsu* ≥ 1,25 fy* |
|----------|------------------------|--------------------------|
| M1 3/4" | NO CUMPLE | NO CUMPLE |
| M 2 3/4" | NO CUMPLE | NO CUMPLE |

Los resultados del ensayo de doblado se presentan en la tabla de resultados No. 4.4.

TABLA 4.4 RESULTADOS ORIGEN TURCO LOTE 2

| MUESTRA | ANGULO DE DOBLADO | OBSERVACIÓN |
|---------|-------------------|--|
| M1 ¾" | 180 | No presento grietas ni indicios de falla |
| M2 ¾" | 180 | No presento grietas ni indicios de falla |

Para el análisis de este lote de cabillas provenientes de Turquía sin datos de la colada, se ensayaron dos (02) barras de diámetro nominal ¾"; se realizó un estudio de relación entre el límite elástico real (f_y^*) y el límite elástico nominal (f_y), donde el resultado nos arrojó mayor de 1,30 por lo que no cumplen con el requisito exigido en el articulado 8.2.1.2 de la norma COVENIN 316-2000 donde se nos menciona: "Para los aceros S-60, S-70, W-40, W-60 y W-70, el Límite Elástico Real (f_y^*) no debe exceder el Límite Elástico Nominal (f_y) en más de un 30%".

Del mismo modo se presentó una relación entre el esfuerzo máximo real (F_{su}^*) y el límite elástico real (f_y^*) donde el resultado nos arrojó menor de 1,25 por lo que no cumplen con el requisito exigido en el articulado 8.2.1.3 de la norma COVENIN 316-2000 donde se nos menciona: "Para los aceros S-40, S-60, S-70, W-40, W-60 y W-70, la Resistencia a la Tracción Real (f_{su}^*) no será menor que 1,25 veces el Límite Elástico Real (f_y^*)".

Por otro lado según el artículo 8.2.1.5.3 de la norma COVENIN 316:2000 nos exige que el porcentaje de alargamiento no deba ser menor que el 12% por lo que las muestras ensayadas cumplen en su totalidad, de igual forma con el ensayo de doblado el cual no presentó ningún tipo de falla.

ENSAYO A TRACCION

TURQUIA

M1 3/4"

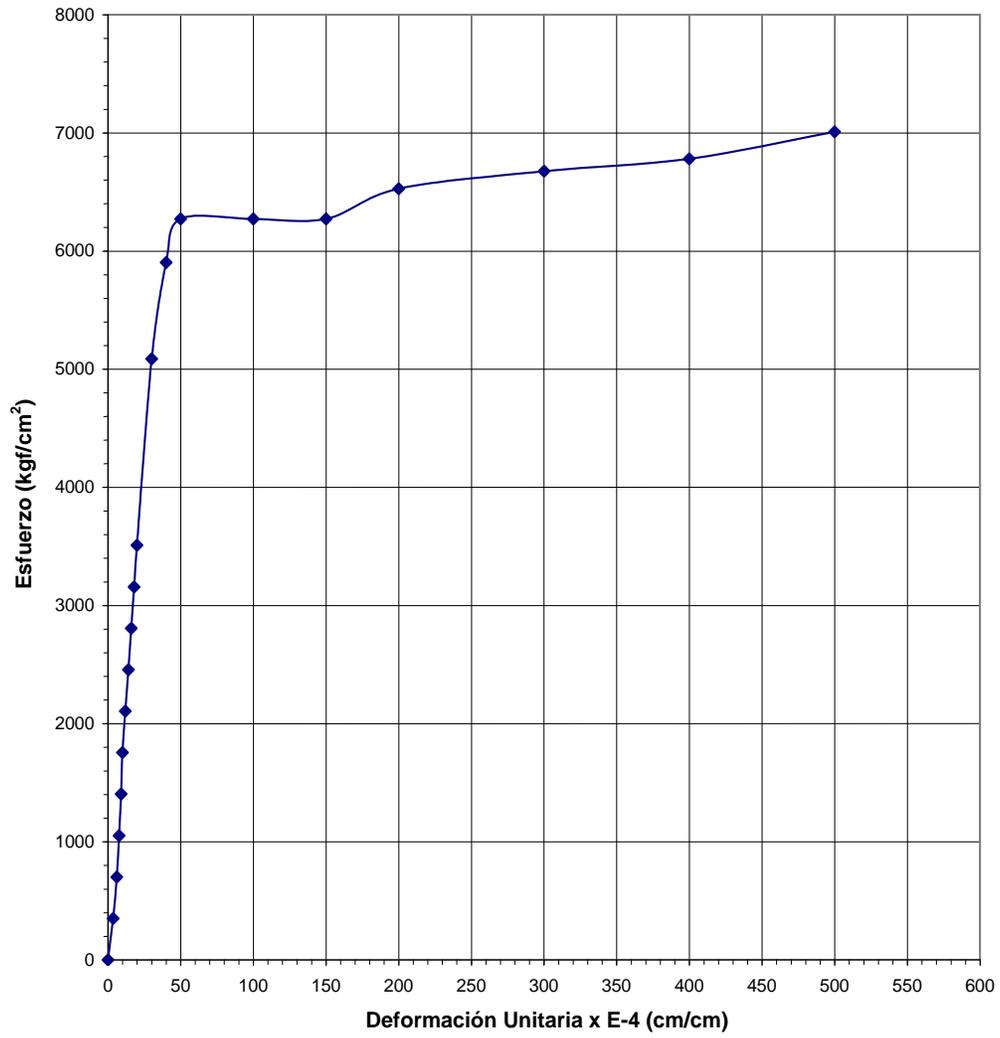


Gráfico 4.4. Esfuerzo-Deformación.

ENSAYO A TRACCION

TURQUIA

M2 3/4"

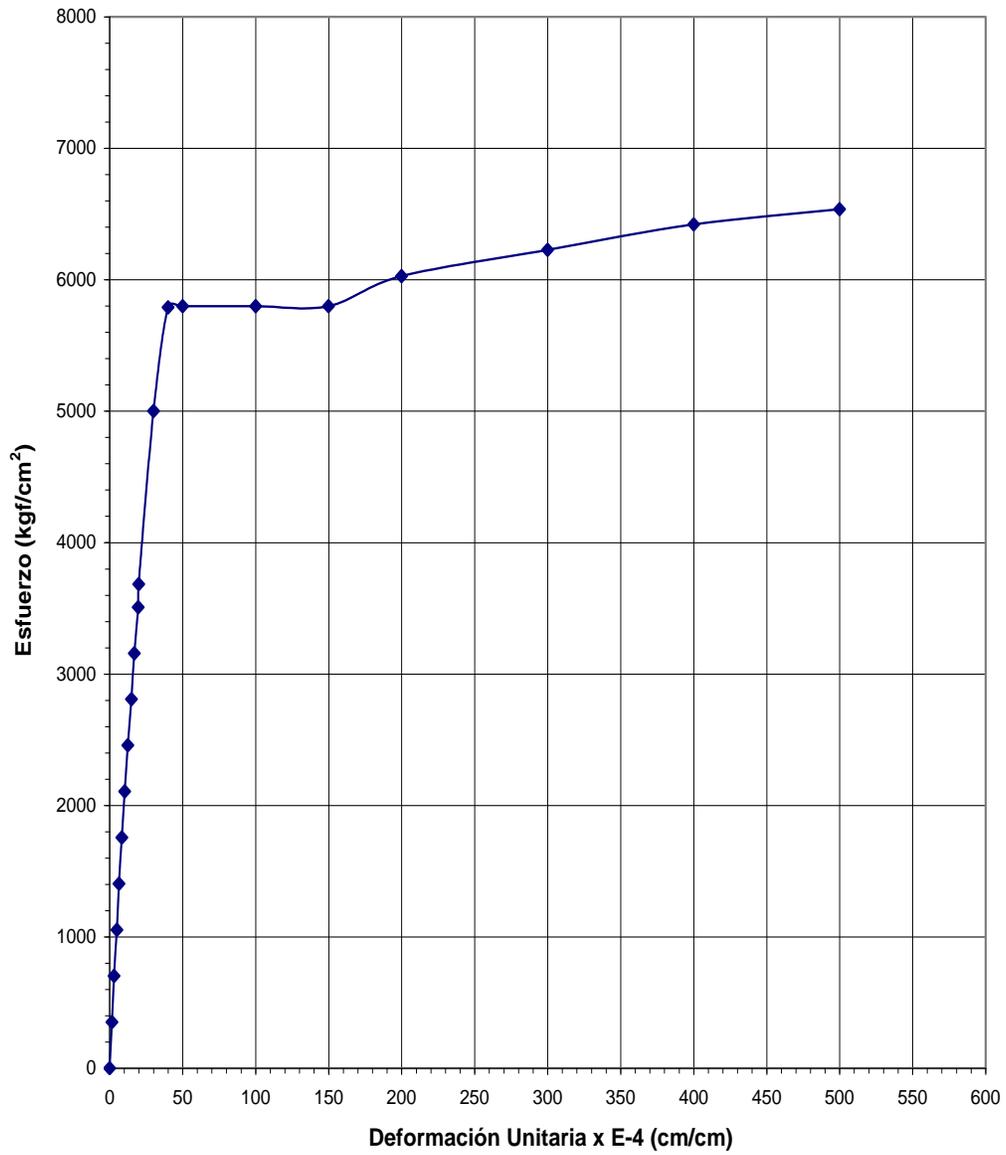


Gráfico 4.5. Esfuerzo-Deformación.

LOTE 3

Material a ensayar:

Dos (2) barra de acero de 1" de diámetro nominal. Colada desconocida.

Los resultados del ensayo de tracción se evaluaron considerándose el área nominal de las barras. En la tabla 4.5 y 4.5.1.

TABLA 4.5 RESULTADOS ORIGEN TURCO LOTE 3

| MUESTRA | AREA (cm ²) | ALARG. En 20cm % | LIM. ELAST. CONV.s _{0,2} % (kgf/cm ²) | ESFUERZ O MAXIMO (kgf/cm ²) | fy*/fy | fsu*/fy* |
|---------|----------------------------|------------------------|---|--|--------|----------|
| M1 1" | 5,07 | 15,0 | 5720 | 6824 | 1,36 | 1,19 |
| M2 1" | 5,07 | 16,0 | 5799 | 6824 | 1,38 | 1,18 |

**TABLA 4.5.1 CUMPLIMIENTO DE LA NORMA COVENIN ORIGEN
TURCO LOTE 3**

| Muestra | Criterio $f_y^* \leq 1,30 f_y$ | Criterio $f_{su}^* \geq 1,25 f_y^*$ |
|---------|--------------------------------|-------------------------------------|
| M1 1" | NO CUMPLE | NO CUMPLE |
| M2 1" | NO CUMPLE | NO CUMPLE |

Los resultados del ensayo de doblado se presentan en la tabla de resultados No. 4.6.

TABLA 4.6 RESULTADOS ORIGEN TURCO LOTE 3

| MUESTRA | ANGULO DE DOBLADO | OBSERVACIÓN |
|---------|-------------------|---|
| M1 1" | 180 | No presento grieta ni indicios de falla |
| M2 1" | 180 | No presento grieta ni indicios de falla |

Para el análisis de este lote de cabillas provenientes de Turquía sin datos de la colada, se ensayaron dos (02) barras de diámetro nominal 1"; se realizó un estudio de relación entre el límite elástico real (f_y^*) y el límite elástico nominal (f_y), donde el resultado nos arrojó mayor de 1,30 por lo que no cumplen con el requisito exigido en el articulado 8.2.1.2 de la norma COVENIN 316-2000 donde se nos menciona: "Para los aceros S-60, S-70, W-40, W-60 y W-70, el Límite Elástico Real (f_y^*) no debe exceder el Límite Elástico Nominal (f_y) en más de un 30%".

Del mismo modo se presentó una relación entre el esfuerzo máximo real (F_{su}^*) y el límite elástico real (f_y^*) donde el resultado nos arrojó menor de 1,25 por lo que no cumplen con el requisito exigido en el articulado 8.2.1.3 de la norma COVENIN 316-2000 donde se nos menciona: "Para los aceros S-40, S-60, S-70, W-40, W-60 y W-70, la Resistencia a la Tracción Real (f_{su}^*) no será menor que 1,25 veces el Límite Elástico Real (f_y^*)".

Por otro lado según el artículo 8.2.1.5.3 de la norma COVENIN 316:2000 nos exige que el porcentaje de alargamiento no debe ser menor que el 12% por lo que las muestras ensayadas cumplen en su totalidad, de igual forma con el ensayo de doblado el cual no presento ningún tipo de falla.

ENSAYO A TRACCION

TURQUIA

M1 1"

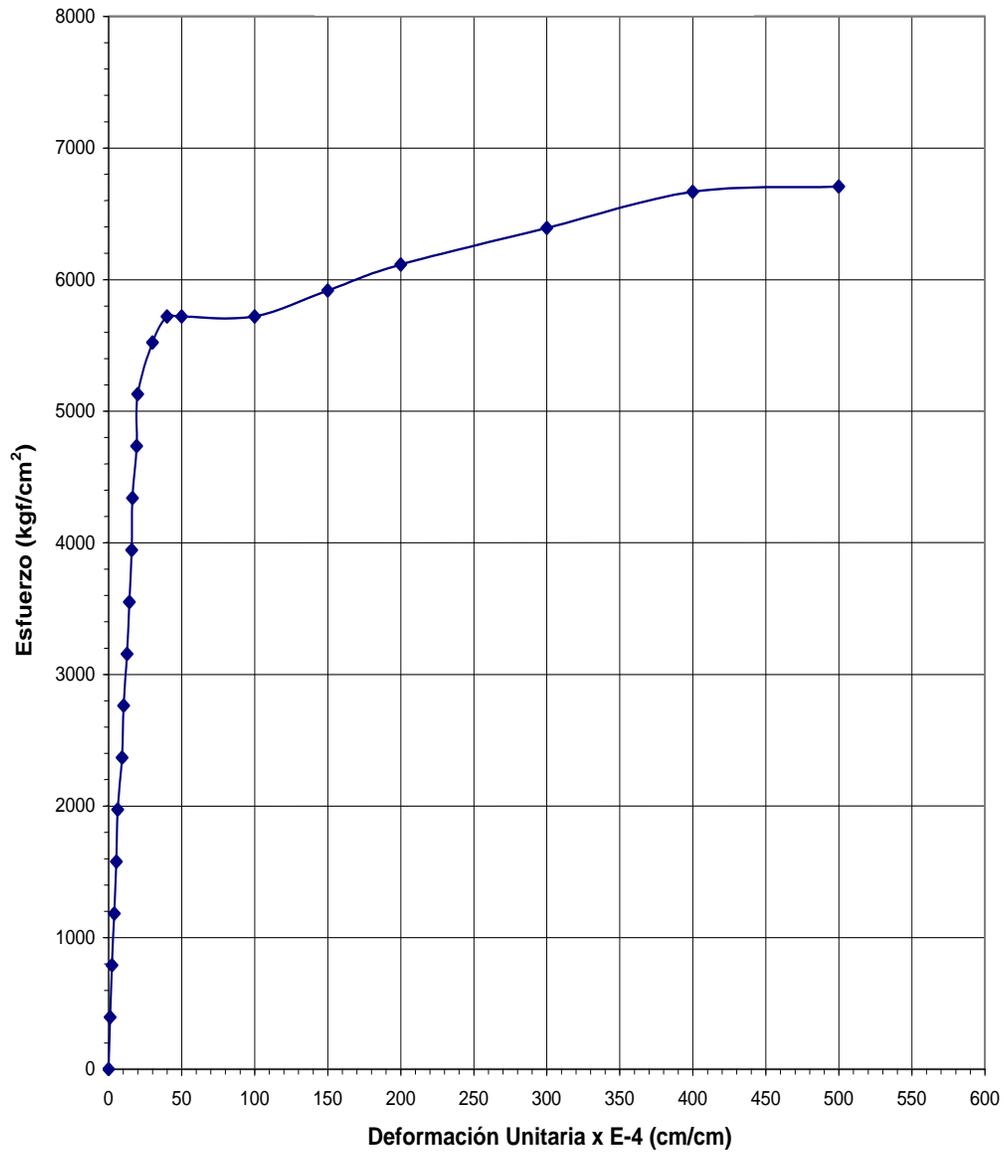


Gráfico 4.6. Esfuerzo-Deformación.

ENSAYO A TRACCION

TURQUIA

M2 1"

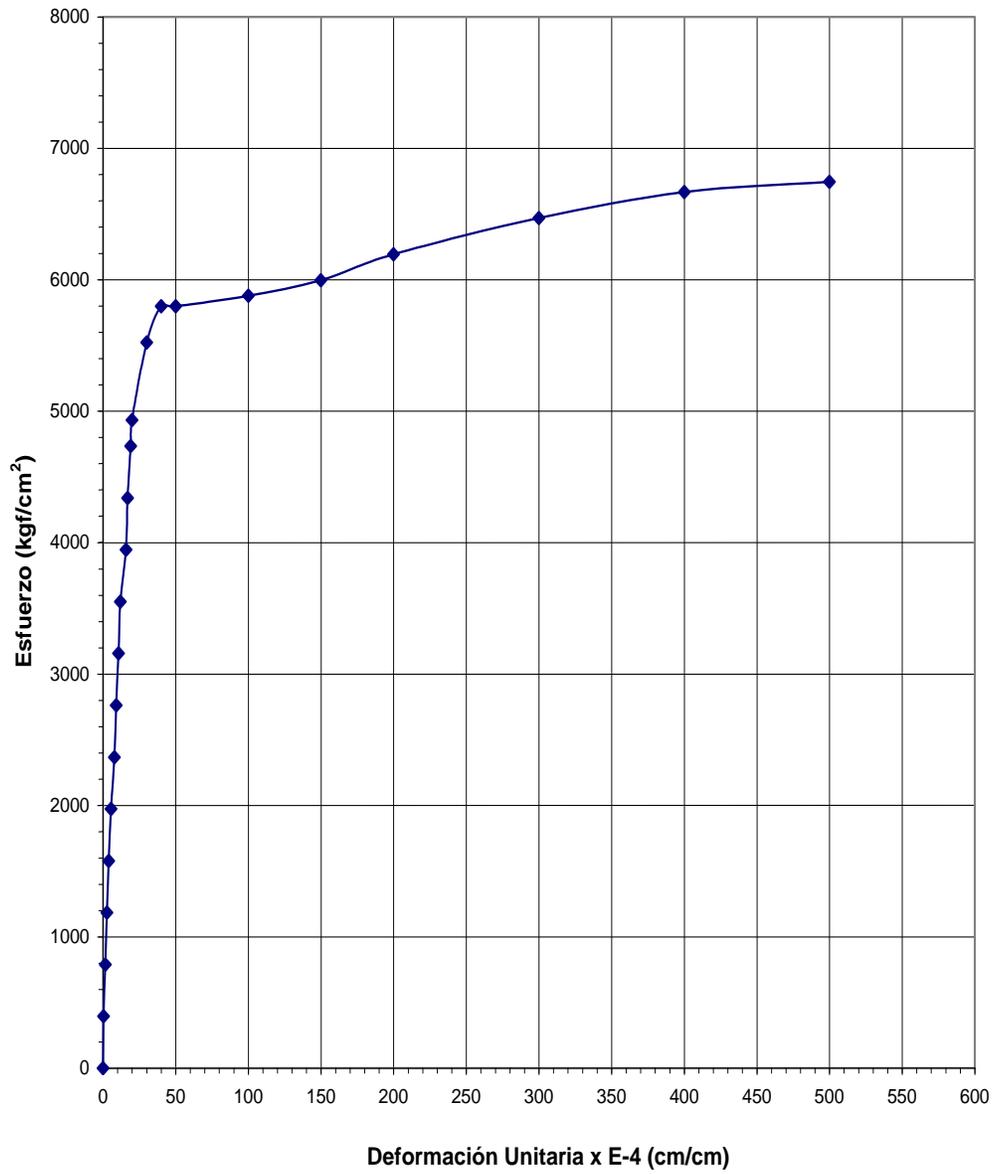


Gráfico 4.7. Esfuerzo-Deformación.

ORIGEN HONDUREÑO

LOTE 1.

Tres (3) barra de acero de 3/8" de diámetro nominal, Grado S60, Colada No. 3-14133-1

Tres (3) barra de acero de 1/2" de diámetro nominal, Grado S60, Colada No. 3-14078-1

Los resultados del ensayo de tracción se presentan en la tabla de resultados 4.7, 4.7.1, 4.8 y 4.8.1.

Honduras 3/8". Considerando f_y Nominal 4200 kgf/cm²

TABLA 4.7 RESULTADOS 3/8" ORIGEN HONDUREÑO LOTE 1

| MUESTA | AREA (cm ²) | ALARG. En 20cm % | LIM. ELAST. CONV.s _{0,2} % (kgf/cm ²) | ESFUERZO MAXIMO (kgf/cm ²) | f_y^*/f_y | f_{su}^*/f_y^* |
|---------|----------------------------|------------------------|---|--|-------------|------------------|
| M1 3/8" | 0,713 | 16 | 4628 | 6999 | 1,10 | 1,51 |
| M2 3/8" | 0,713 | 16 | 4684 | 7013 | 1,12 | 1,50 |
| M3 3/8" | 0,713 | 16 | 4797 | 7055 | 1,14 | 1,47 |

**TABLA 4.7.1 CUMPLIMIENTO DE LA NORMA COVENIN ORIGEN
HONDUREÑO LOTE 1**

| Muestra | Criterio $f_y^* \leq 1,30 f_y$ | Criterio $f_{su}^* \geq 1,25 f_y^*$ |
|---------|--------------------------------|-------------------------------------|
| M1 3/8" | CUMPLE | CUMPLE |
| M2 3/8" | CUMPLE | CUMPLE |
| M3 3/8" | CUMPLE | CUMPLE |

Honduras 1/2" Considerando f_y Nominal 4200 kgf/cm²

TABLA 4.8 RESULTADOS 1/2" ORIGEN HONDUREÑO LOTE 1

| MUESTRA | AREA (cm ²) | ALARG. En 20cm % | LIM. ELAST. CONV. $s_{0,2\%}$ (kgf/cm ²) | ESFUERZO MAXIMO (kgf/cm ²) | f_y^*/f_y | f_{su}^*/f_y^* |
|---------|----------------------------|------------------------|---|--|-------------|------------------|
| M1 1/2" | 1,270 | 18 | 4496 | 6693 | 1,07 | 1,49 |
| M2 1/2" | 1,270 | 19 | 4504 | 6929 | 1,07 | 1,54 |
| M3 1/2" | 1,270 | 16 | 4268 | 6945 | 1,02 | 1,63 |

**TABLA 4.8.1 CUMPLIMIENTO DE LA NORMA COVENIN ORIGEN
HONDUREÑO LOTE 1**

| Muestra | Criterio $f_y^* \leq 1,30 f_y$ | Criterio $f_{su}^* \geq 1,25 f_y^*$ |
|---------|--------------------------------|-------------------------------------|
| M1 1/2" | CUMPLE | CUMPLE |
| M2 1/2" | CUMPLE | CUMPLE |
| M3 1/2" | CUMPLE | CUMPLE |

Los resultados del ensayo de doblado se presentan en la tabla de resultados No. 4.9 y 4.10.

Honduras 3/8"

TABLA 4.9 RESULTADOS 3/8" ORIGEN HONDUREÑO LOTE 1

| MUESTRA | ANGULO DE DOBLADO | OBSERVACIÓN |
|---------|-------------------|--|
| M1 3/8" | 180 | No presento grietas ni indicios de falla |
| M2 3/8" | 180 | No presento grietas ni indicios de falla |
| M3 3/8" | 180 | No presento grietas ni indicios de falla |

Honduras 1/2"

TABLA 4.10 RESULTADOS 1/2" ORIGEN HONDUREÑO LOTE 1

| MUESTRA | ANGULO DE DOBLADO | OBSERVACIÓN |
|---------|-------------------|--|
| M1 1/2" | 180 | No presento grietas ni indicios de falla |
| M2 1/2" | 180 | No presento grietas ni indicios de falla |
| M3 1/2" | 180 | No presento grietas ni indicios de falla |

Del lote de cabillas provenientes de Honduras de la colada 3-14133-1, se ensayaron tres (03) barras de diámetro nominal 3/8" y clasificadas como S60; se realizó un estudio de relación entre el límite elástico real (f_y^*) y el límite elástico nominal (f_y), donde el resultado nos arrojó menor de 1,30 por lo que cumplen con el requisito exigido en el articulado 8.2.1.2 de la norma COVENIN 316-2000 donde se nos menciona: "Para los aceros S-60, S-70, W-40, W-60 y W-70, el Límite Elástico Real (f_y^*) no debe exceder el Límite Elástico Nominal (f_y) en más de un 30%".

Del mismo modo se presentó una relación entre el esfuerzo máximo real (F_{su}^*) y el límite elástico real (f_y^*) donde el resultado nos arrojó mayor de 1,25 por lo que cumplen con el requisito exigido en el articulado 8.2.1.3 de la norma COVENIN 316-

2000 donde se nos menciona: “Para los aceros S-40, S-60, S-70, W-40, W-60 y W-70, la Resistencia a la Tracción Real (f_{su}^*) no será menor que 1,25 veces el Límite Elástico Real (f_y^*)”.

También se ensayaron tres (03) barras de diámetro nominal 1/2” , colada 3-14078-1 y clasificadas como S60; se realizó un estudio de relación entre el límite elástico real (f_y^*) y el límite elástico nominal (f_y), donde el resultado nos arrojó menor de 1,30 por lo que cumplen con el requisito exigido en el articulado 8.2.1.2 de la norma COVENIN 316-2000 donde se nos menciona: “Para los aceros S-60, S-70, W-40, W-60 y W-70, el Límite Elástico Real (f_y^*) no debe exceder el Límite Elástico Nominal (f_y) en más de un 30%”.

Del mismo modo se presentó una relación entre el esfuerzo máximo real (F_{su}^*) y el límite elástico real (f_y^*) donde el resultado nos arrojó mayor de 1,25 por lo que cumplen con el requisito exigido en el articulado 8.2.1.3 de la norma COVENIN 316-2000 donde se nos menciona: “Para los aceros S-40, S-60, S-70, W-40, W-60 y W-70, la Resistencia a la Tracción Real (f_{su}^*) no será menor que 1,25 veces el Límite Elástico Real (f_y^*)”.

Por otro lado según el artículo 8.2.1.5.3 de la norma COVENIN 316:2000 nos exige que el porcentaje de alargamiento no debe ser menor que el 12% por lo que las muestras ensayadas cumplen en su totalidad, de igual forma con el ensayo de doblado el cual no presento ningún tipo de falla.

ENSAYO A TRACCIÓN

HONDURAS

M1 3/8"

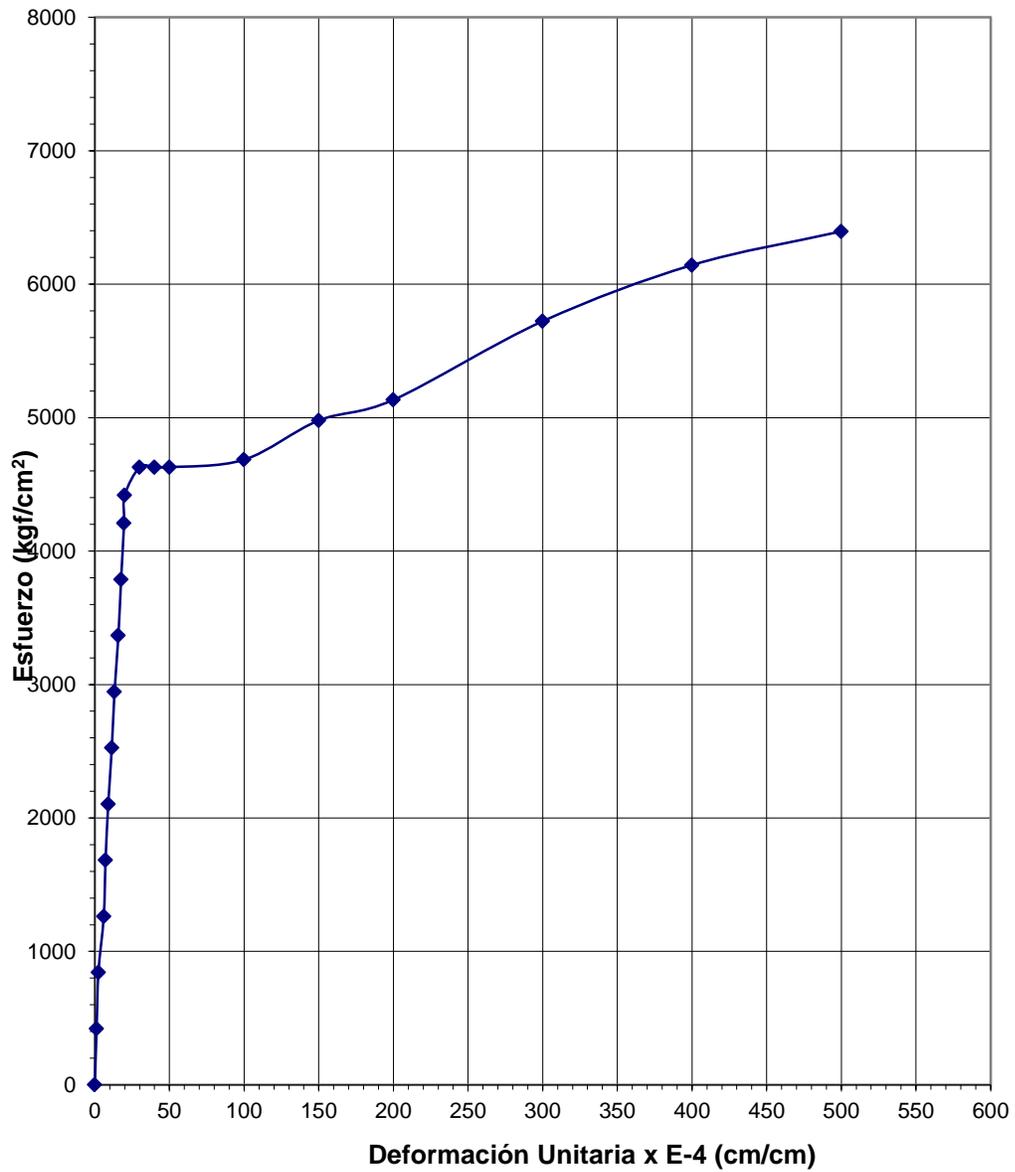


Gráfico 4.8. Esfuerzo-Deformación.

ENSAYO A TRACCIÓN

HONDURAS

M2 3/8"

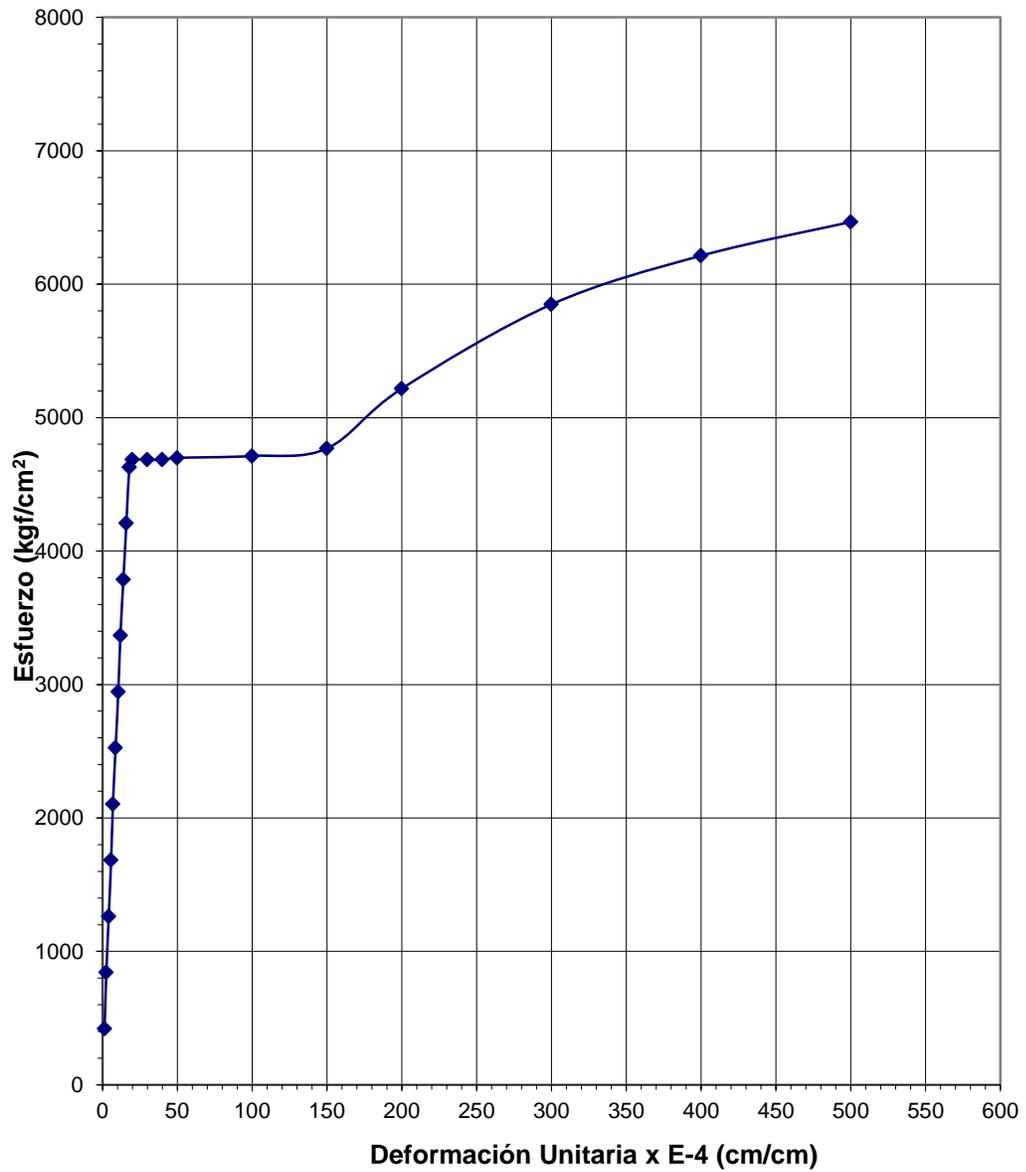


Gráfico 4.9. Esfuerzo-Deformación.

ENSAYO A TRACCIÓN

HONDURAS

M3 3/8"

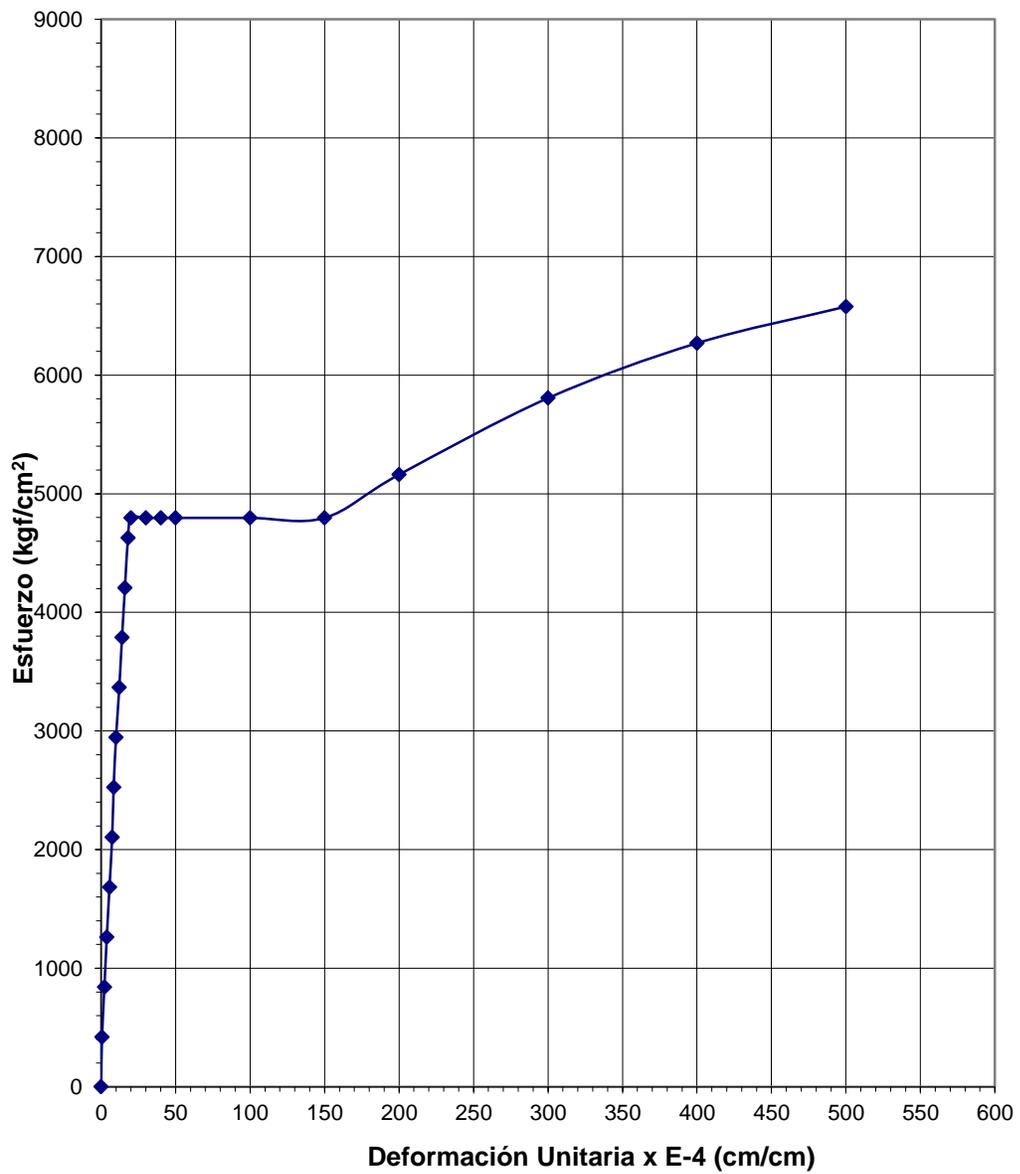


Gráfico 4.10. Esfuerzo-Deformación.

ENSAYO A TRACCIÓN

HONDURAS

M1 1/2"

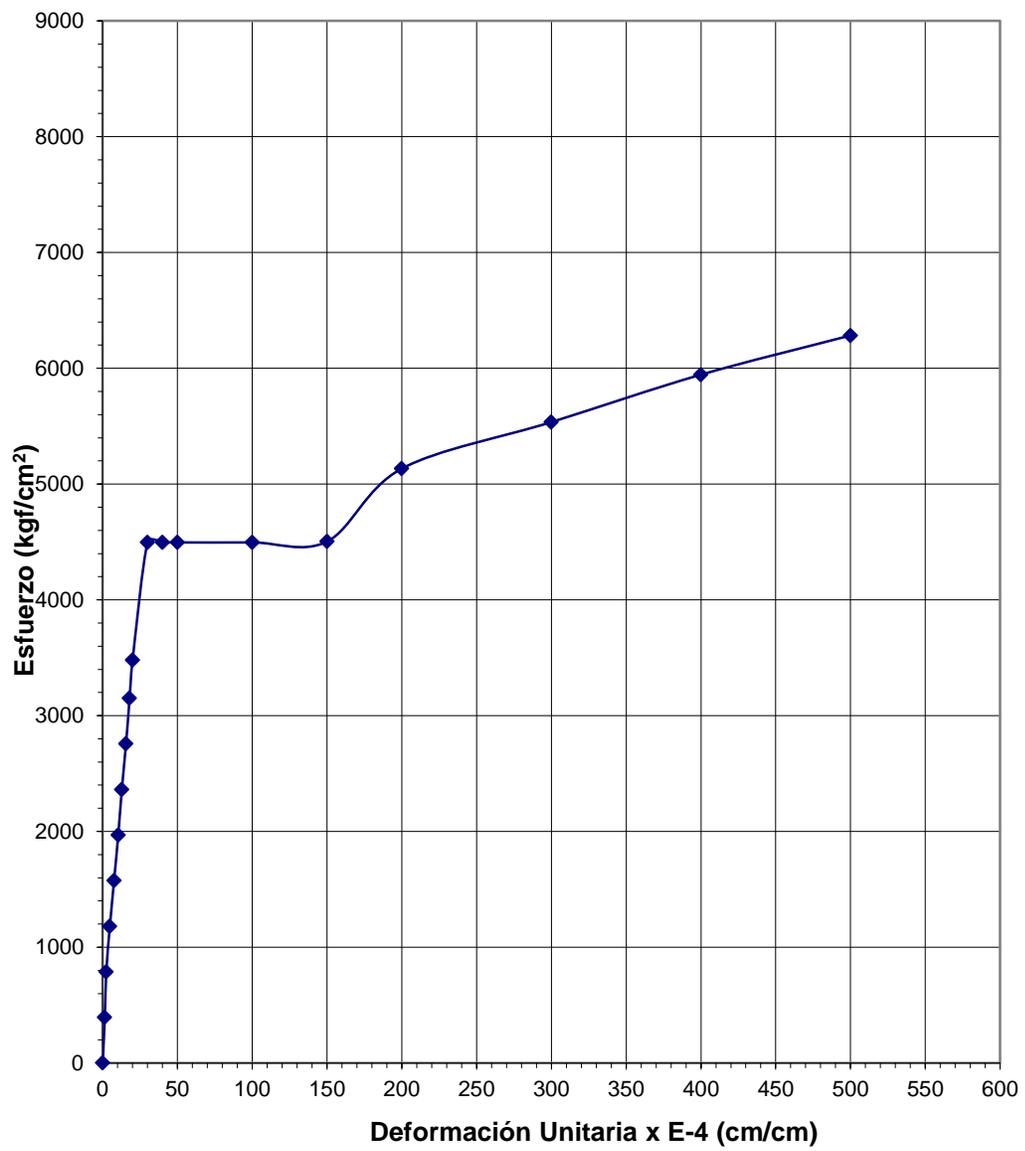


Gráfico 4.11. Esfuerzo-Deformación.

ENSAYO A TRACCIÓN

HONDURAS

M2 1/2"

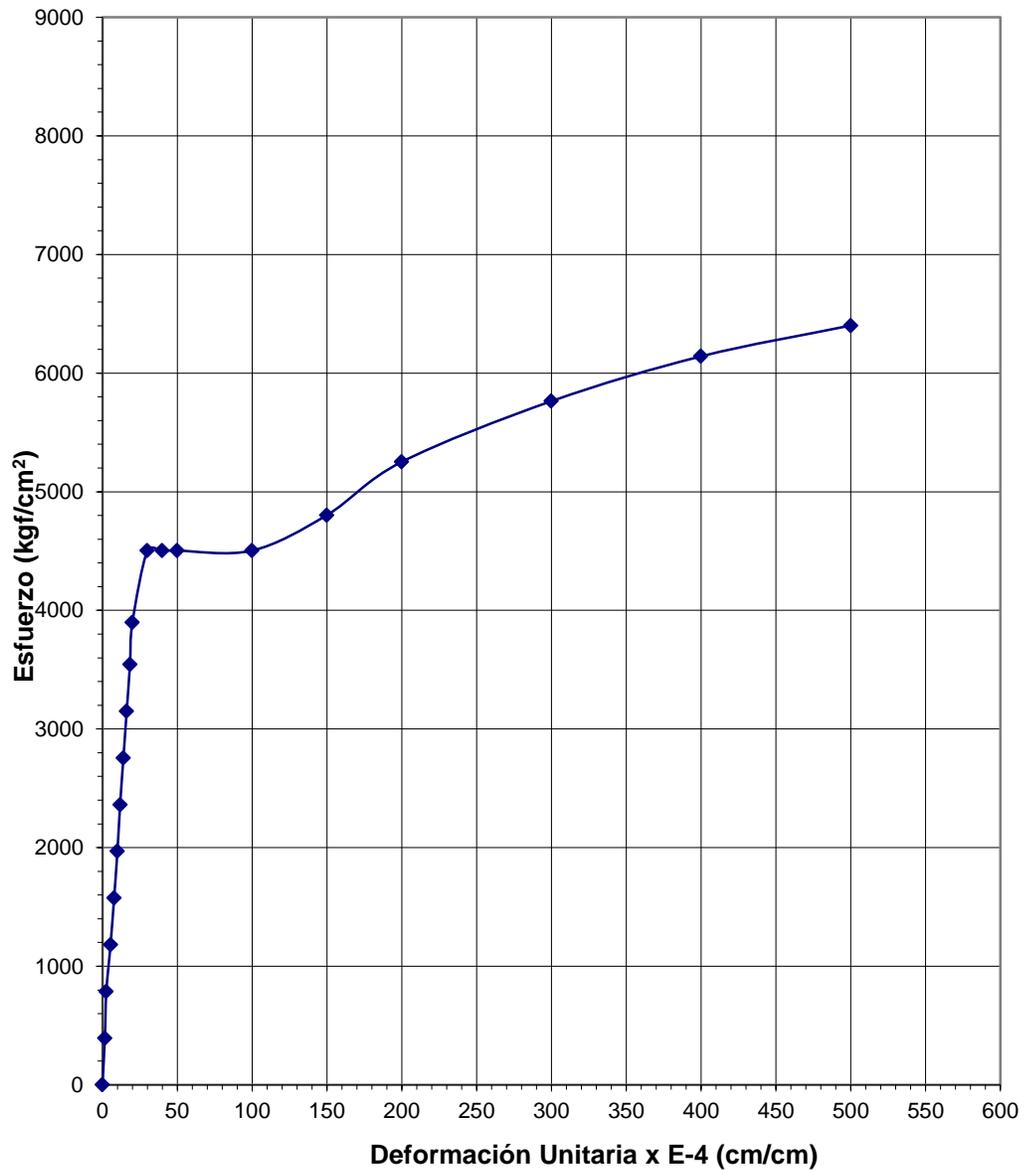


Gráfico 4.12. Esfuerzo-Deformación.

ENSAYO A TRACCIÓN

HONDURAS

M3 1/2"

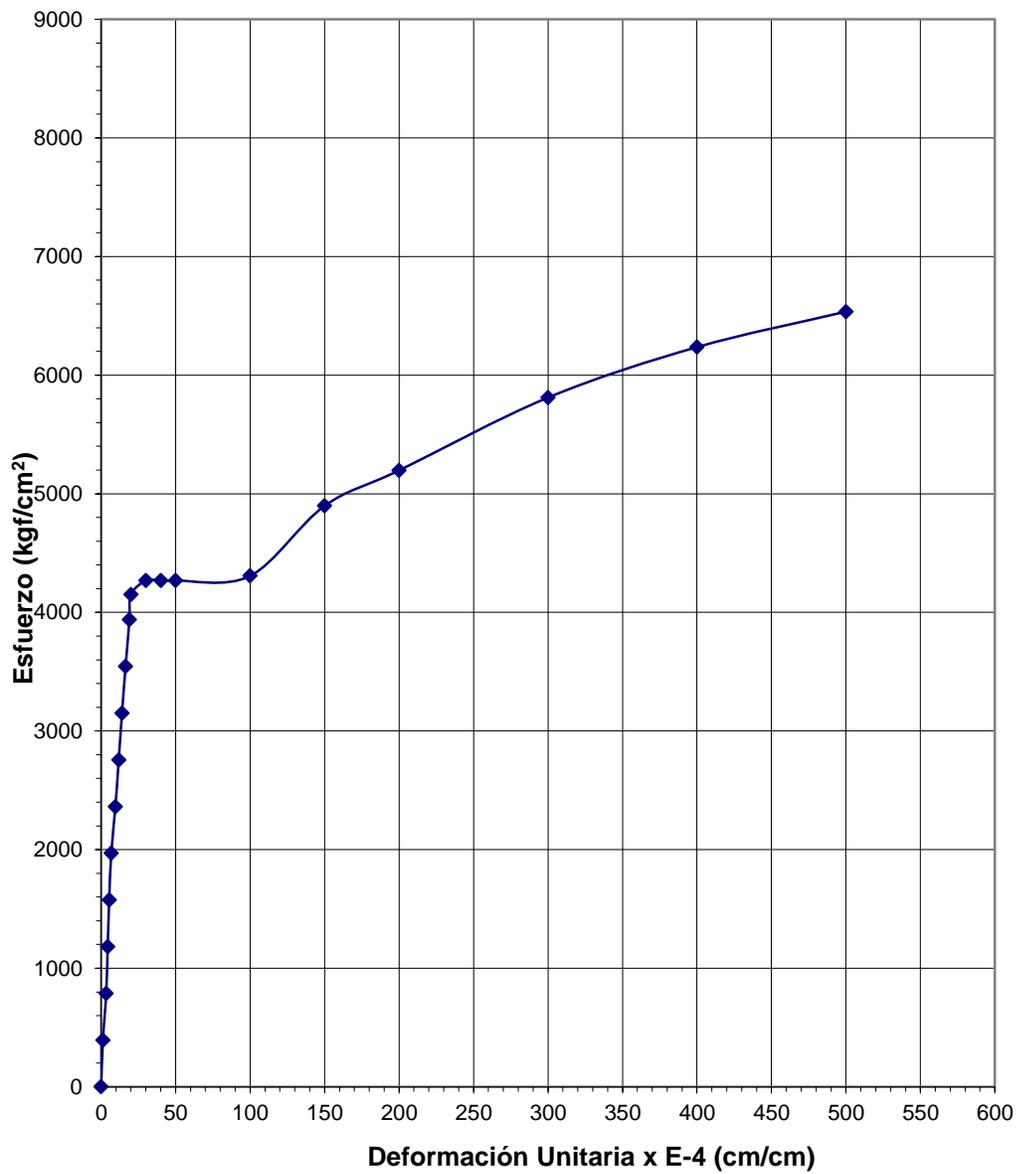


Gráfico 4.13. Esfuerzo-Deformación.

ORIGEN REPUBLICA DOMINICANA

LOTE 1.

Material a ensayar:

• Dieciocho (18) Cabillas de acero. Los diámetros y las coladas se indican en la tabla de resultados.

Los resultados del ensayo de tracción se presentan en la tabla de resultados 4.11 y 4.11.1.

TABLA 4.11 RESULTADOS ORIGEN DOMINICANA LOTE I

| MUESTRA | AREA (cm ²) | ALARG. En 20cm % | LIM. ELAST. CONV.s _{0,2} % (kgf/cm ²) | ESFUERZO MAXIMO (kgf/cm ²) | fy*/fy | Fsu*/fy* |
|---------------|----------------------------|------------------------|---|--|--------|----------|
| 3/8" 118785 | 0,71 | 13,5 | 4278 | 7493 | 1 | 1,75 |
| 3/8" 118778 | 0,71 | 19,8 | 4341 | 7324 | 1,03 | 1,69 |
| 3/8" 118763 | 0,71 | 14,7 | 4349 | 7521 | 1,04 | 1,73 |
| 1/2" 1313743 | 1,27 | 14,6 | 4423 | 7386 | 1,05 | 1,67 |
| 1/2" 1313632 | 1,27 | 14,0 | 4408 | 7339 | 1,05 | 1,66 |
| 1/2" 1313621 | 1,27 | 14,5 | 4451 | 7331 | 1,06 | 1,65 |
| 5/8" 118757 | 1,98 | 14,5 | 4338 | 7525 | 1,03 | 1,73 |
| 5/8" 118820 | 1,98 | 15,0 | 4338 | 7677 | 1,03 | 1,77 |
| 5/8" 118832 | 1,98 | 14,0 | 4408 | 7449 | 1,05 | 1,69 |
| 3/4" ONJR000 | 2,85 | 18,5 | 4394 | 7386 | 1,05 | 1,68 |
| 3/4" OPO2000 | 2,85 | 15,3 | 4296 | 7544 | 1,02 | 1,76 |
| 3/4" ONMA000 | 2,85 | 15,7 | 4324 | 7544 | 1,03 | 1,74 |
| 7/8" 13102666 | 3,88 | 16,0 | 4535 | 7990 | 1,08 | 1,76 |
| 7/8" 124461 | 3,88 | 15,8 | 4343 | 7732 | 1,03 | 1,78 |
| 7/8" 13102699 | 3,88 | 16,4 | 5328 | 7990 | 1,27 | 1,50 |
| 1" 1313097 | 5,07 | 17,6 | 4874 | 7416 | 1,16 | 1,52 |
| 1" 130327390 | 5,07 | 17,3 | 4419 | 7219 | 1,05 | 1,63 |
| 1" 130327365 | 5,07 | 19,6 | 4242 | 7179 | 1,01 | 1,69 |

**TABLA 4.11.1 CUMPLIMIENTO DE LA NORMA COVENIN ORIGEN
DOMINICANA LOTE I**

| Muestra | Criterio $f_y^* \leq 1,30 f_y$ | Criterio $f_{su}^* \geq 1,25 f_y^*$ |
|---------------|--------------------------------|-------------------------------------|
| 3/8" 118785 | CUMPLE | CUMPLE |
| 3/8" 118778 | CUMPLE | CUMPLE |
| 3/8" 118763 | CUMPLE | CUMPLE |
| 1/2" 1313743 | CUMPLE | CUMPLE |
| 1/2" 1313632 | CUMPLE | CUMPLE |
| 1/2"1313621 | CUMPLE | CUMPLE |
| 5/8" 118757 | CUMPLE | CUMPLE |
| 5/8" 118820 | CUMPLE | CUMPLE |
| 5/8" 118832 | CUMPLE | CUMPLE |
| 3/4" ONJR000 | CUMPLE | CUMPLE |
| 3/4 OPO2000 | CUMPLE | CUMPLE |
| 3/4" ONMA000 | CUMPLE | CUMPLE |
| 7/8" 13102666 | CUMPLE | CUMPLE |
| 7/8" 124461 | CUMPLE | CUMPLE |
| 7/8" 13102699 | CUMPLE | CUMPLE |
| 1" 1313097 | CUMPLE | CUMPLE |
| 1" 130327390 | CUMPLE | CUMPLE |
| 1" 130327365 | CUMPLE | CUMPLE |

Los resultados del ensayo de doblado se presentan en la tabla de resultados No. 4.12.

TABLA 4.12 RESULTADOS TABLA ORIGEN DOMINICANA LOTE I

| MUESTRA | ANGULO DE DOBLADO | OBSERVACIÓN |
|---------------|-------------------|---|
| 3/8" 118785 | 180 | No presentó grieta ni indicios de falla |
| 3/8" 118778 | 180 | No presentó grieta ni indicios de falla |
| 3/8" 118763 | 180 | No presentó grieta ni indicios de falla |
| 1/2" 1313743 | 180 | No presentó grieta ni indicios de falla |
| 1/2" 1313632 | 180 | No presentó grieta ni indicios de falla |
| 1/2" 1313621 | 180 | No presentó grieta ni indicios de falla |
| 5/8" 118757 | 180 | No presentó grieta ni indicios de falla |
| 5/8" 118820 | 180 | No presentó grieta ni indicios de falla |
| 5/8" 118832 | 180 | No presentó grieta ni indicios de falla |
| 3/4" ONJR000 | 180 | No presentó grieta ni indicios de falla |
| 3/4 OPO2000 | 180 | No presentó grieta ni indicios de falla |
| 3/4" ONMA000 | 180 | No presentó grieta ni indicios de falla |
| 7/8" 13102666 | 180 | No presentó grieta ni indicios de falla |
| 7/8" 124461 | 180 | No presentó grieta ni indicios de falla |
| 7/8" 13102699 | 180 | No presentó grieta ni indicios de falla |
| 1" 1313097 | 180 | No presentó grieta ni indicios de falla |
| 1" 130327390 | 180 | No presentó grieta ni indicios de falla |
| 1" 130327365 | 180 | No presentó grieta ni indicios de falla |

Para el análisis de este lote de cabillas provenientes de República Dominicana con diámetros nominales y coladas indicadas en las tablas anteriores, se ensayaron Dieciocho (18) barras; se realizó un estudio de relación entre el límite elástico real (f_y^*) y el límite elástico nominal (f_y), donde el resultado nos arrojó menor de 1,30 por lo que cumplen con el requisito exigido en el articulado 8.2.1.2 de la norma COVENIN 316-2000 donde se nos menciona: “Para los aceros S-60, S-70, W-40, W-60 y W-70, el Límite Elástico Real (f_y^*) no debe exceder el Límite Elástico Nominal (f_y) en más de un 30%”.

Del mismo modo se presentó una relación entre el esfuerzo máximo real (F_{su}^*) y el límite elástico real (f_y^*) donde el resultado nos arrojó mayor de 1,25 por lo que

cumplen con el requisito exigido en el articulado 8.2.1.3 de la norma COVENIN 316-2000 donde se nos menciona: “Para los aceros S-40, S-60, S-70, W-40, W-60 y W-70, la Resistencia a la Tracción Real (f_{su}^*) no será menor que 1,25 veces el Límite Elástico Real (f_{y}^*)”.

Por otro lado según el artículo 8.2.1.5.3 de la norma COVENIN 316:2000 nos exige que el porcentaje de alargamiento no debe ser menor que el 12% por lo que las muestras ensayadas cumplen en su totalidad, de igual forma con el ensayo de doblado el cual no presento ningún tipo de falla.

ENSAYO A TRACCIÓN
REPUBLICA DOMINICANA

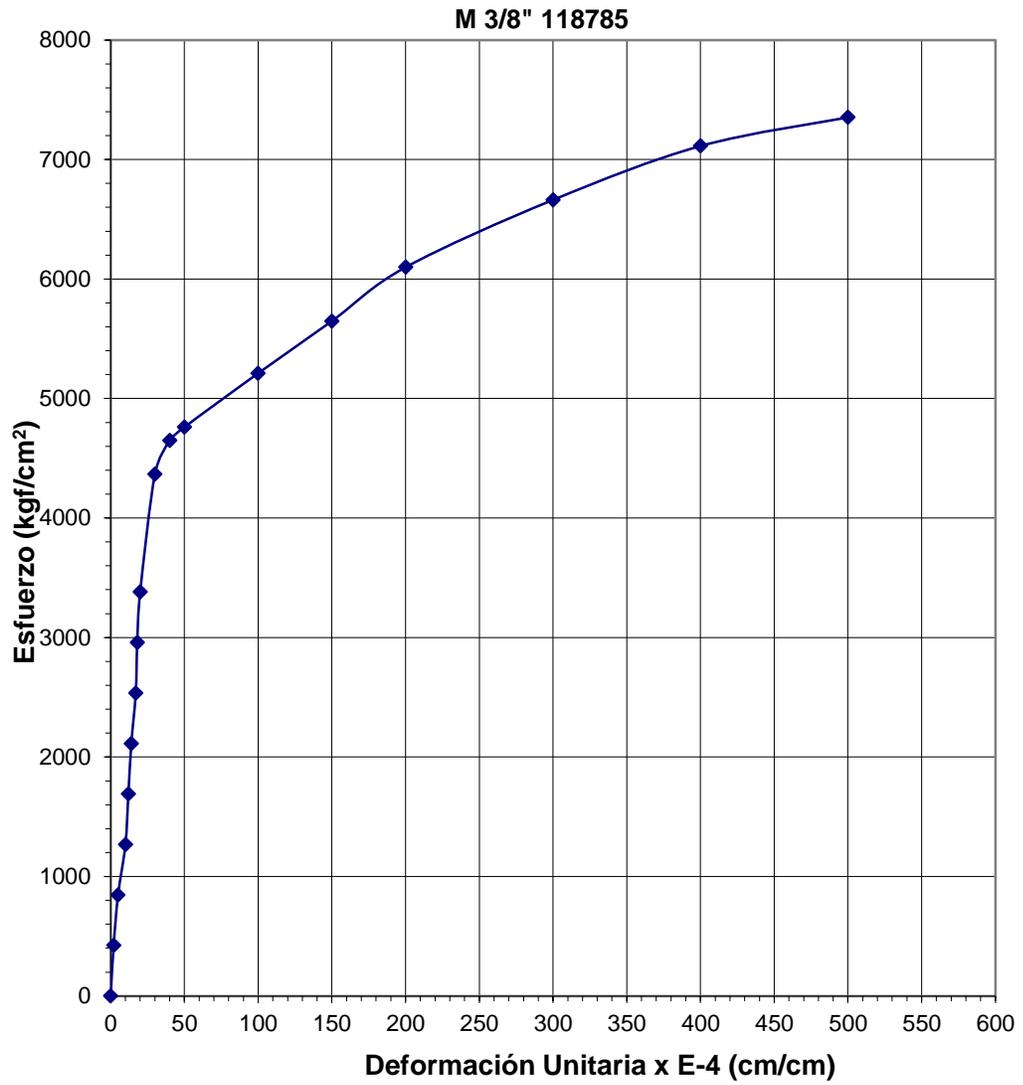


Gráfico 4.14. Esfuerzo-Deformación.

ENSAYO A TRACCIÓN
REPUBLICA DOMINICANA
M 3/8" 1118778

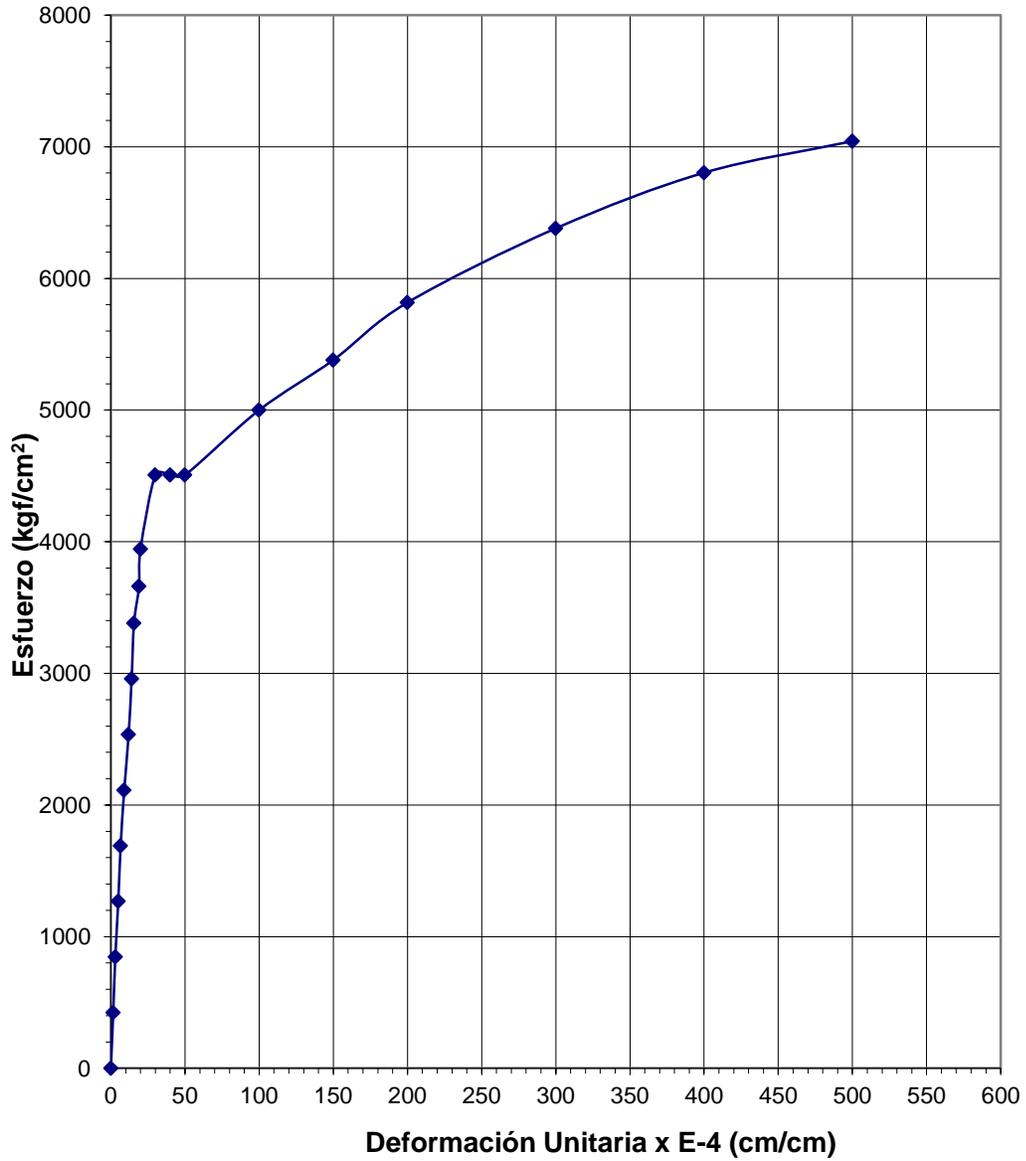


Gráfico 4.15. Esfuerzo-Deformación.

ENSAYO A TRACCIÓN
REPUBLICA DOMINICANA

M 3/8" 1118763

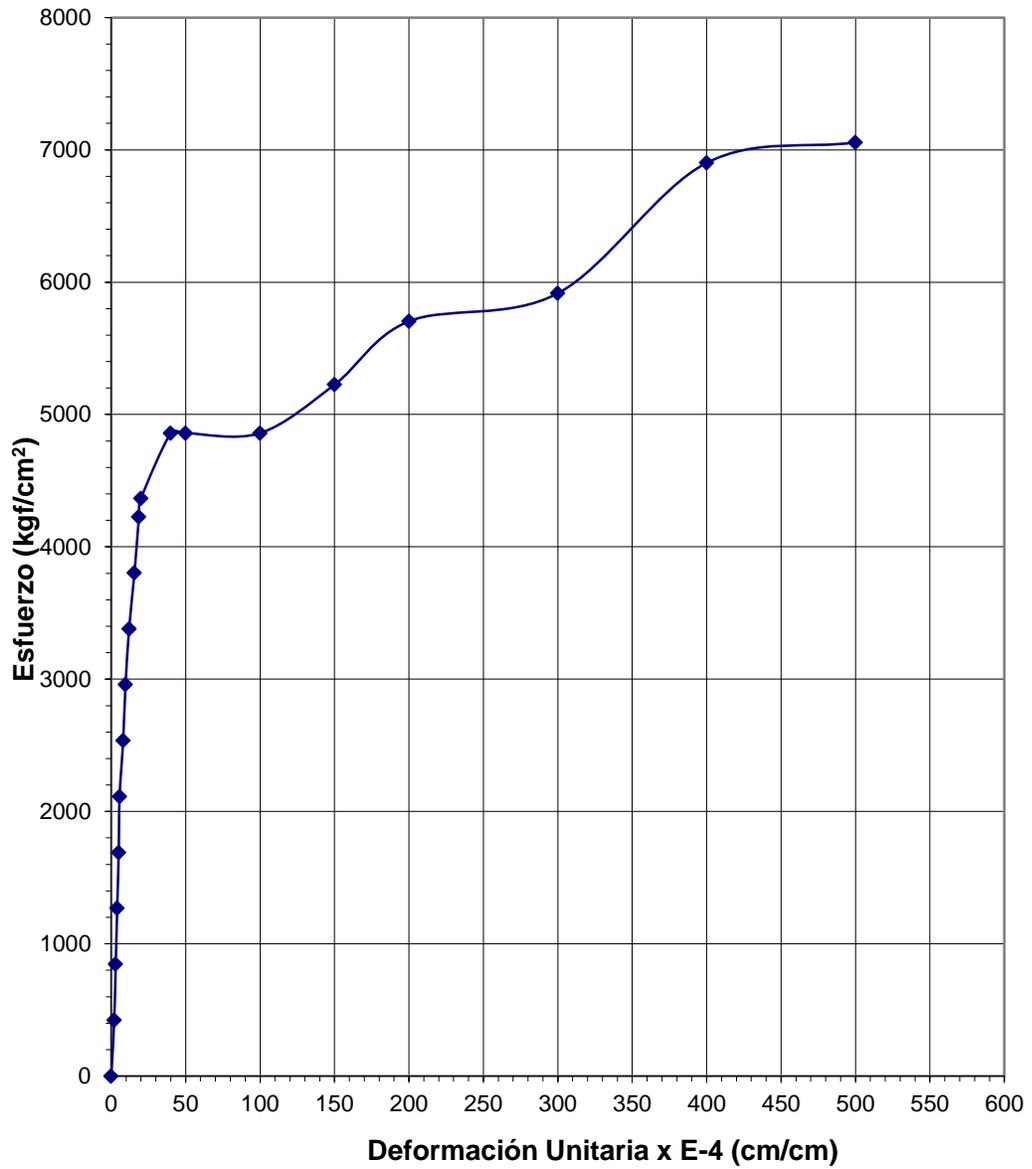


Gráfico 4.16. Esfuerzo-Deformación.

ENSAYO A TRACCIÓN
REPUBLICA DOMINICANA
M 1/2" 1313743

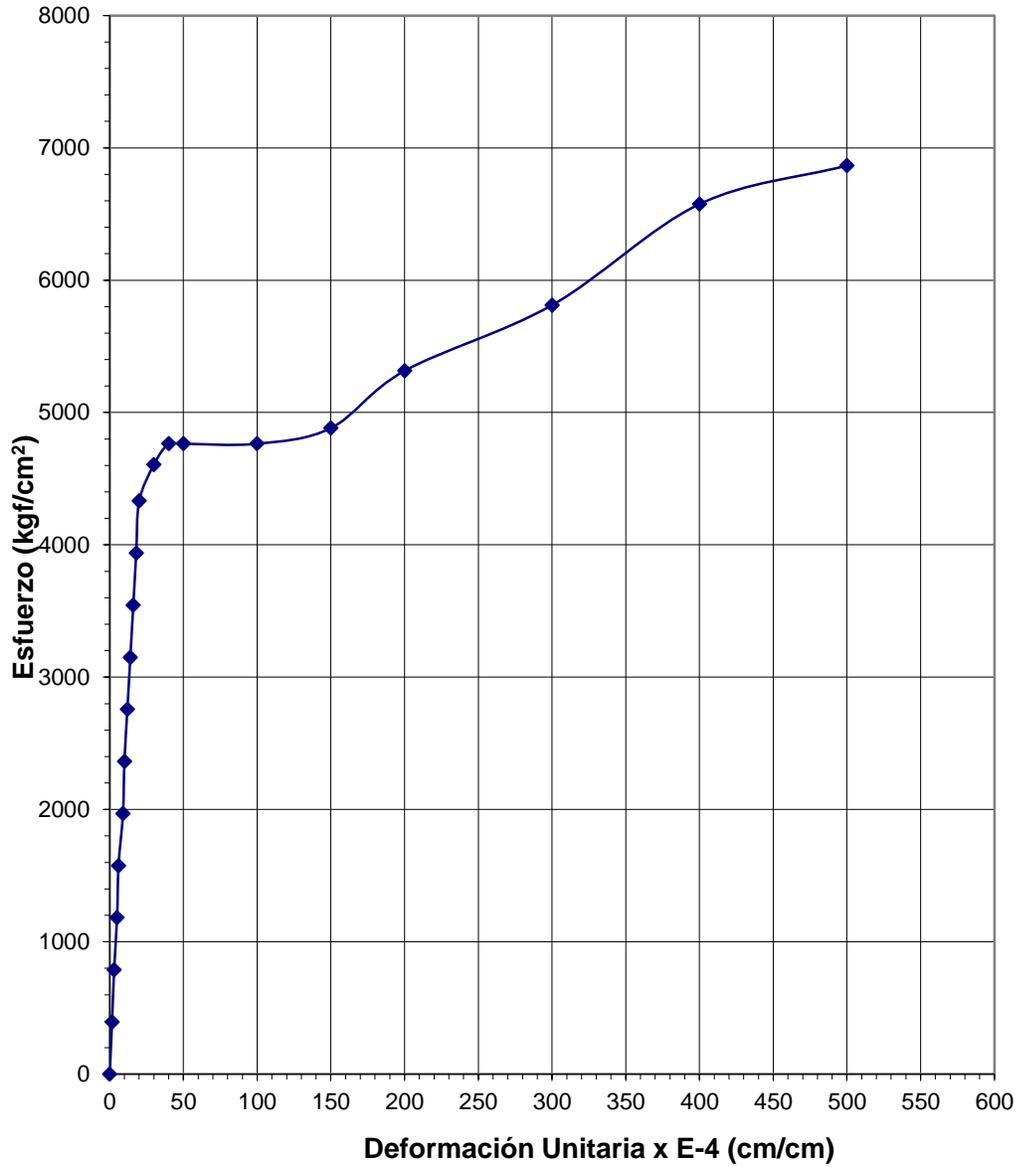


Gráfico 4.17. Esfuerzo-Deformación.

ENSAYO A TRACCIÓN
REPÚBLICA DOMINICANA
M 1/2" 1313632

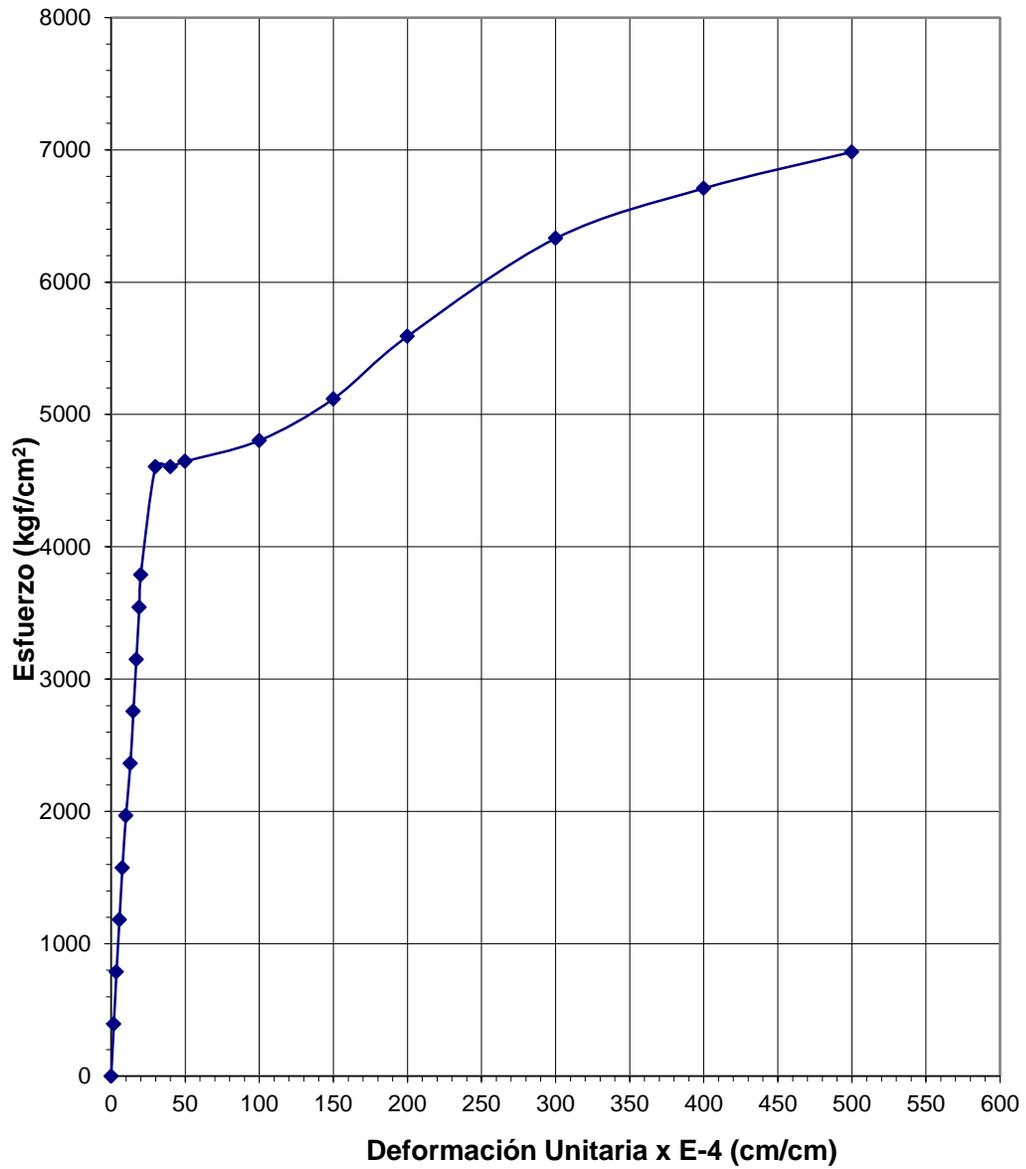


Gráfico 4.18. Esfuerzo-Deformación.

ENSAYO A TRACCIÓN
REPUBLICA DOMINICANA

M 1/2" 1313621

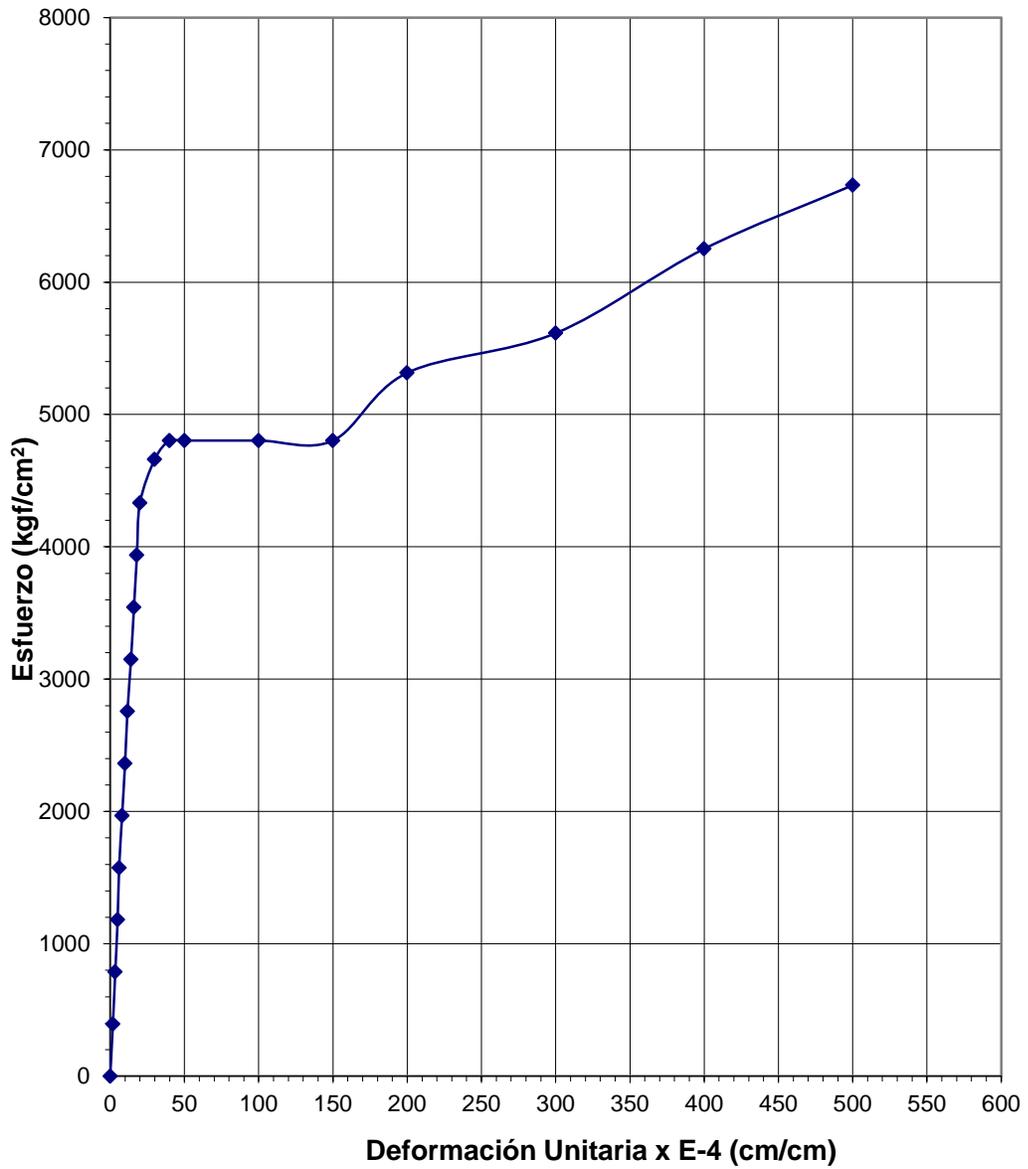


Gráfico 4.19. Esfuerzo-Deformación.

ENSAYO A TRACCIÓN
REPUBLICA DOMINICANA

M 5/8" 118757

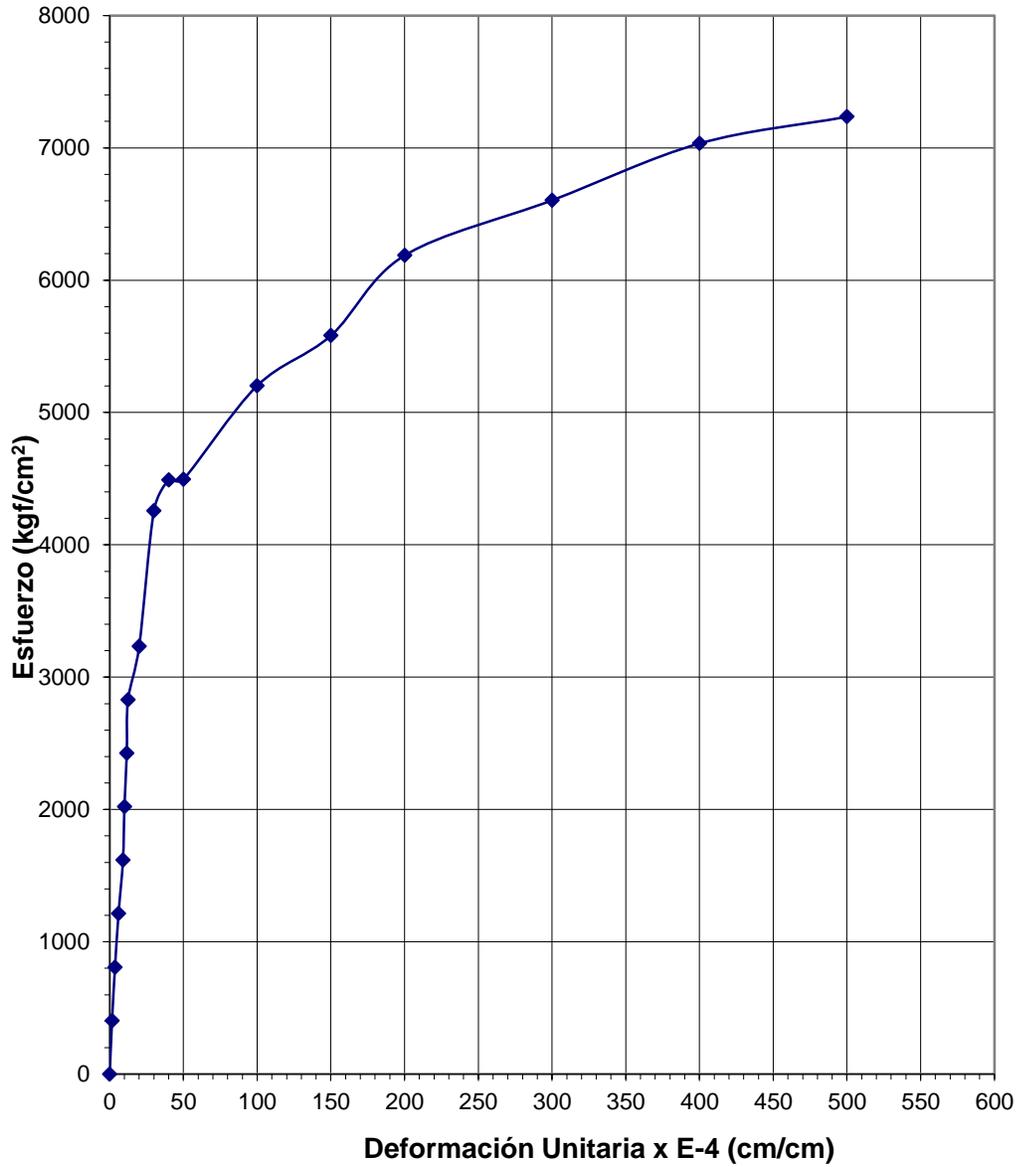


Gráfico 4.20. Esfuerzo-Deformación.

ENSAYO A TRACCIÓN
REPUBLICA DOMINICANA

M 5/8" 118820

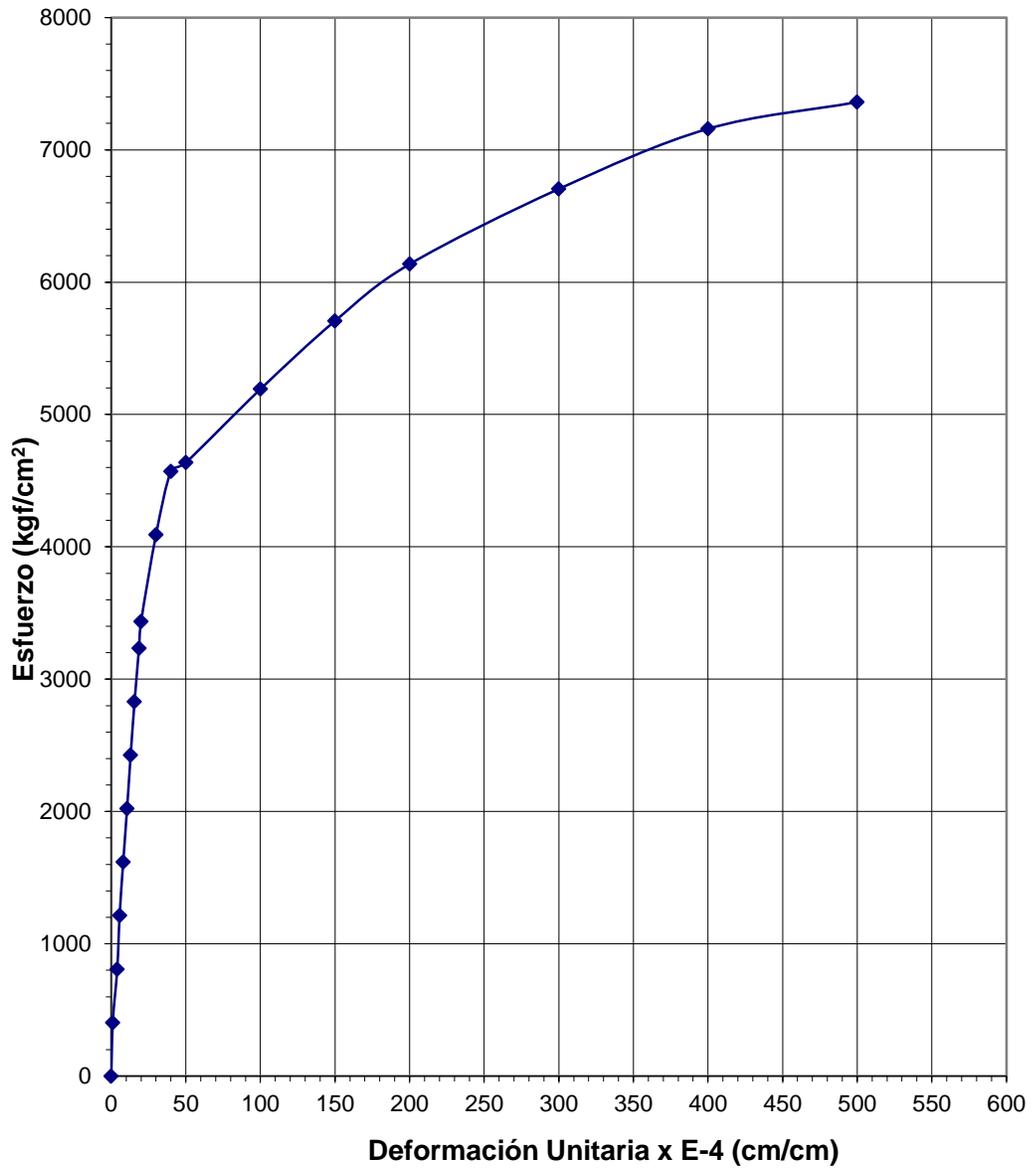


Gráfico 4.21. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN
REPUBLICA DOMINICANA

M 5/8" 118832

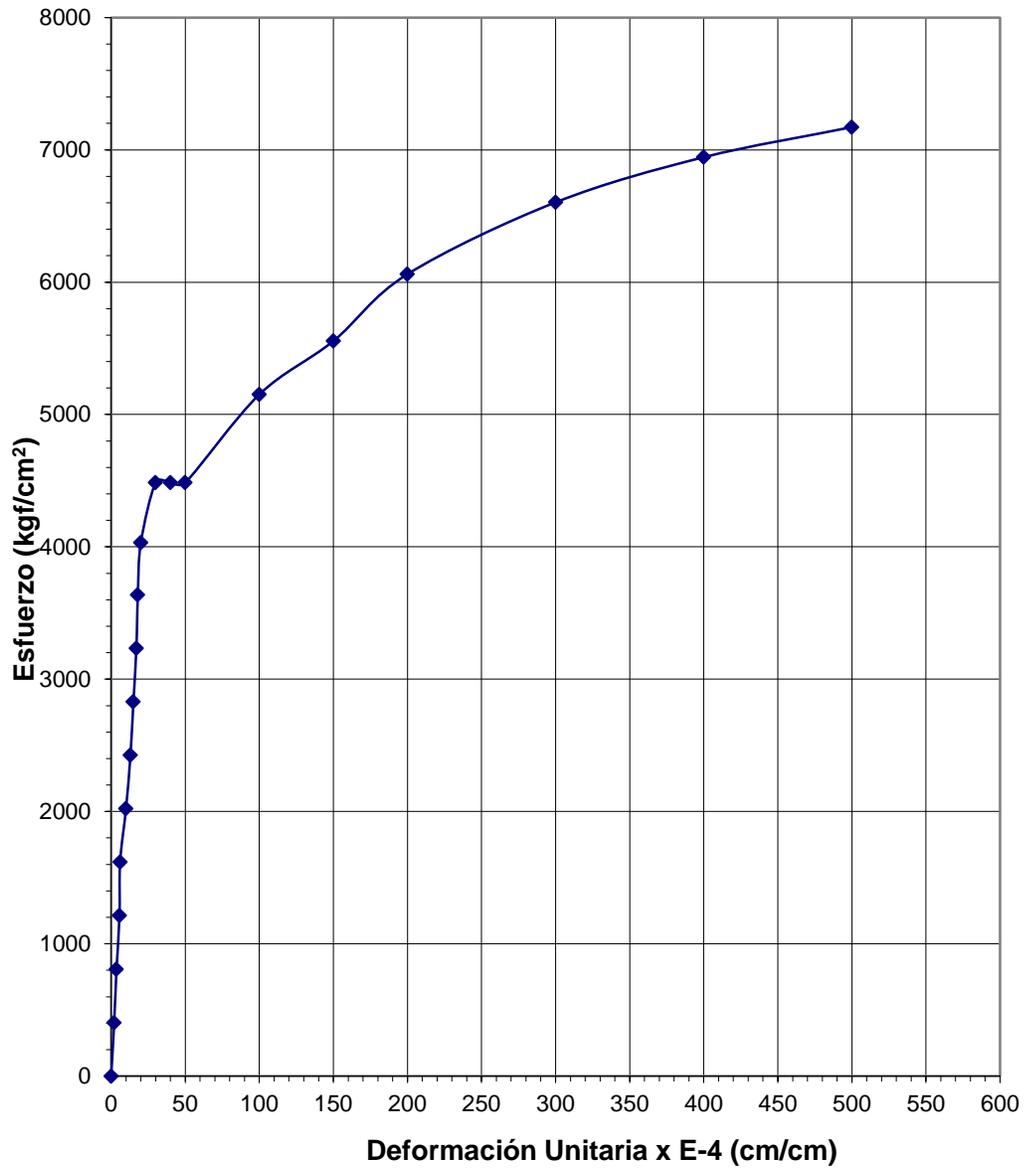


Gráfico 4.22. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN
REPUBLICA DOMINICANA
M 3/4" ONJR000

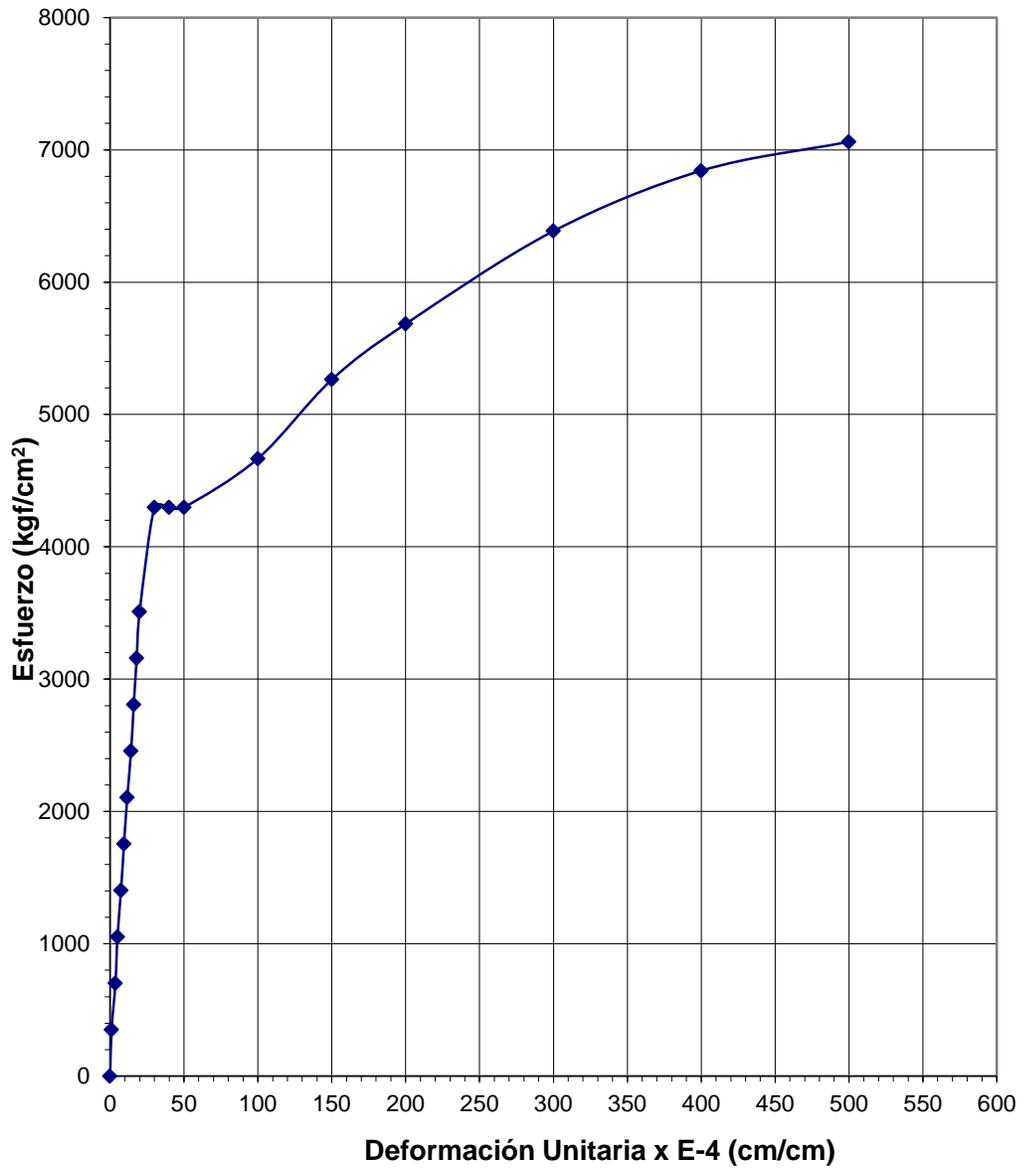


Gráfico 4.23. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN
REPUBLICA DOMINICANA

M 3/4" OPO2000

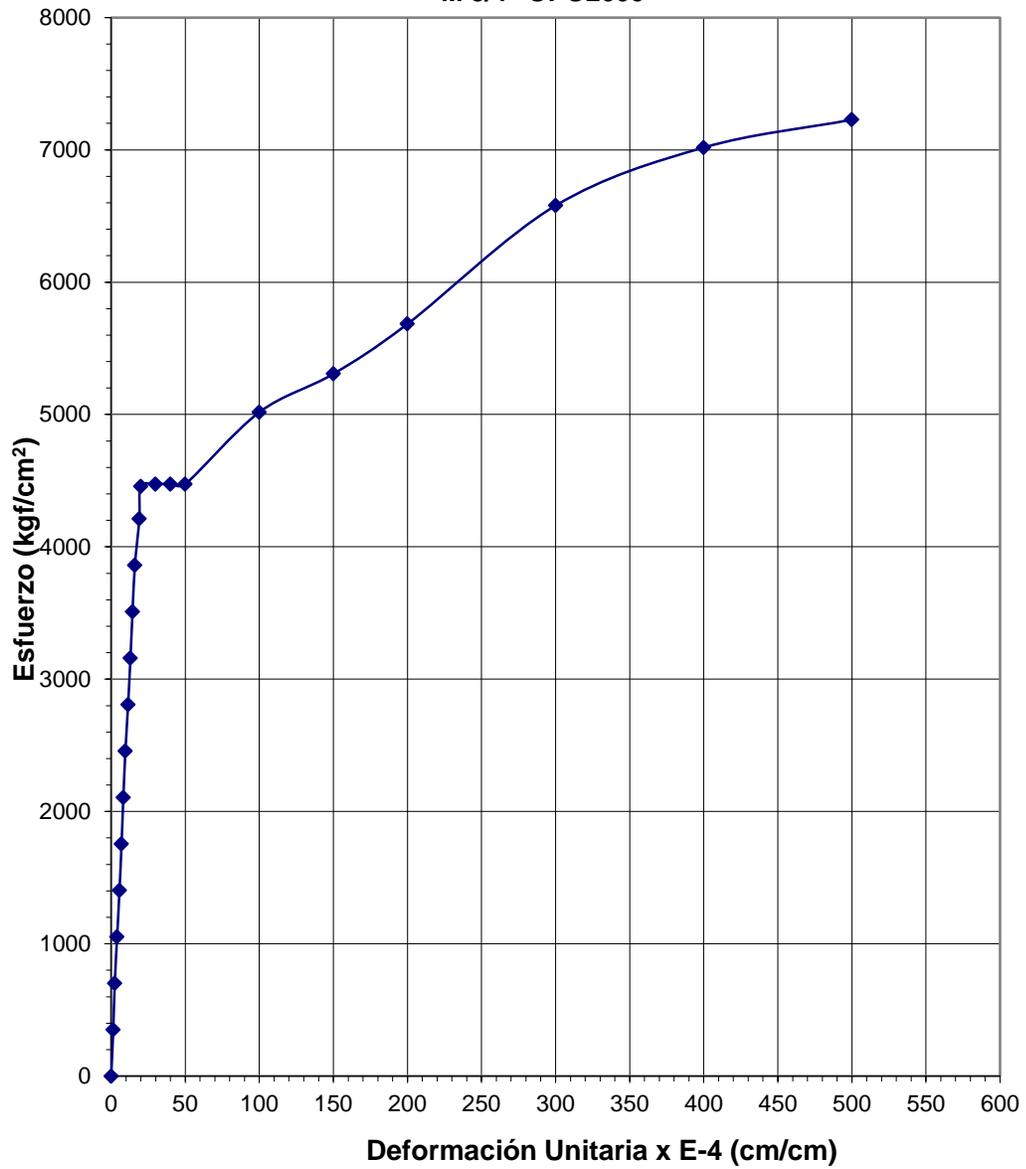


Gráfico 4.24. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN
REPUBLICA DOMINICANA
M 3/4" ONMA000

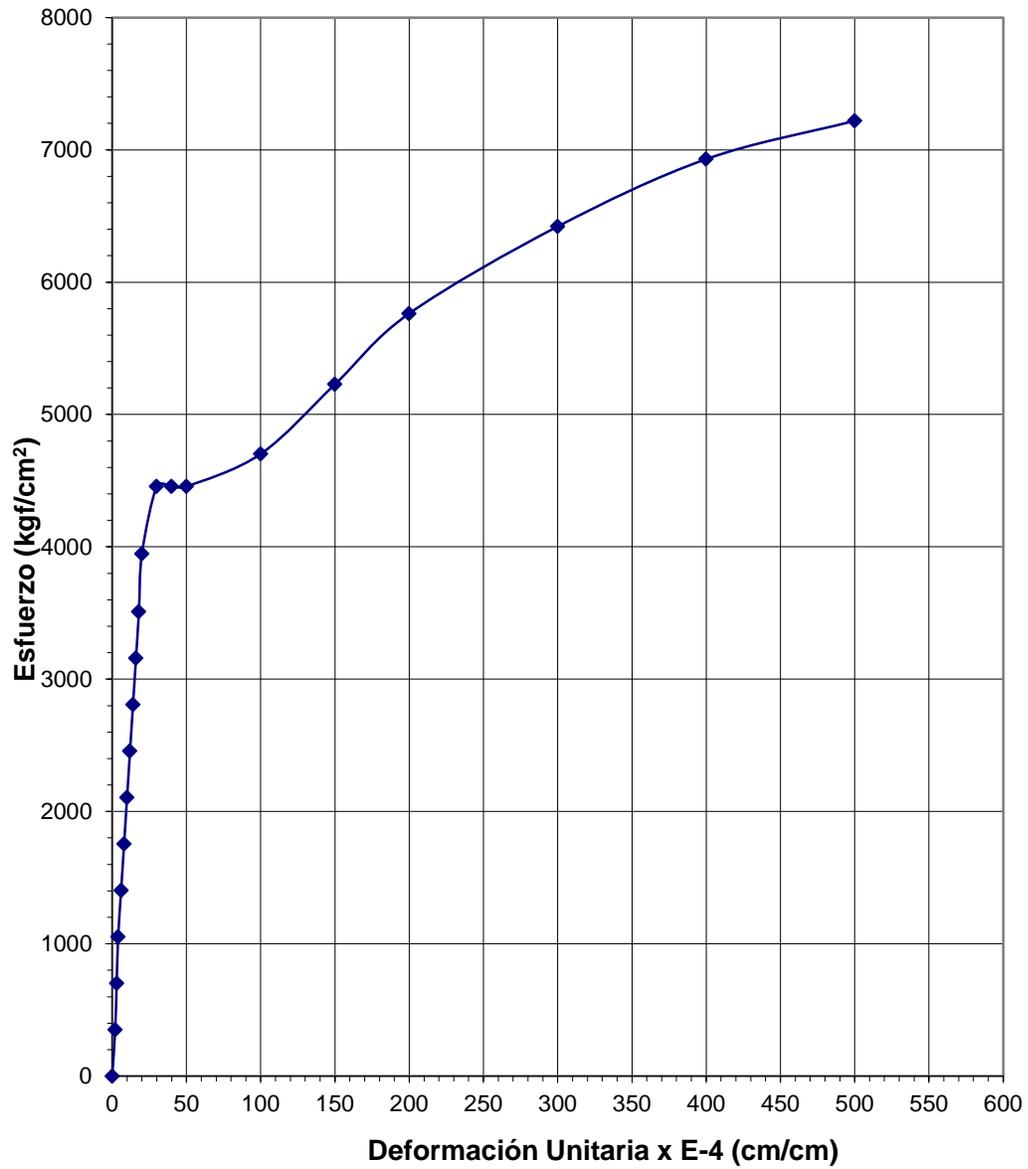


Gráfico 4.25. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN
REPUBLICA DOMINICANA

M 7/8" 13102666

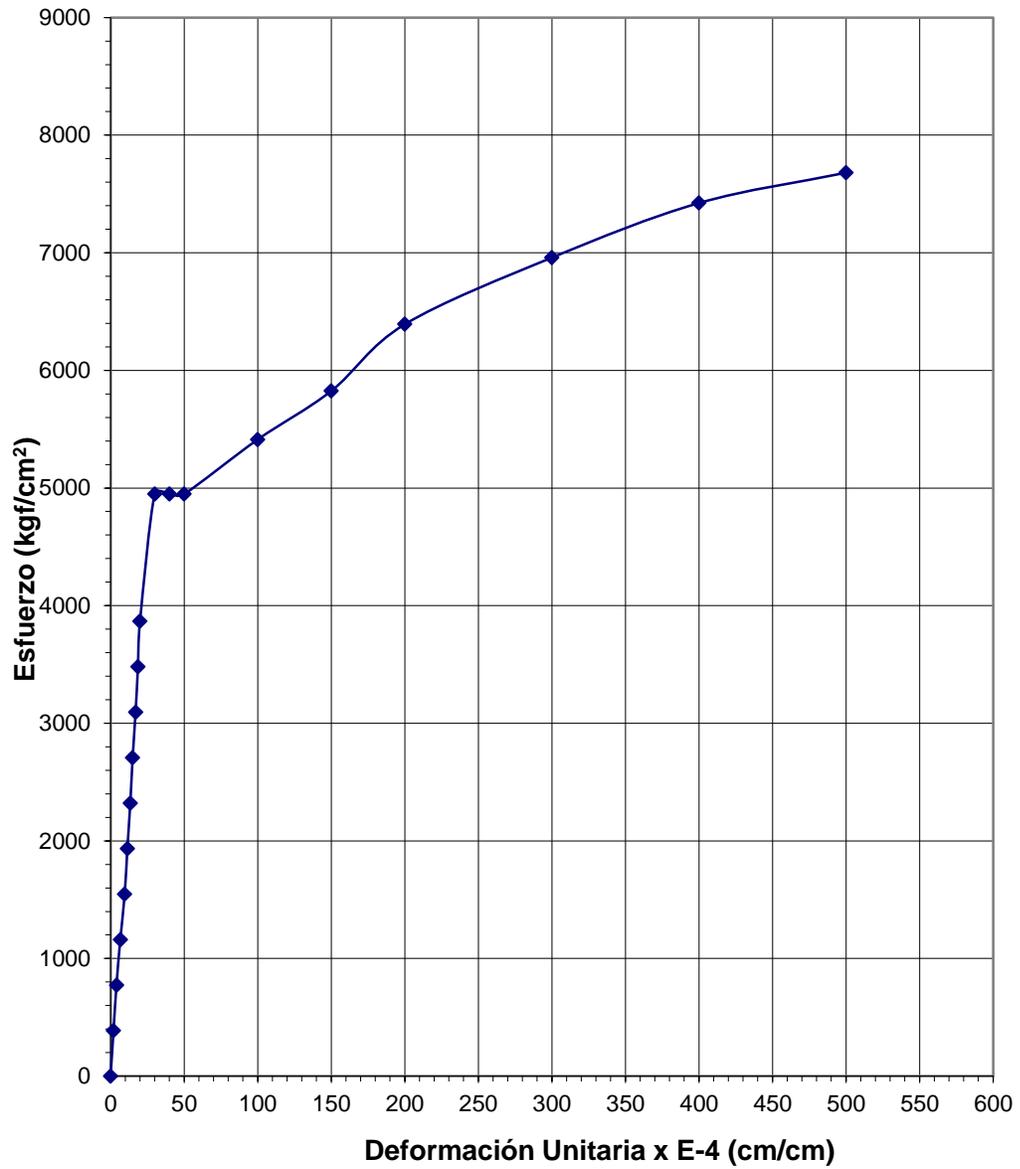


Gráfico 4.26. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN
REPUBLICA DOMINICANA
M 7/8" 124461

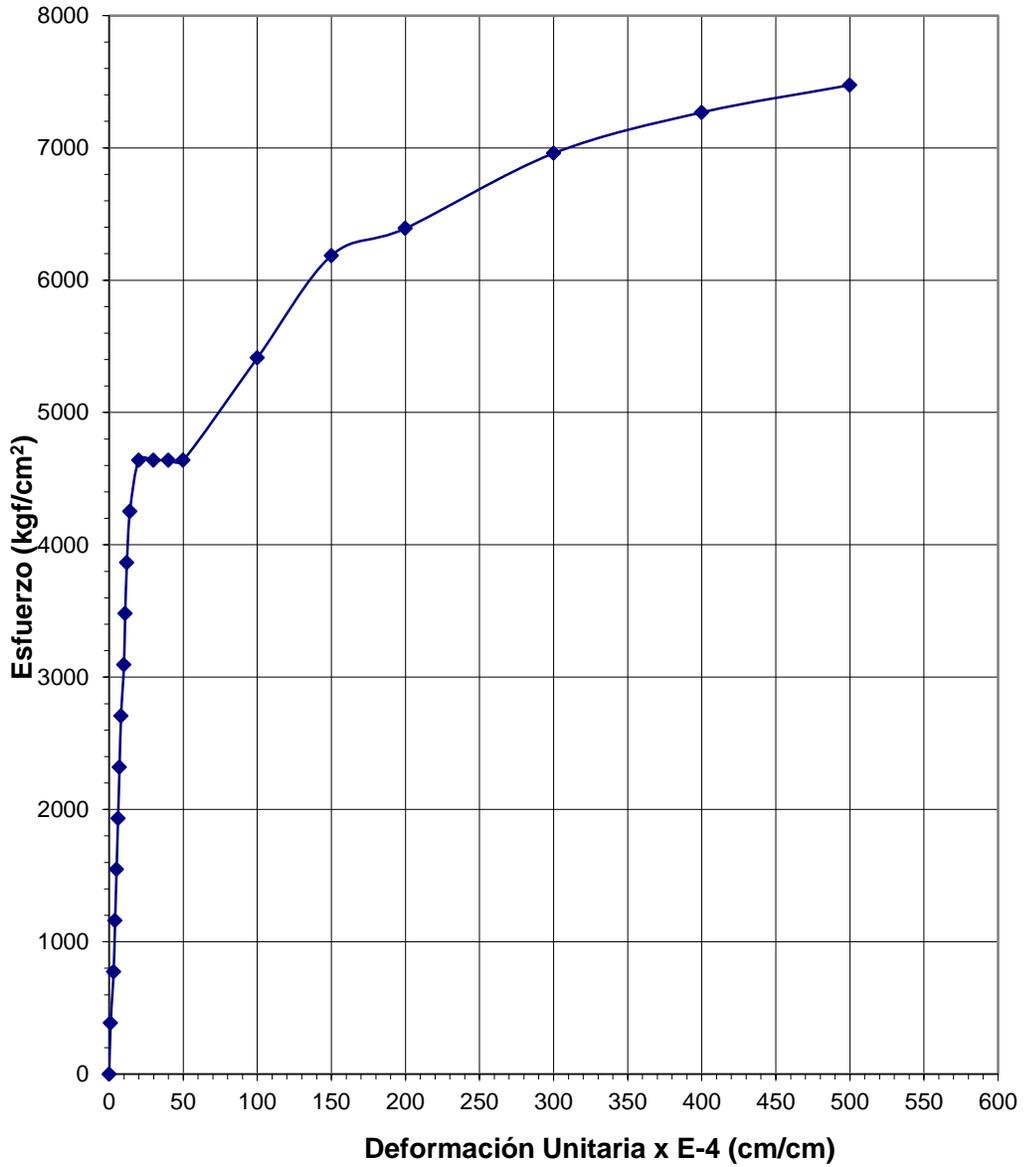


Gráfico 4.27. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN
REPUBLICA DOMINICANA
M 7/8" 13102699

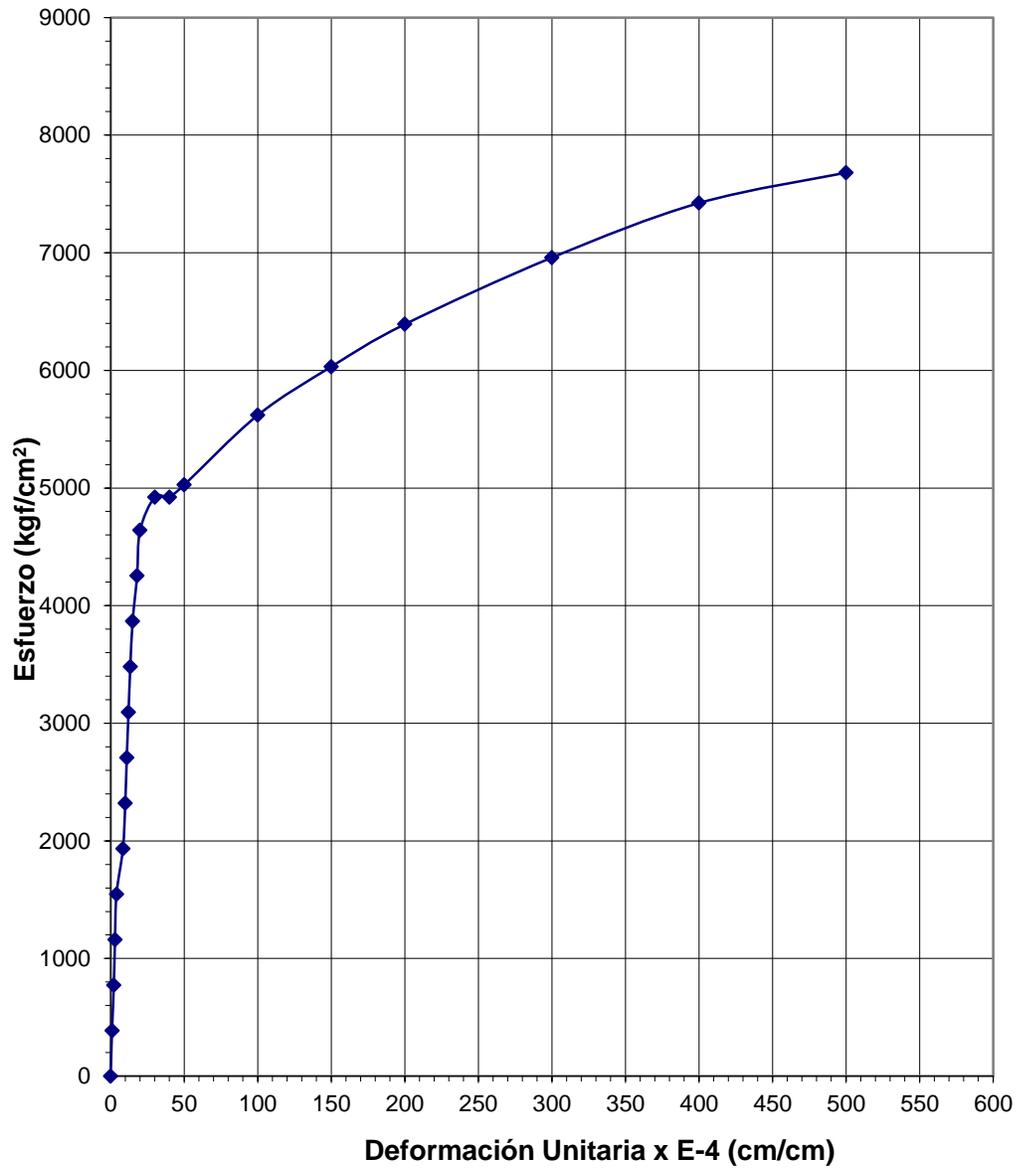


Gráfico 4.28. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN
REPUBLICA DOMINICANA

M 1" 1313097

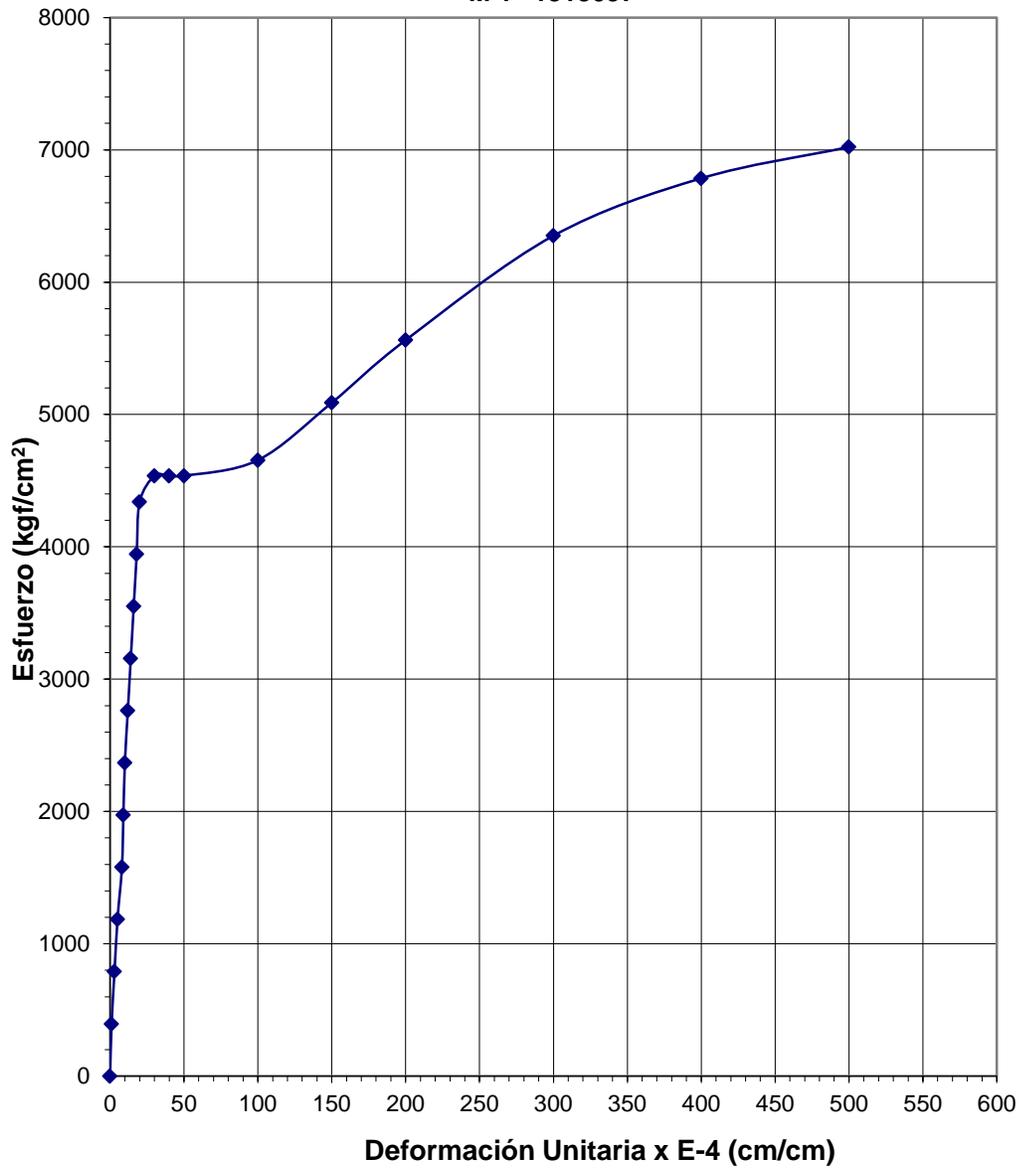


Gráfico 4.29. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN
REPUBLICA DOMINICANA
M 1" 130327390

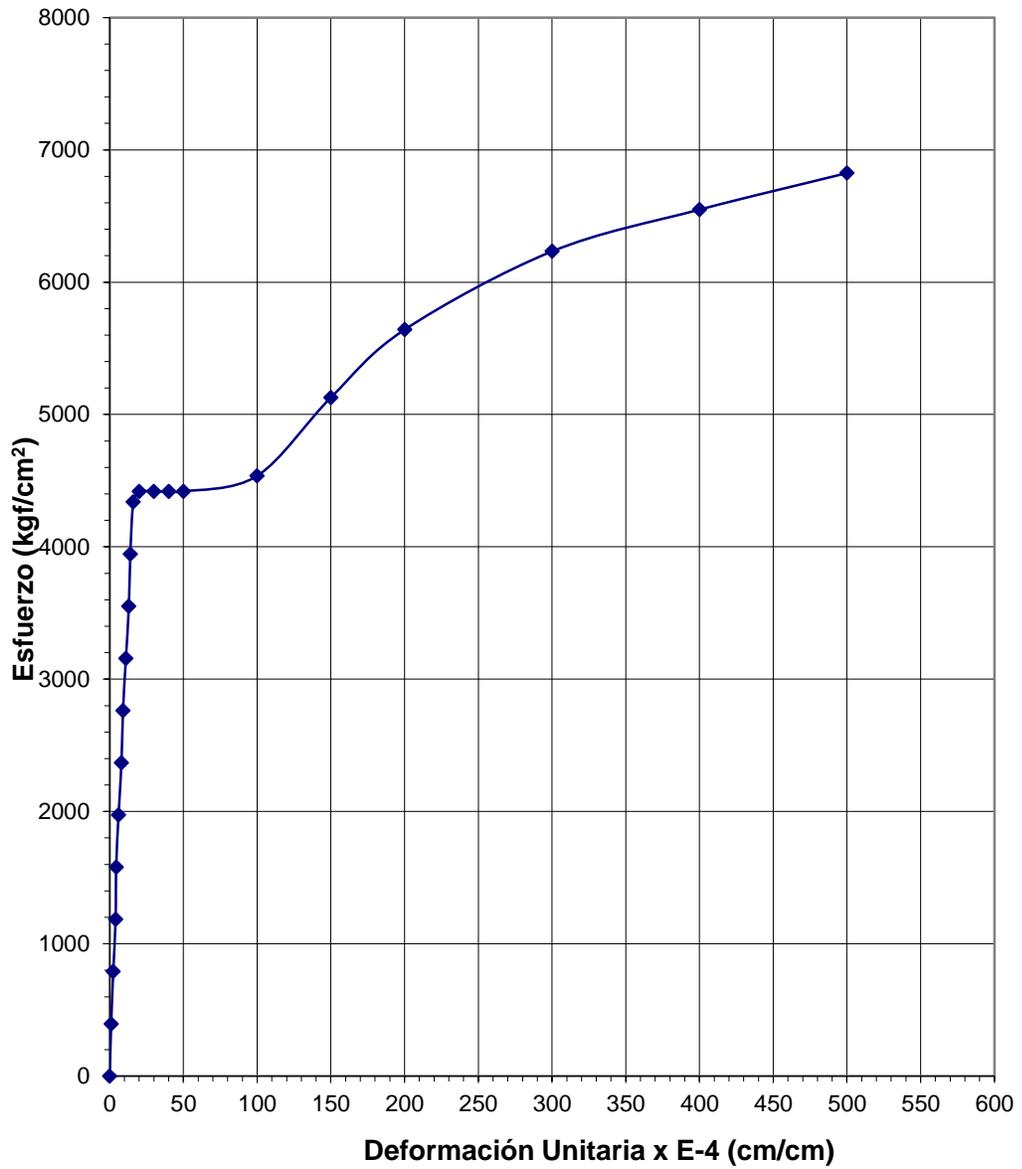


Gráfico 4.30. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN
REPUBLICA DOMINICANA

M 1" 130327365

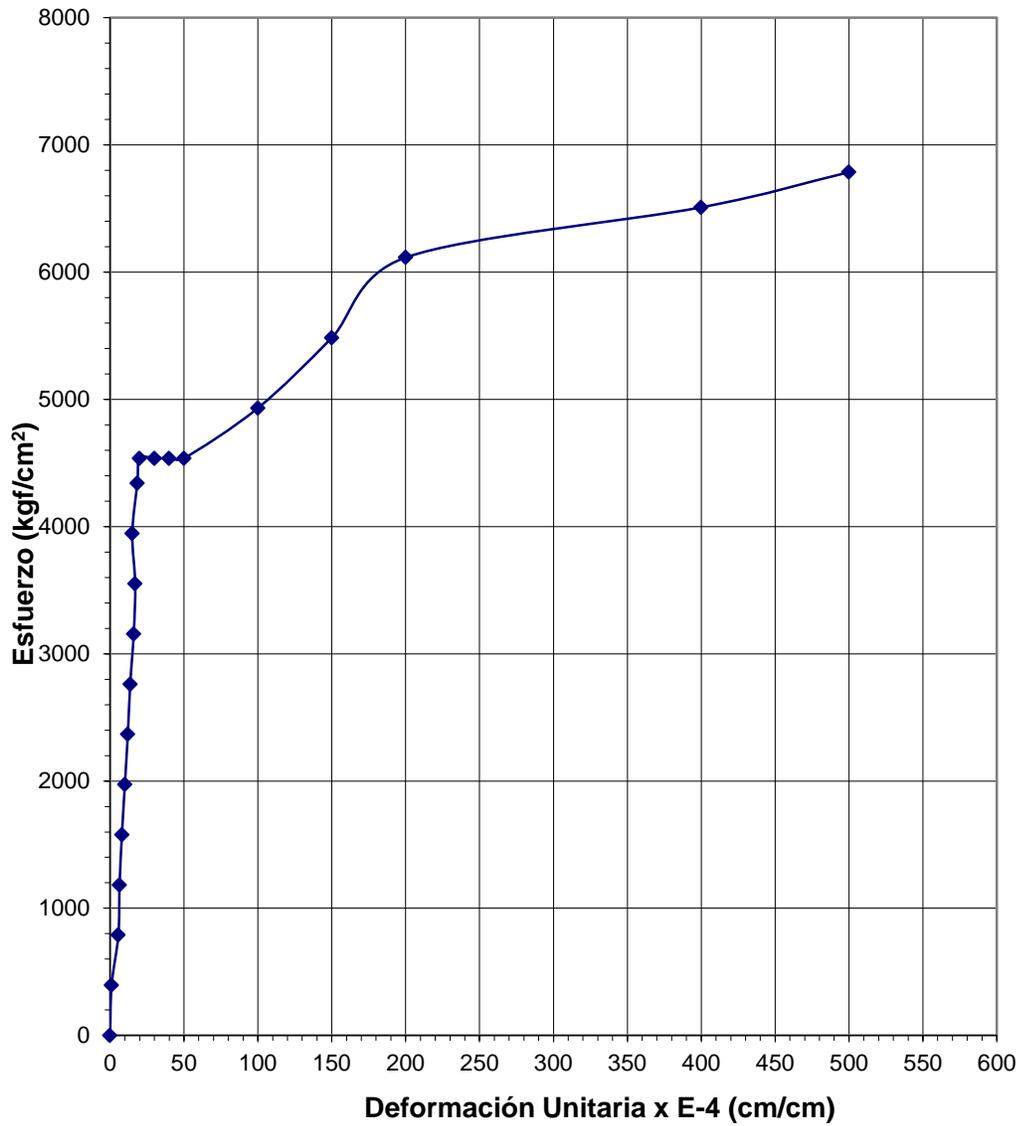


Gráfico 4.31. Esfuerzo-Deformación

NOTA: Las cabillas Cubanas se presentaran en una barrida de “VARIAS”, donde se presentaran un lote de diversos origenes, también seran anexados muestras de **SIDOR** de forma comparativa.

ORIGEN CHINO

LOTE 1

Materiales a ensayar

- Dos (2) barras de acero de 3/8” de diámetro nominal, colada Y125-10030.
- Dos (2) barras de acero de 3/8” de diámetro nominal, colada Y125-10003.
- Dos (2) barras de acero de 3/8” de diámetro nominal, colada Y125-9969.

Los resultados del ensayo de tracción se presentan en la tabla de resultados 4.13 y 4.13.1.

TABLA 4.13 RESULTADOS ORIGEN CHINO LOTE1

| MUESTRA | AREA (cm ²) | ALARG. En 20cm % | LIM. ELAST. CONV. _{s_{0,2}%} (kgf/cm ²) | ESFUERZO MAXIMO (kgf/cm ²) | fy*/fy | fsu*/fy* |
|----------------|----------------------------|------------------------|---|--|--------|----------|
| M1 Y 125-10030 | 0,71 | 12,0 | 5592 | 7296 | 1,33 | 1,30 |
| M2 Y 125-10030 | 0,71 | 12,1 | 5718 | 7296 | 1,36 | 1,28 |
| M1 Y 125-10003 | 0,71 | 13,5 | 6197 | 7521 | 1,48 | 1,21 |
| M2 Y 125-10003 | 0,71 | 12,0 | 6239 | 7521 | 1,49 | 1,21 |
| M1 Y 125-9969 | 0,71 | 14,0 | 5817 | 7408 | 1,39 | 1,27 |
| M2 Y 125-9969 | 0,71 | 13,7 | 5831 | 7437 | 1,39 | 1,28 |

TABLA 4.13.1 CUMPLIMIENTO DE LA NORMA COVENIN ORIGEN CHINO LOTE 1

| Muestra | Criterio $f_y^* \leq 1,30 f_y$ | Criterio $f_{su}^* \geq 1,25 f_y^*$ |
|----------------|--------------------------------|-------------------------------------|
| M1 Y 125-10030 | NO CUMPLE | CUMPLE |
| M2 Y 125-10030 | NO CUMPLE | CUMPLE |
| M1 Y 125-10003 | NO CUMPLE | NO CUMPLE |
| M2 Y 125-10003 | NO CUMPLE | NO CUMPLE |
| M1 Y 125-9969 | NO CUMPLE | CUMPLE |
| M2 Y 125-9969 | NO CUMPLE | CUMPLE |

Los resultados del ensayo de doblado se presentan en la tabla de resultados No. 4.14.

TABLA 4.14 RESULTADOS ORIGEN CHINO LOTE 1

| MUESTRA | ANGULO DE DOBLADO | OBSERVACIÓN |
|----------------|-------------------|--|
| M1 Y 125-10030 | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |
| M2 Y 125-10030 | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |
| M1 Y 125-10003 | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |
| M2 Y 125-10003 | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |
| M1 Y 125-9969 | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |
| M2 Y 125-9969 | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |

Para el análisis de este lote de cabillas provenientes de China de la colada mencionadas en las tablas anteriores, se ensayaron seis (06) barras de diámetro nominal 3/8"; se realizó un estudio de relación entre el límite elástico real (f_y^*) y el límite elástico nominal (f_y), donde el resultado nos arrojó mayor de 1,30 por lo que no cumplen con el requisito exigido en el articulado 8.2.1.2 de la norma COVENIN 316-2000 donde se nos menciona: "Para los aceros S-60, S-70, W-40, W-60 y W-70, el Límite Elástico Real (f_y^*) no debe exceder el Límite Elástico Nominal (f_y) en más de un 30%".

Del mismo modo se presentó una relación entre el esfuerzo máximo real (F_{su}^*) y el límite elástico real (f_y^*) donde el resultado nos arrojó mayor de 1,25 por lo que cumplen con el requisito exigido exceptuando las muestras M1 y M2 de la colada Y 125-10003 el cual no entra en lo especificado en el articulado 8.2.1.3 de la norma COVENIN 316-2000 donde se nos menciona: “Para los aceros S-40, S-60, S-70, W-40, W-60 y W-70, la Resistencia a la Tracción Real (f_{su}^*) no será menor que 1,25 veces el Límite Elástico Real (f_y^*)”.

Por otro lado según el artículo 8.2.1.5.3 de la norma COVENIN 316:2000 nos exige que el porcentaje de alargamiento no debe ser menor que el 12% por lo que las muestras ensayadas cumplen en su totalidad, de igual forma con el ensayo de doblado el cual no presentó ningún tipo de falla.

ENSAYO A TRACCIÓN

CHINA

M1 Y12510030

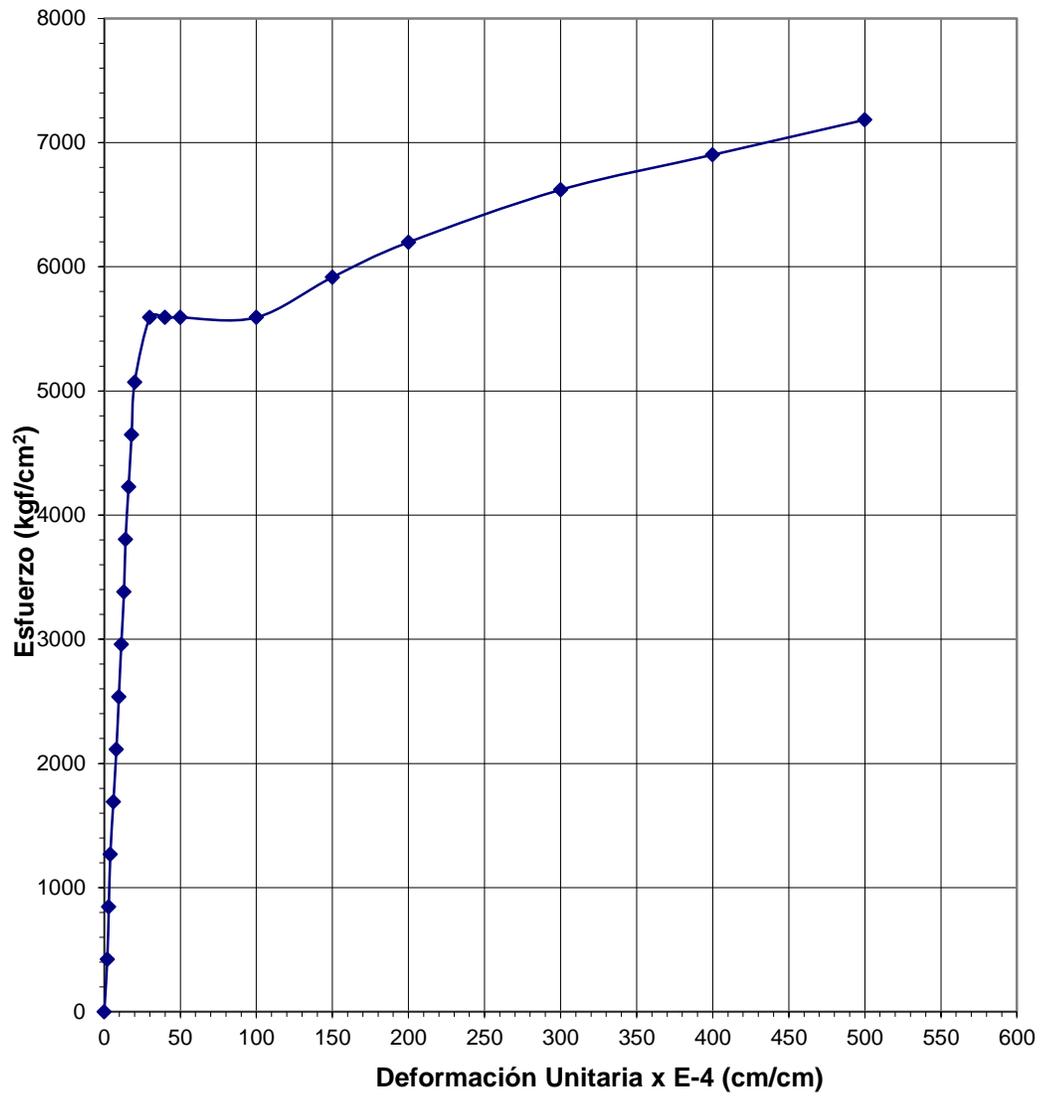


Gráfico 4.32. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN

CHINA

M1 Y125-10003

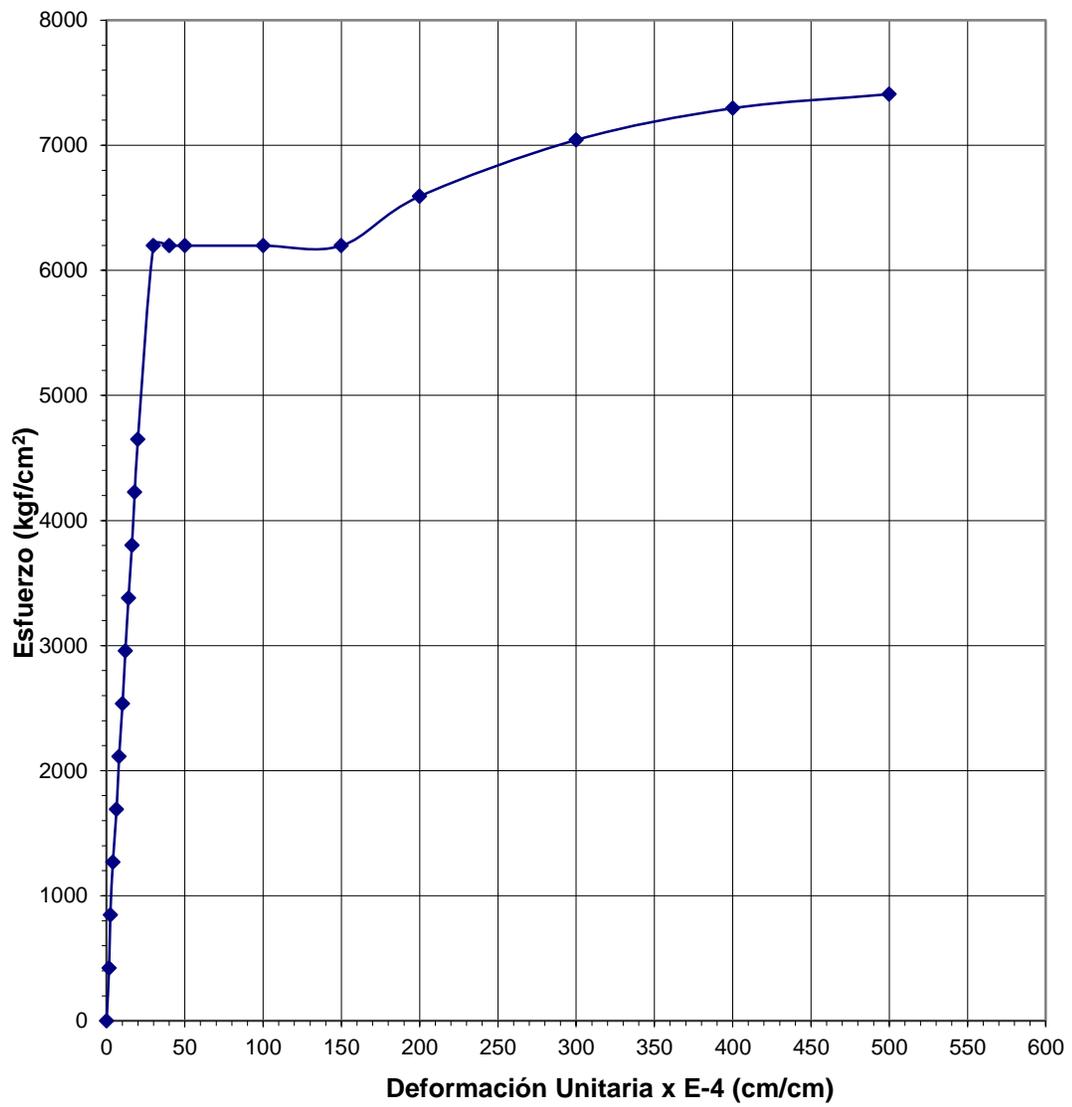


Gráfico 4.33. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN

CHINA

M2 Y125-10003

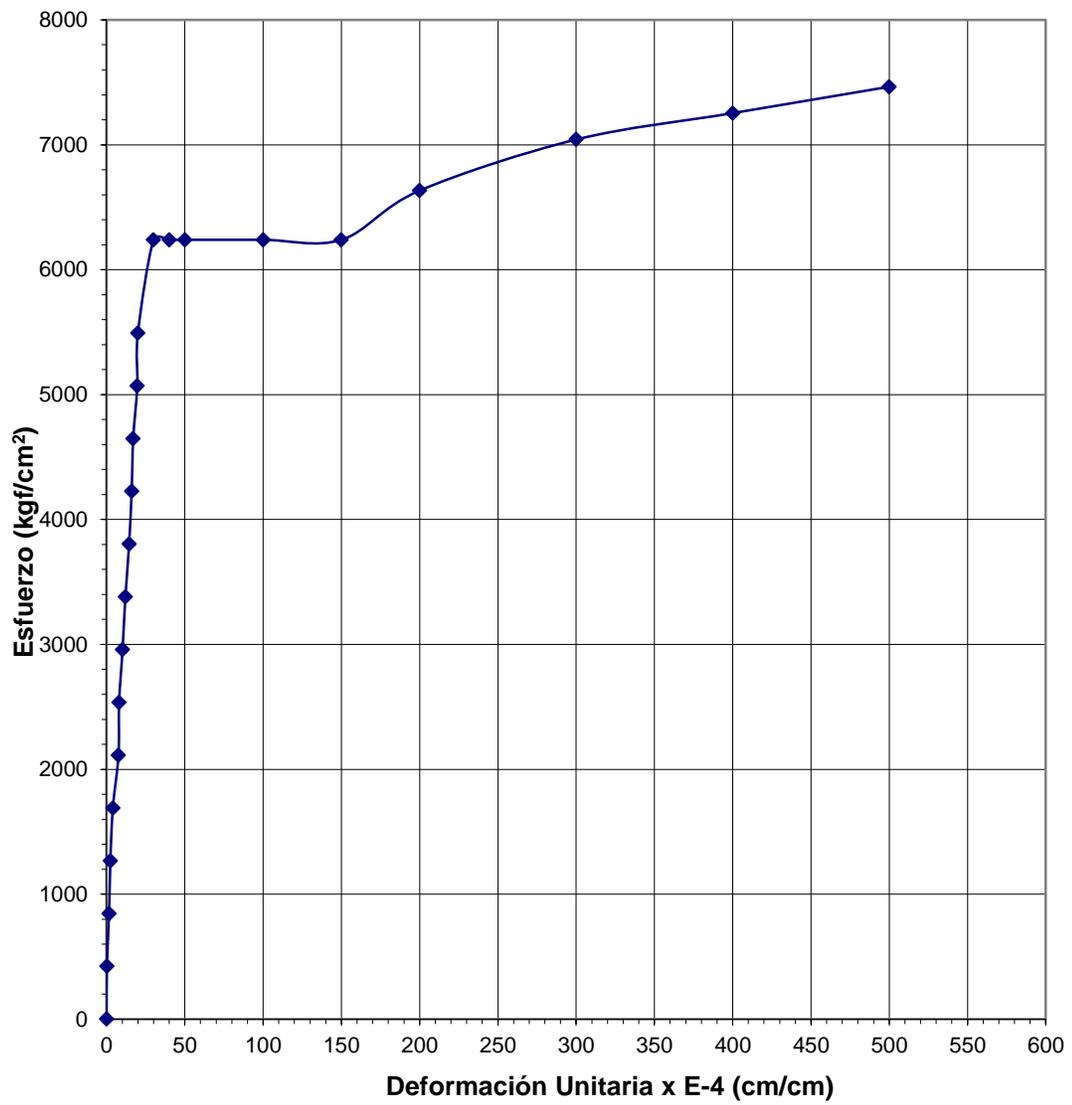


Gráfico 4.34. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN

CHINA

M1 Y125-9969

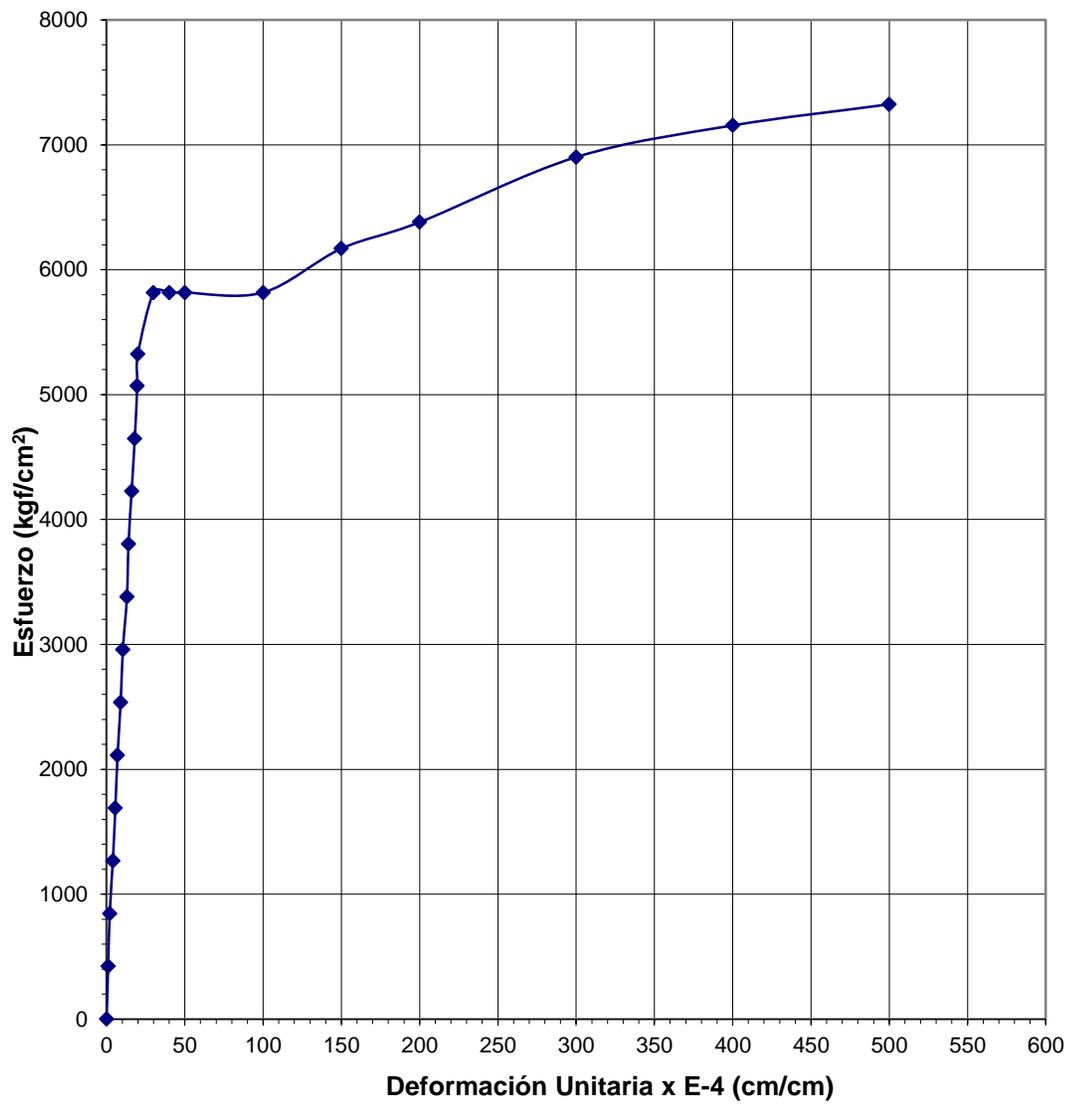


Gráfico 4.35. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN

CHINA

M2 Y125-9969

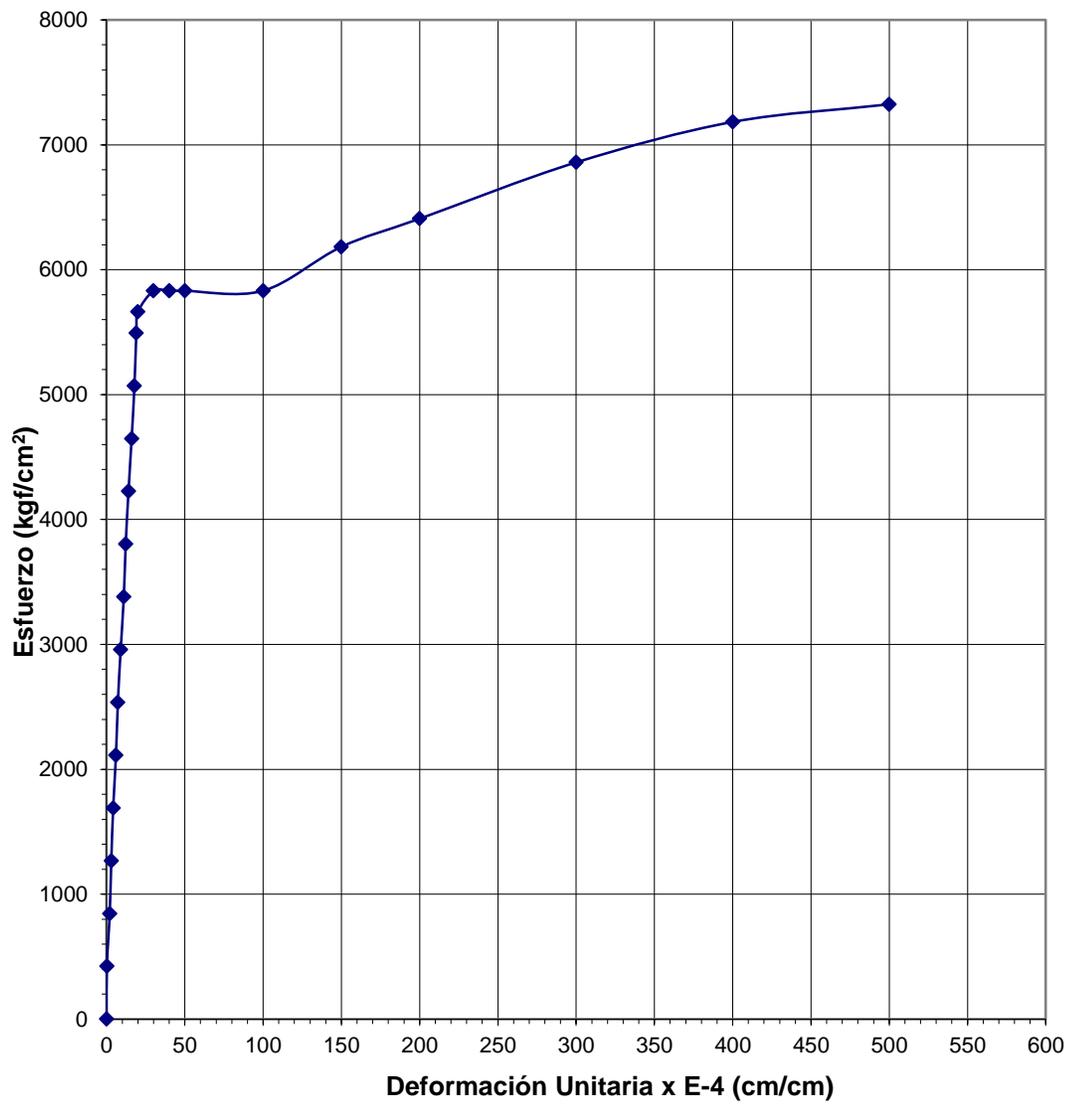


Gráfico 4.36. Esfuerzo-Deformación

LOTE 2

Material a ensayar:

- Tres (3) barra de acero de 3/8" de diámetro nominal. Colada desconocida.

Los resultados del ensayo de tracción se presentan en la tabla de resultados 4.15, 4.15.1, 4.16 y 4.16.1

Considerando f_y Nominal 4200 kgf/cm²

TABLA 4.15 LOTE II RESULTADOS ORIGEN CHINO LOTE 2

| MUESTR | AREA (cm ²) | ALARG. En 20cm % | LIM. ELAST. CONV.s _{0,2%} (kgf/cm ²) | ESFUERZO MAXIMO (kgf/cm ²) | f_y^*/f_y | F_{su}^*/f_y^* |
|---------|----------------------------|------------------------|--|--|-------------|------------------|
| M1 3/8" | 0,713 | 15 | 5484 | 7433 | 1,31 | 1,36 |
| M2 3/8" | 0,713 | 15 | 5652 | 7265 | 1,35 | 1,29 |
| M3 3/8" | 0,713 | 16 | 5500 | 7840 | 1,31 | 1,43 |

**TABLA 4.15.1 DE CUMPLIMIENTO DE LA NORMA COVENIN
ORIGEN CHINO LOTE 2**

| Muestra | Criterio $f_y^* \leq 1,30 f_y$ | Criterio $f_{su}^* \geq 1,25 f_y^*$ |
|---------|--------------------------------|-------------------------------------|
| M1 3/8" | NO CUMPLE | CUMPLE |
| M2 3/8" | NO CUMPLE | CUMPLE |
| M3 3/8" | NO CUMPLE | CUMPLE |

Considerando f_y Nominal 5000 kgf/cm²

TABLA 4.16 LOTE II RESULTADOS ORIGEN CHINO LOTE 2

| MUESTRA | AREA (cm ²) | ALARG. En 20cm % | LIM. ELAST. CONV. _{s0,2%} (kgf/cm ²) | ESFUERZO MAXIMO (kgf/cm ²) | f_y^*/f_y | f_{su}^*/f_y^* |
|---------|----------------------------|------------------------|--|--|-------------|------------------|
| M1 3/8" | 0,713 | 15 | 5484 | 7433 | 1,10 | 1,36 |
| M2 3/8" | 0,713 | 15 | 5652 | 7265 | 1,13 | 1,29 |
| M3 3/8" | 0,713 | 16 | 5500 | 7840 | 1,10 | 1,43 |

TABLA 4.16.1 CUMPLIMIENTO DE LA NORMA COVENIN ORIGEN CHINO LOTE 2

| Muestra | Criterio $f_y^* \leq 1,30 f_y$ | Criterio $f_{su}^* \geq 1,25 f_y^*$ |
|---------|--------------------------------|-------------------------------------|
| M1 3/8" | CUMPLE | CUMPLE |
| M2 3/8" | CUMPLE | CUMPLE |
| M3 3/8" | CUMPLE | CUMPLE |

Los resultados del ensayo de doblado se presentan en la tabla de resultados No. 4.17.

TABLA 4.17 RESULTADOS ORIGEN CHINO LOTE 2

| MUESTRA | ANGULO DE DOBLADO | OBSERVACIÓN |
|---------|-------------------------|--|
| M1 3/8" | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |
| M2 3/8" | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |
| M3 3/8" | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |

Para el análisis de este lote de cabillas provenientes de China sin datos de la colada, se ensayaron tres (03) barras de diámetro nominal 3/8", pero con f_y nominal de 4200 kgf/cm² y 5000 kgf/cm²; se realizó un estudio de relación entre el límite

elástico real (f_y^*) y el límite elástico nominal (f_y), donde los trabajados con $f_y = 4200 \text{ kgf/cm}^2$ arrojó mayor de 1,30 por lo que no cumplen y los $f_y = 5000 \text{ kgf/cm}^2$ si cumplen con valores menores a 1,30 especificados con el requisito exigido en el articulado 8.2.1.2 de la norma COVENIN 316:2000 donde se nos menciona: “Para los aceros S-60, S-70, W-40, W-60 y W-70, el Límite Elástico Real (f_y^*) no debe exceder el Límite Elástico Nominal (f_y) en más de un 30%”.

Del mismo modo se presentó una relación entre el esfuerzo máximo real (F_{su}^*) y el límite elástico real (f_y^*) donde el resultado nos arrojó mayor de 1,25 por lo que cumplen para f_y nominal con el requisito exigido en el articulado 8.2.1.3 de la norma COVENIN 316-2000 donde se nos menciona: “Para los aceros S-40, S-60, S-70, W-40, W-60 y W-70, la Resistencia a la Tracción Real (f_{su}^*) no será menor que 1,25 veces el Límite Elástico Real (f_y^*)”.

Por otro lado según el artículo 8.2.1.5.3 de la norma COVENIN 316:2000 nos exige que el porcentaje de alargamiento no debe ser menor que el 12% por lo que las muestras ensayadas cumplen en su totalidad, de igual forma con el ensayo de doblado el cual no presentó ningún tipo de falla.

ENSAYO A TRACCIÓN

CHINA

M1 3/8"

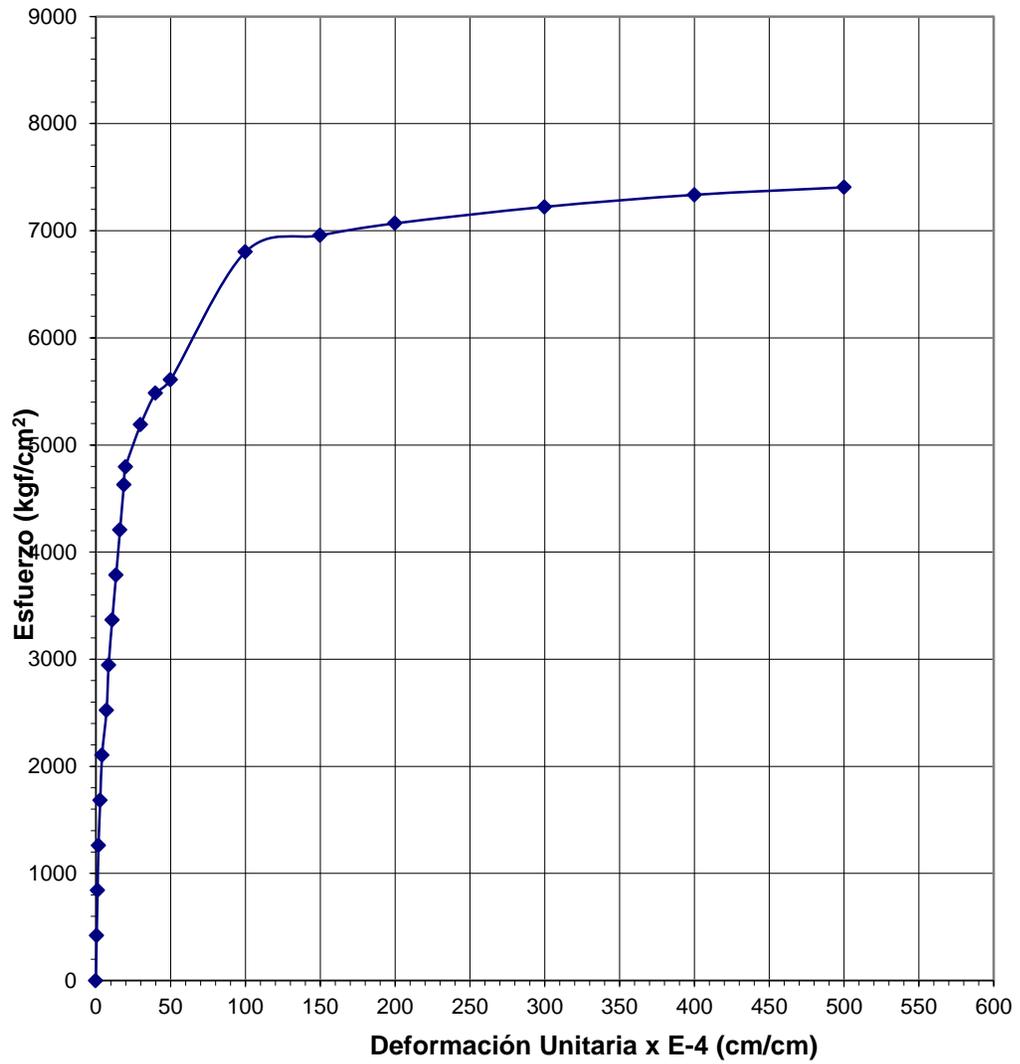


Gráfico 4.37. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN

CHINA

M2 3/8"

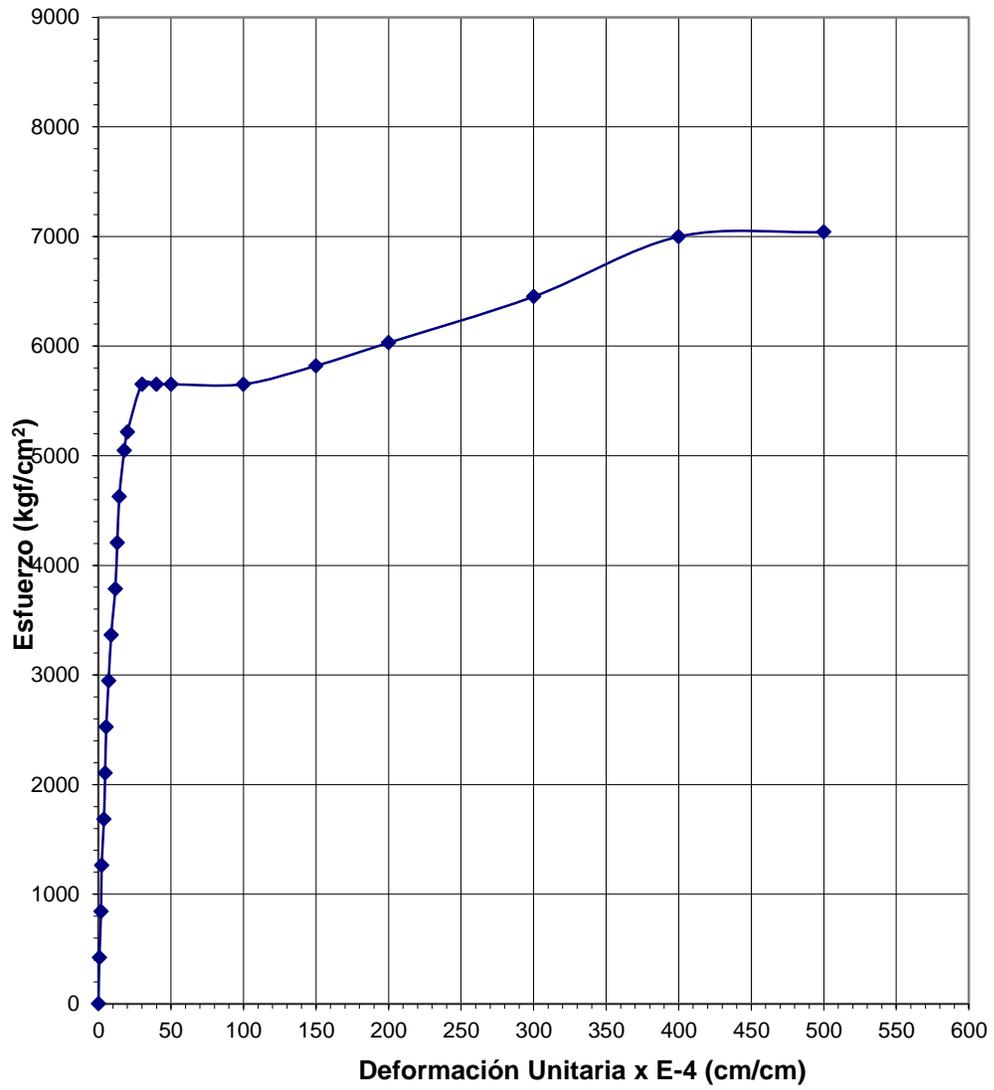


Gráfico 4.38. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN

CHINA

M3 3/8"

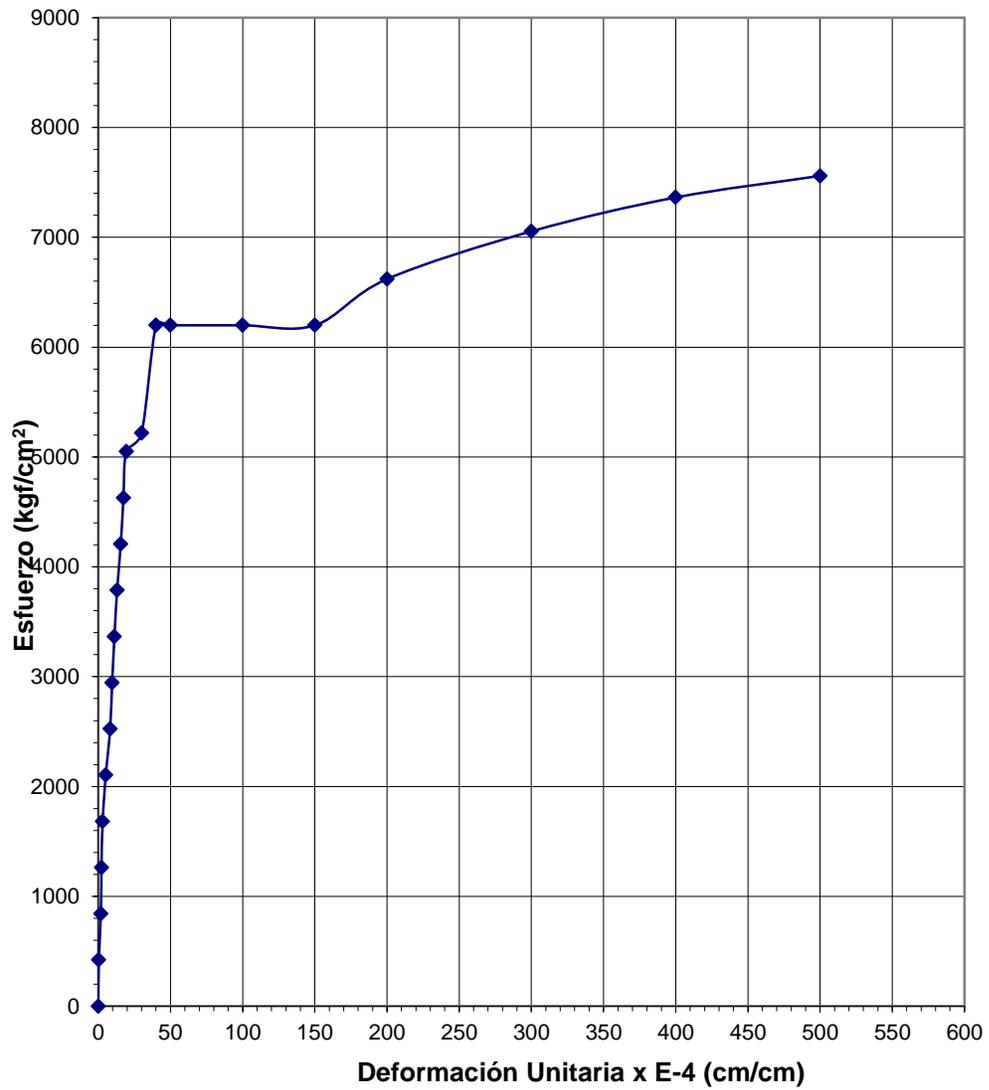


Gráfico 4.39. Esfuerzo-Deformación

LOTE 3

Material a ensayar:

- Dos (2) barra de acero de 3/8" de diámetro nominal, colada Y135-11202, atado 6138
- Dos (2) barra de acero de 5/8" de diámetro nominal, colada Y132-1770, atado 1065-4.

Los resultados del ensayo de tracción se presentan en la tabla de resultados 4.18 y 4.18.1.

TABLA 4.18 RESULTADOS ORIGEN CHINO LOTE 3

| MUESTRA | AREA (cm ²) | ALARG. En 20cm % | LIM. ELAST. CONV.s _{0,2} % (kgf/cm ²) | ESFUERZO MAXIMO (kgf/cm ²) | fy*/fy | fsu*/fy* |
|---------|----------------------------|------------------------|---|--|--------|----------|
| M1 3/8" | 0,71 | 12,0 | 5958 | 7507 | 1,42 | 1,26 |
| M2 3/8" | 0,71 | 15,0 | 6282 | 7690 | 1,50 | 1,22 |
| M1 5/8" | 1,98 | 18,0 | 5966 | 7172 | 1,42 | 1,20 |
| M2 5/8" | 1,98 | 17,8 | 5846 | 7298 | 1,39 | 1,25 |

TABLA 4.18.1 CUMPLIMIENTO DE LA NORMA COVENIN LOTE 3

| Muestra | Criterio $f_y^* \leq 1,30 f_y$ | Criterio $f_{su}^* \geq 1,25 f_y^*$ |
|---------|--------------------------------|-------------------------------------|
| M1 3/8" | NO CUMPLE | CUMPLE |
| M2 3/8" | NO CUMPLE | NO CUMPLE |
| M1 5/8" | NO CUMPLE | NO CUMPLE |
| M2 5/8" | NO CUMPLE | CUMPLE |

Los resultados del ensayo de doblado se presentan en la tabla de resultados No. 4.19.

TABLA 4.19 RESULTADOS LOTE 3

| MUESTRA | ANGULO DE DOBLADO | OBSERVACIÓN |
|---------|-------------------|--|
| M1 3/8" | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |
| M2 3/8" | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |
| M15/8" | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |
| M2 5/8" | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |

Para el análisis de este lote de cabillas provenientes de China de la colada mencionadas en las tablas anteriormente, se ensayaron dos (02) barras de diámetro nominal 3/8" y dos (02) barras de diámetro nominal 5/8"; se realizó un estudio de relación entre el límite elástico real (f_y^*) y el límite elástico nominal (f_y), donde el resultado nos arrojó mayor de 1,30 por lo que no cumplen con el requisito exigido en el articulado 8.2.1.2 de la norma COVENIN 316-2000 donde se nos menciona: "Para los aceros S-60, S-70, W-40, W-60 y W-70, el Límite Elástico Real (f_y^*) no debe exceder el Límite Elástico Nominal (f_y) en más de un 30%".

Del mismo modo se presentó una relación entre el esfuerzo máximo real (F_{su}^*) y el límite elástico real (f_y^*) donde para la muestra M2 de 3/8" y M1 de 5/8" resultado nos arrojó menor de 1,25 por lo que no cumplen, por el contrario las muestras M1 de 3/8" y M2 de 5/8" si cumplen con el requisito exigido en el articulado 8.2.1.3 de la norma COVENIN 316-2000 donde se nos menciona: "Para los aceros S-40, S-60, S-70, W-40, W-60 y W-70, la Resistencia a la Tracción Real (f_{su}^*) no será menor que 1,25 veces el Límite Elástico Real (f_y^*)".

Por otro lado según el artículo 8.2.1.5.3 de la norma COVENIN 316:2000 nos exige que el porcentaje de alargamiento no deba ser menor que el 12% por lo que las muestras ensayadas cumplen en su totalidad, de igual forma con el ensayo de doblado el cual no presento ningún tipo de falla.

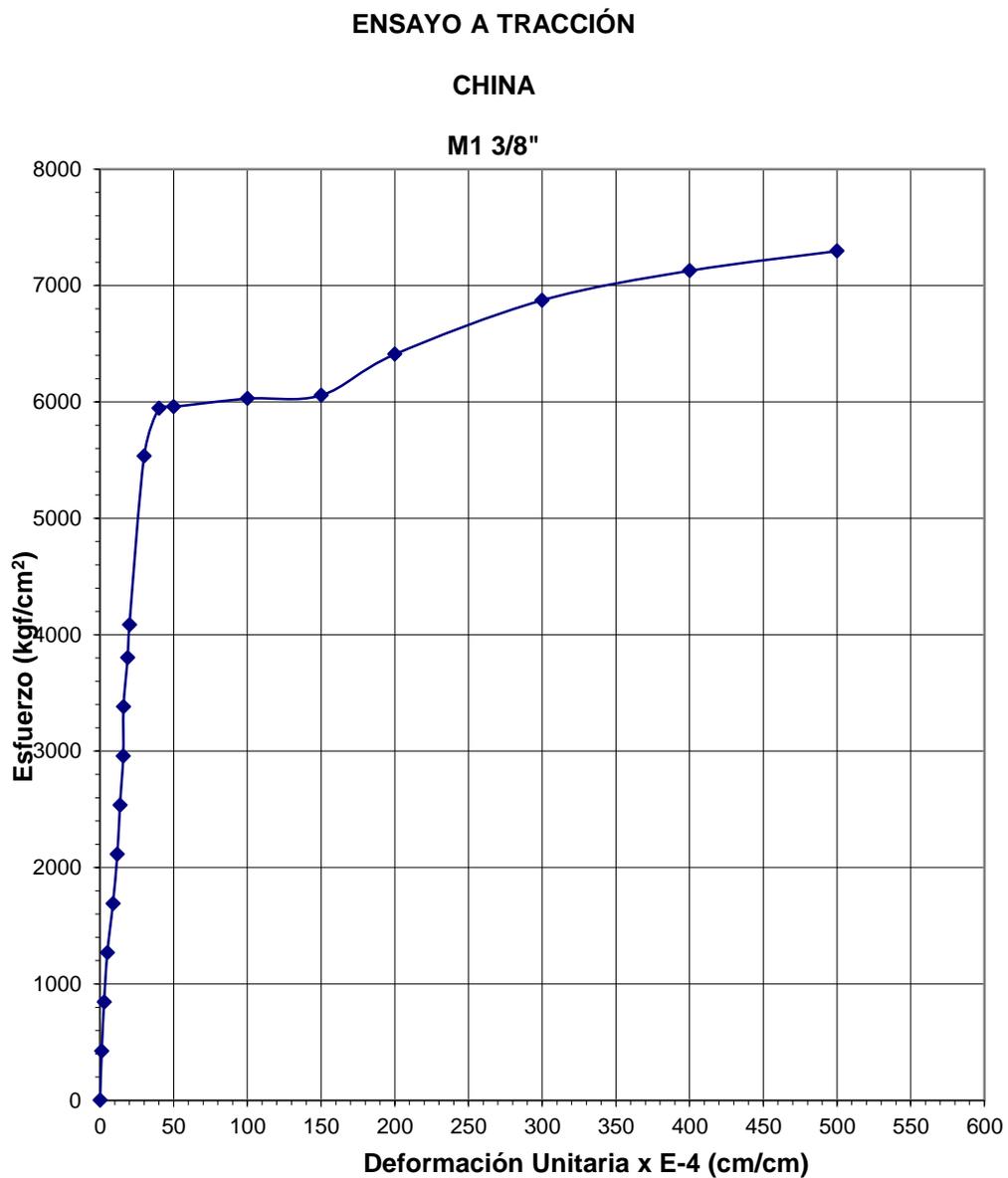


Gráfico 4.40. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN

CHINA

M2 3/8"

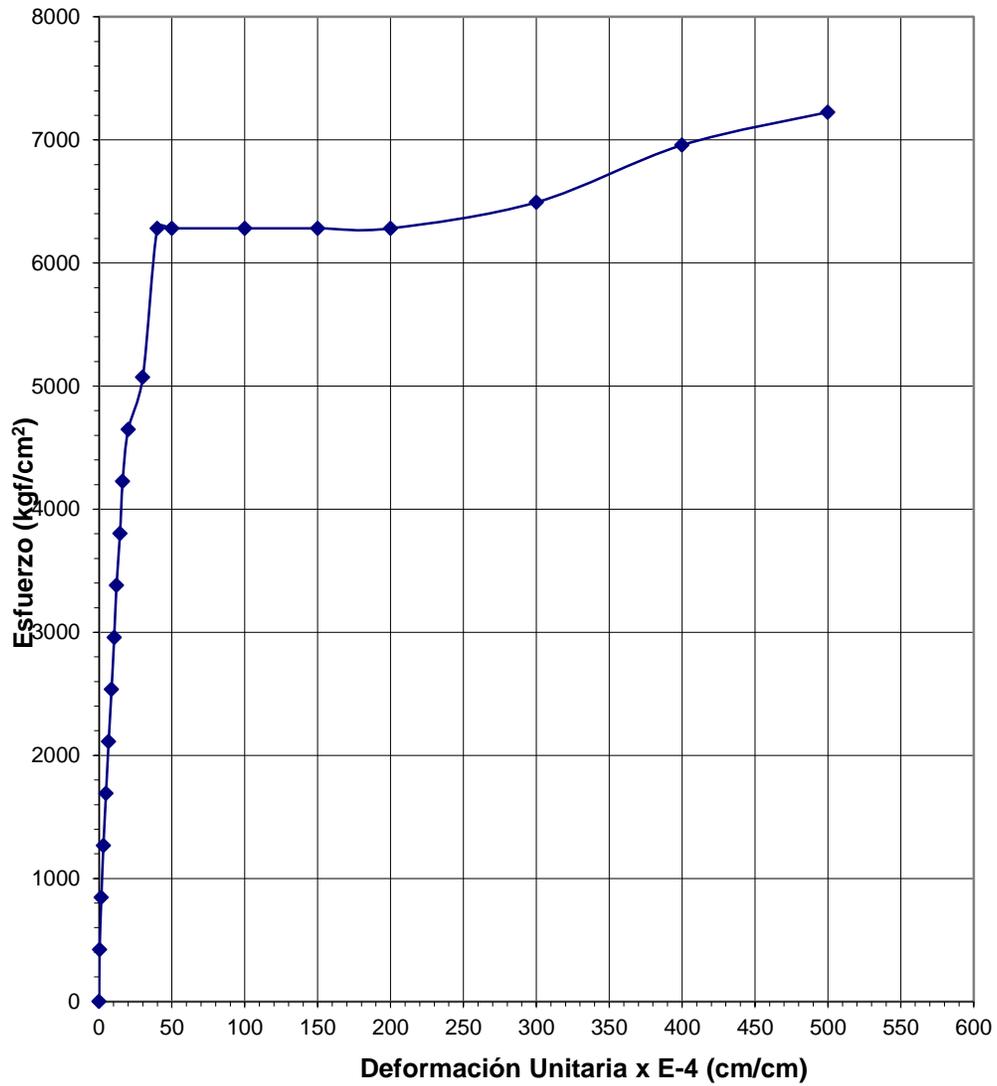


Gráfico 4.41. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN

CHINA

M1 5/8"

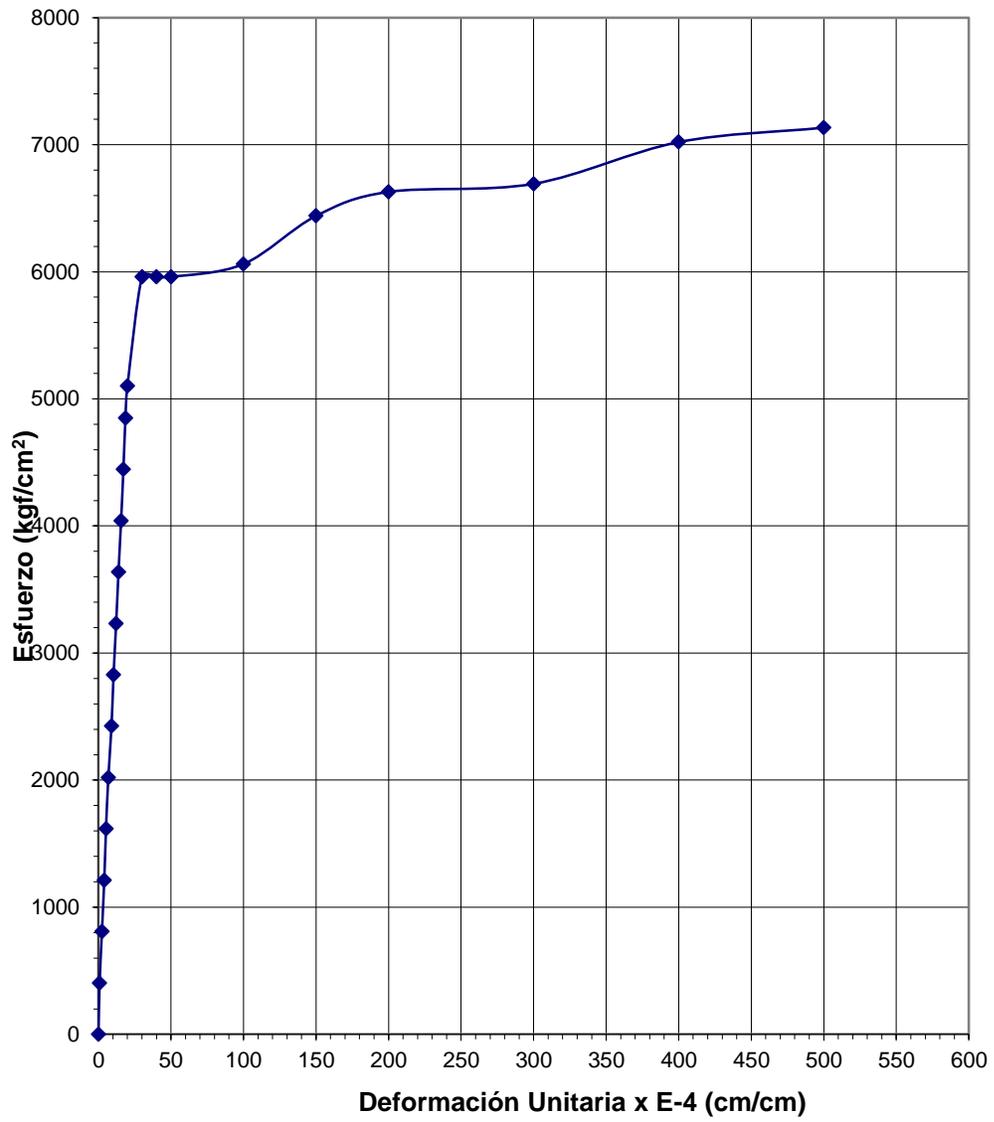


Gráfico 4.42. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN

CHINA

M2 5/8"

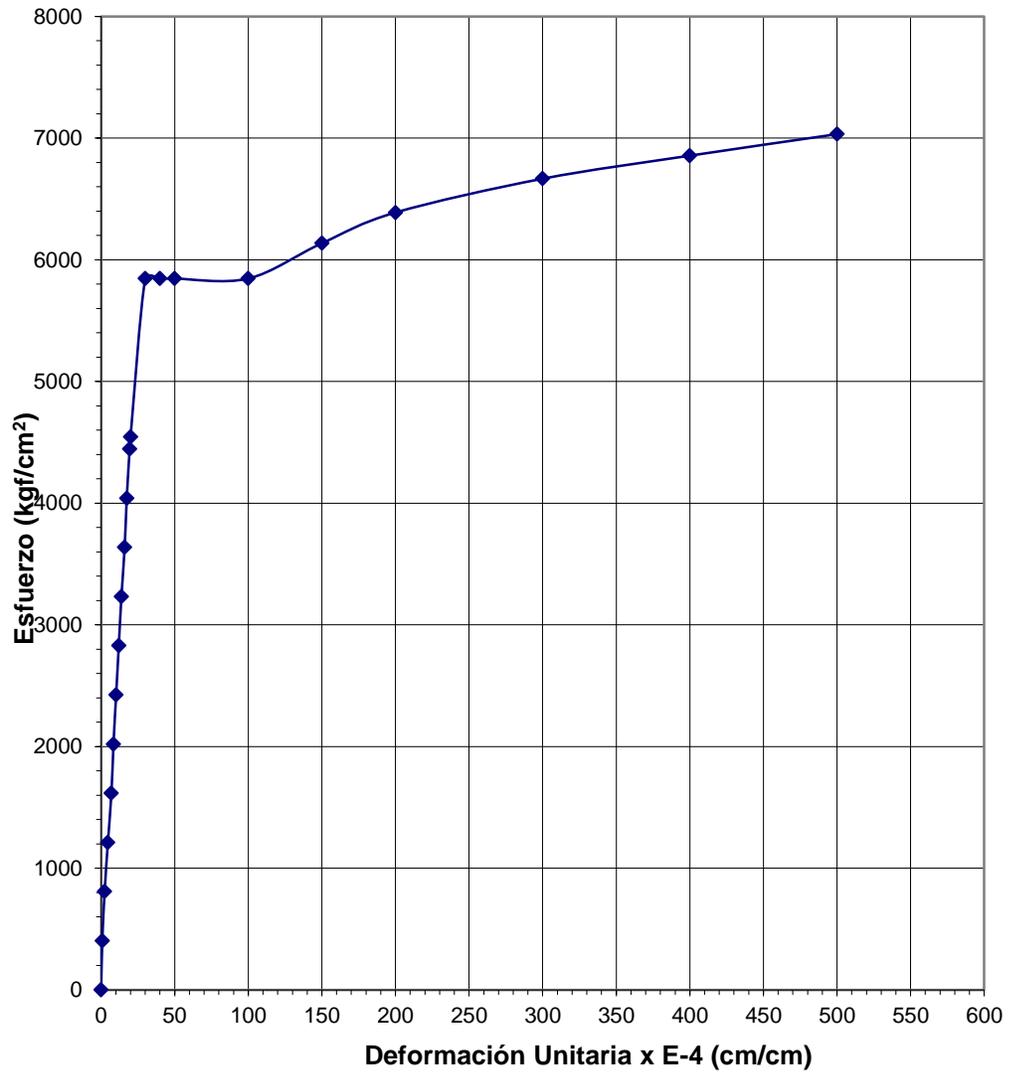


Gráfico 4.43. Esfuerzo-Deformación

ORIGEN VARIOS

LOTE 1

Material a ensayar:

- Cuatro (4) barras de acero de 10 mm de diámetro nominal fabricadas por China. Colada desconocida.

- Cuatro (4) barras de acero de 10 mm de diámetro nominal fabricadas por Cuba. Colada desconocida.

- Cuatro (4) barras de acero de 1/2" de diámetro nominal fabricadas por SIDOR. Colada desconocida.

- Cuatro (4) barras de acero de 5/8" de diámetro nominal fabricadas en CUBA. Colada desconocida.

Los resultados del ensayo de tracción se presentan en la tabla de resultados 4.20, 4.20.1, 4.21, 4.21.1, 4.22, 4.22.1, 4.23 y 4.23.1.

TABLA 4.20 RESULTADOS VARIOS ORIGEN CHINO 10 mm LOTE 1

| MUESTRA | AREA (cm ²) | ALARG. En 20cm % | LIM. ELAST. CONV.s _{0,2} % (kgf/cm ²) | ESFUERZO MAXIMO (kgf/cm ²) | fy*/fy | fsu*/fy* |
|---------|----------------------------|------------------------|---|--|--------|----------|
| SZS60 1 | 0,785 | 16 | 4487 | 6981 | 1,07 | 1,56 |
| SZS60 2 | 0,785 | 15 | 4423 | 6981 | 1,05 | 1,58 |
| SZS60 3 | 0,785 | 15 | 4487 | 7006 | 1,07 | 1,56 |
| SZS60 4 | 0,785 | 17 | 4462 | 7108 | 1,06 | 1,59 |

**TABLA 4.20.1 CUMPLIMIENTO DE LA NORMA COVENIN ORIGEN
CHINO 10 mm LOTE 1**

| Muestra | Criterio $f_y^* \leq 1,25 f_y$ | Criterio $f_{su}^* \geq 1,25 f_y^*$ |
|---------|--------------------------------|-------------------------------------|
| SZS60 1 | CUMPLE | CUMPLE |
| SZS60 2 | CUMPLE | CUMPLE |
| SZS60 3 | CUMPLE | CUMPLE |
| SZS60 4 | CUMPLE | CUMPLE |

TABLA 4.21 RESULTADOS ORIGEN CUBANAS 10 mm LOTE 1

| MUESTRA | AREA (cm ²) | ALARG. En 20cm % | LIM. ELAST. CONV.s _{0,2} % (kgf/cm ²) | ESFUERZO MAXIMO (kgf/cm ²) | f_y^*/f_y | f_{su}^*/f_y^* |
|---------|----------------------------|------------------------|---|--|-------------|------------------|
| SZS60 1 | 0,785 | 21 | 4586 | 6904 | 1,09 | 1,51 |
| SZS60 2 | 0,785 | 20 | 4448 | 7006 | 1,06 | 1,58 |
| SZS60 3 | 0,785 | 19 | 4803 | 7108 | 1,14 | 1,48 |
| SZS60 4 | 0,785 | 15 | 4420 | 6981 | 1,05 | 1,58 |

**TABLA 4.21.1 CUMPLIMIENTO DE LA NORMA COVENIN ORIGEN
CUBANAS 10 mm LOTE 1**

| Muestra | Criterio $f_y^* \leq 1,25 f_y$ | Criterio $f_{su}^* \geq 1,25 f_y^*$ |
|---------|--------------------------------|-------------------------------------|
| SZS60 1 | CUMPLE | CUMPLE |
| SZS60 2 | CUMPLE | CUMPLE |
| SZS60 3 | CUMPLE | CUMPLE |
| SZS60 4 | CUMPLE | CUMPLE |

**TABLA 4.22 RESULTADOS
ORIGEN SIDOR ½” ORIGEN LOTE 1**

| MUESTRA | AREA (cm ²) | ALARG. En 20cm % | LIM. ELAST. CONV.s _{0,2} % (kgf/cm ²) | ESFUERZO MAXIMO (kgf/cm ²) | fy*/fy | fsu*/fy* |
|--------------------|----------------------------|------------------------|---|--|--------|----------|
| Sidor s4-s60 #1 | 1,27 | 16 | 4173 | 6791 | 0,99 | 1,63 |
| Sidor s4-s60 #2 | 1,27 | 23 | 4154 | 6850 | 0,99 | 1,65 |
| Sidor s4-s60 #3 | 1,27 | 25 | 4173 | 6772 | 0,99 | 1,62 |
| Sidor s4-s60 #4 | 1,27 | 19 | 4331 | 6752 | 1,03 | 1,56 |

**TABLA 4.22.1 CUMPLIMIENTO DE LA NORMA COVENIN ORIGEN
SIDOR ½” ORIGEN LOTE 1**

| Muestra | Criterio fy* ≤ 1,25 fy | Criterio fsu* ≥ 1,25 fy* |
|-----------------|------------------------|--------------------------|
| Sidor s4-s60 #1 | CUMPLE | CUMPLE |
| Sidor s4-s60 #2 | CUMPLE | CUMPLE |
| Sidor s4-s60 #3 | CUMPLE | CUMPLE |
| Sidor s4-s60 #4 | CUMPLE | CUMPLE |

**TABLA 4.23 RESULTADOS
ORIGEN CUBANAS 5/8” LOTE 1**

| MUESTRA | AREA (cm ²) | ALARG. En 20cm % | LIM. ELAST. CONV.s _{0,2} % (kgf/cm ²) | ESFUERZO MAXIMO (kgf/cm ²) | fy*/fy | fsu*/fy* |
|------------|----------------------------|------------------------|---|--|--------|----------|
| G60 5/8”#1 | 1,98 | 13 | 5202 | 7841 | 1,24 | 1,51 |
| G60 5/8”#2 | 1,98 | 14 | 4727 | 7816 | 1,13 | 1,65 |
| G60 5/8”#3 | 1,98 | 16 | 4747 | 7803 | 1,13 | 1,64 |
| G60 5/8”#4 | 1,98 | 19 | 4737 | 7778 | 1,13 | 1,64 |

TABLA 4.23.1 CUMPLIMIENTO DE LA NORMA COVENIN ORIGEN CUBANAS 5/8" LOTE 1

| Muestra | Criterio $f_y^* \leq 1,25 f_y$ | Criterio $f_{su}^* \geq 1,25 f_y^*$ |
|----------------|--|---|
| G60 5/8"#1 | CUMPLE | CUMPLE |
| G60 5/8"#2 | CUMPLE | CUMPLE |
| G60 5/8"#3 | CUMPLE | CUMPLE |
| G60 5/8"#4 | CUMPLE | CUMPLE |

Los resultados del ensayo de doblado se presentan en la tabla de resultados No. 4.24, 4.25, 4.26 y 4.27.

TABLA 4.24 RESULTADOS ORIGEN CHINO 10 mm LOTE1

| MUESTRA | ANGULO DE DOBLADO | OBSERVACIÓN |
|----------------|--------------------------|--|
| SZS60 1 | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |
| SZS60 2 | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |
| SZS60 3 | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |
| SZS60 4 | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |

TABLA 4.25 RESULTADOS ORIGEN CUBANAS 10 mm LOTE 1

| MUESTRA | ANGULO DE DOBLADO | OBSERVACIÓN |
|----------------|--------------------------|--|
| SZS60 1 | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |
| SZS60 2 | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |
| SZS60 3 | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |
| SZS60 4 | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |

**TABLA 4.26 RESULTADOS
ORIGEN SIDOR ½” LOTE 1**

| MUESTRA | ANGULO DE DOBLADO | OBSERVACIÓN |
|-----------------|-------------------|--|
| Sidor s4-s60 #1 | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |
| Sidor s4-s60 #2 | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |
| Sidor s4-s60 #3 | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |
| Sidor s4-s60 #4 | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |

**TABLA 4.27 RESULTADOS
ORIGEN CUBANAS 5/8” LOTE 1**

| MUESTRA | ANGULO DE DOBLADO | OBSERVACIÓN |
|------------|-------------------|--|
| G60 5/8”#1 | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |
| G60 5/8”#2 | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |
| G60 5/8”#3 | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |
| G60 5/8”#4 | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |

Para el análisis de este lote se ensayaron cuatro (04) provenientes de China de diámetro nominal 10 mm, cuatro (04) provenientes de Cuba de diámetro nominal 10 mm, cuatro (04) provenientes de Sidor de diámetro nominal 1/2” y cuatro (04) provenientes de Cuba de diámetro nominal 5/8” sin conocimiento de coladas; se realizó un estudio de relación entre el límite elástico real (f_y^*) y el límite elástico nominal (f_y), donde el resultado de todas las cabillas nos arrojó menor de 1,30 por lo que cumplen con el requisito exigido en el articulado 8.2.1.2 de la norma COVENIN 316-2000 donde se nos menciona: “Para los aceros S-60, S-70, W-40, W-60 y W-70, el Límite Elástico Real (f_y^*) no debe exceder el Límite Elástico Nominal (f_y) en más de un 30%”.

Del mismo modo se presentó una relación entre el esfuerzo máximo real (F_{su}^*) y el límite elástico real (f_y^*) donde el resultado de todas las cabillas nos arrojó mayor de 1,25 por lo que cumplen con el requisito exigido en el articulado 8.2.1.3 de la norma COVENIN 316-2000 donde se nos menciona: “Para los aceros S-40, S-60, S-70, W-40, W-60 y W-70, la Resistencia a la Tracción Real (f_{su}^*) no será menor que 1,25 veces el Límite Elástico Real (f_y^*)”.

Por otro lado según el artículo 8.2.1.5.3 de la norma COVENIN 316:2000 nos exige que el porcentaje de alargamiento no debe ser menor que el 12% por lo que las muestras ensayadas cumplen en su totalidad, de igual forma con el ensayo de doblado el cual no presentó ningún tipo de falla.

ENSAYO A TRACCIÓN

CHINA

M1 10mm SZS60

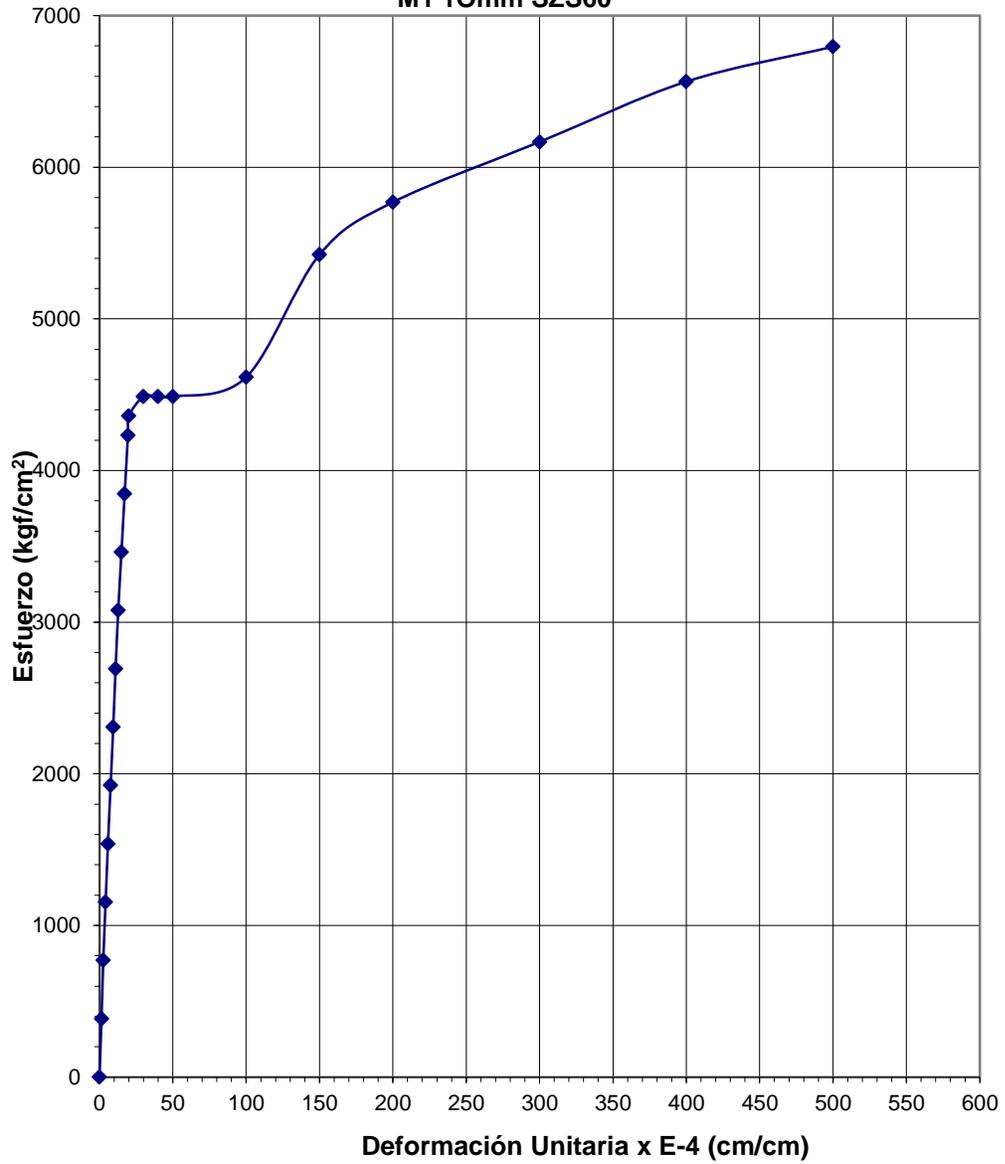


Gráfico 4.44. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN

CHINA

M2 10mm SZS60

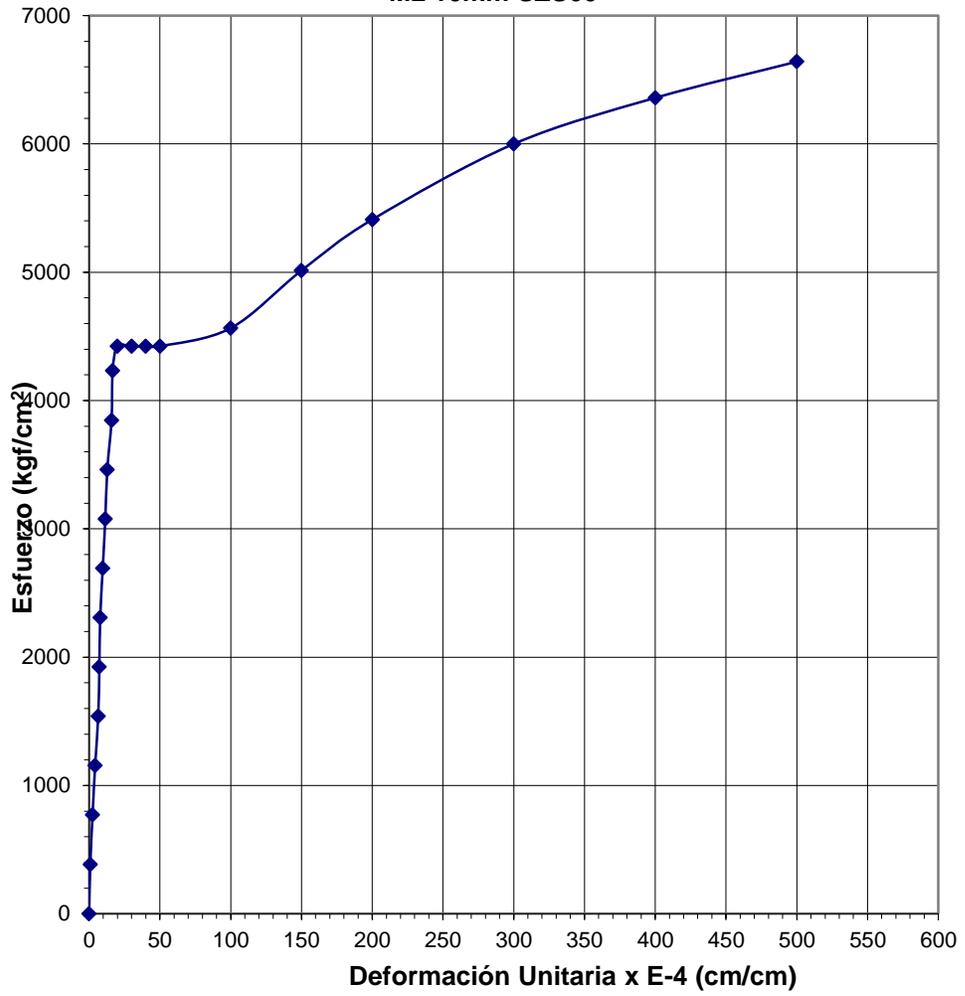


Gráfico 4.45. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN

CHINA

M3 10mm SZS60

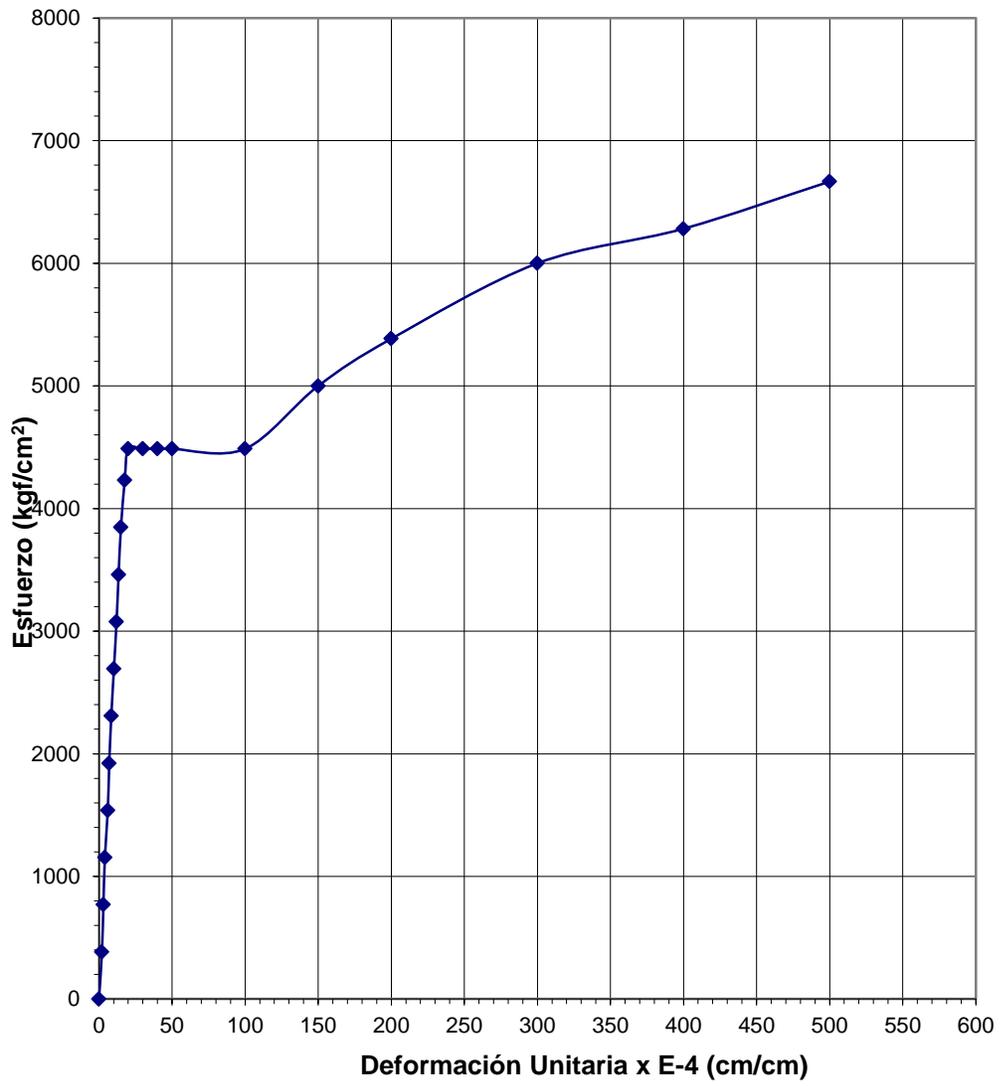


Gráfico 4.46. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN

CHINA

M4 10mm SZS60

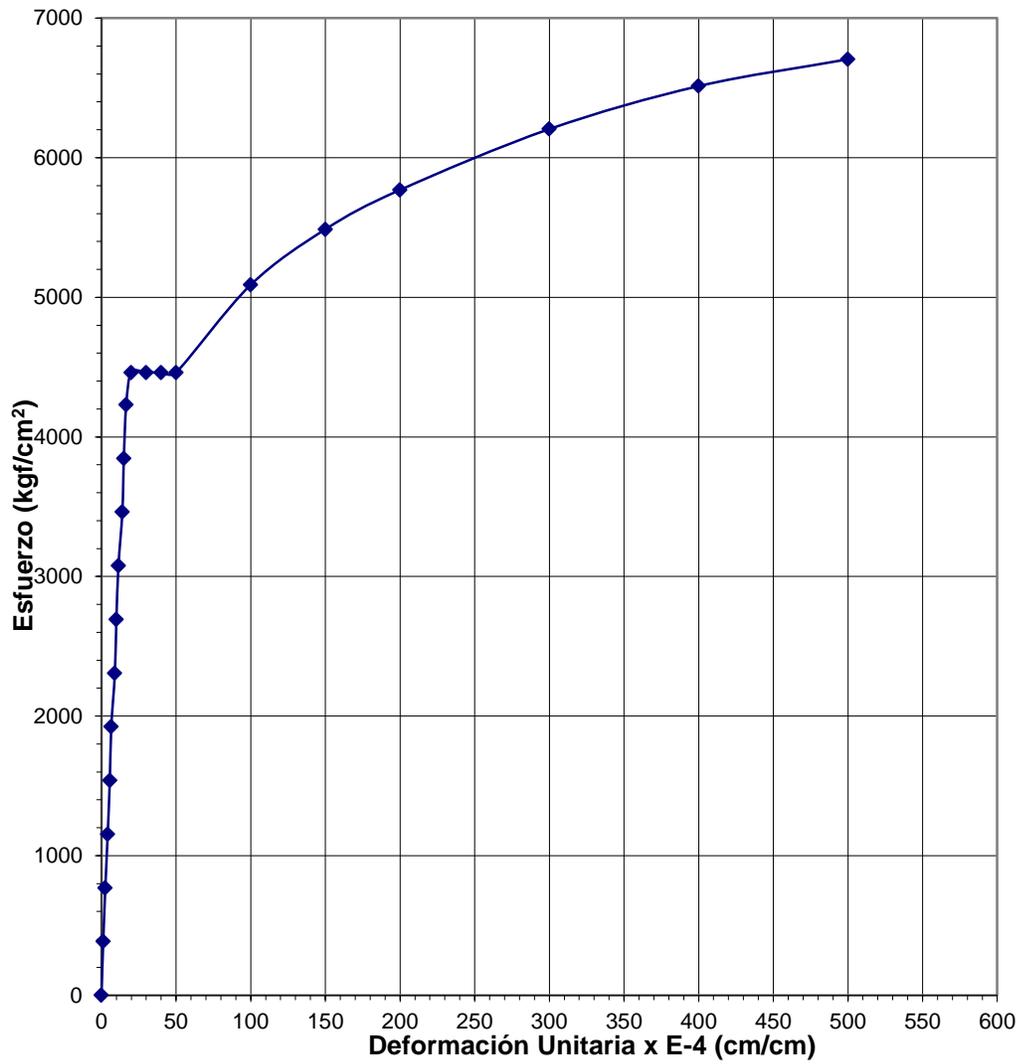


Gráfico 4.47. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN

CUBANA

M1 10mm SZS60

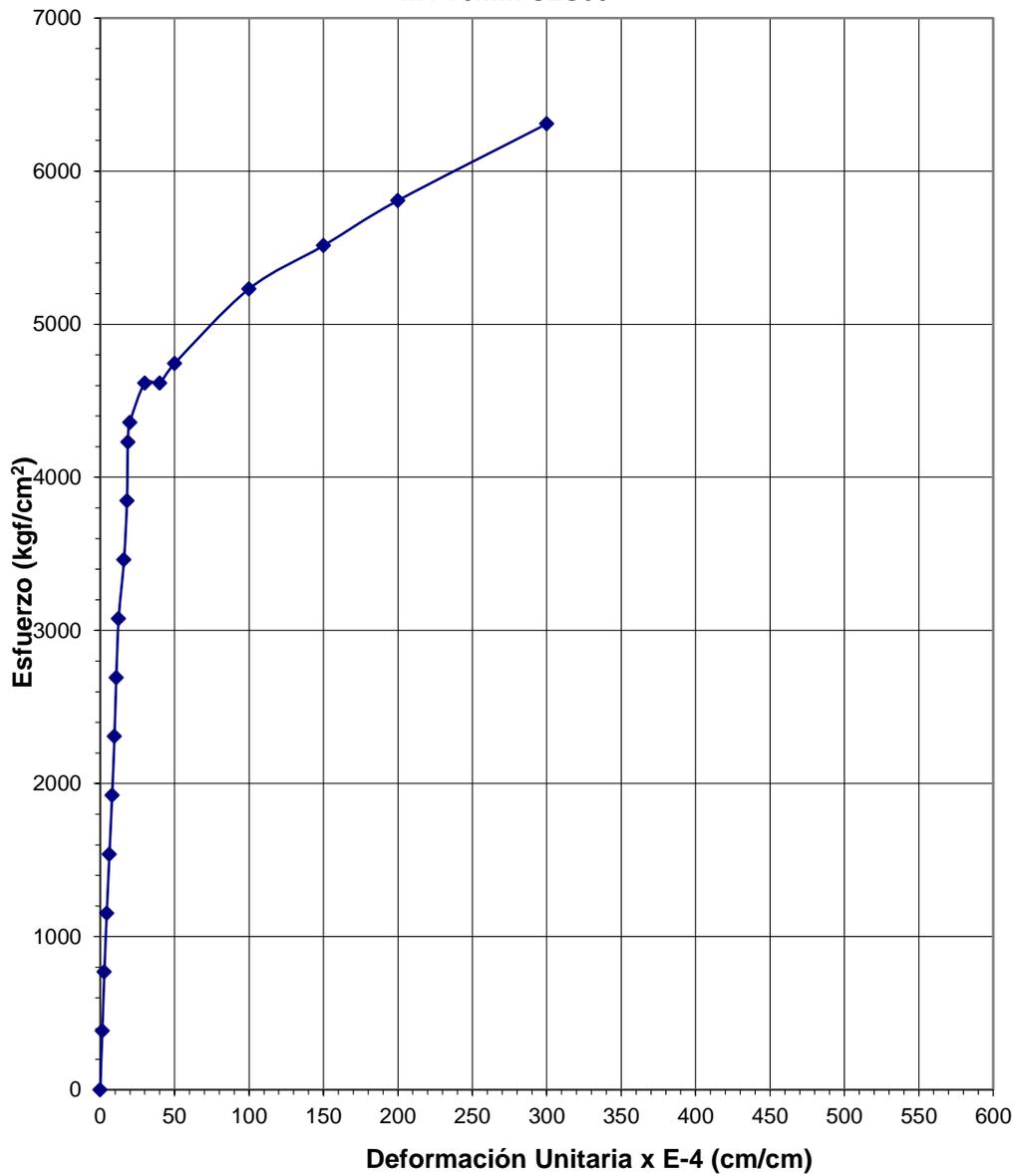


Gráfico 4.48. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN

CUBANA

M2 10mm SZS60

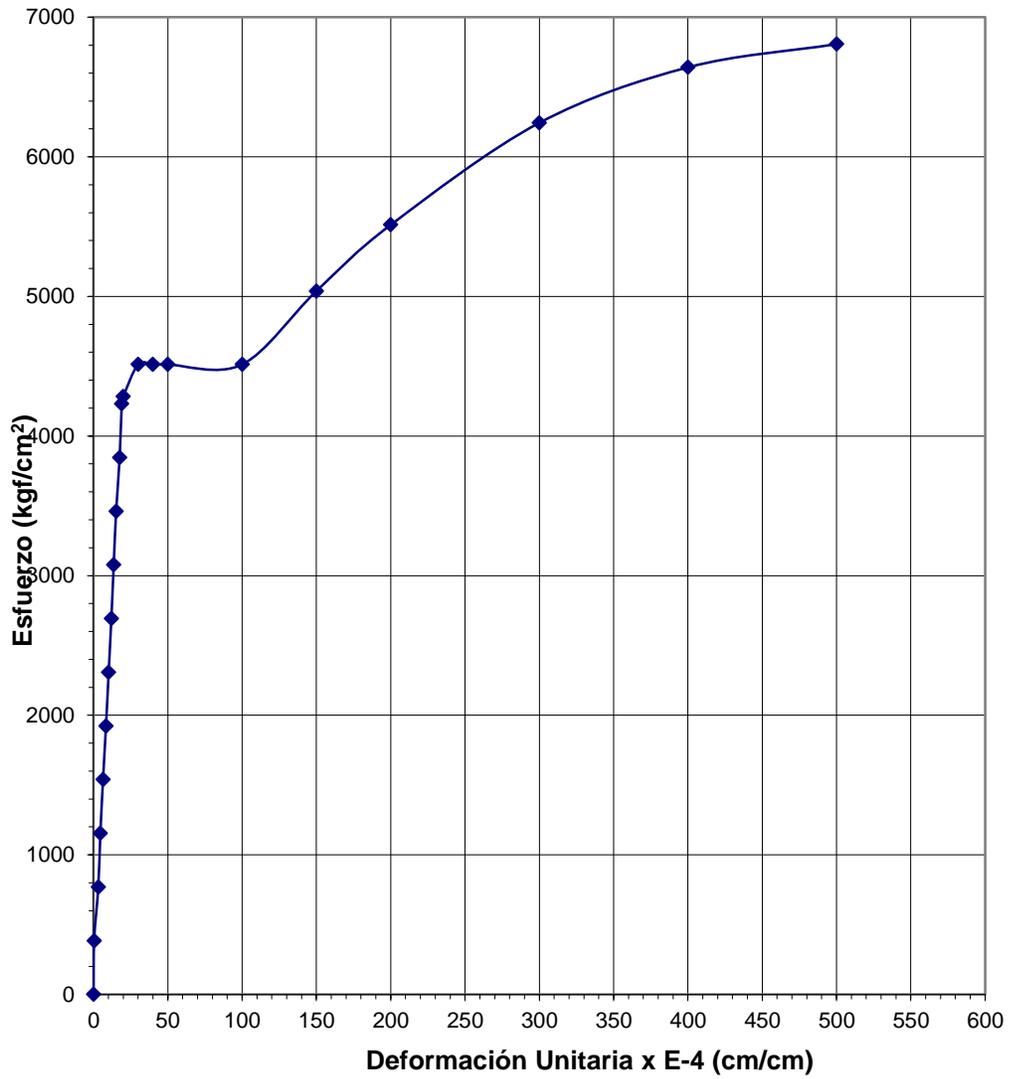


Gráfico 4.49. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN

CUBANA

M3 10mm SZS60

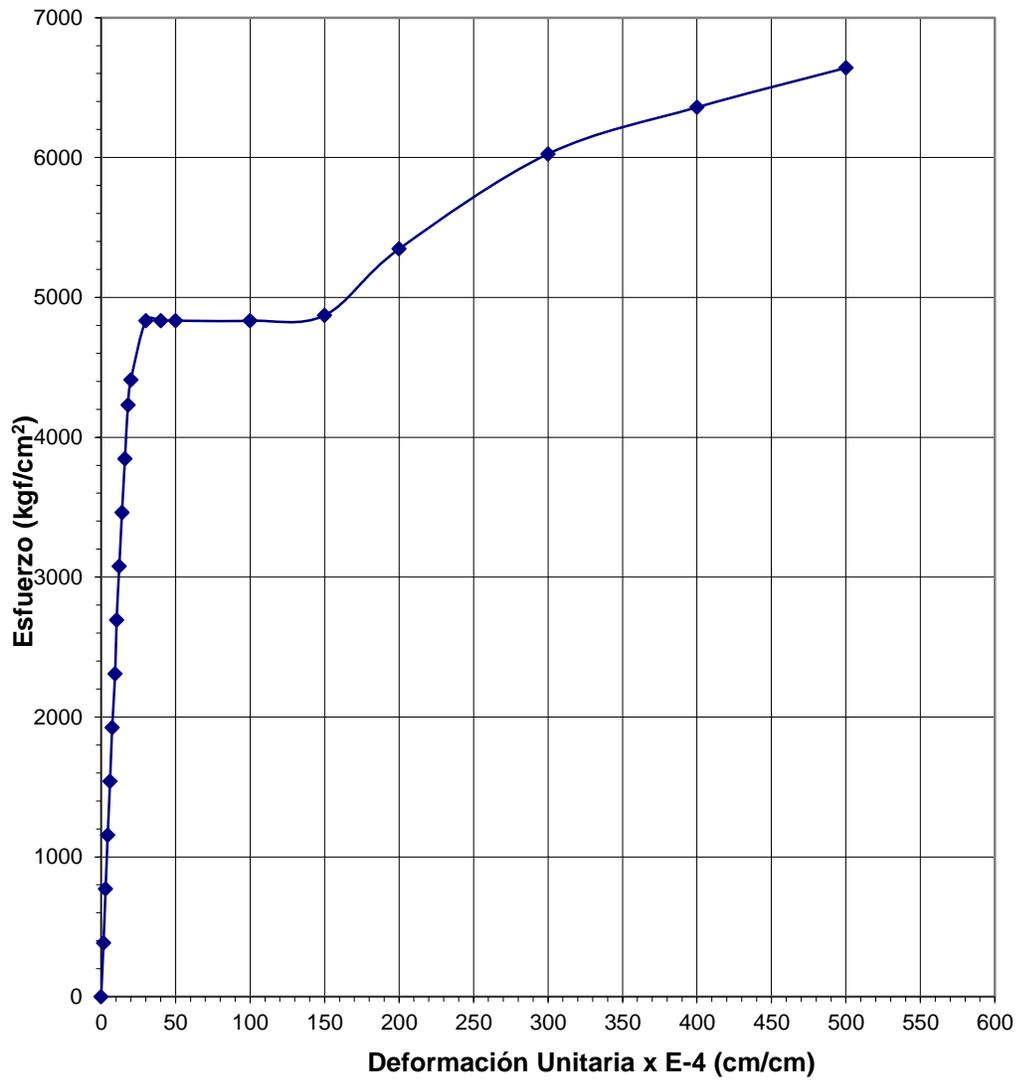


Gráfico 4.50. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN

CUBANA

M4 10mm SZS60

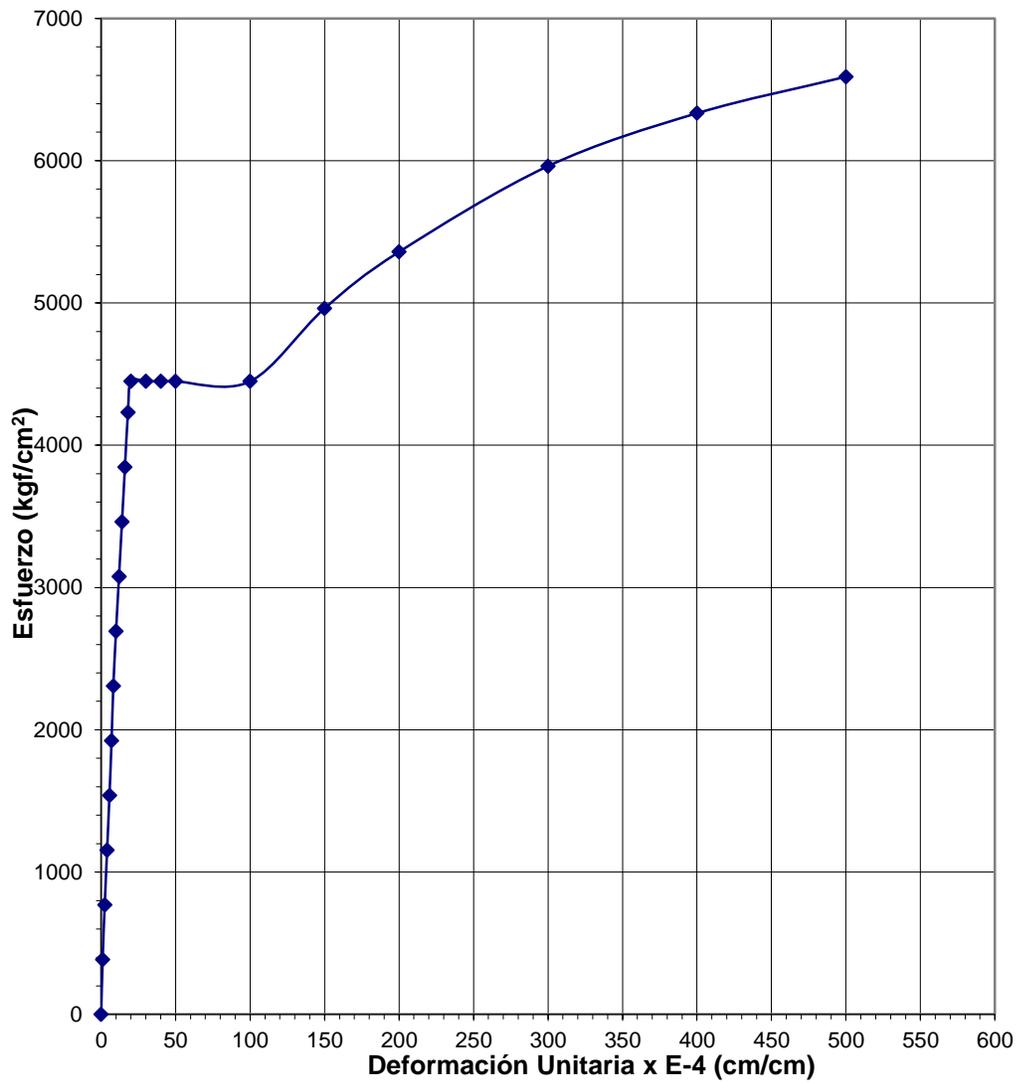


Gráfico 4.51. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN

SIDOR

M1 1/2" S4S60

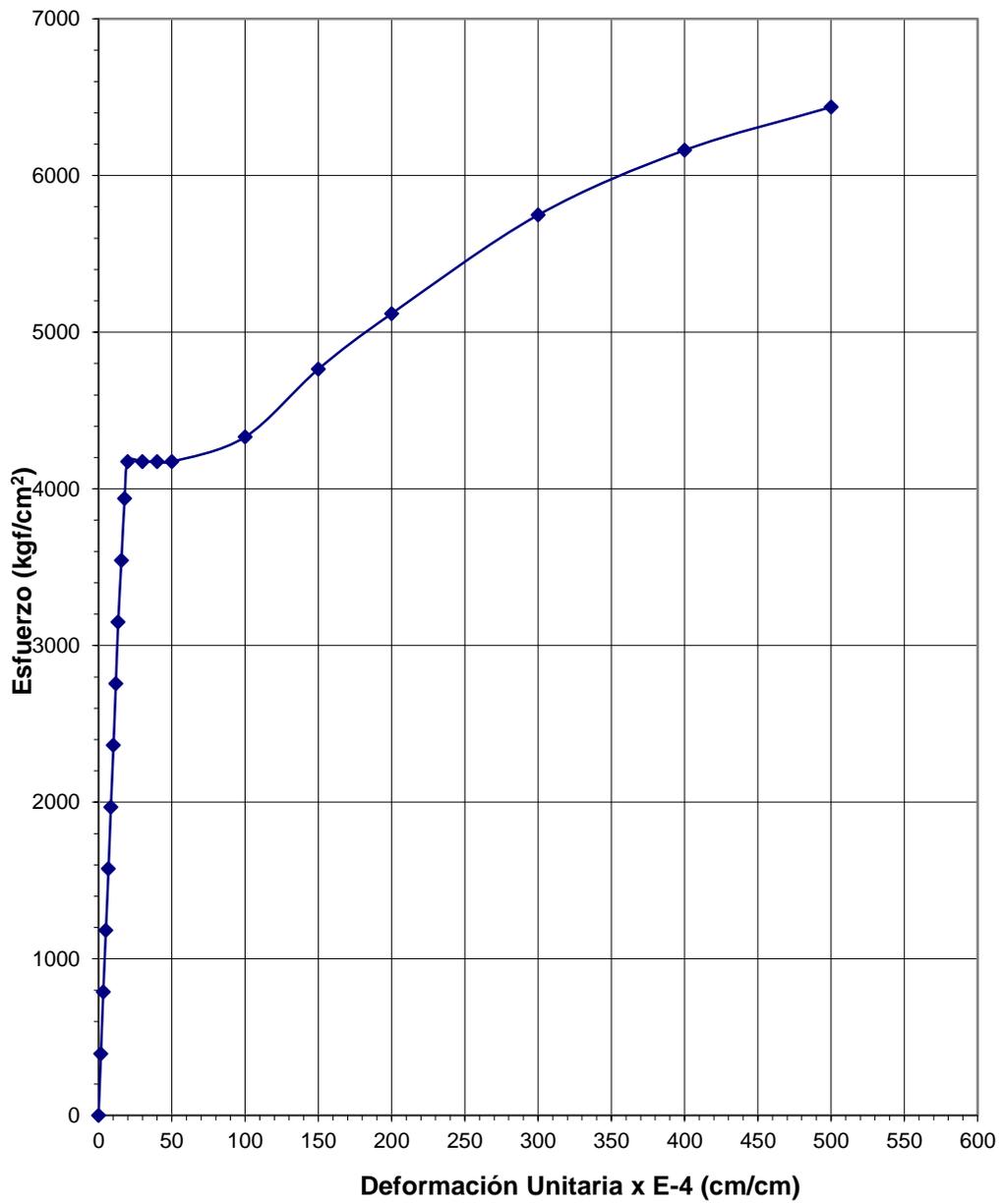


Gráfico 4.52. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN

SIDOR

M2 1/2" S4S60

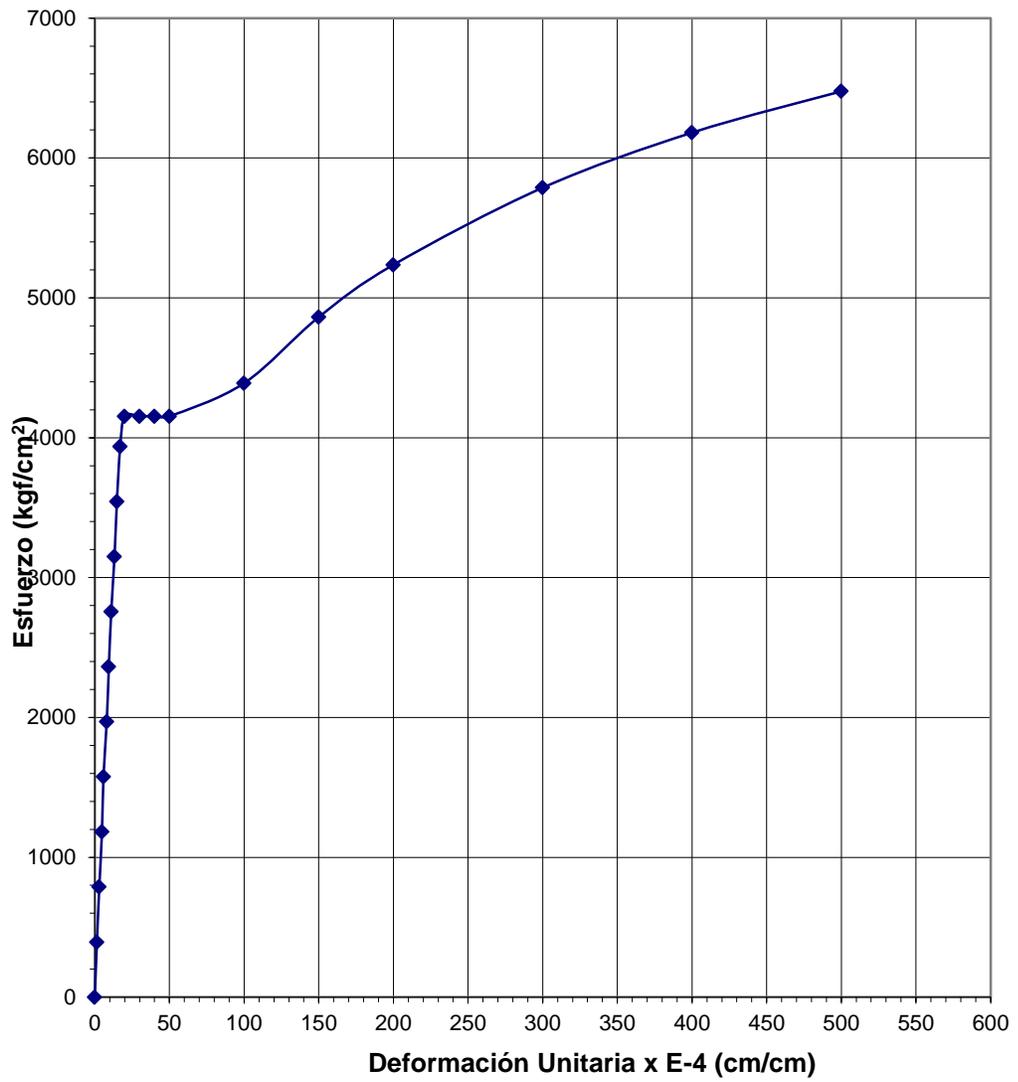


Gráfico 4.53. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN

SIDOR

M3 1/2" S4S60

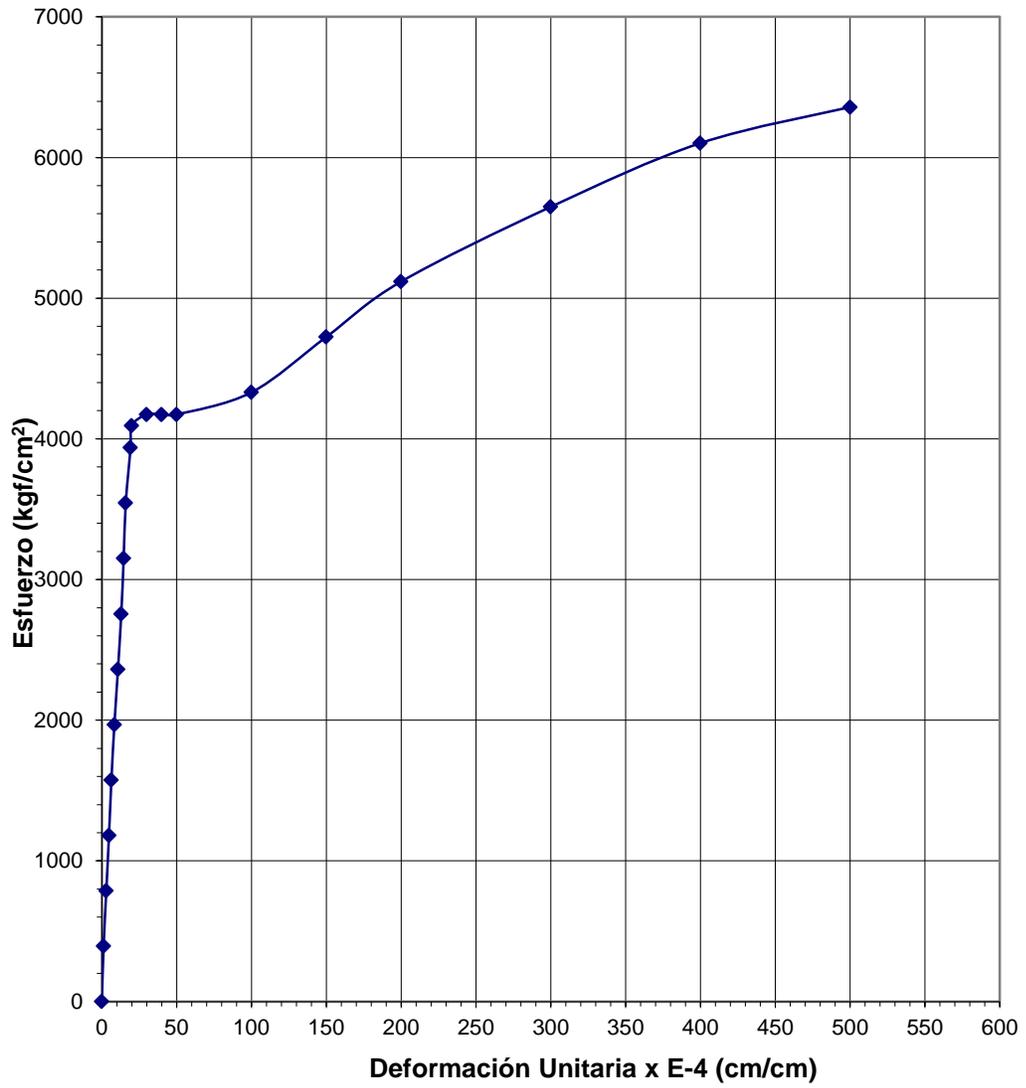


Gráfico 4.54. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN

SIDOR

M4 1/2" S4S60

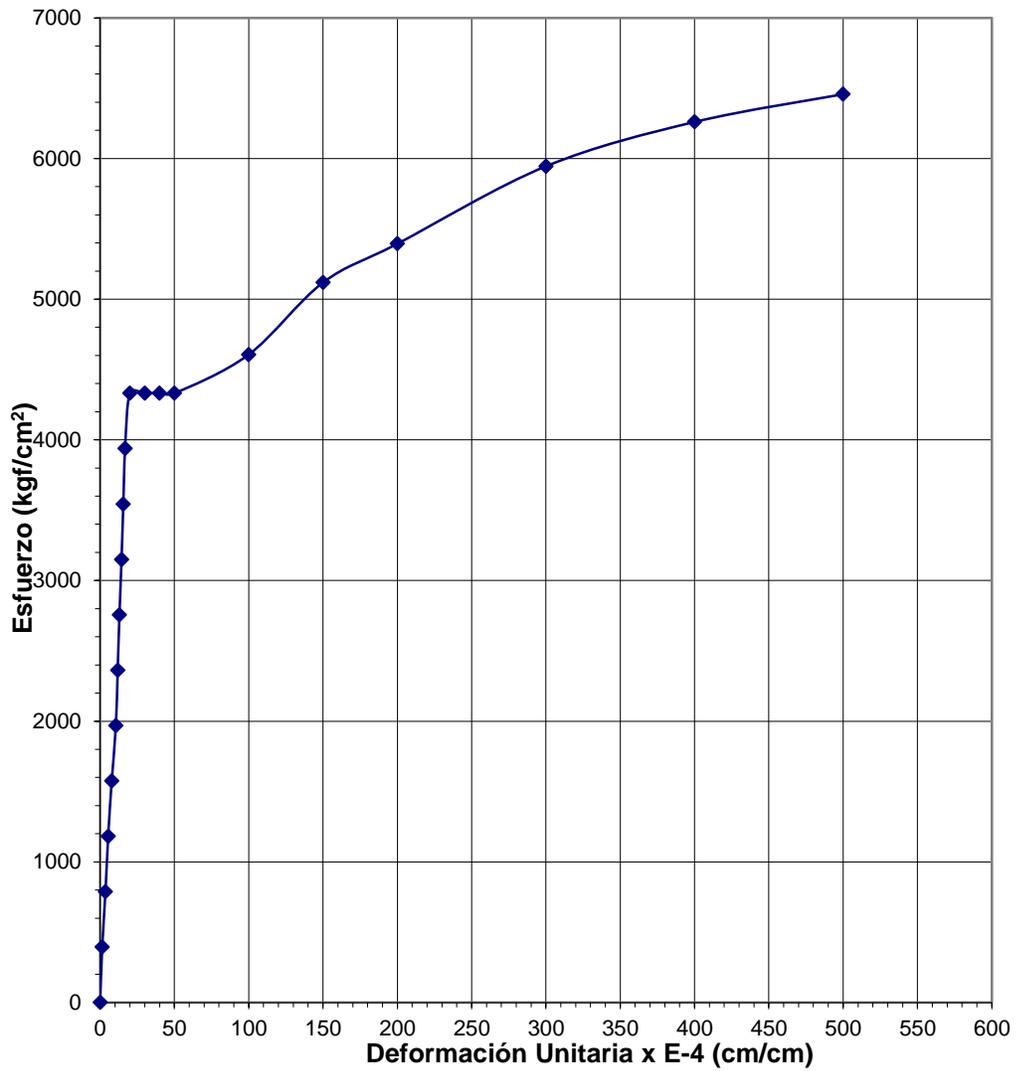


Gráfico 4.55. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN

CUBANA

M1 5/8" G60

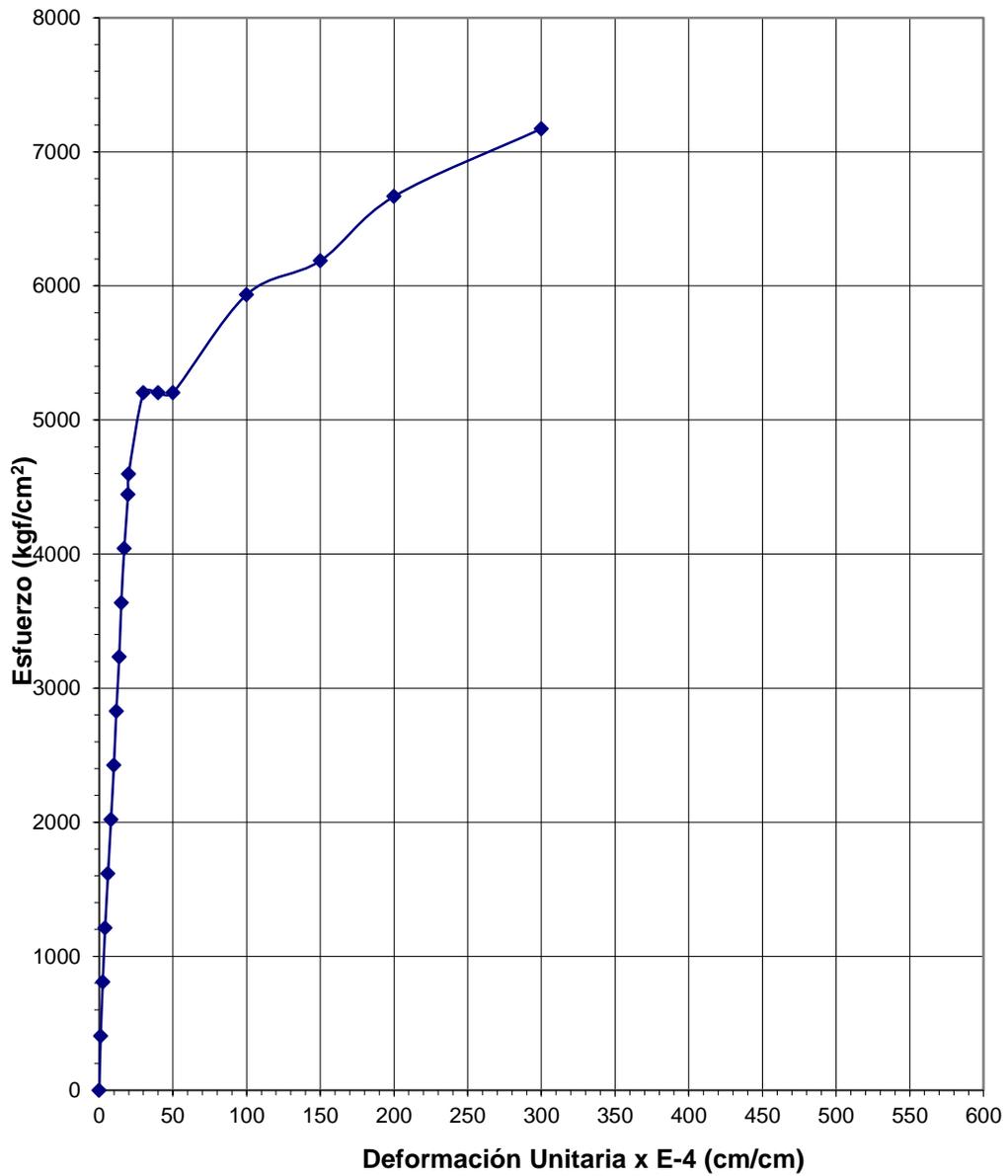


Gráfico 4.56. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN

CUBANA

M2 5/8" G60

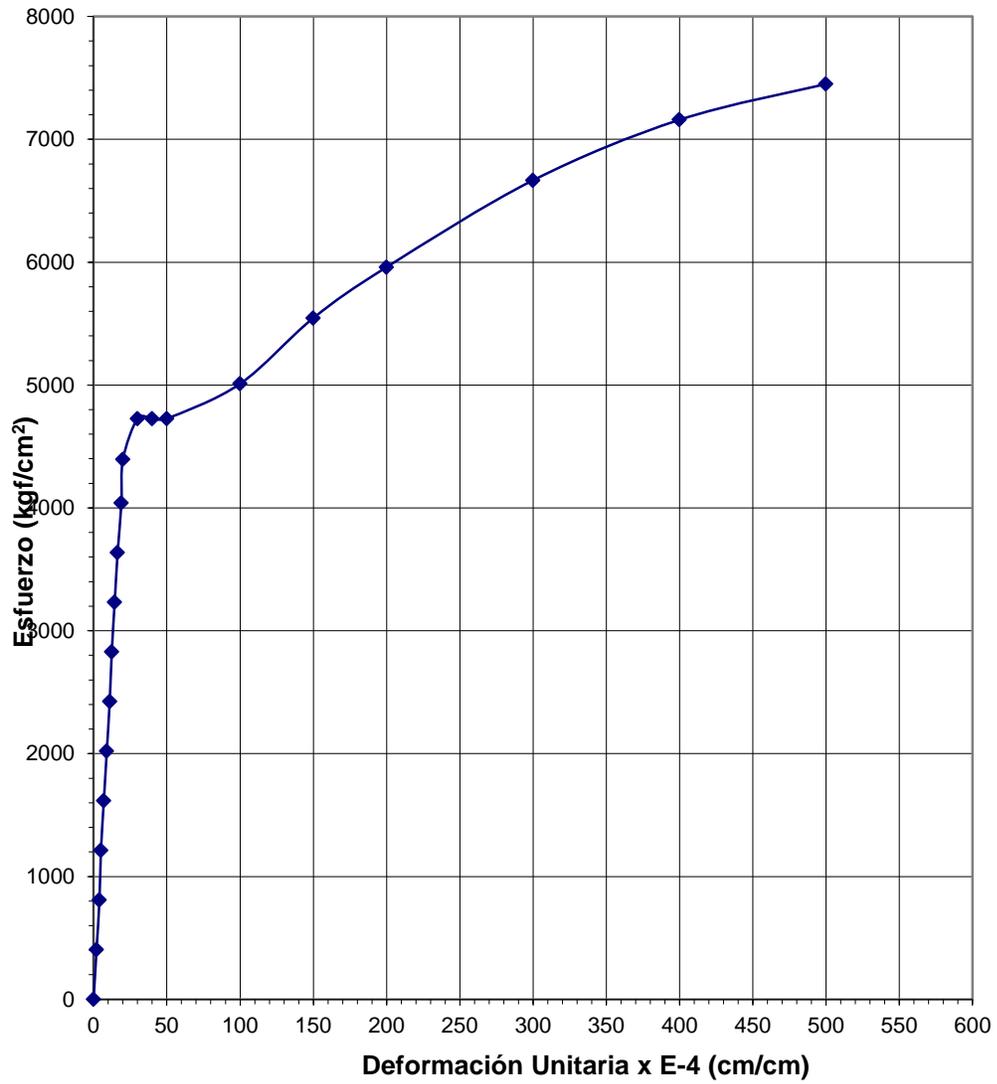


Gráfico 4.57. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN

CUBANA

M3 5/8" G60

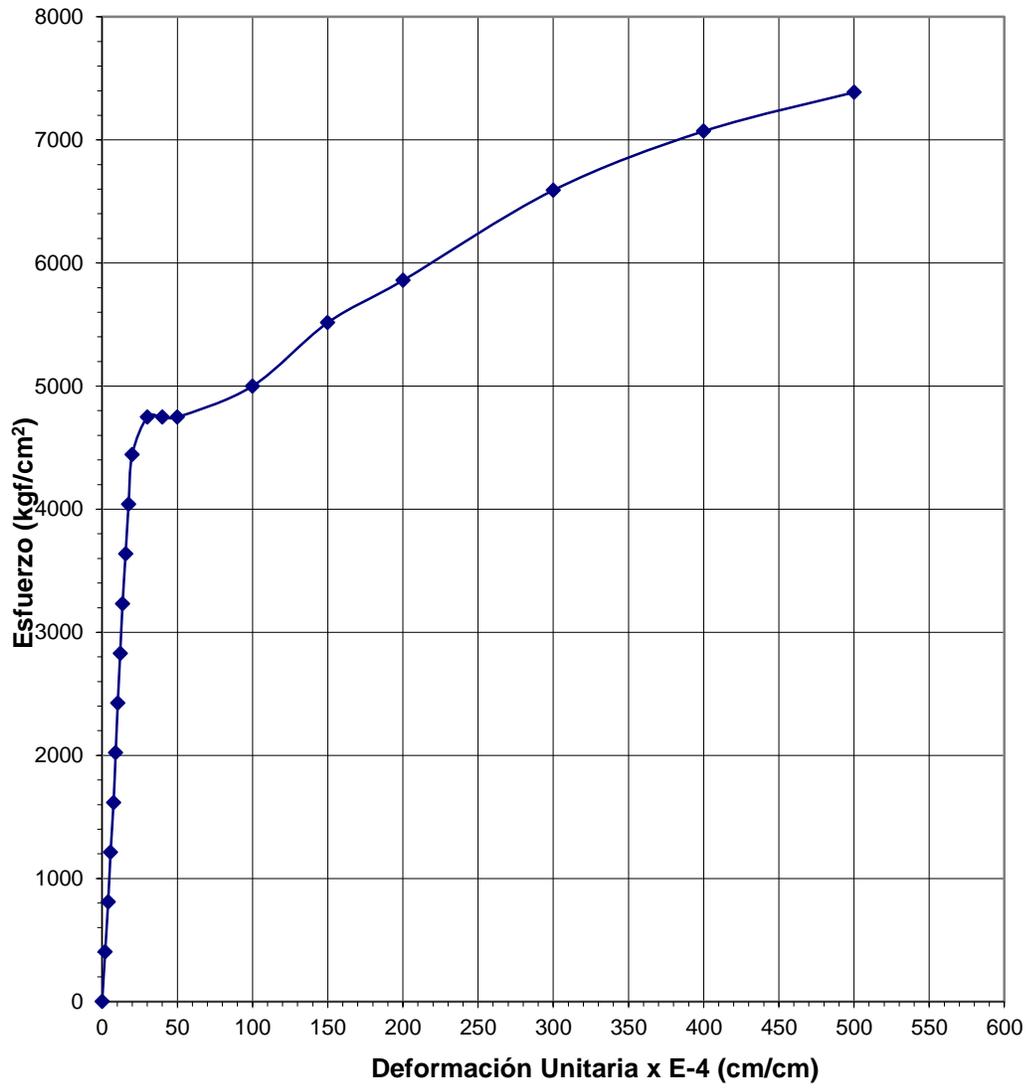


Gráfico 4.58. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN

CUBANA

M4 5/8" G60

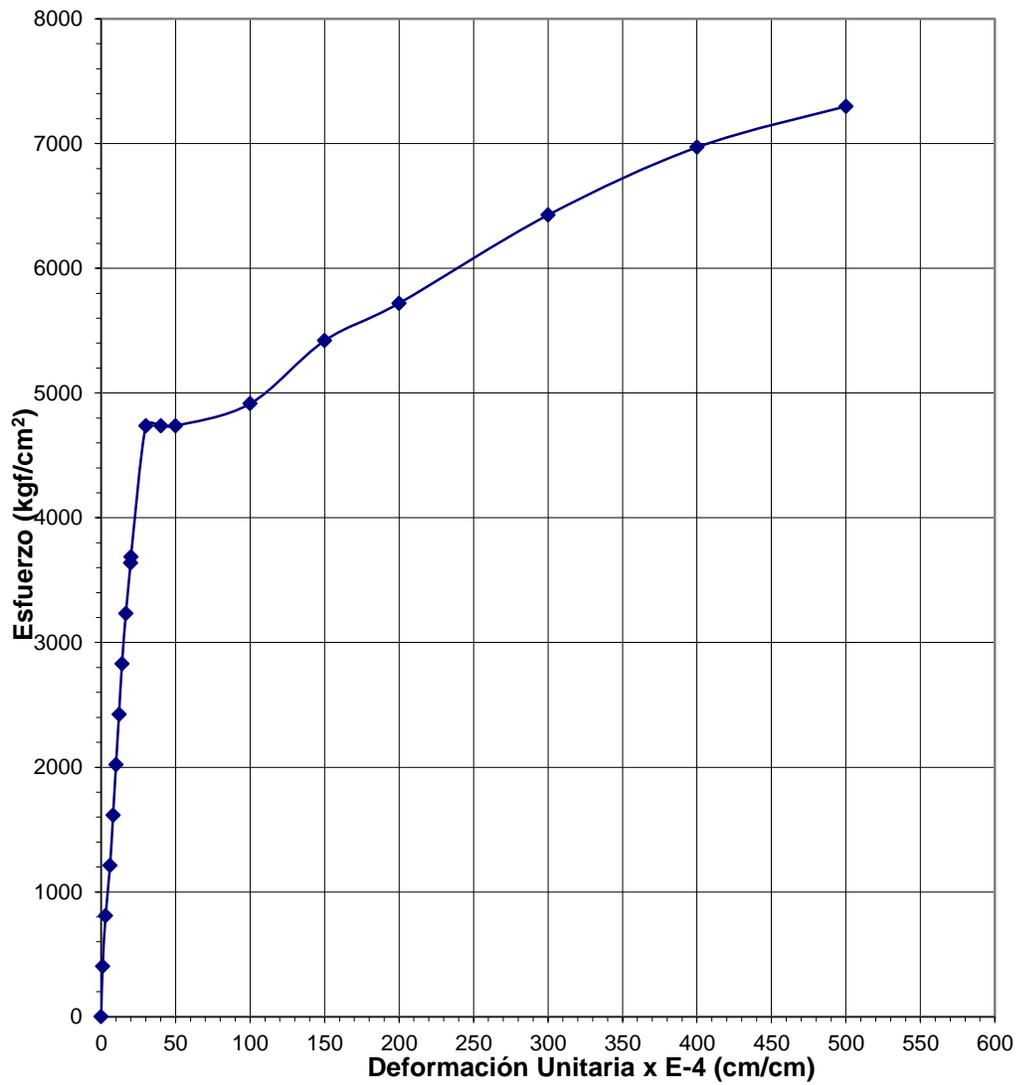


Gráfico 4.59. Esfuerzo-Deformación

LOTE 2

Material a Ensayar:

- Tres (3) barras de acero de 3/8" de diámetro nominal provenientes de Honduras. Colada desconocida.

- Tres (3) barras de acero de 1/2" de diámetro nominal provenientes de Honduras. Colada desconocida.

- Dos (2) barras de acero de 3/8" de diámetro nominal provenientes de Turquía. Colada desconocida.

- Dos (2) barras de acero de 1/2" de diámetro nominal provenientes de Turquía. Colada desconocida.

- Dos (2) barras de acero de 5/8" de diámetro nominal provenientes de Turquía. Colada desconocida.

- Dos (2) barras de acero de 3/8" de diámetro nominal provenientes de República Dominicana. Colada desconocida.

- Dos (2) barras de acero de 5/8" de diámetro nominal provenientes de Cuba. Colada desconocida.

- Dos (2) barras de acero de 1" de diámetro nominal provenientes de China. Colada desconocida.

Los resultados del ensayo de tracción se presentan en la tabla de resultados 4.28 y 4.28.1.

TABLA 4.28 RESULTADOS ORIGEN VARIAS LOTE 2

| MUESTRA | AREA (cm ²) | ALARG. En 20cm % | LIM. ELAST. CONV.S _{0,2} % (kgf/cm ²) | ESFUERZO MAXIMO (kgf/cm ²) | fy*/fy | fsu*/fy* |
|---------------------|----------------------------|------------------------|---|--|--------|----------|
| Hondura #1 3/8" | 0,71 | 17 | 5296 | 8282 | 1,26 | 1,56 |
| Hondura #2 3/8" | 0,71 | 11 | 5296 | 8282 | 1,26 | 1,56 |
| Hondura #3 3/8" | 0,71 | 13 | 5310 | 8254 | 1,26 | 1,55 |
| Hondura #1 1/2" | 1,27 | 16 | 4236 | 6551 | 1,01 | 1,55 |
| Hondura #2 1/2" | 1,27 | 22 | 4220 | 6598 | 1,00 | 1,56 |
| Hondura #3 1/2" | 1,27 | 18 | 4315 | 6953 | 1,03 | 1,61 |
| Turquia #1 3/8" | 0,71 | 12 | 5620 | 6873 | 1,34 | 1,22 |
| Turquia #2 3/8" | 0,71 | 14 | 5634 | 6915 | 1,34 | 1,23 |
| Turquia #1 1/2" | 1,27 | 18 | 5118 | 6622 | 1,22 | 1,29 |
| Turquia #2 1/2" | 1,27 | 12 | 5118 | 6559 | 1,22 | 1,28 |
| Turquia #1 5/8" | 1,98 | 17 | 5162 | 6604 | 1,23 | 1,28 |
| Turquia #2 5/8" | 1,98 | 12 | 5278 | 6768 | 1,26 | 1,28 |
| Rep. Do. #1 3/8" | 0,71 | 20 | 4859 | 7972 | 1,16 | 1,64 |
| Rep. Do. #2 3/8" | 0,71 | 12 | 4986 | 8056 | 1,19 | 1,62 |
| Cuba #1 5/8" | 1,98 | 17 | 4323 | 6687 | 1,03 | 1,55 |
| Cuba #2 5/8" | 1,98 | 18 | 4394 | 6667 | 1,05 | 1,52 |
| China #1 1" | 5,07 | 22 | 5404 | 6864 | 1,29 | 1,27 |
| China #2 1" | 5,07 | 20 | 5365 | 6864 | 1,28 | 1,28 |

**TABLA 4.28.1 CUMPLIMIENTO DE LA NORMA COVENIN ORIGEN
VARIOS LOTE 2**

| Muestra | Criterio $f_y^* \leq 1,30 f_y$ | Criterio $f_{su}^* \geq 1,25 f_y^*$ |
|------------------|--------------------------------|-------------------------------------|
| Hondura #1 3/8" | CUMPLE | CUMPLE |
| Hondura #2 3/8" | CUMPLE | CUMPLE |
| Hondura #3 3/8" | CUMPLE | CUMPLE |
| Hondura #1 1/2" | CUMPLE | CUMPLE |
| Hondura #2 1/2" | CUMPLE | CUMPLE |
| Hondura #3 1/2" | CUMPLE | CUMPLE |
| Turquia #1 3/8" | NO CUMPLE | NO CUMPLE |
| Turquia #2 3/8" | NO CUMPLE | NO CUMPLE |
| Turquia #1 1/2" | CUMPLE | CUMPLE |
| Turquia #2 1/2" | CUMPLE | CUMPLE |
| Turquia #1 5/8" | CUMPLE | CUMPLE |
| Turquia #2 5/8" | CUMPLE | CUMPLE |
| Rep. Do. #1 3/8" | CUMPLE | CUMPLE |
| Rep. Do. #2 3/8" | CUMPLE | CUMPLE |
| Cuba #1 5/8" | CUMPLE | CUMPLE |
| Cuba #2 5/8" | CUMPLE | CUMPLE |
| China #1 1" | CUMPLE | CUMPLE |
| China #2 1" | CUMPLE | CUMPLE |

Los resultados del ensayo de doblado se presentan en la tabla de resultados No. 4.29.

TABLA 4.29 VARIAS RESULTADOS ORIGEN VARIOS LOTE 2

| MUESTRA | ANGULO DE DOBLADO | OBSERVACIÓN |
|---------------------|-------------------|--|
| Hondura #1 3/8" | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |
| Hondura #2 3/8" | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |
| Hondura #3 3/8" | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |
| Hondura #1 1/2" | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |
| Hondura #2 1/2" | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |
| Hondura #3 1/2" | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |
| Turquia #1 3/8" | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |
| Turquia #2 3/8" | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |
| Turquia #1 1/2" | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |
| Turquia #2 1/2" | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |
| Turquia #1 5/8" | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |
| Turquia #2 5/8" | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |
| Rep. Do. #1 3/8" | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |
| Rep. Do. #2 3/8" | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |
| Cuba #1 5/8" | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |
| Cuba #2 5/8" | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |
| China #1 1" | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |
| China #2 1" | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |

Para el análisis de este lote de cabillas provenientes de Honduras, Turquía, República Dominicana, Cubana y Chinas de diversos diámetros nominales señalados en las tablas anteriores; se realizó un estudio de relación entre el límite elástico real (f_y^*) y el límite elástico nominal (f_y), donde los resultados:

- Honduras las muestras M1, M2 y M3 de 1/2"
- Turcas M1, M2 de 1/2"
- Turcas M1, M2 de 5/8"
- Cubanas M1, M2 de 5/8"
- Chinas M1 de 1"

Nos arrojó menor de 1,30 por lo que si cumplen con la norma.

- Honduras M1,M2,M3 de 3/8"
- Turcas M1, M2 de 3/8"
- República Dominicana M1, M2 de 3/8"
- China M2 de 1"

Nos arrojó mayor de 1,30 por lo que no cumplen con el requisito exigido en el articulado 8.2.1.2 de la norma COVENIN 316-2000 donde se nos menciona: "Para los aceros S-60, S-70, W-40, W-60 y W-70, el Límite Elástico Real (f_y^*) no debe exceder el Límite Elástico Nominal (f_y) en más de un 30%".

Del mismo modo se presentó una relación entre el esfuerzo máximo real (F_{su}^*) y el límite elástico real (f_y^*) donde los resultados de todas las muestras de Honduras de 3/8" y 1/2", las Turcas de 5/8" y 1/2", las Cubanas de 5/8" y las chinas nos arrojó mayor de 1,25 por lo que cumplen con la norma. Por el contrario todas las muestras de Turquía de 3/8" y Republica Dominicana de 3/8" nos arrojó menor de 1,25 por lo

que no cumplen con el requisito exigido en el articulado 8.2.1.3 de la norma COVENIN 316-2000 donde se nos menciona: “Para los aceros S-40, S-60, S-70, W-40, W-60 y W-70, la Resistencia a la Tracción Real (f_{su}^*) no será menor que 1,25 veces el Límite Elástico Real (f_{y}^*)”.

Por otro lado según el artículo 8.2.1.5.3 de la norma COVENIN 316:2000 nos exige que el porcentaje de alargamiento no debe ser menor que el 12% por lo que las muestras ensayadas cumplen en su totalidad, menos la muestra M2 de Honduras de 3/8” el cual tiene un porcentaje inferior a lo establecido por la norma, de igual forma con el ensayo de doblado el cual no presento ningún tipo de falla.

ENSAYO A TRACCIÓN

HONDURAS

M1 3/8"

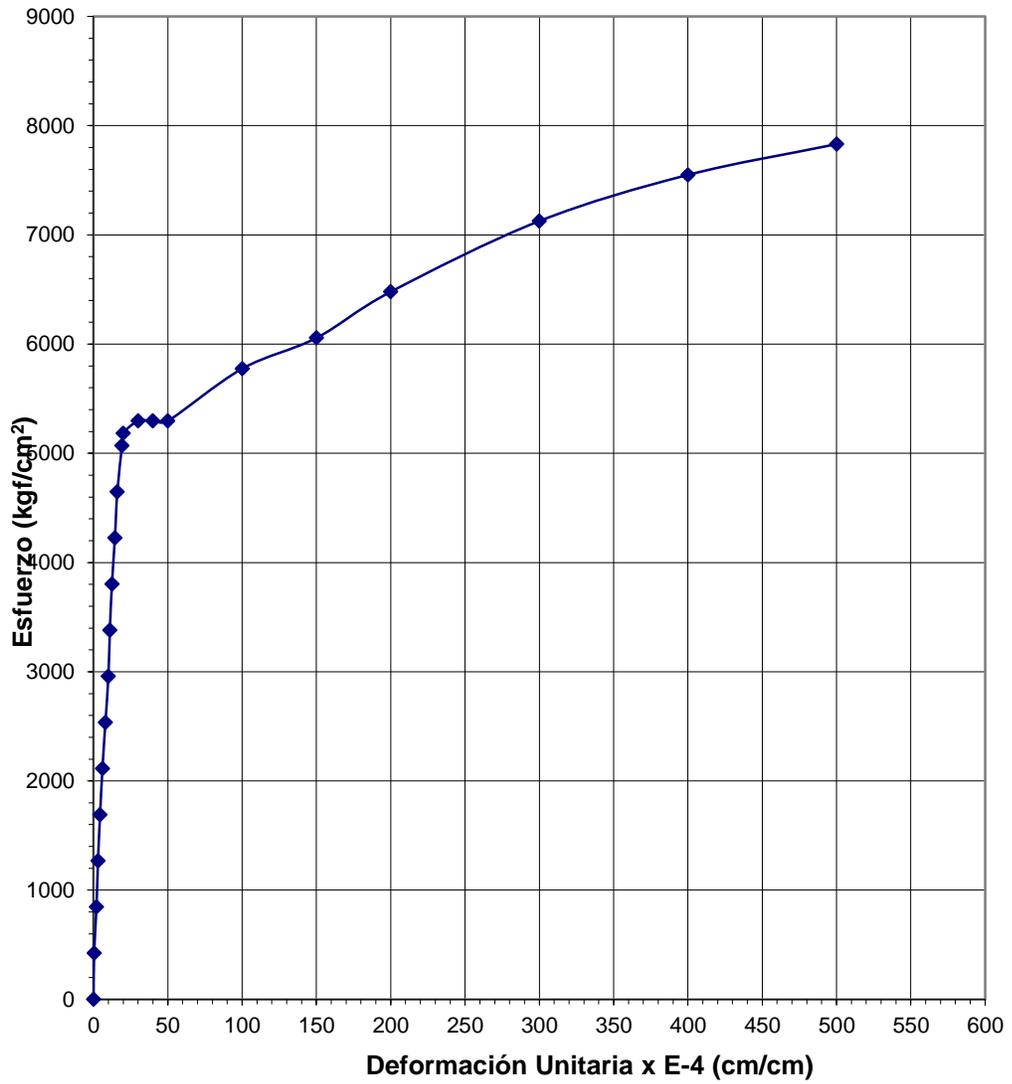


Gráfico 4.60. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN

HONDURAS

M2 3/8"

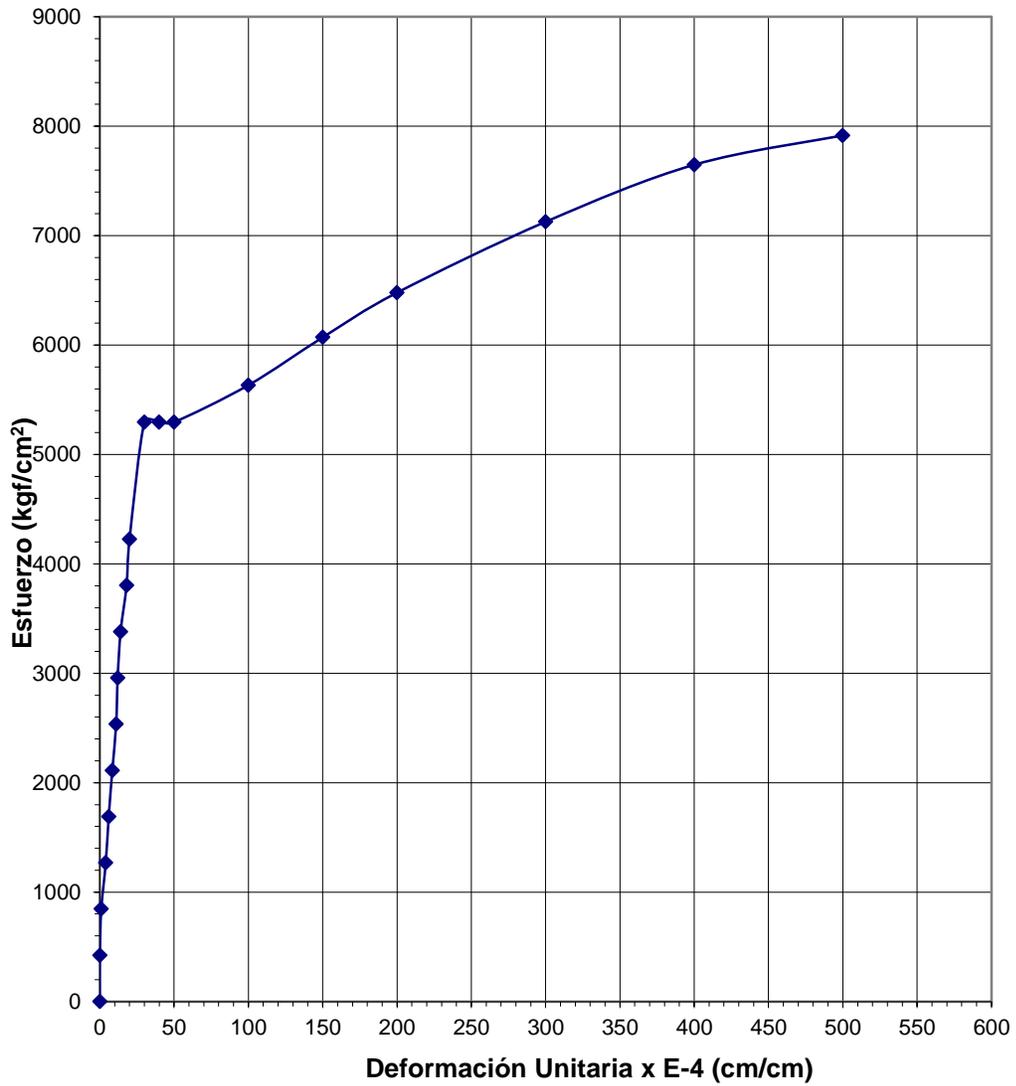


Gráfico 4.61. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN

HONDURAS

M1 1/2"

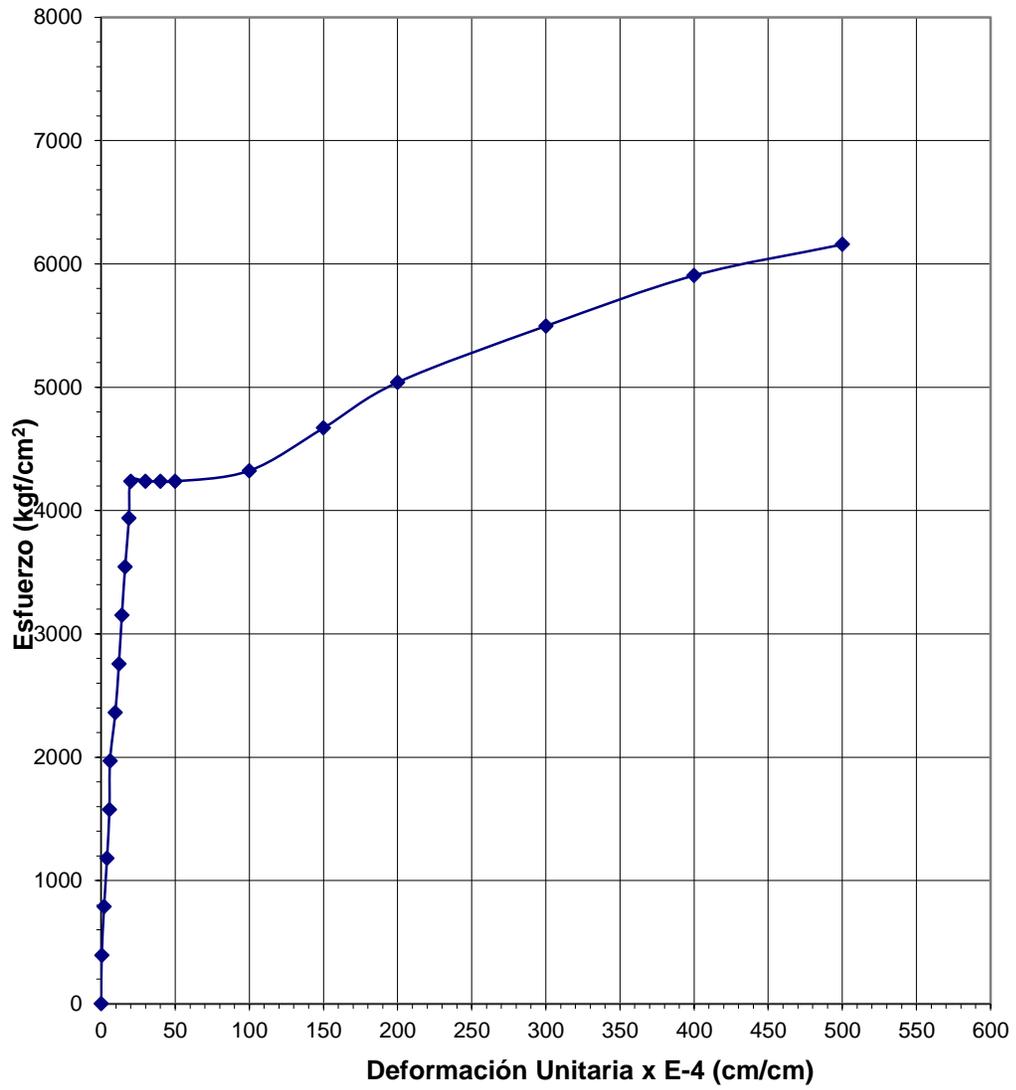


Gráfico 4.62. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN

HONDURAS

M2 1/2"

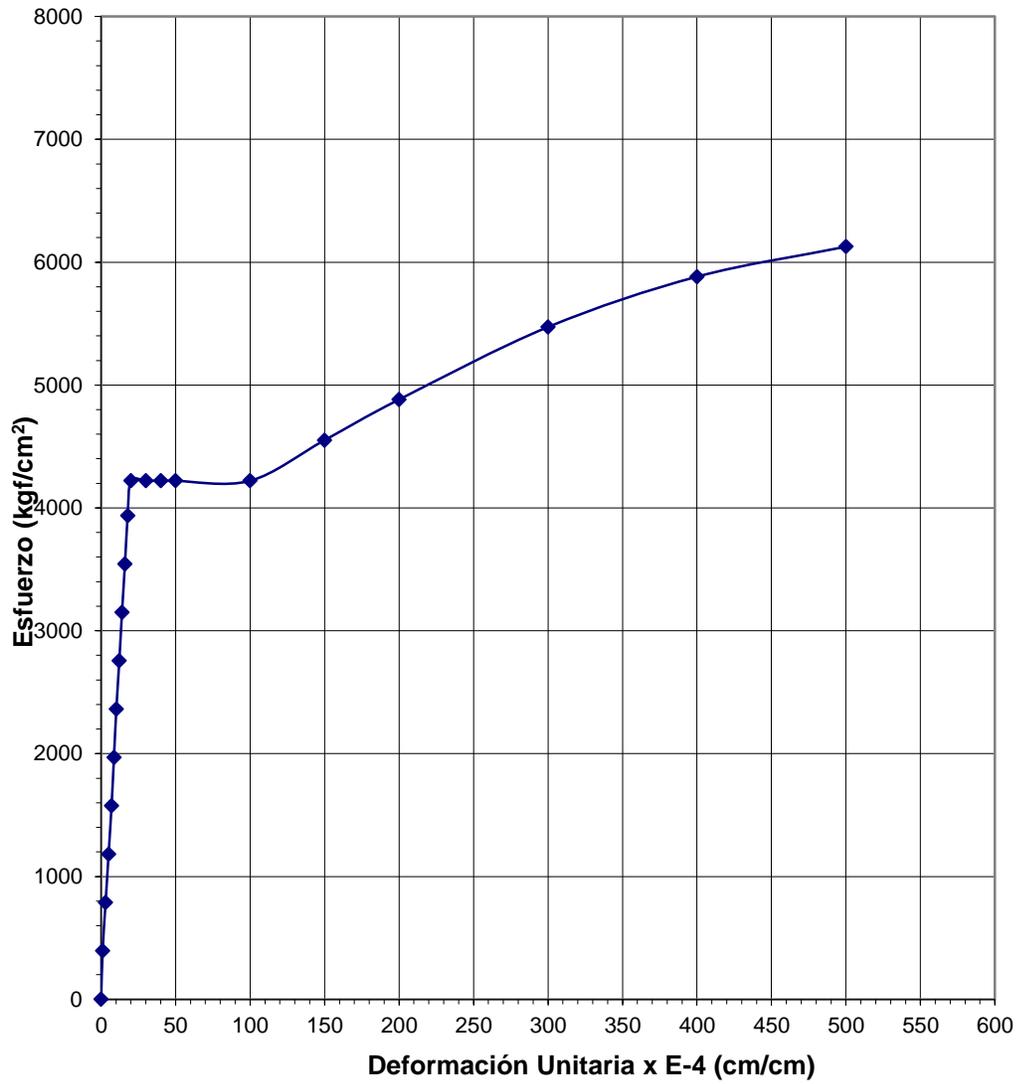


Gráfico 4.63. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN

HONDURAS

M3 1/2"

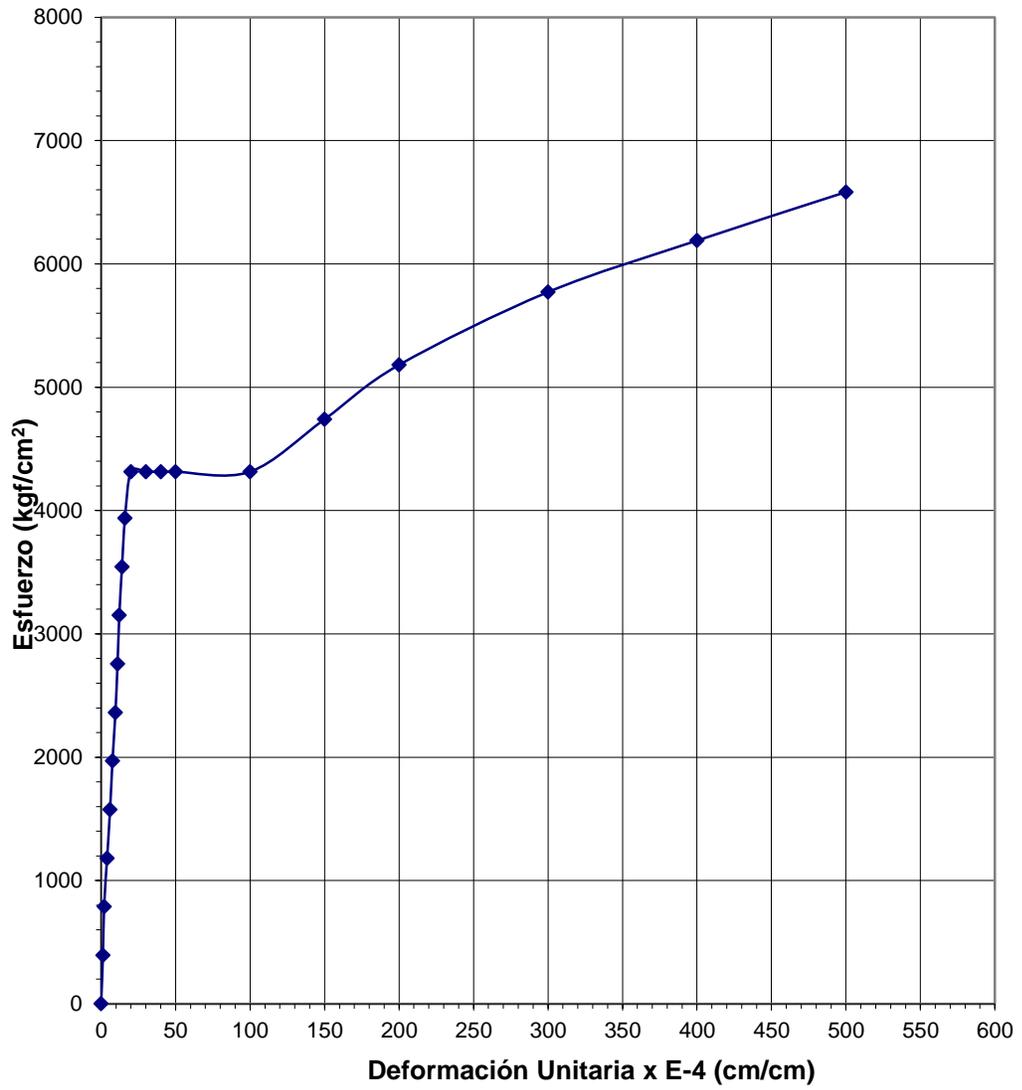


Gráfico 4.64. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN

TURQUIA

M1 3/8"

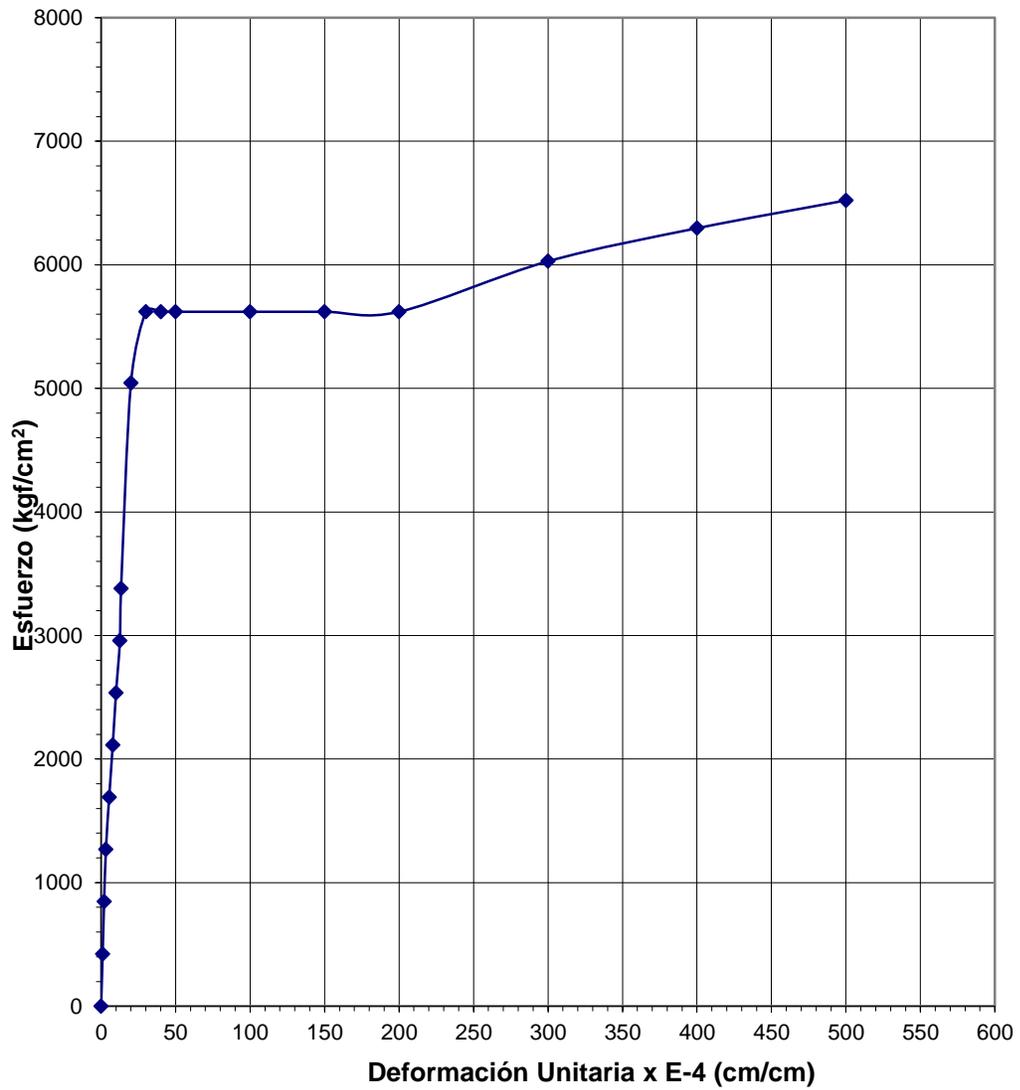


Gráfico 4.65. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN

TURQUIA

M2 3/8"

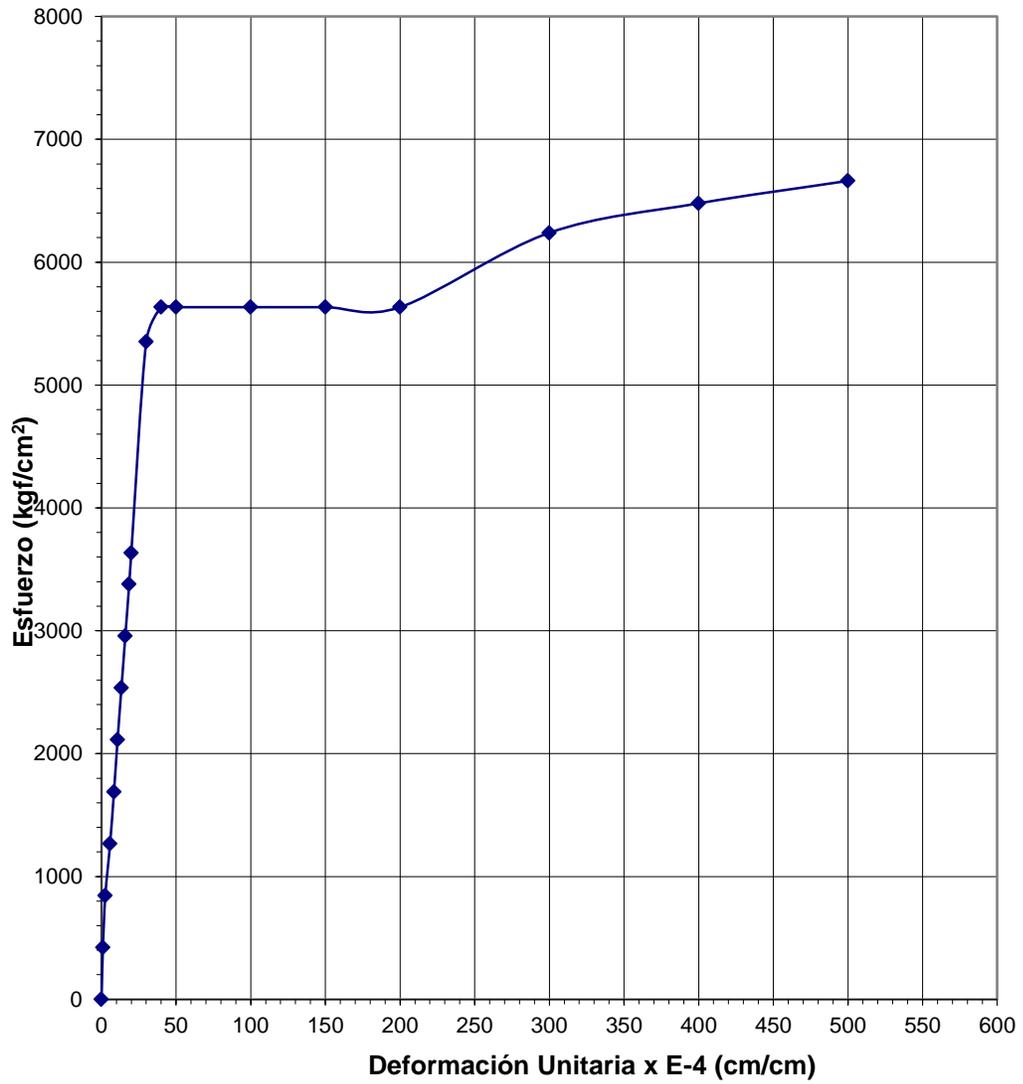


Gráfico 4.66. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN

TURQUIA

M1 1/2"

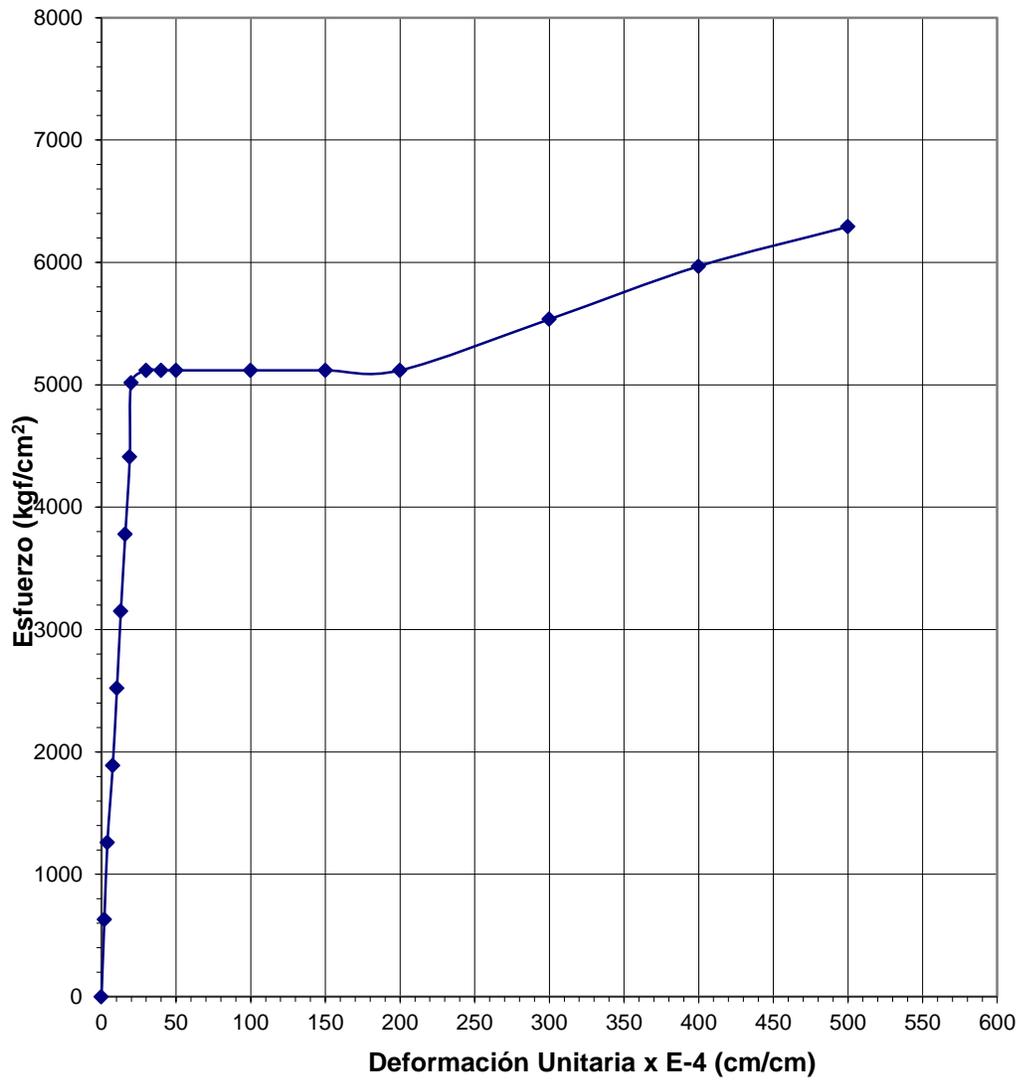


Gráfico 4.67. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN

TURQUIA

M2 1/2"

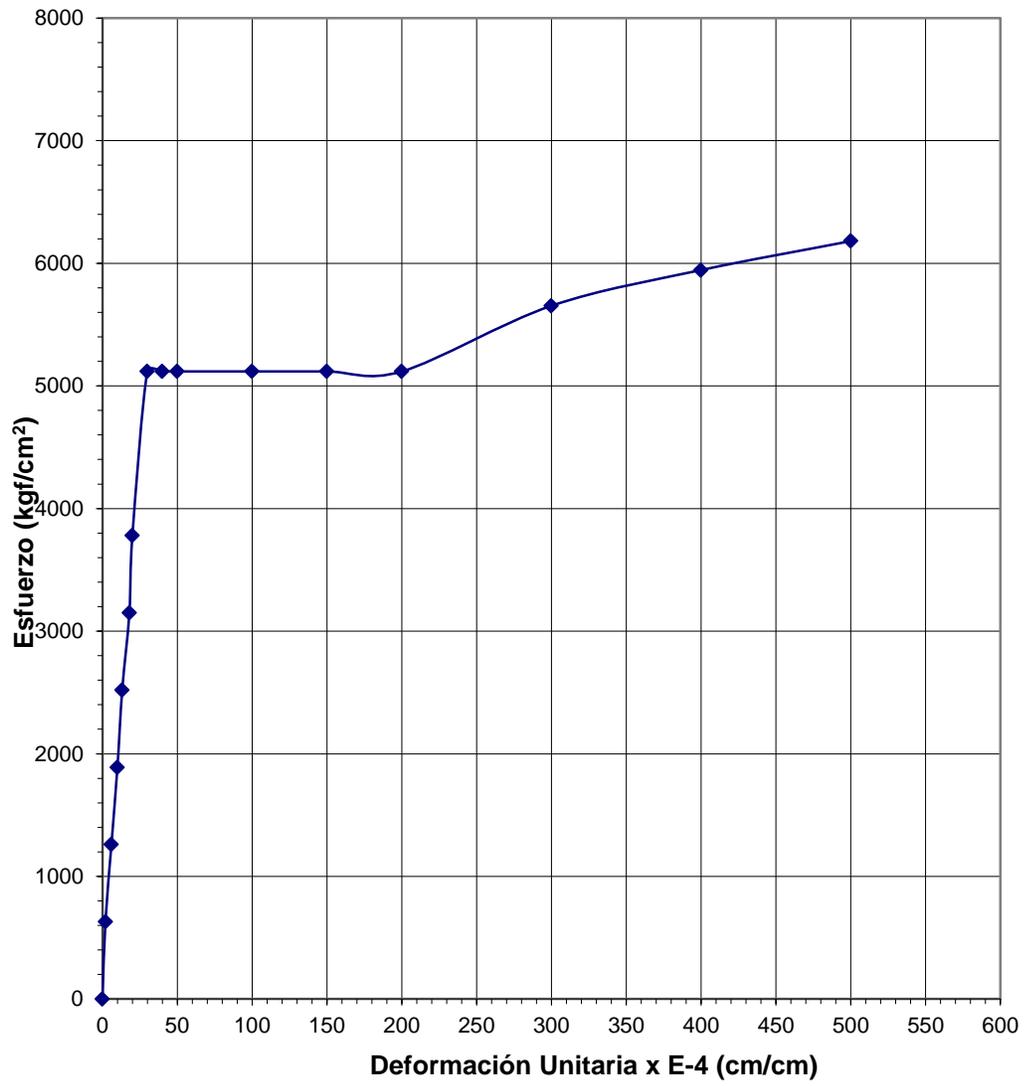


Gráfico 4.68. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN

TURQUIA

M1 5/8"

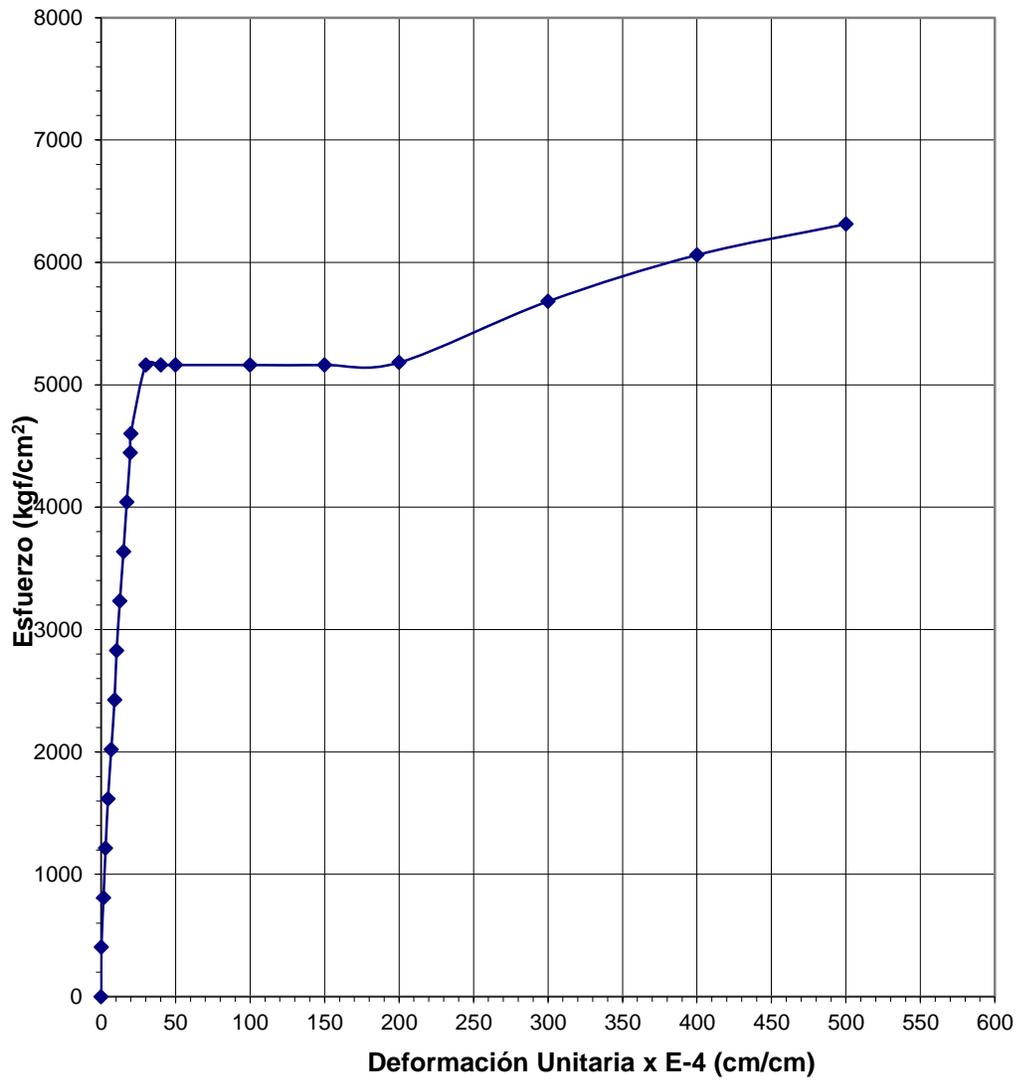


Gráfico 4.69. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN

TURQUIA

M2 5/8"

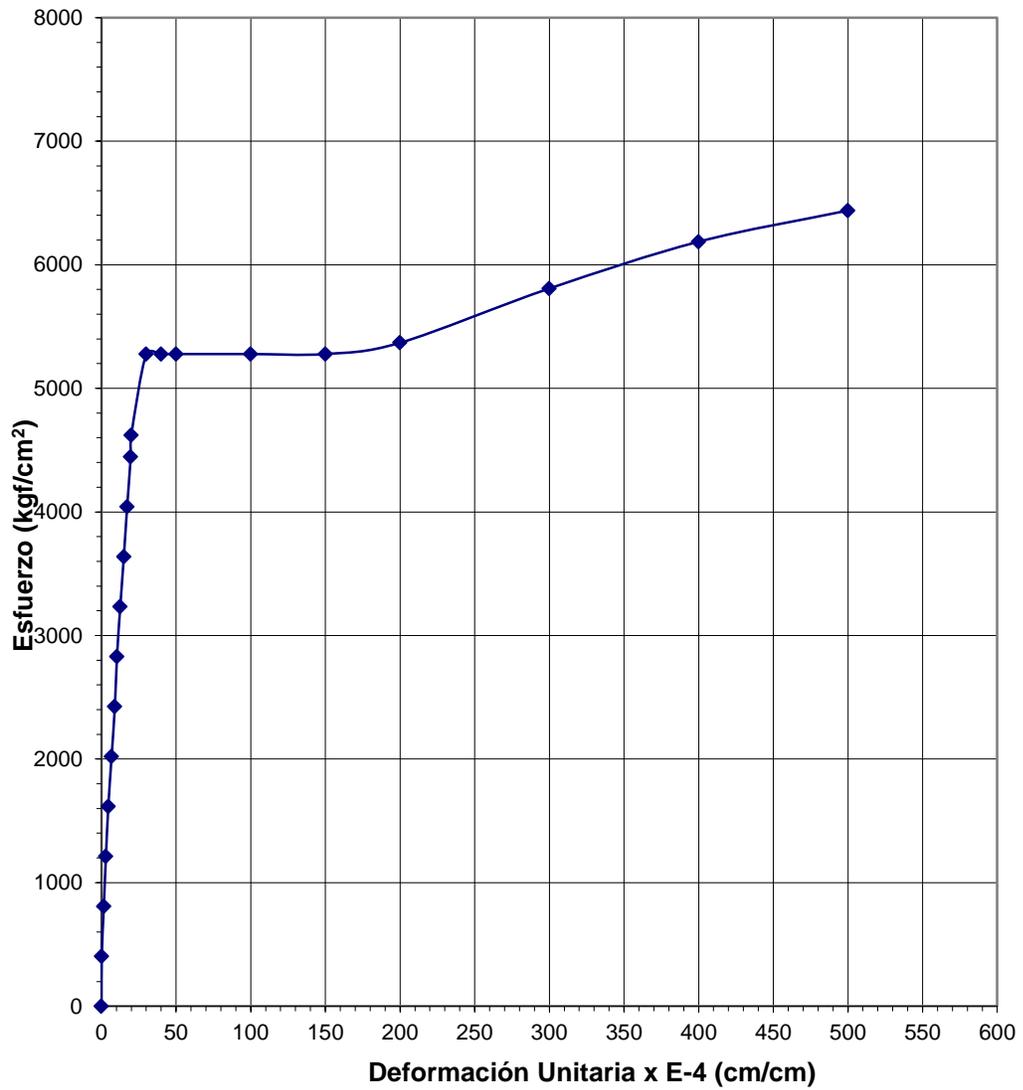


Gráfico 4.70. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN
REPUBLICA DOMINICANA
M1 3/8"

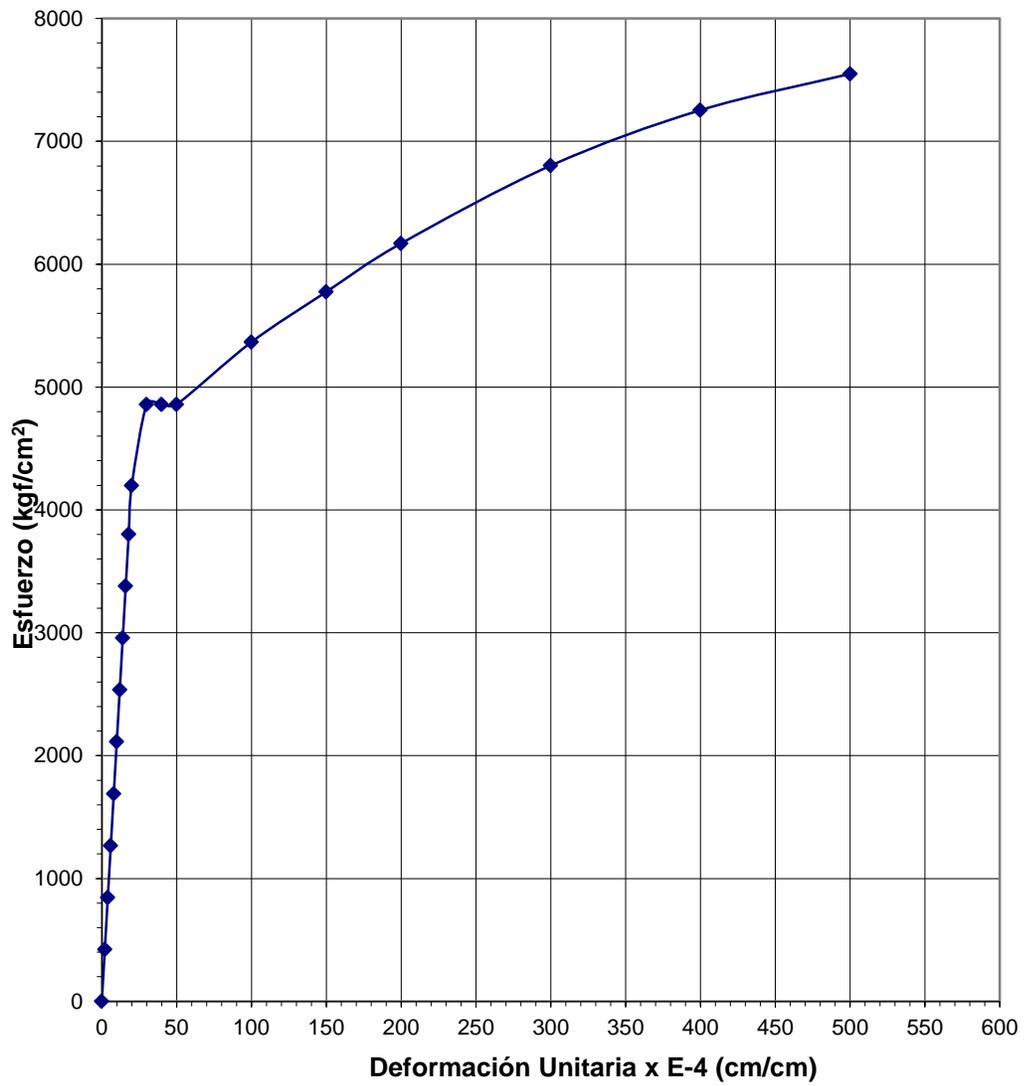


Gráfico 4.71. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN
REPUBLICA DOMINICANA
M2 3/8"

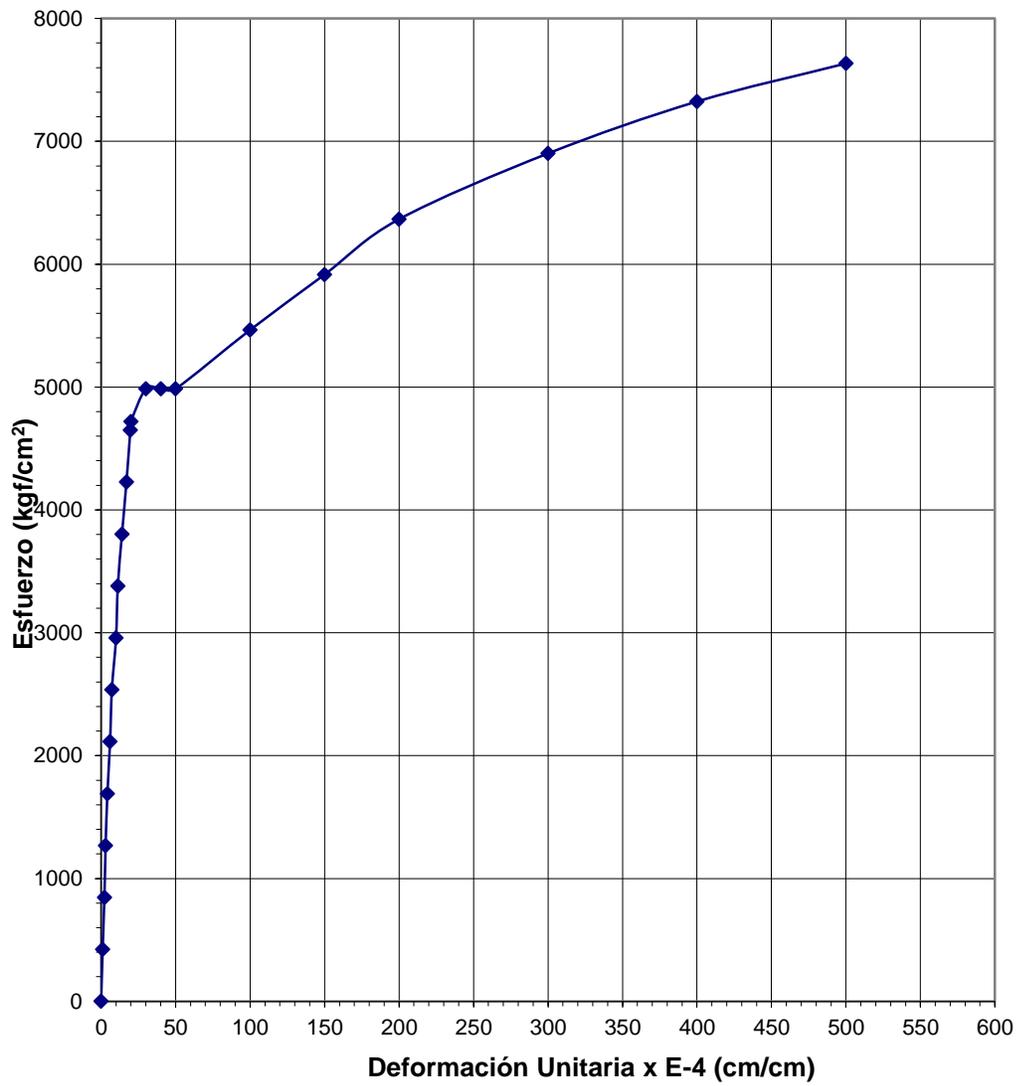


Gráfico 4.72. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN

CUBA

M1 5/8"

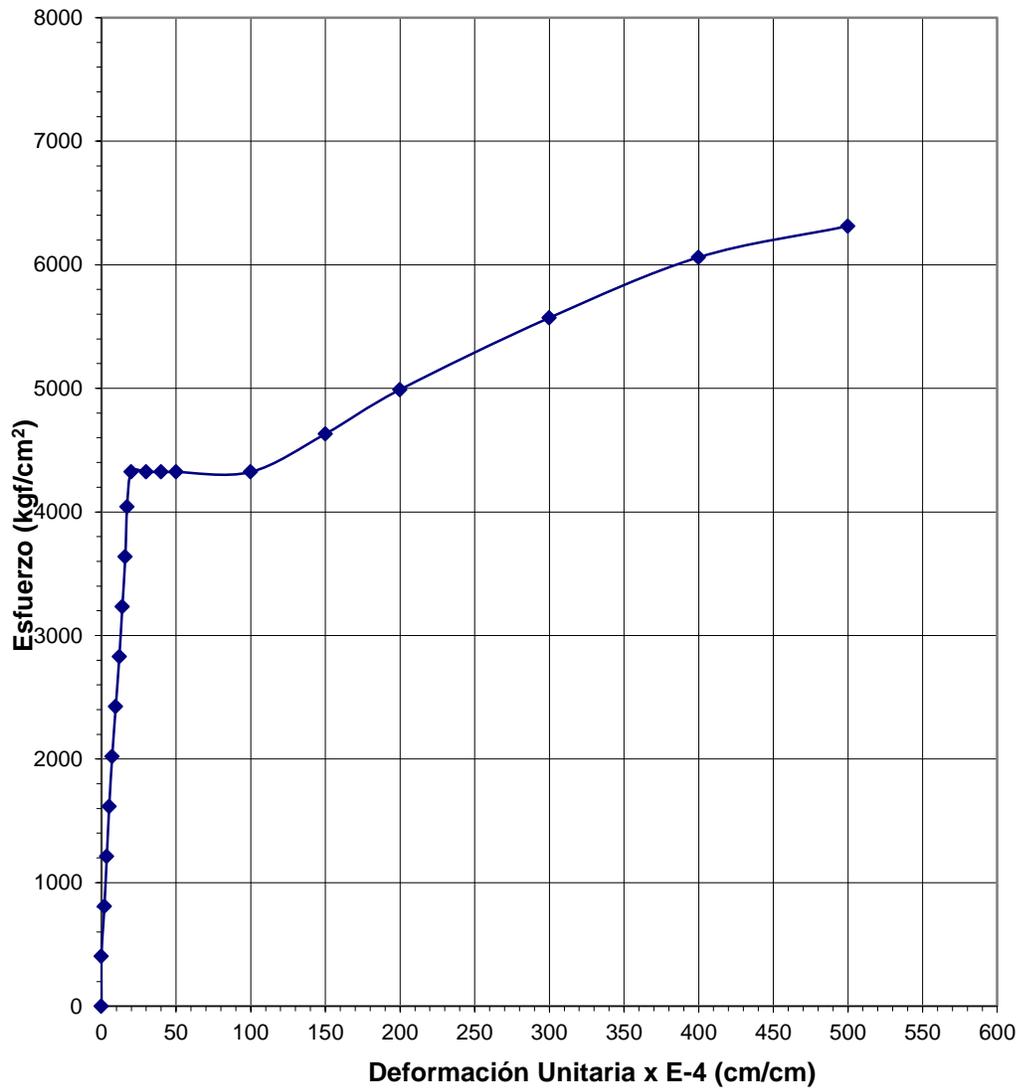


Gráfico 4.73. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN

CUBA

M2 5/8"

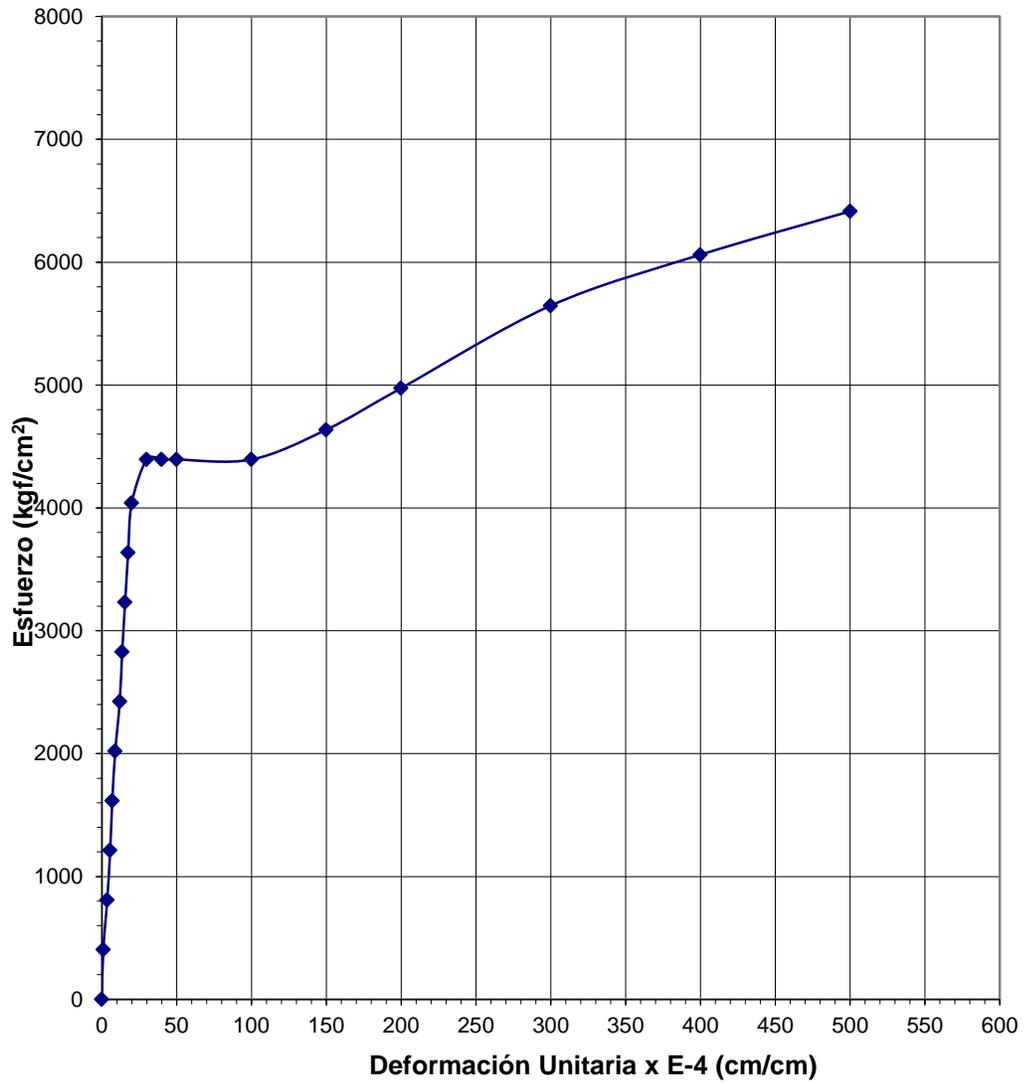


Gráfico 4.74. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN

CHINA

M1 1"

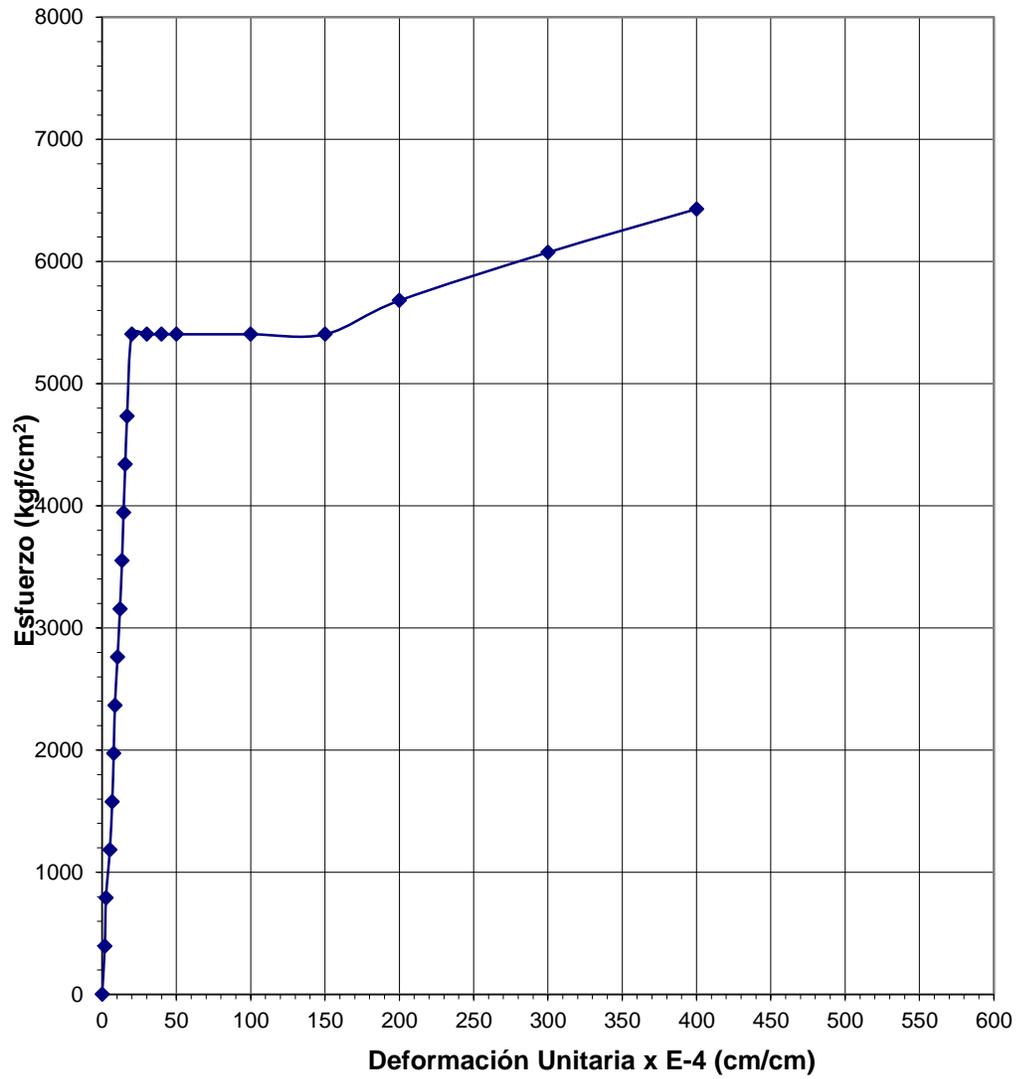


Gráfico 4.75. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN

CHINA

M2 1"

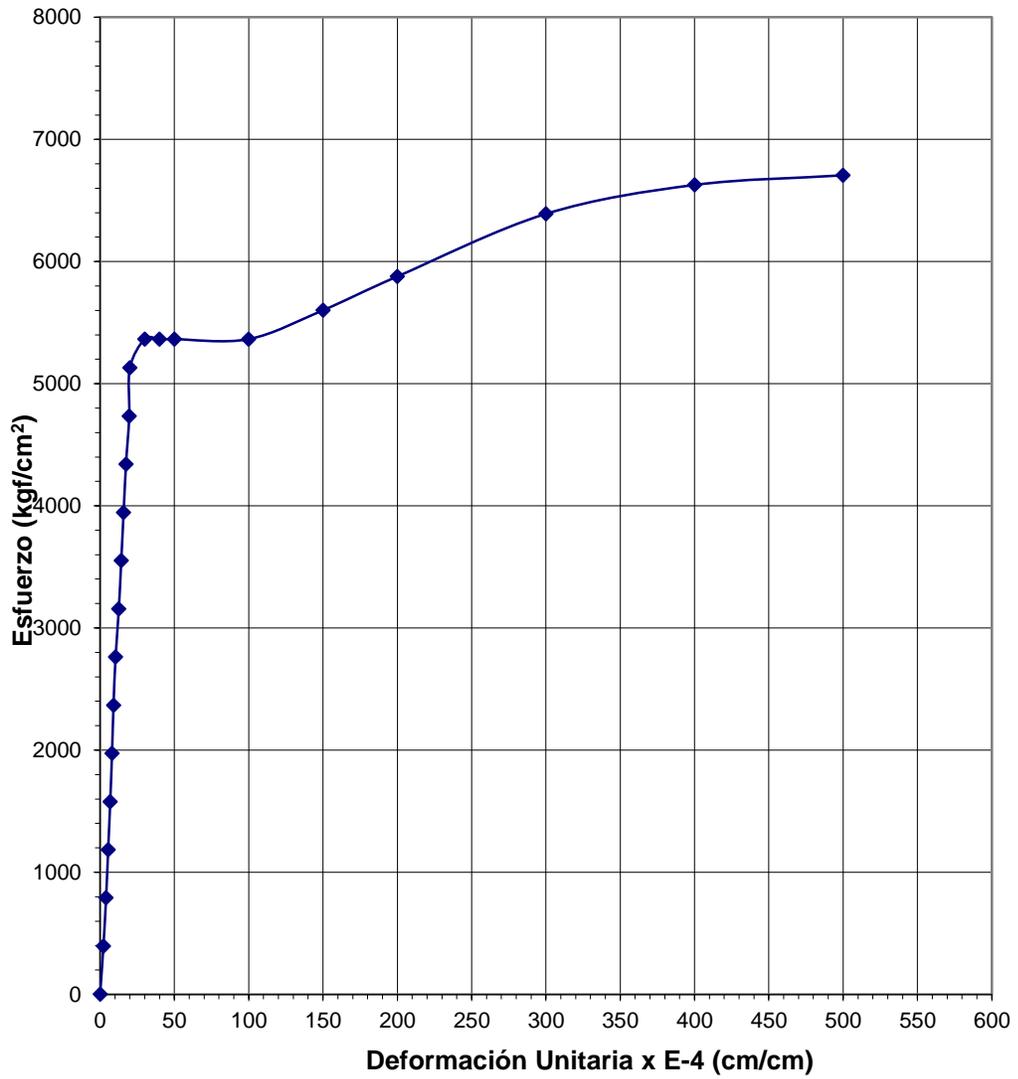


Gráfico 4.76. Esfuerzo-Deformación

ORIGEN SIDOR

LOTE 1

Material a Ensayar

• Veintinueve (29) barras de acero de 1" de diámetro nominal, identificadas con los números 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, y 29. Colada desconocida.

Los resultados del ensayo de tracción se presentan en la tabla de resultados 4.30 y 4.30.1.

TABLA 4.30 RESULTADOS ORIGEN SIDOR LOTE 1

| MUESTRA | AREA (cm ²) | ALARG. En 20cm % | LIM. ELAST. CONV. _{s_{0,2}%} (kgf/cm ²) | ESFUERZO MAXIMO (kgf/cm ²) | fy*/fy | fsu*/fy* |
|---------|----------------------------|------------------------|---|--|--------|----------|
| 1 | 5,07 | 18 | 5483 | 6903 | 1,10 | 1,26 |
| 2 | 5,07 | 18 | 5207 | 6864 | 1,04 | 1,32 |
| 3 | 5,07 | 17 | 4694 | 7929 | 1,12 | 1,69 |
| 4 | 5,07 | 14 | 5720 | 7298 | 1,14 | 1,28 |
| 5 | 5,07 | 14 | 5720 | 6864 | 1,14 | 1,20 |
| 6 | 5,07 | 21 | 4931 | 8166 | 1,17 | 1,66 |
| 7 | 5,07 | 19 | 4221 | 6982 | 1,01 | 1,65 |
| 8 | 5,07 | 14 | 4734 | 8126 | 1,13 | 1,72 |
| 9 | 5,07 | 12 | 4221 | 8087 | 1,01 | 1,92 |
| 10 | 5,07 | 16 | 5128 | 8047 | 1,03 | 1,57 |

| | | | | | | |
|----|------|----|------|------|------|------|
| 11 | 5,07 | 15 | 4734 | 7968 | 1,13 | 1,68 |
| 12 | 5,07 | 14 | 5917 | 7061 | 1,18 | 1,19 |
| 13 | 5,07 | 16 | 5010 | 7574 | 1,00 | 1,51 |
| 14 | 5,07 | 13 | 6154 | 7298 | 1,23 | 1,19 |
| 15 | 5,07 | 13 | 4734 | 7929 | 1,13 | 1,67 |
| 16 | 5,07 | 17 | 4892 | 7968 | 1,22 | 1,63 |
| 17 | 5,07 | 20 | 4615 | 7653 | 1,15 | 1,66 |
| 18 | 5,07 | 19 | 5878 | 6943 | 1,18 | 1,18 |
| 19 | 5,07 | 14 | 5720 | 6824 | 1,14 | 1,19 |
| 20 | 5,07 | 17 | 5878 | 6982 | 1,18 | 1,19 |
| 21 | 5,07 | 12 | 4300 | 7850 | 1,08 | 1,83 |
| 22 | 5,07 | 18 | 5917 | 6982 | 1,18 | 1,18 |
| 23 | 5,07 | 15 | 5720 | 6746 | 1,14 | 1,18 |
| 24 | 5,07 | 12 | 5562 | 7061 | 1,11 | 1,27 |
| 25 | 5,07 | 20 | 5917 | 7061 | 1,18 | 1,19 |
| 26 | 5,07 | 14 | 5799 | 6943 | 1,16 | 1,20 |
| 27 | 5,07 | 27 | 6000 | 7771 | 1,20 | 1,30 |
| 28 | 5,07 | 20 | 5720 | 6746 | 1,14 | 1,18 |
| 29 | 4,91 | 17 | 4399 | 7699 | 1,10 | 1,75 |

**TABLA 4.30.1 CUMPLIMIENTO DE LA NORMA COVENIN ORIGEN
SIDOR LOTE 1**

| Muestra | Criterio $f_y^* \leq 1,25 f_y$ | Criterio $f_{su}^* \geq 1,25 f_y^*$ |
|---------|--------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | CUMPLE | CUMPLE |
| 2 | CUMPLE | CUMPLE |
| 3 | CUMPLE | CUMPLE |

| | | |
|----|-----------|-----------|
| 4 | CUMPLE | CUMPLE |
| 5 | CUMPLE | NO CUMPLE |
| 6 | CUMPLE | CUMPLE |
| 7 | CUMPLE | CUMPLE |
| 8 | CUMPLE | CUMPLE |
| 9 | CUMPLE | CUMPLE |
| 10 | CUMPLE | CUMPLE |
| 11 | CUMPLE | CUMPLE |
| 12 | CUMPLE | NO CUMPLE |
| 13 | CUMPLE | CUMPLE |
| 14 | CUMPLE | NO CUMPLE |
| 15 | CUMPLE | CUMPLE |
| 16 | CUMPLE | CUMPLE |
| 17 | CUMPLE | CUMPLE |
| 18 | CUMPLE | NO CUMPLE |
| 19 | CUMPLE | CUMPLE |
| 20 | CUMPLE | CUMPLE |
| 21 | CUMPLE | CUMPLE |
| 22 | CUMPLE | NO CUMPLE |
| 23 | CUMPLE | CUMPLE |
| 24 | CUMPLE | NO CUMPLE |
| 25 | CUMPLE | CUMPLE |
| 26 | CUMPLE | CUMPLE |
| 27 | CUMPLE | CUMPLE |
| 28 | CUMPLE | NO CUMPLE |
| 29 | NO CUMPLE | CUMPLE |

Los resultados del ensayo de doblado se presentan en la tabla de resultados No.4.31.

TABLA 4.31 RESULTADOS ORIGEN SIDOR LOTE 1

| MUESTRA | ANGULO DE DOBLADO | OBSERVACIÓN |
|---------|-------------------|--|
| 1 | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |
| 2 | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |
| 3 | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |
| 4 | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |
| 5 | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |
| 6 | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |
| 7 | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |
| 8 | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |
| 9 | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |
| 10 | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |
| 11 | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |
| 12 | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |
| 13 | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |
| 14 | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |
| 15 | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |
| 16 | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |
| 17 | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |
| 18 | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |
| 19 | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |
| 20 | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |
| 21 | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |
| 22 | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |
| 23 | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |
| 24 | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |
| 25 | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |
| 26 | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |
| 27 | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |
| 28 | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |
| 29 | 180 | No presentó grietas ni indicios de falla |

Para el análisis de este lote de cabillas provenientes de Sidor, se ensayaron veintinueve (29) barras de diámetro nominal 1"; se realizó un estudio de relación entre el límite elástico real (f_y^*) y el límite elástico nominal (f_y), donde el resultado nos arrojó menor de 1,30 por lo que cumplen con la norma excepto la muestra 29 que no cumple con el requisito exigido en el articulado 8.2.1.2 de la norma COVENIN 316-2000 donde se nos menciona: "Para los aceros S-60, S-70, W-40, W-60 y W-70, el Límite Elástico Real (f_y^*) no debe exceder el Límite Elástico Nominal (f_y) en más de un 30%".

Del mismo modo se presentó una relación entre el esfuerzo máximo real (F_{su}^*) y el límite elástico real (f_y^*) donde el resultado de solo las muestras 5, 12, 18, 22, 24 y 28 nos arrojó menor de 1,25 por lo que no cumplen con el requisito exigido en el articulado 8.2.1.3 de la norma COVENIN 316-2000 donde se nos menciona: "Para los aceros S-40, S-60, S-70, W-40, W-60 y W-70, la Resistencia a la Tracción Real (f_{su}^*) no será menor que 1,25 veces el Límite Elástico Real (f_y^*)".

Por otro lado según el artículo 8.2.1.5.3 de la norma COVENIN 316:2000 nos exige que el porcentaje de alargamiento no debe ser menor que el 12% por lo que las muestras ensayadas cumplen en su totalidad, de igual forma con el ensayo de doblado el cual no presentó ningún tipo de falla.

ENSAYO A TRACCIÓN

SIDOR

M1 1"

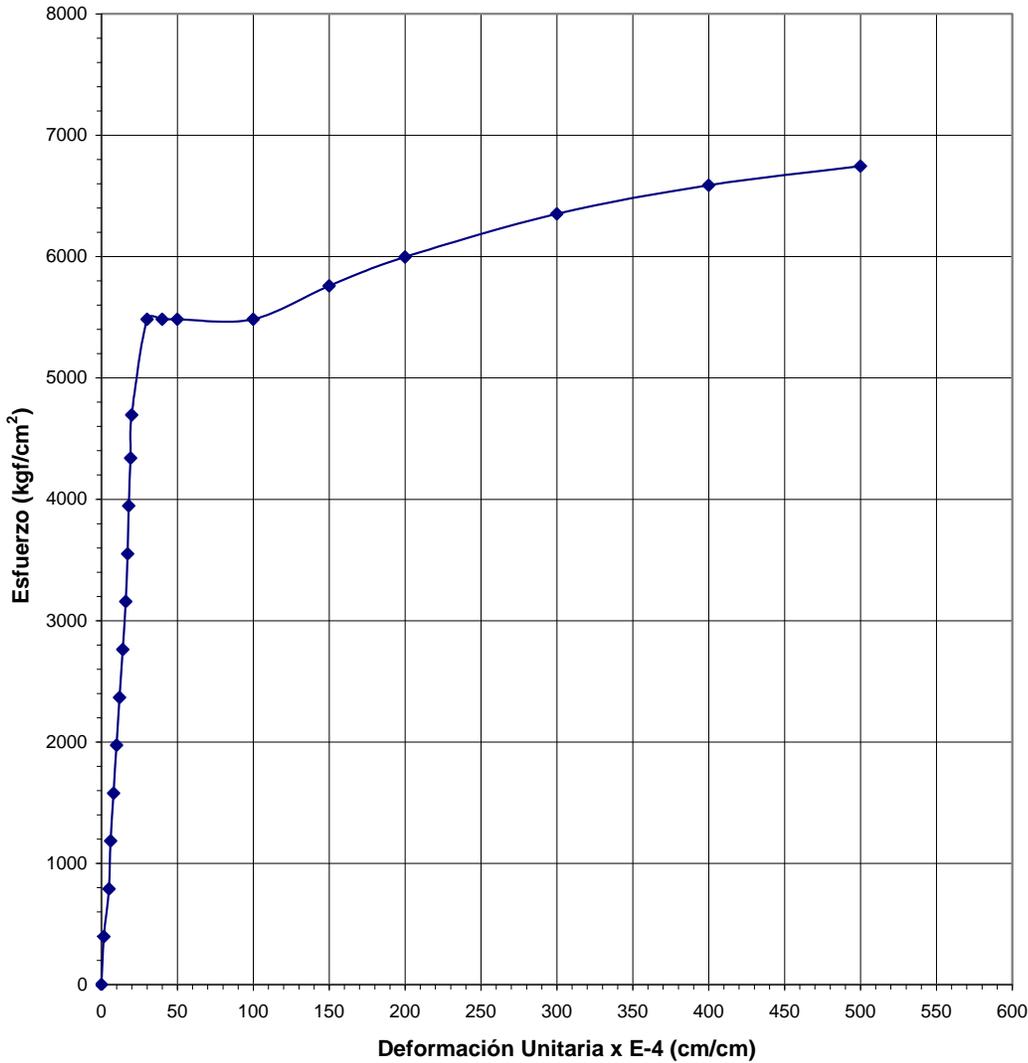


Gráfico 4.77. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN

SIDOR

M2 1"

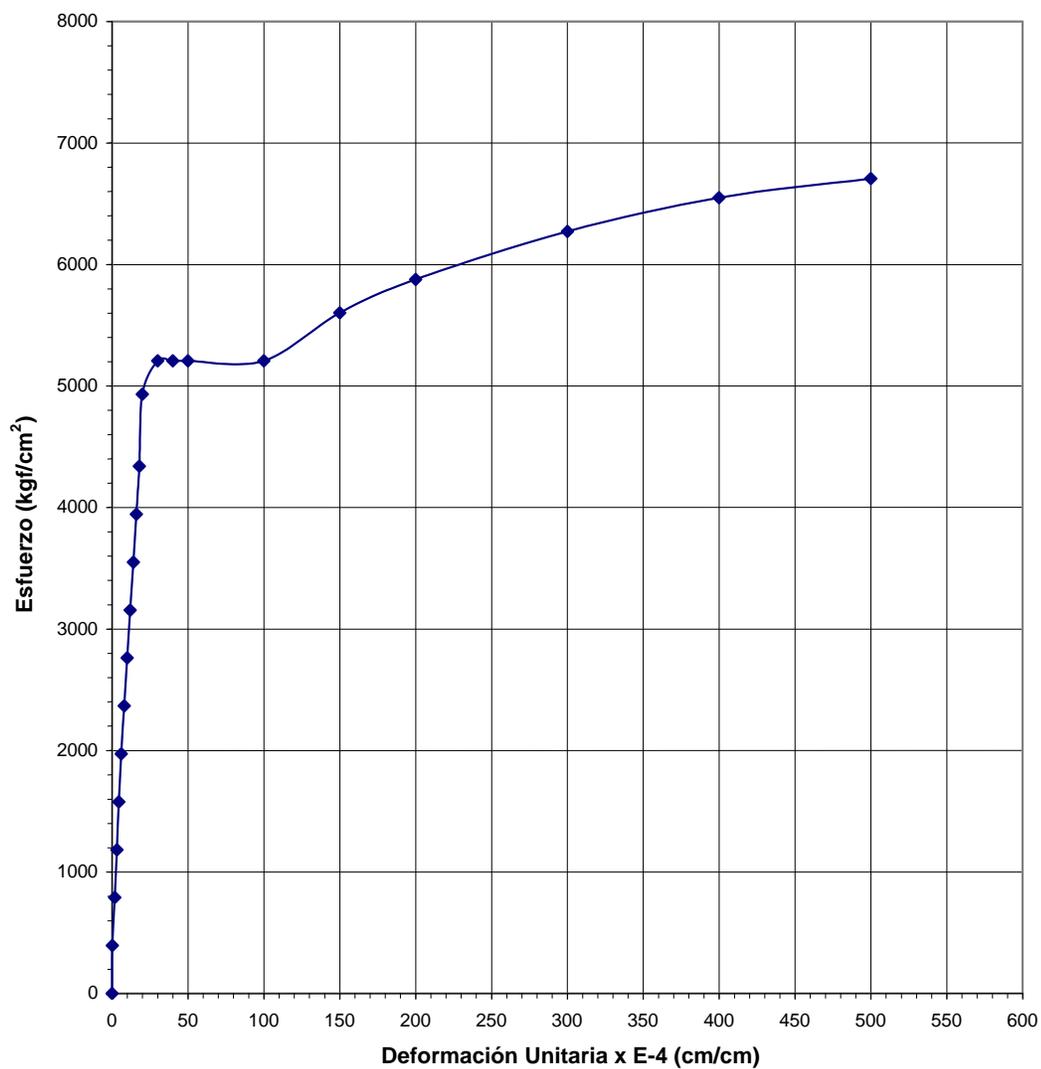


Gráfico 4.78. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN

SIDOR

M3 1"

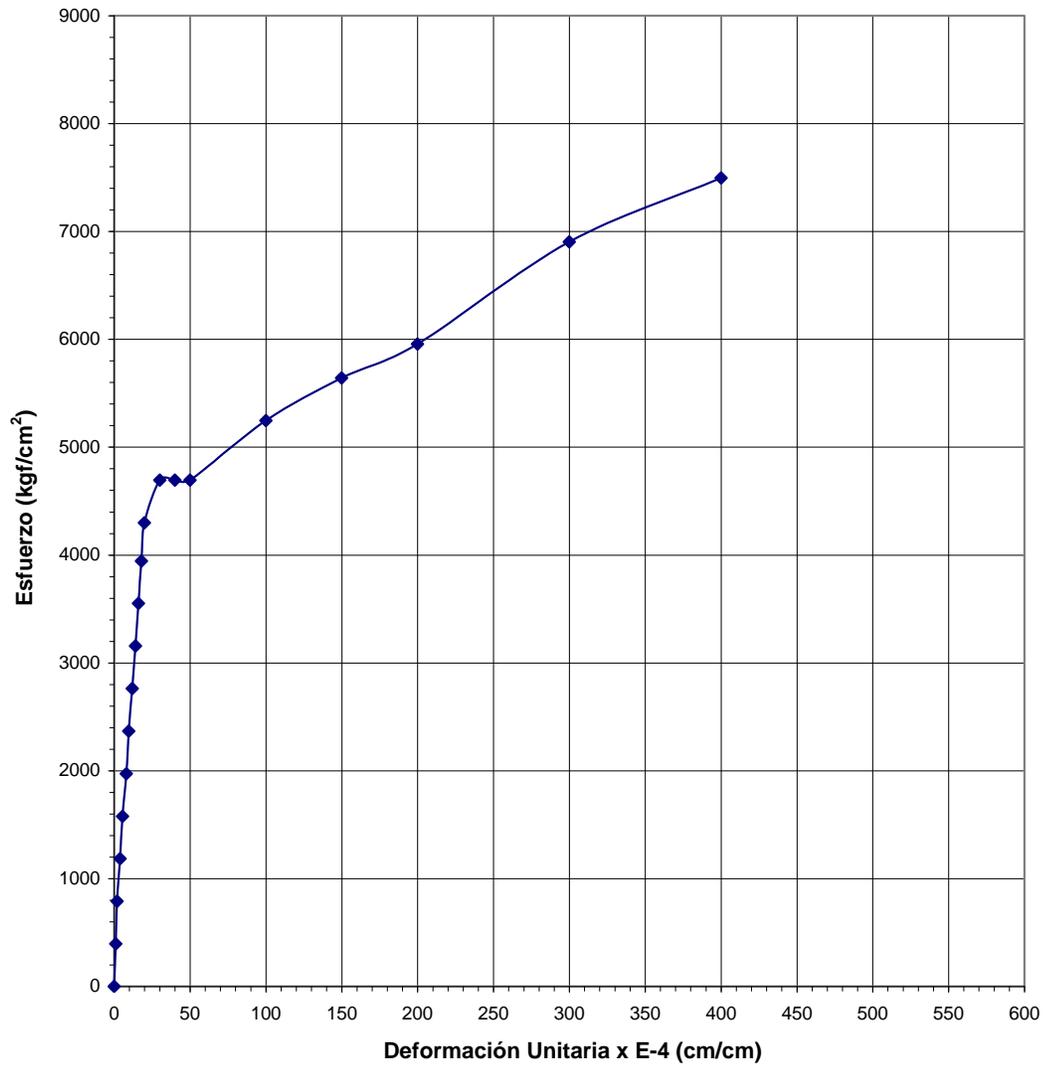


Gráfico 4.79. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN

SIDOR

M4 1"

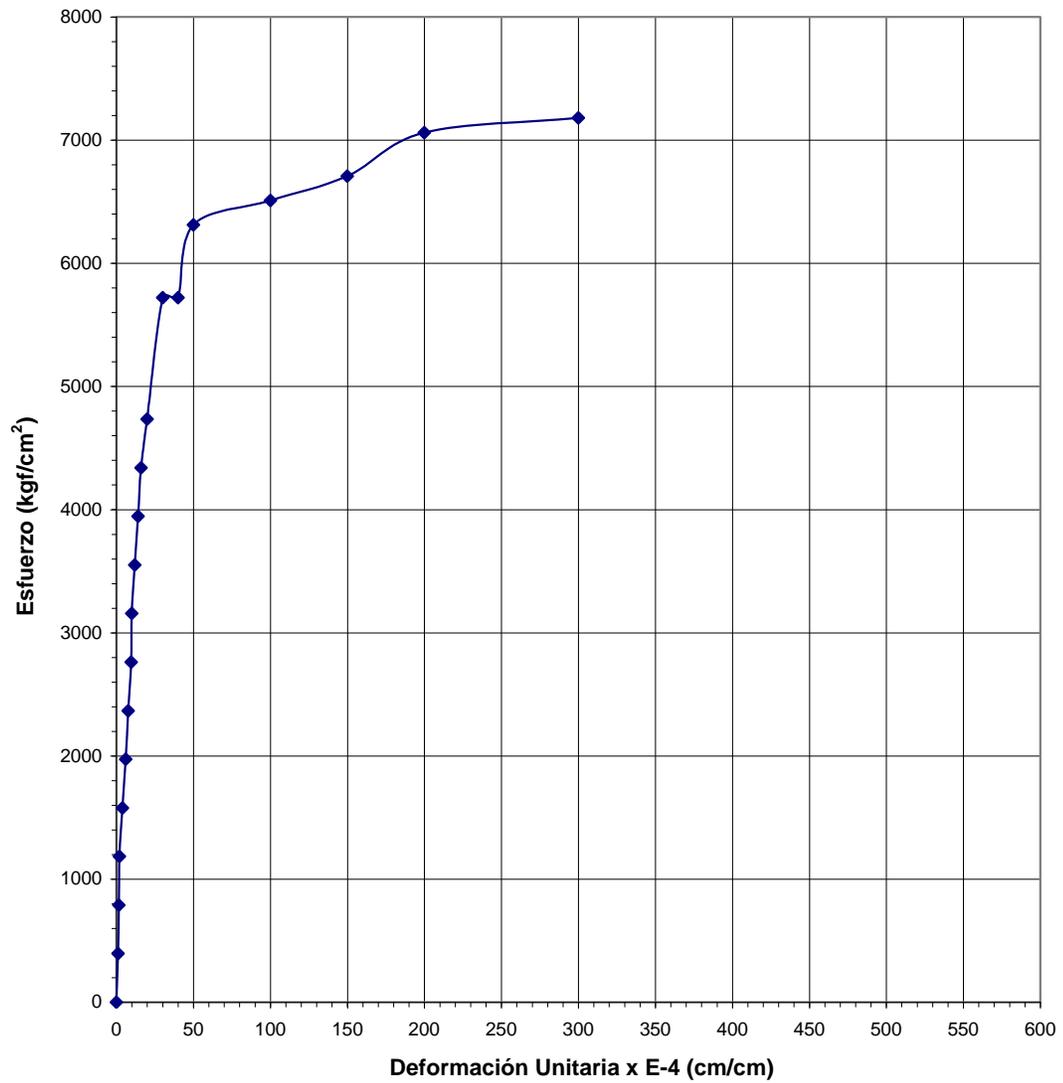


Gráfico 4.80. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN

SIDOR

M5 1"

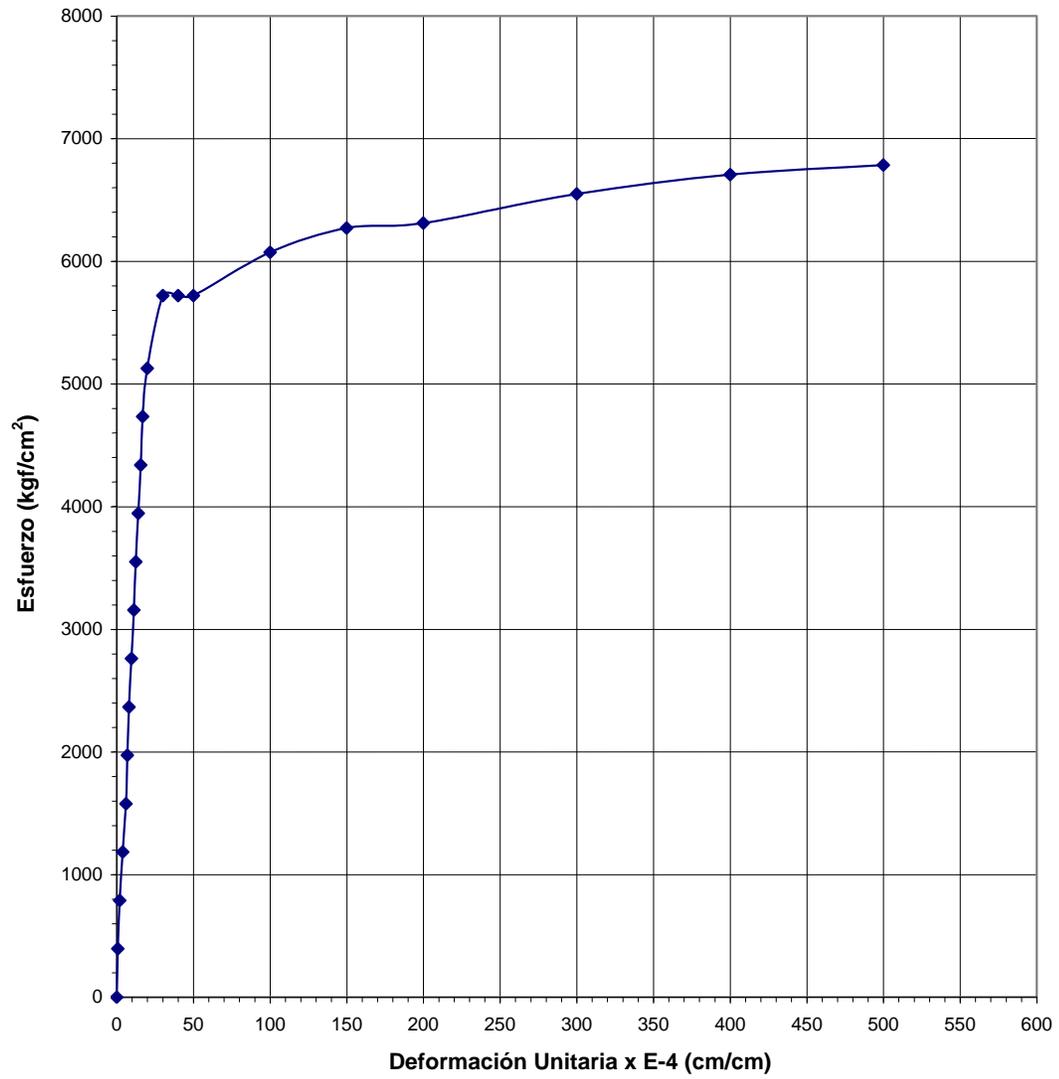


Gráfico 4.81. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN

SIDOR

M6 1"

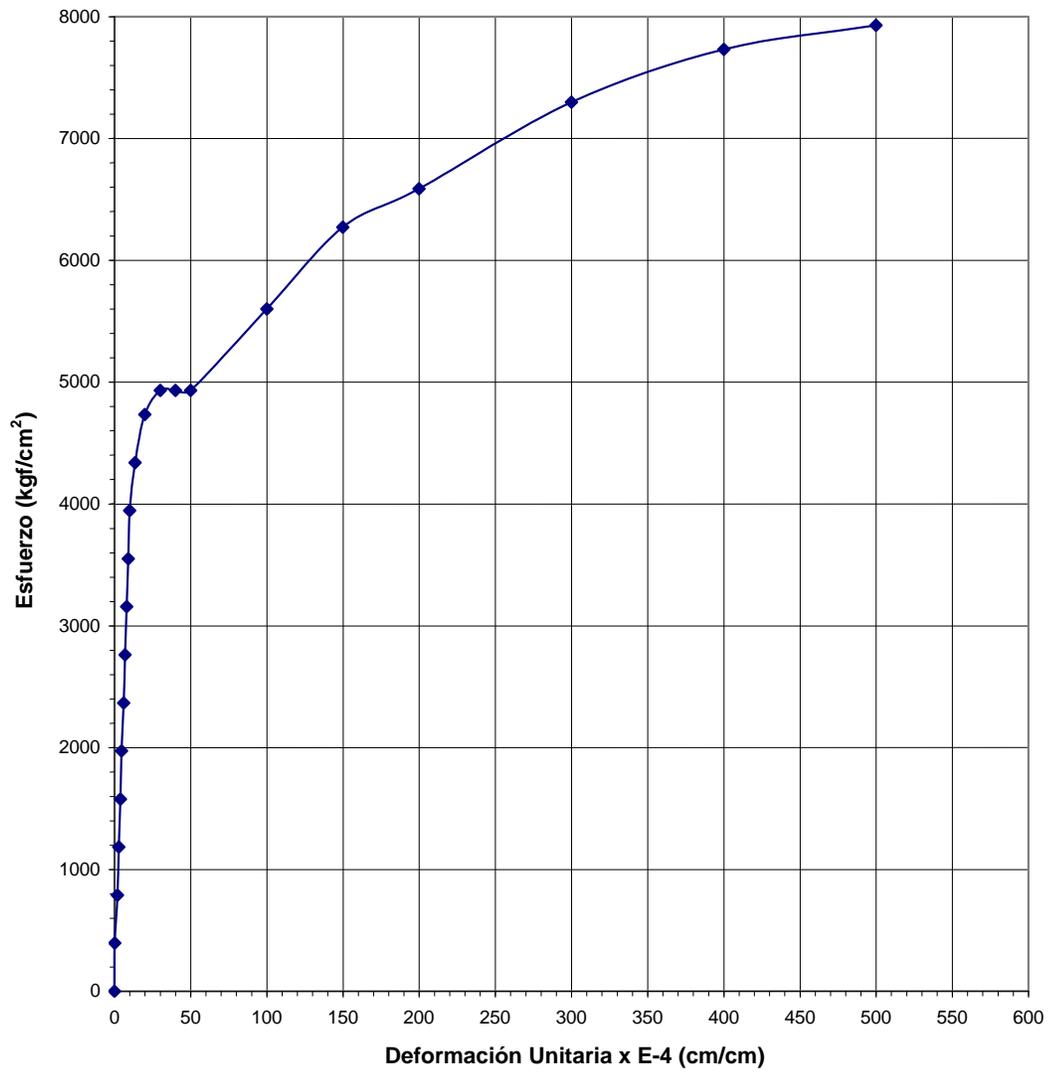


Gráfico 4.82. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN

SIDOR

M7 1"

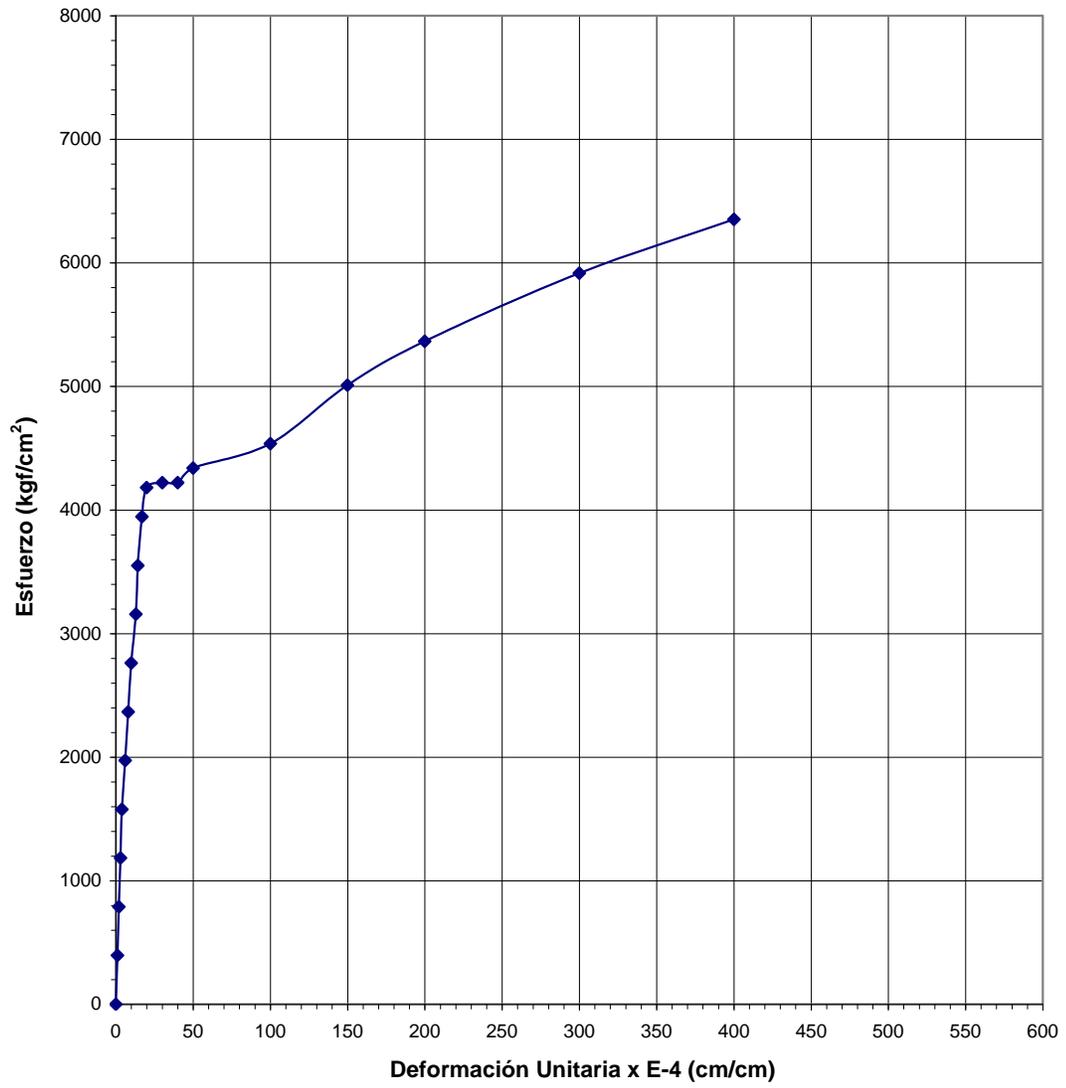


Gráfico 4.83. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN

SIDOR

M8 1"

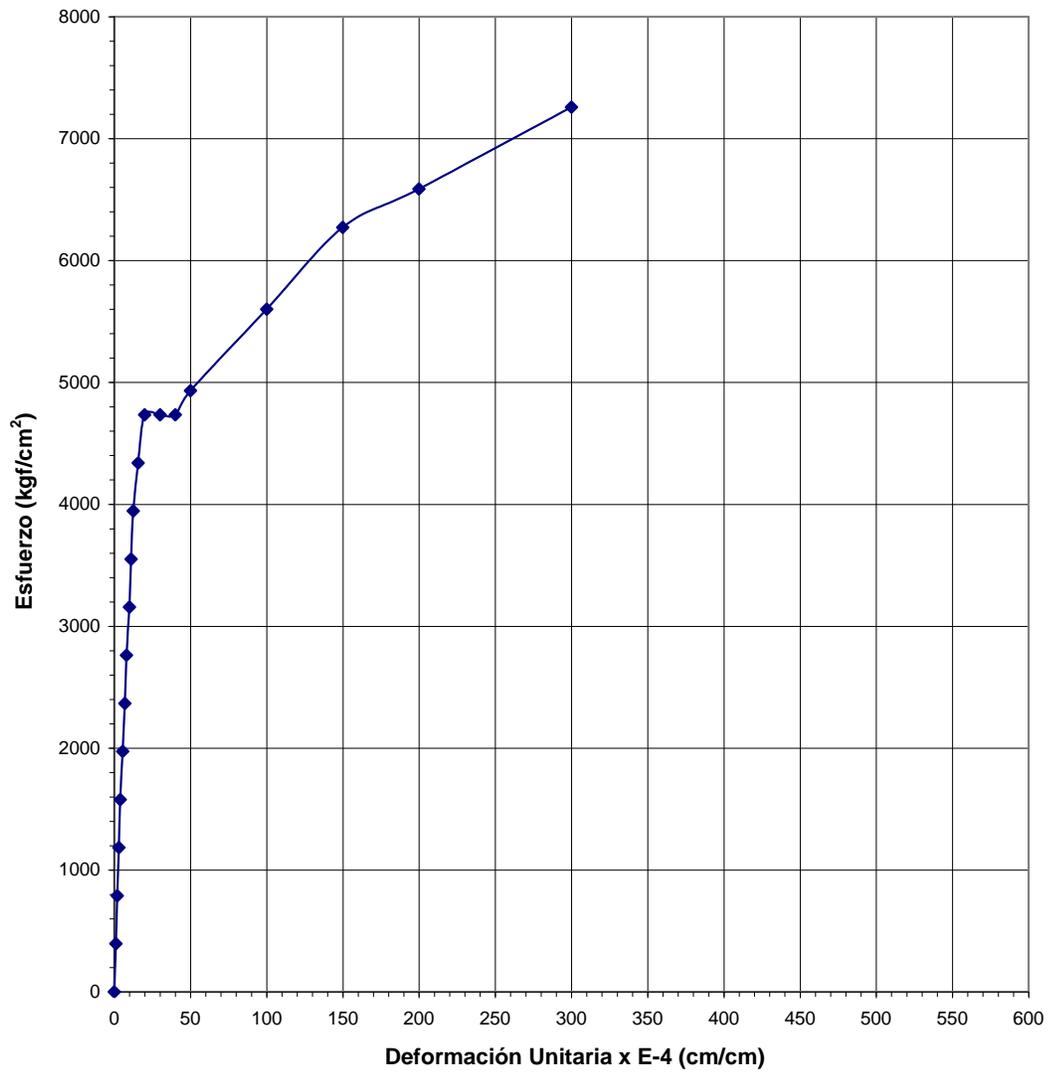


Gráfico 4.84. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN

SIDOR

M9 1"

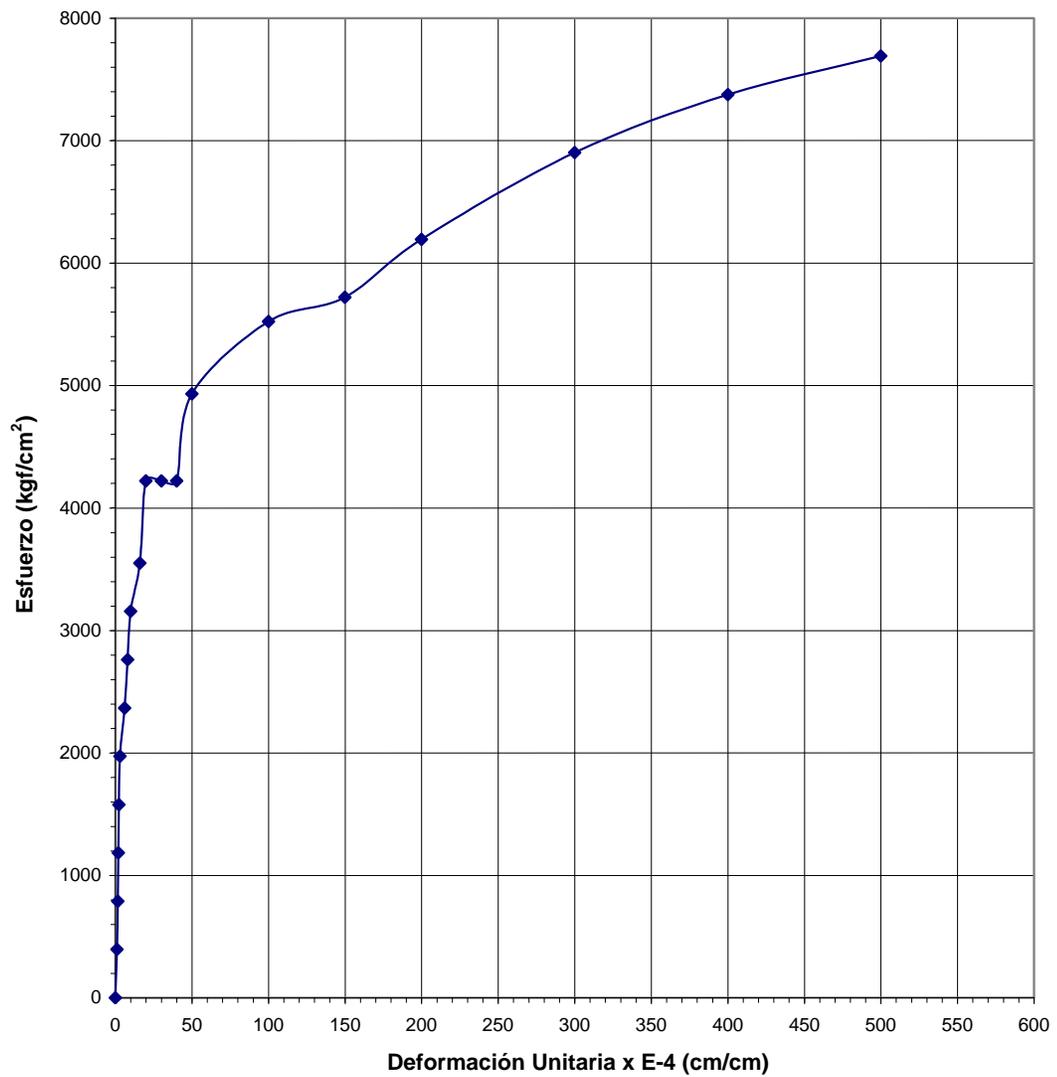


Gráfico 4.85. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN

SIDOR

M10 1"

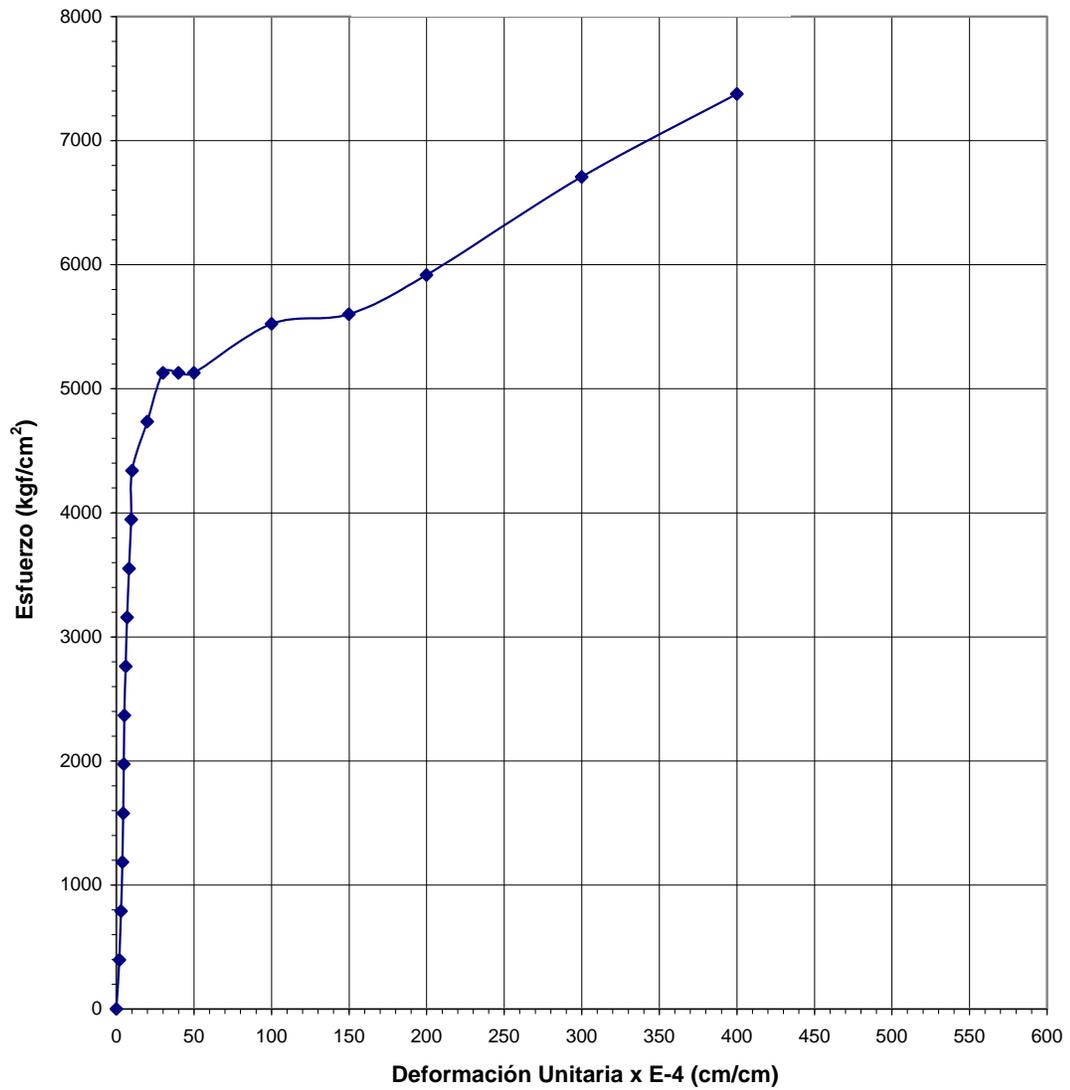


Gráfico 4.86. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN

SIDOR

M11 1"

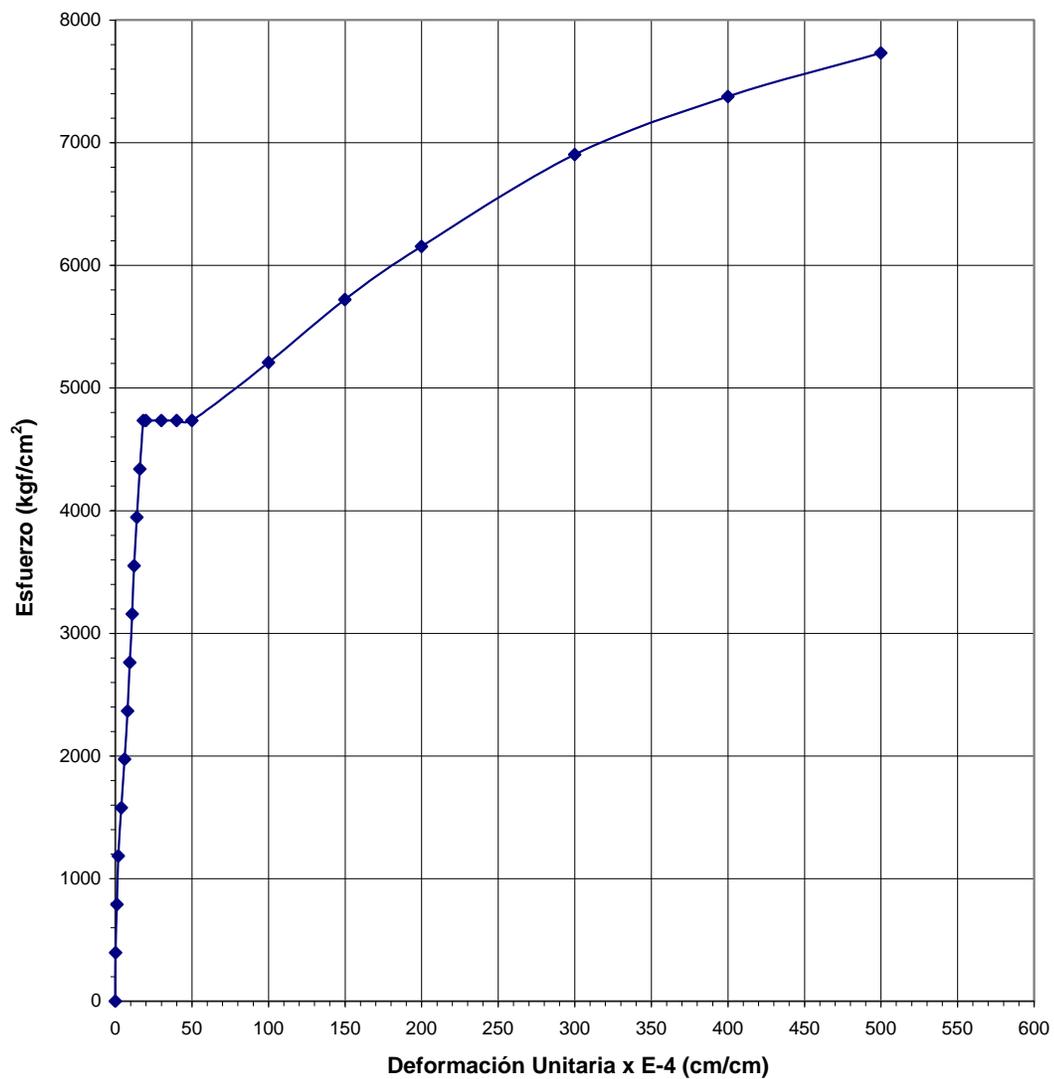


Gráfico 4.87. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN

SIDOR

M12 1"

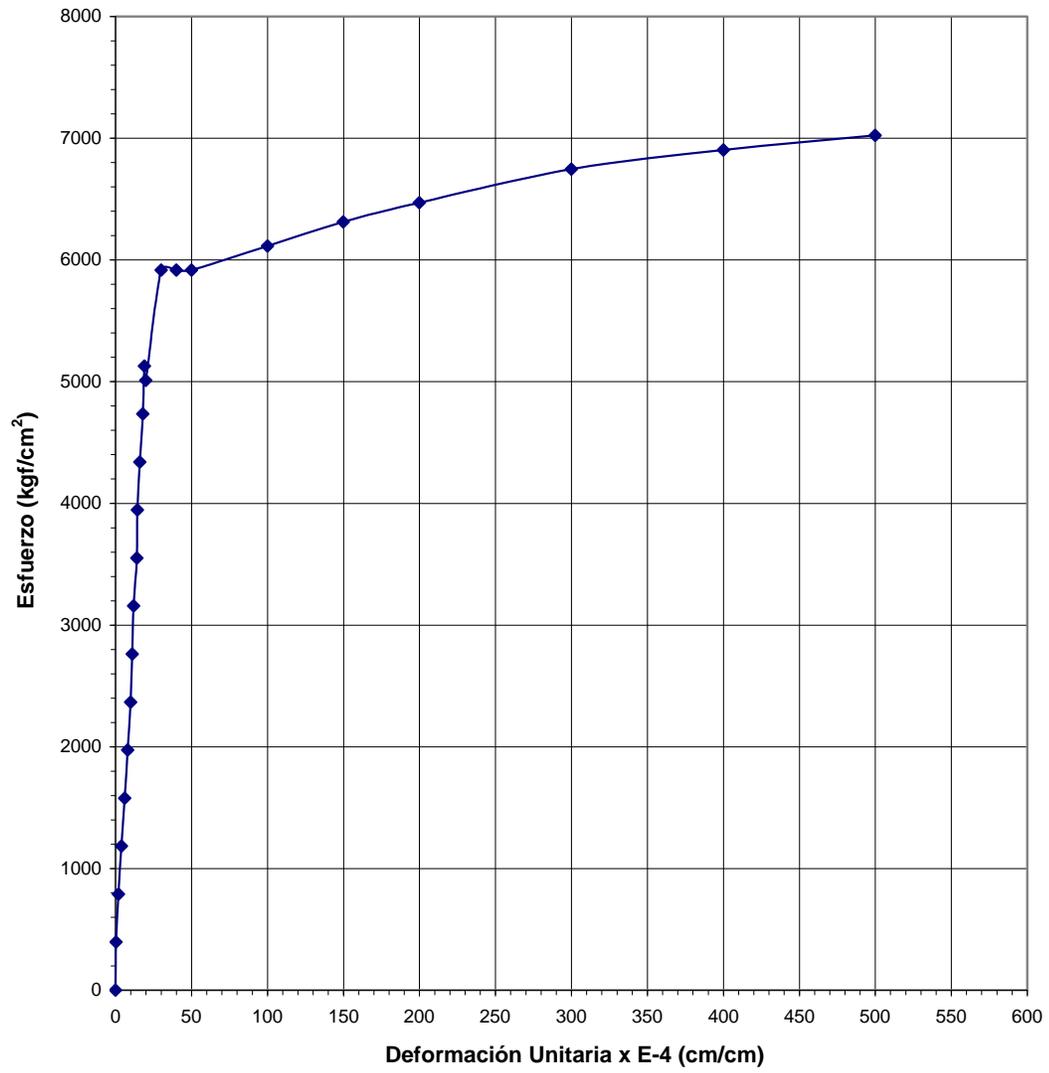


Gráfico 4.88. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN

SIDOR

M13 1"

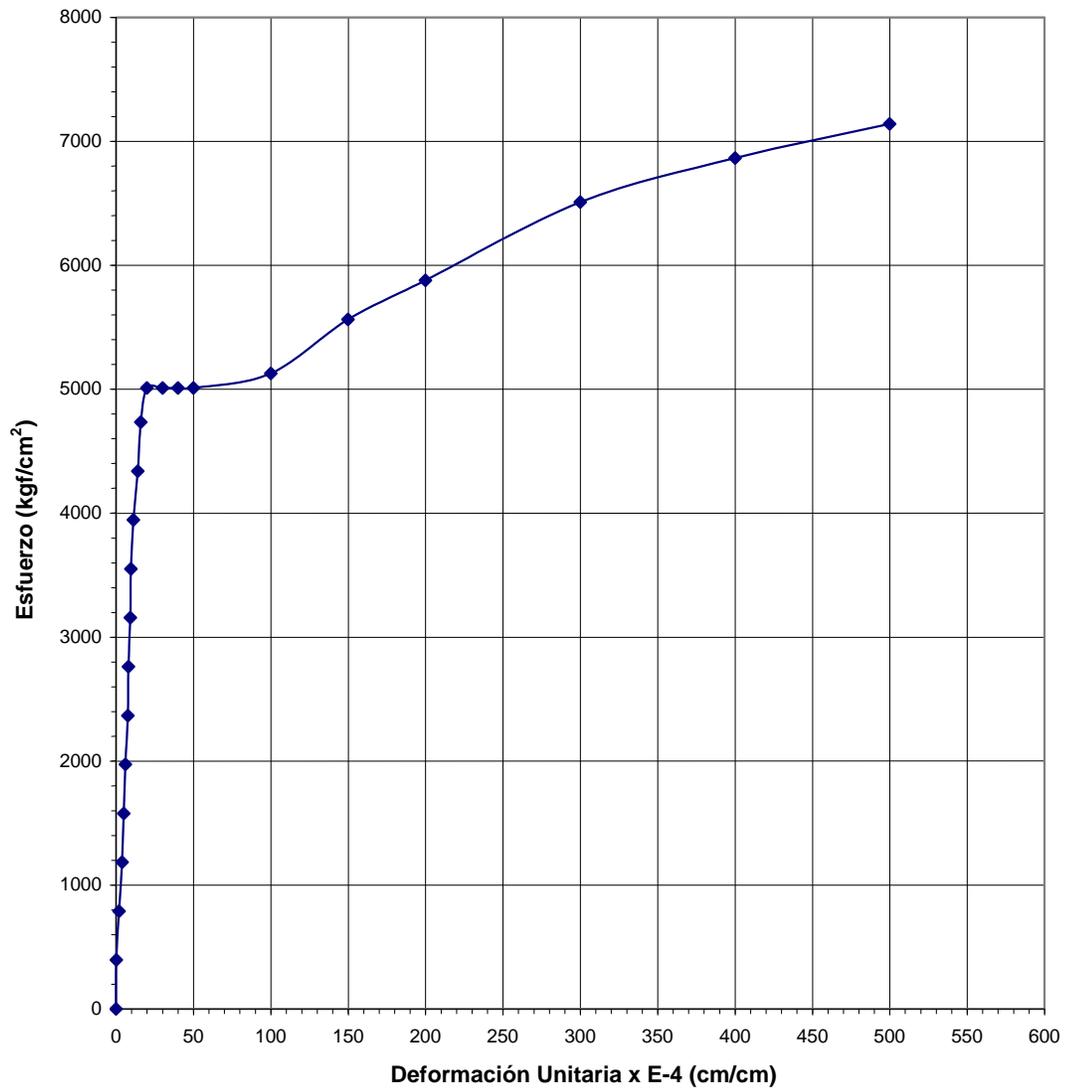


Gráfico 4.89. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN

SIDOR

M14 1"

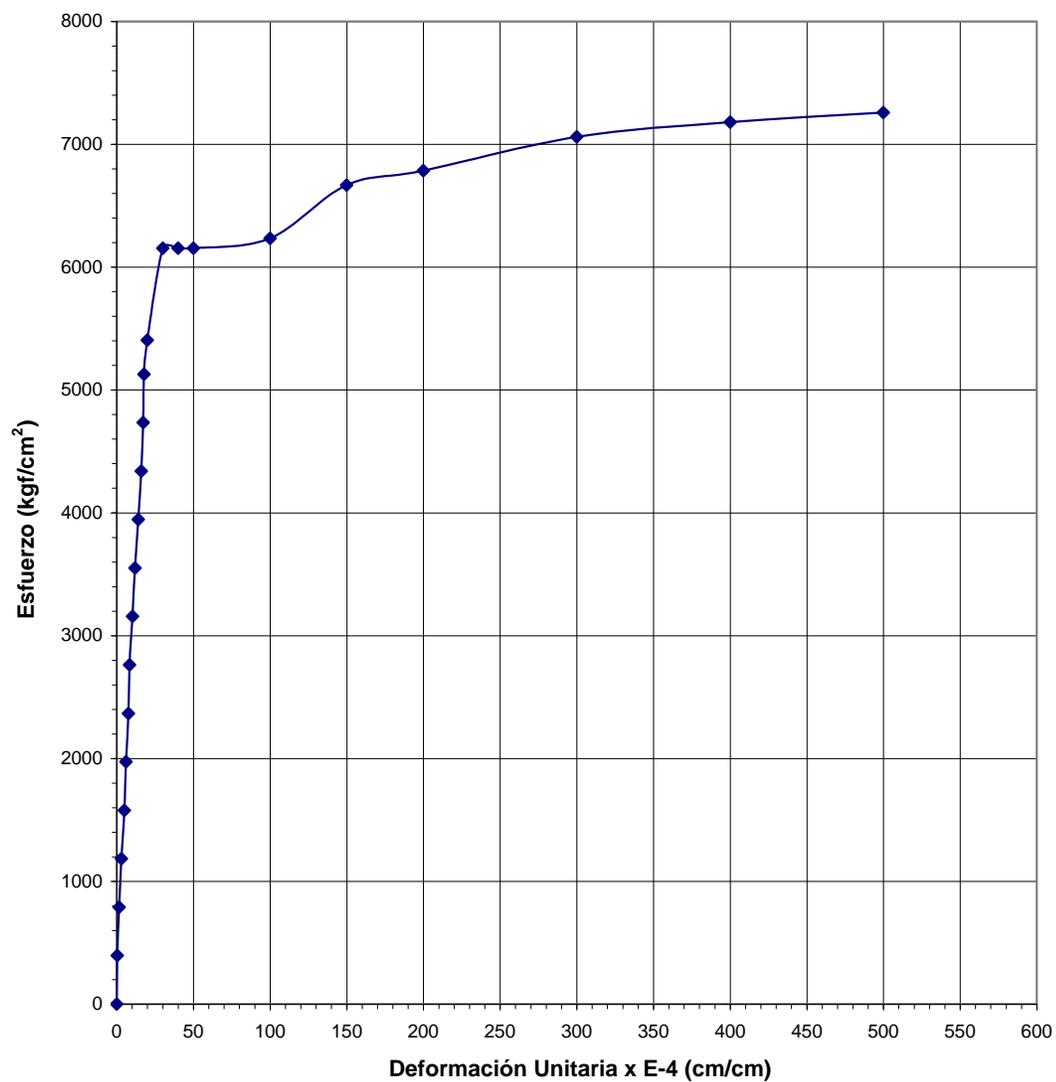


Gráfico 4.90. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN

SIDOR

M15 1"

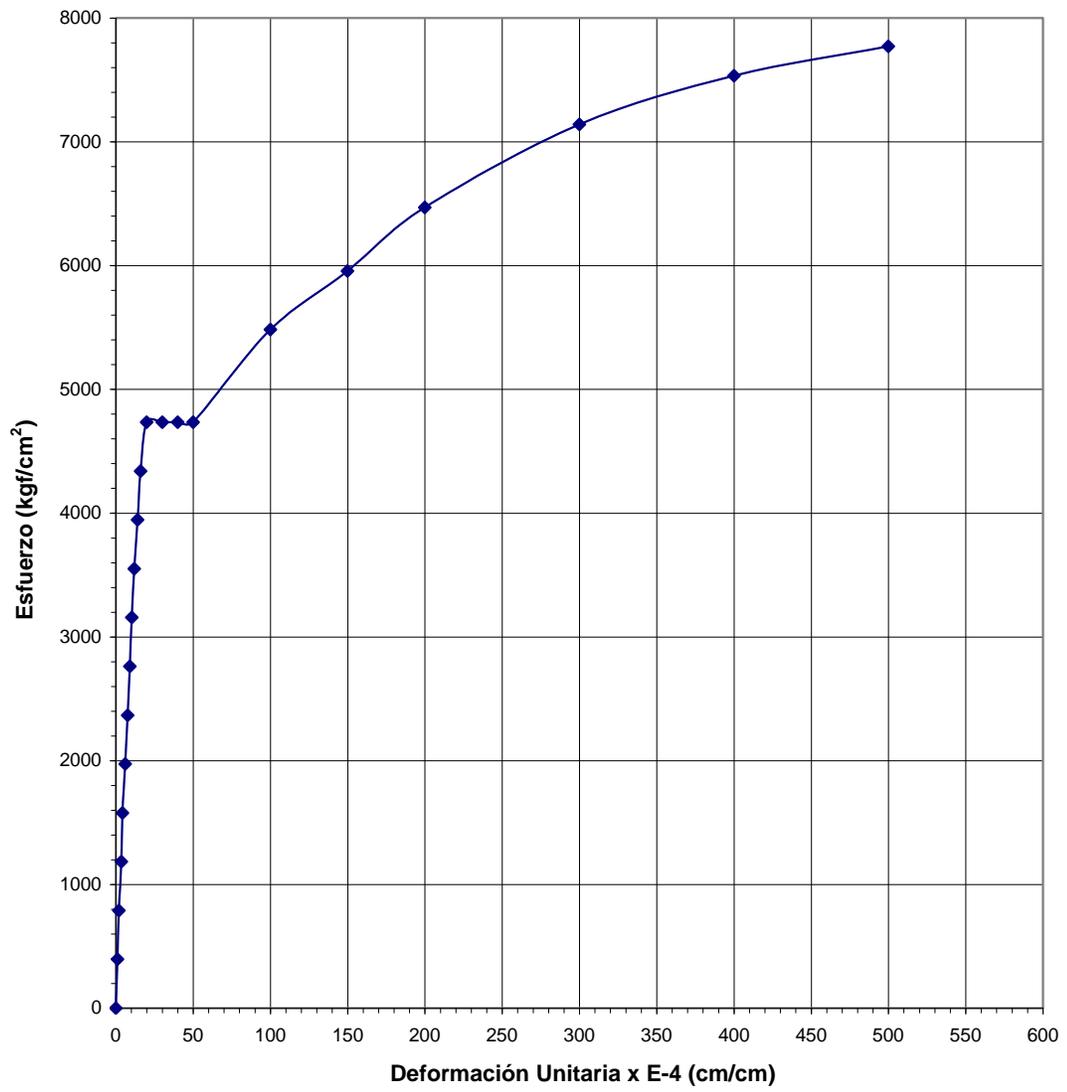


Gráfico 4.91. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN

SIDOR

M16 1"

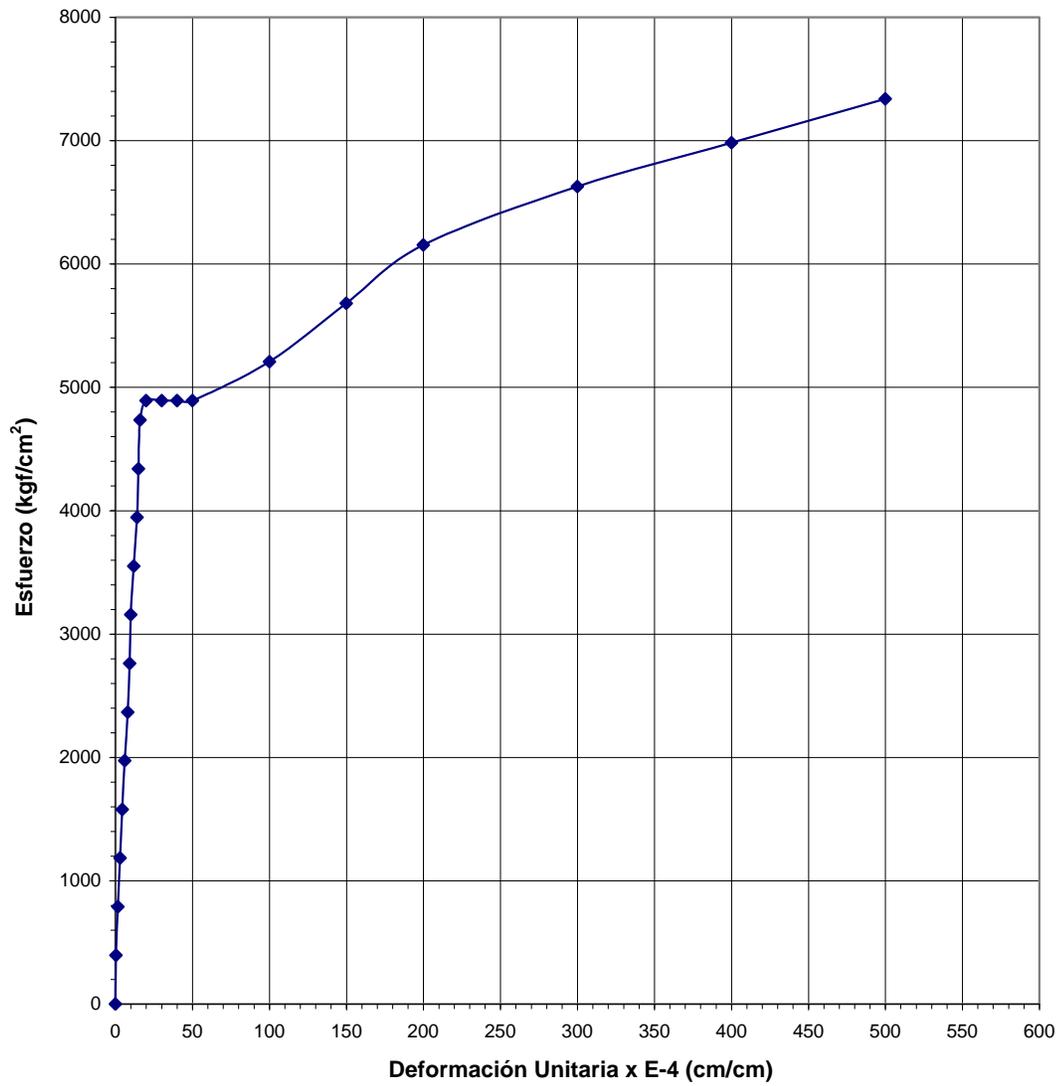


Gráfico 4.92. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN

SIDOR

M17 1"

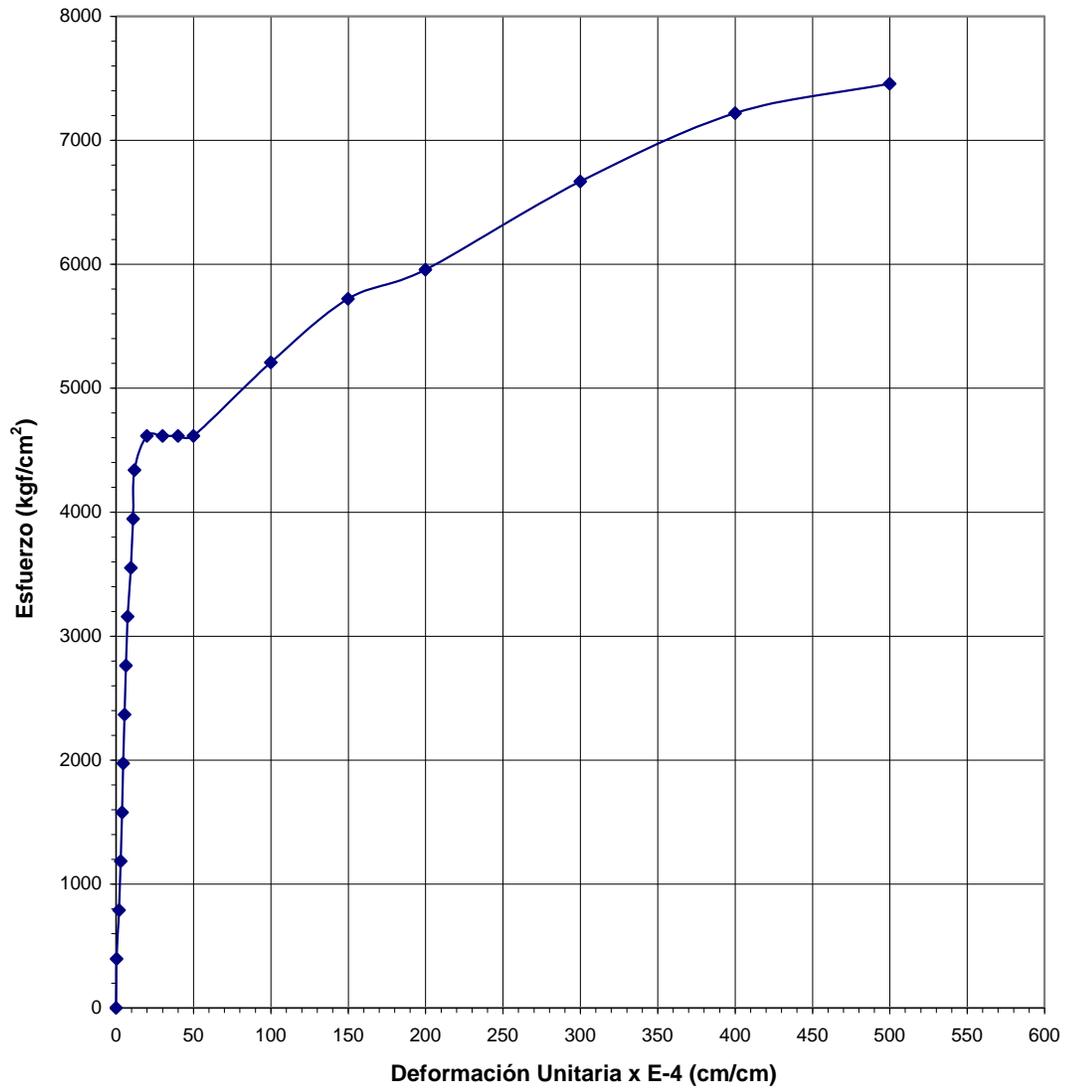


Gráfico 4.93. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN

SIDOR

M18 1"

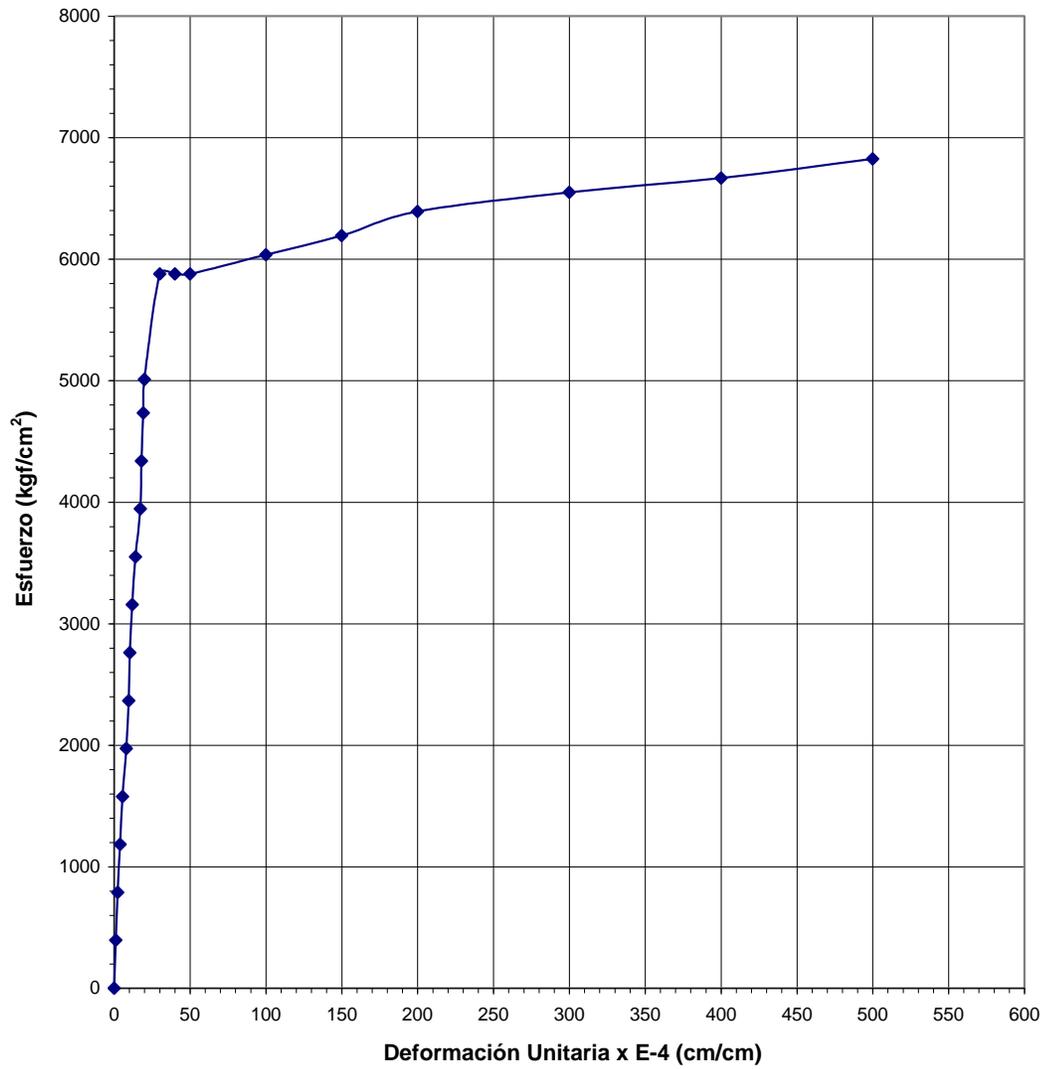


Gráfico 4.94. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN

SIDOR

M19 1"

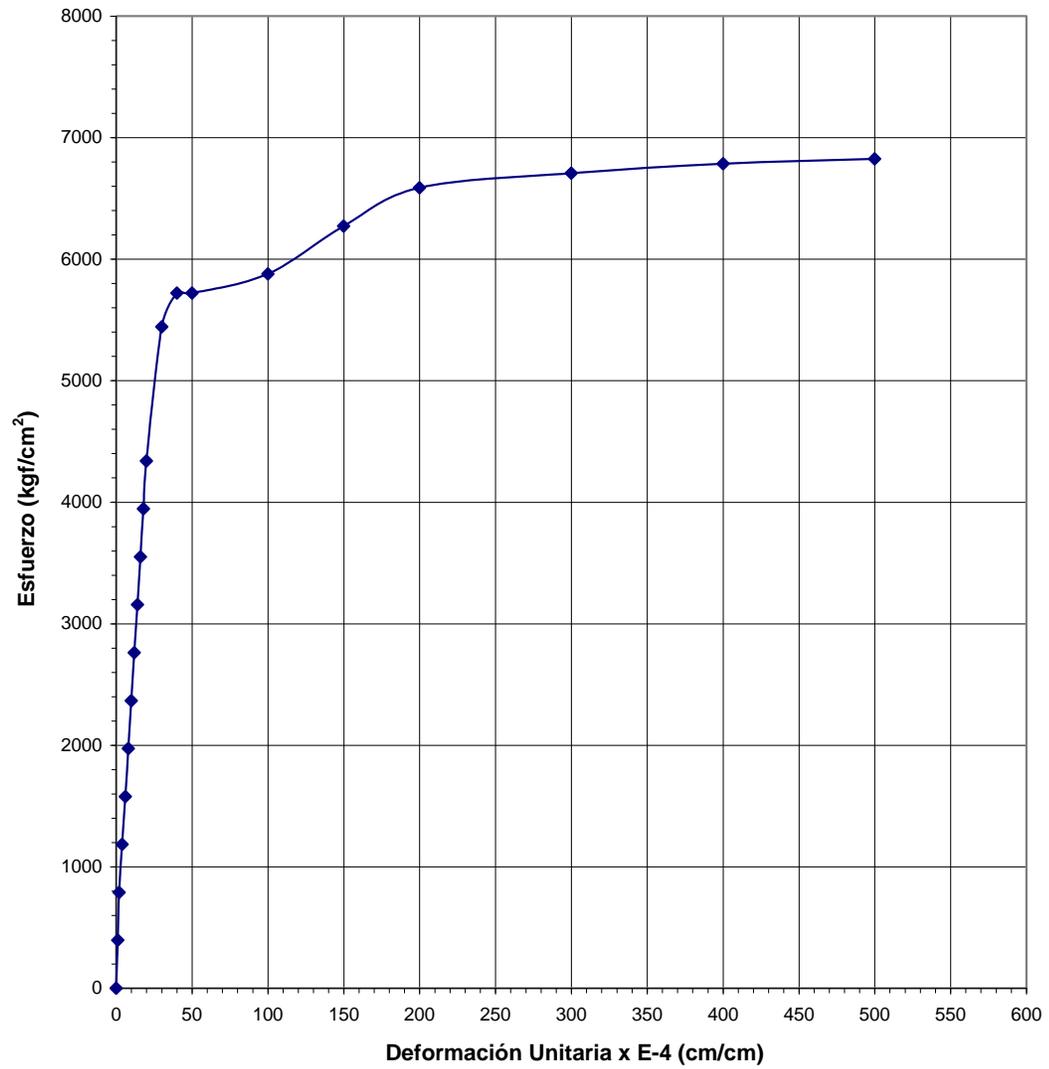


Gráfico 4.95. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN

SIDOR

M20 1"

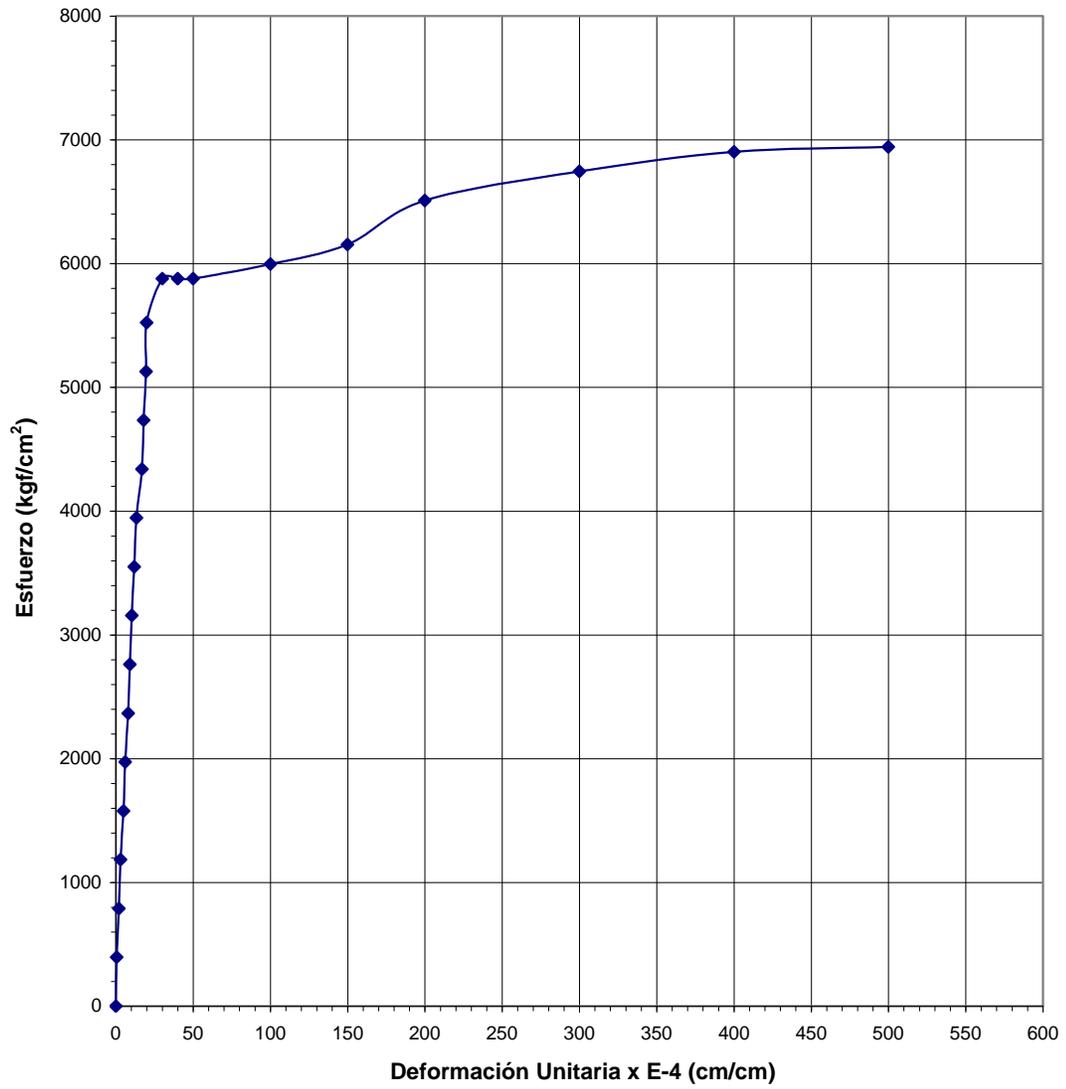


Gráfico 4.96. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN

SIDOR

M21 1"

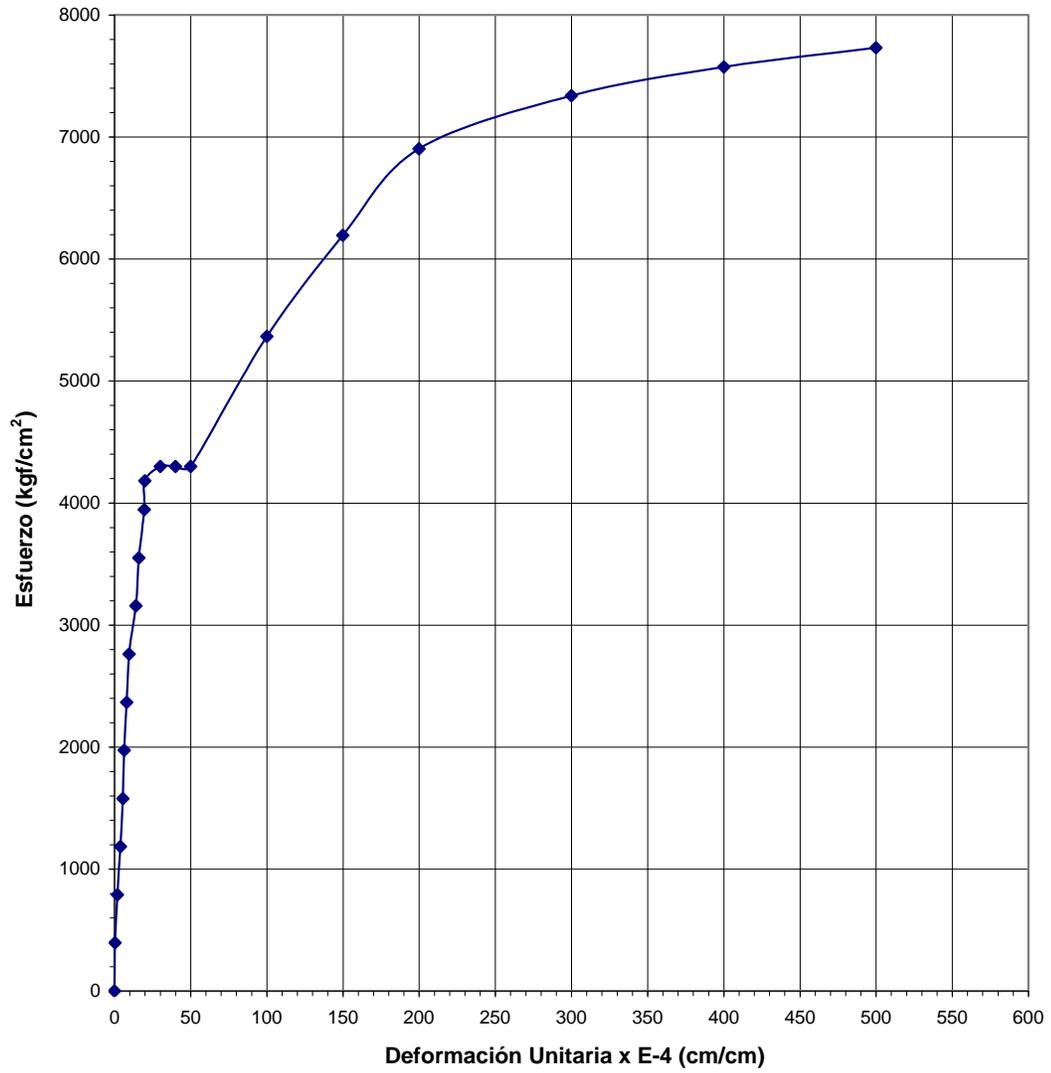


Gráfico 4.97. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN

SIDOR

M22 1"

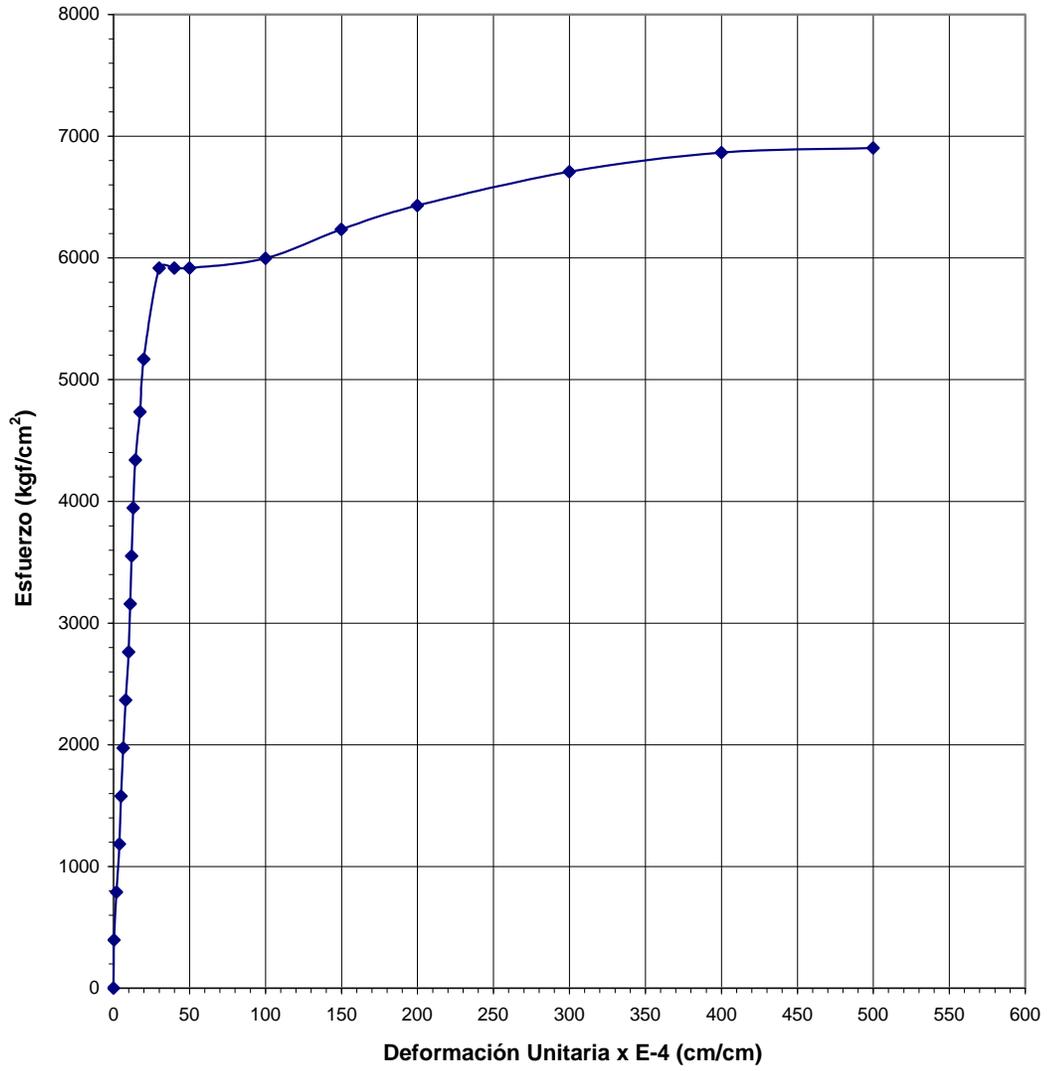


Gráfico 4.98. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN

SIDOR

M23 1"

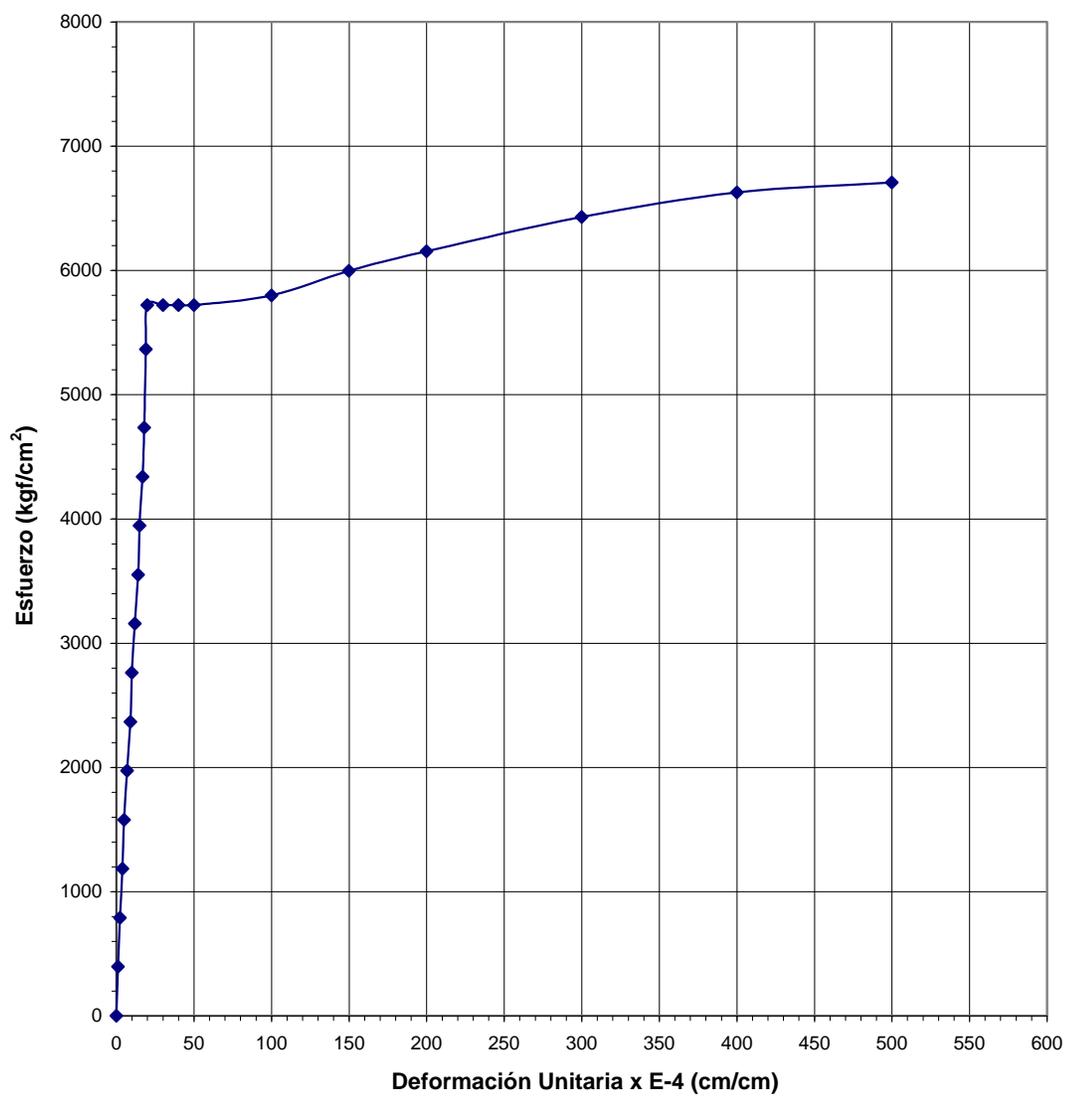


Gráfico 4.99. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN

SIDOR

M24 1"

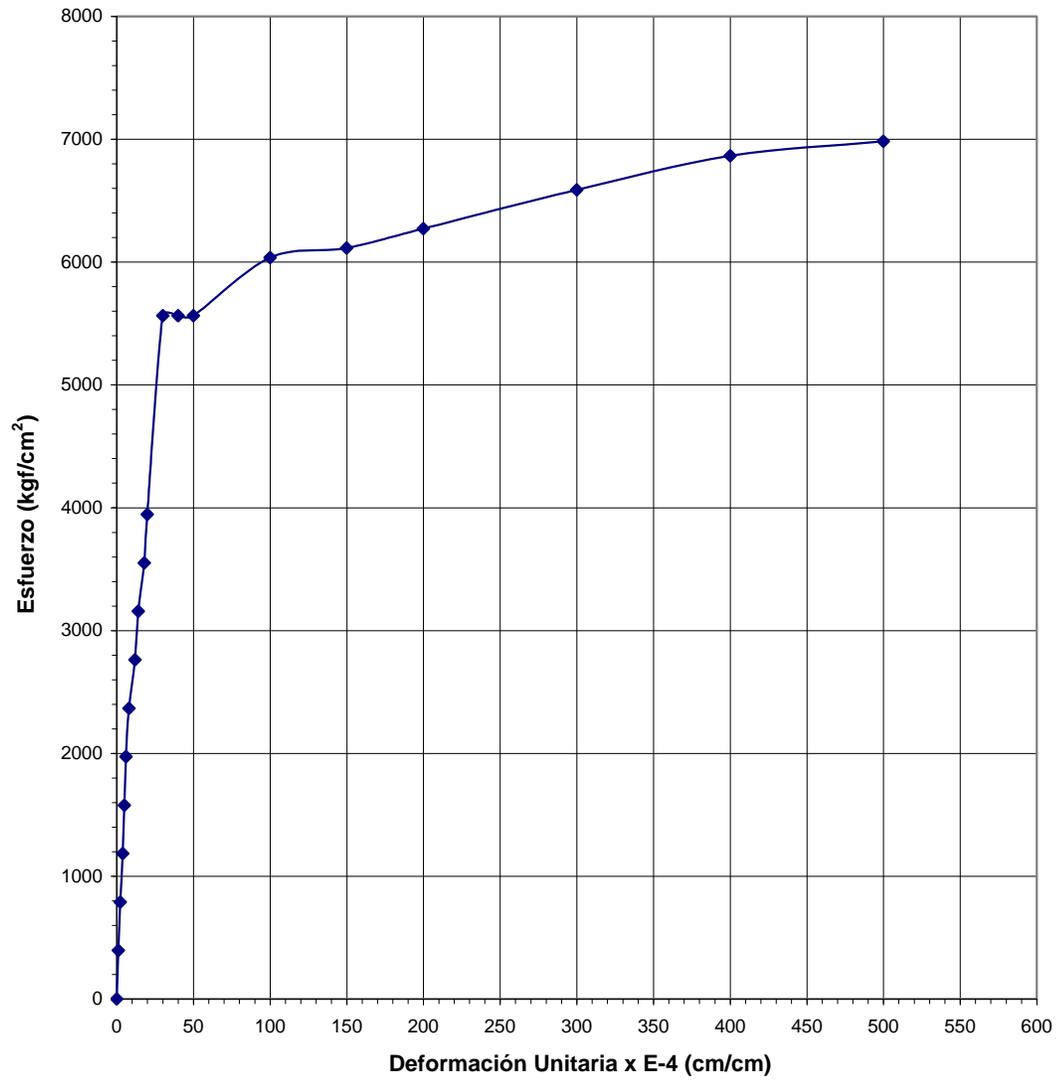


Gráfico 4.100. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN

SIDOR

M25 1"

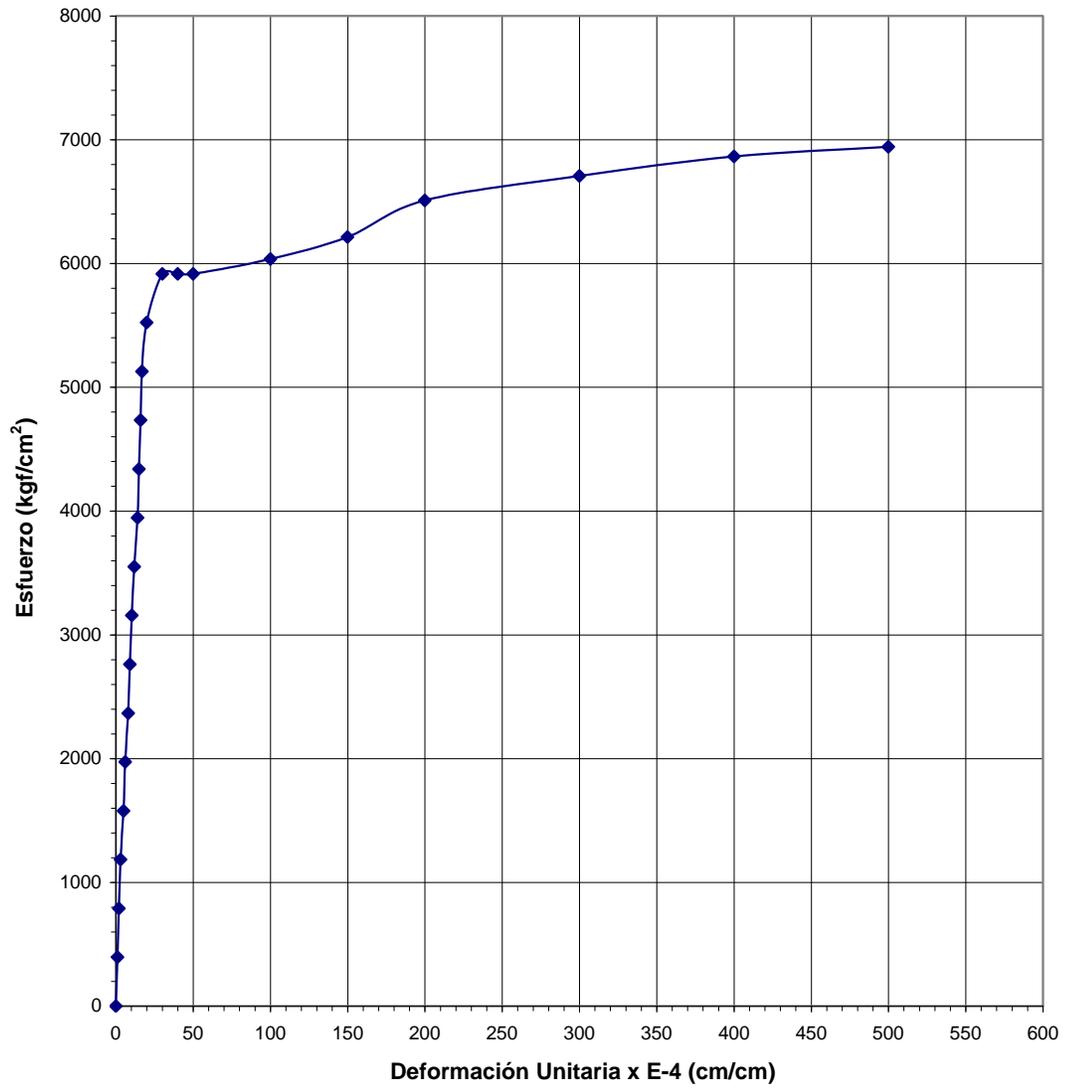


Gráfico 4.101. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN

SIDOR

M26 1"

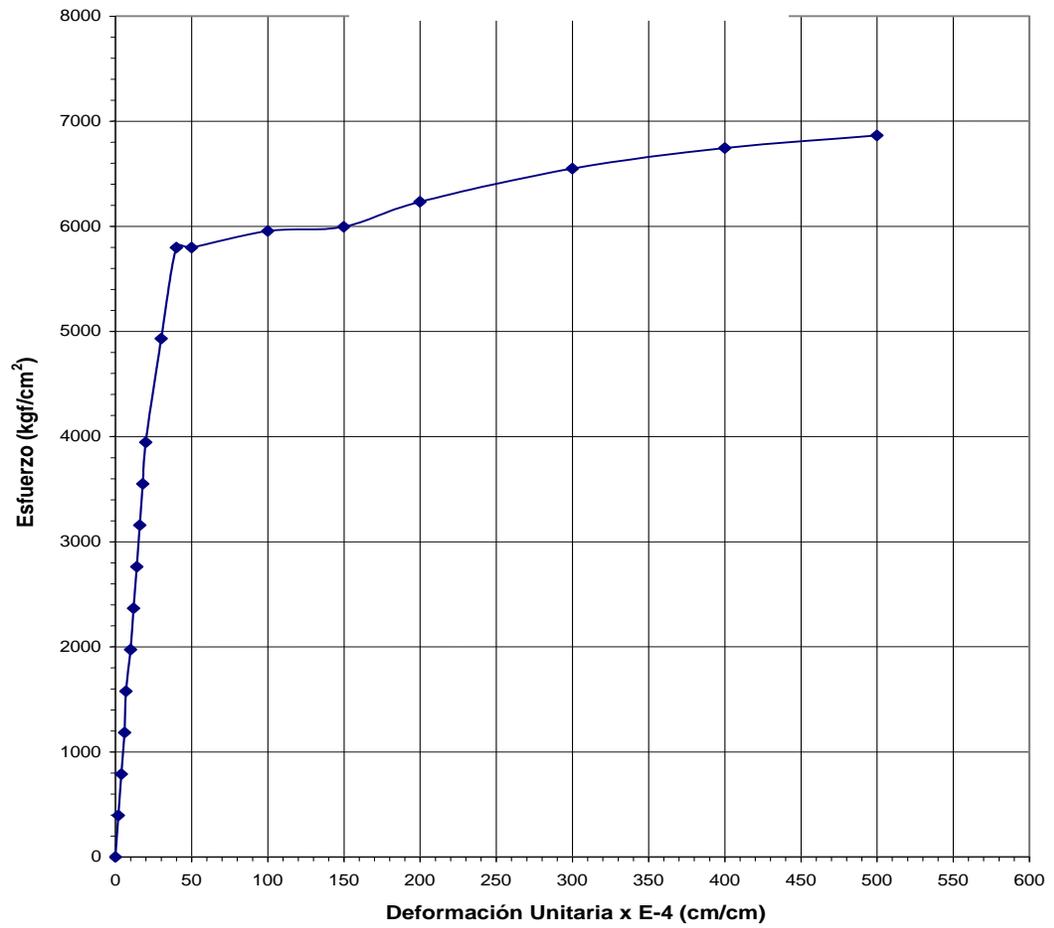


Gráfico 4.102. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN

SIDOR

M27 1"

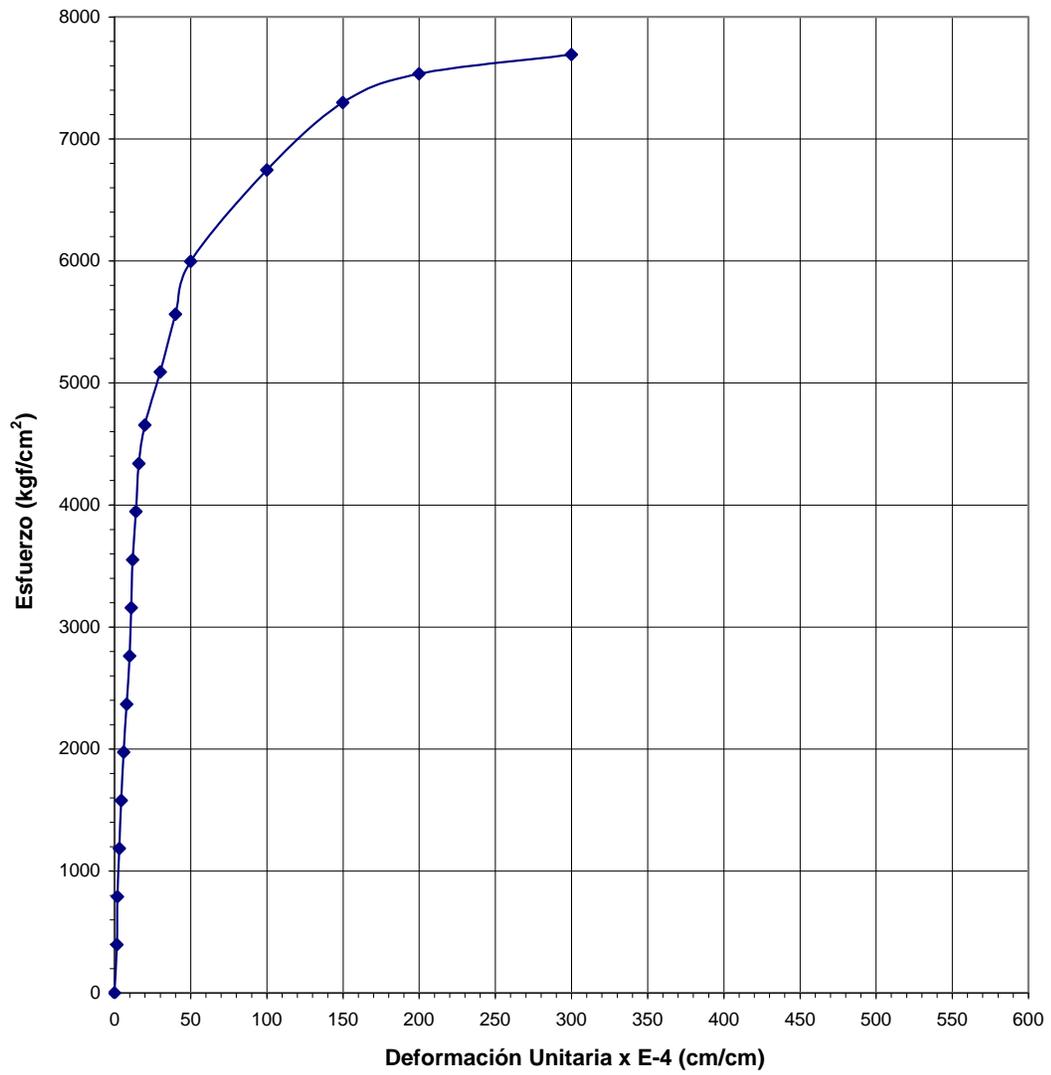


Gráfico 4.103. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN

SIDOR

M28 1"

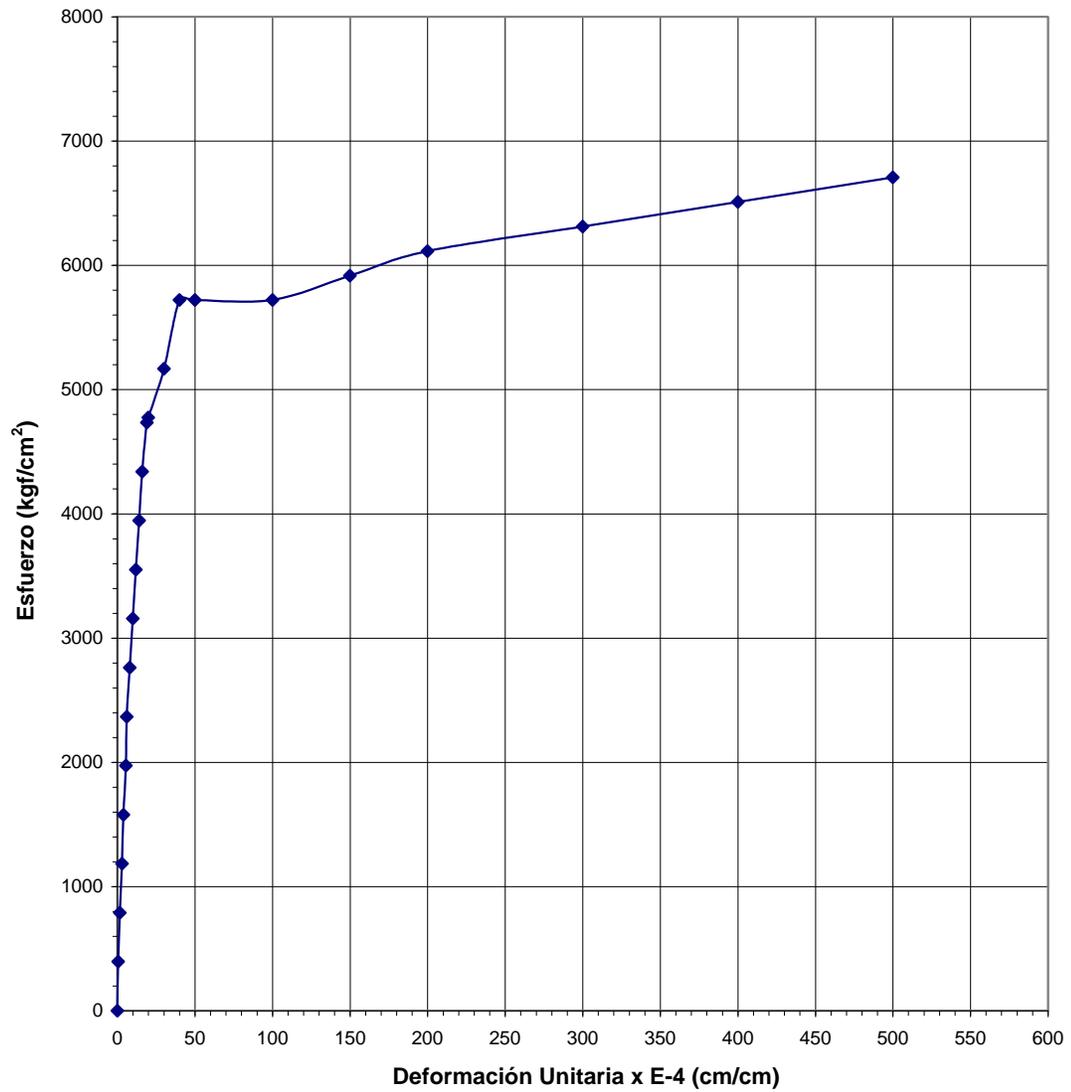


Gráfico 4.104. Esfuerzo-Deformación

ENSAYO A TRACCIÓN

SIDOR

M29 25mm

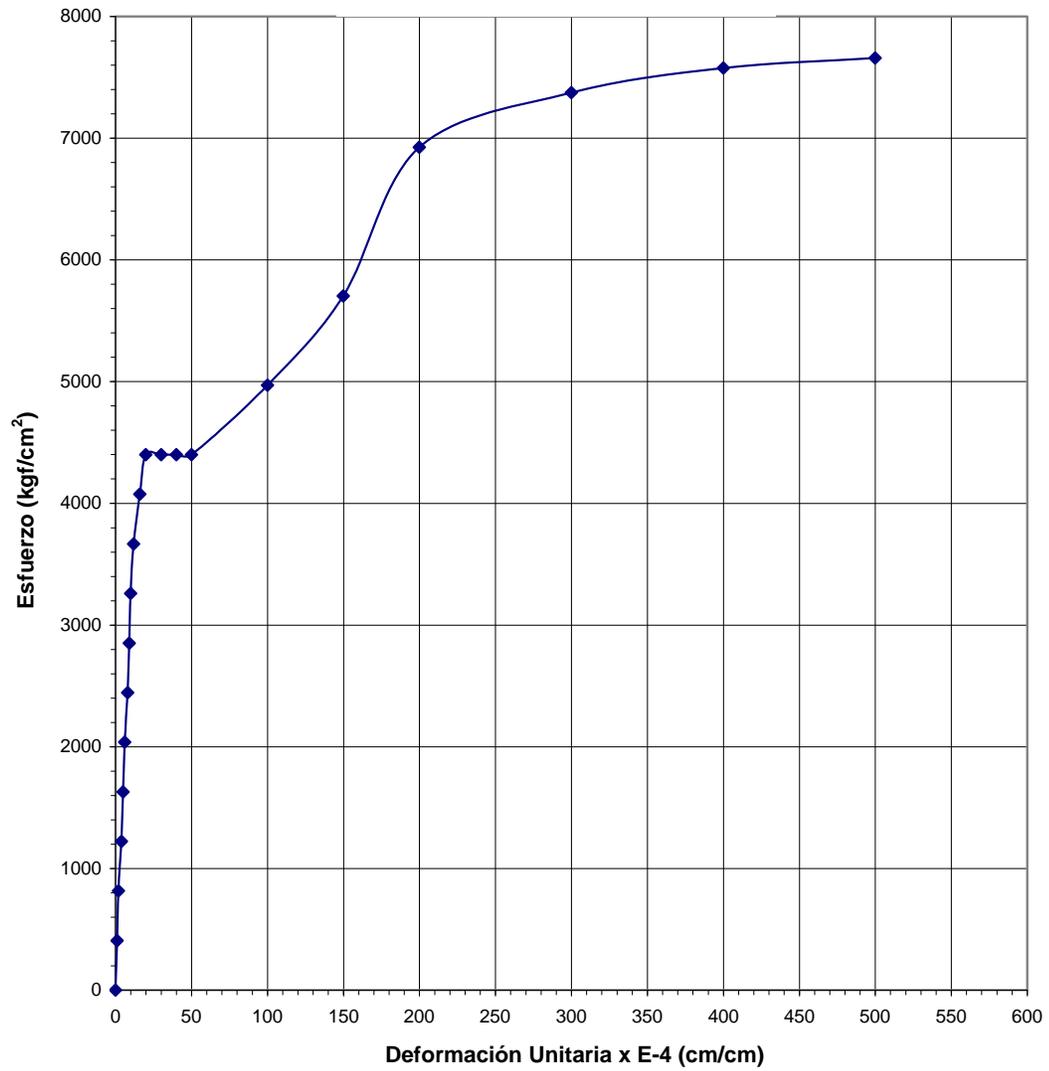


Gráfico 4.105. Esfuerzo-Deformación

Tabla 4.32 Resumen detallado del cumplimiento de la Norma COVENIN 316:2000.

| Origen | Diametro nominal | # Cabillas | fy*/fy | | fsu*/fy* | |
|-------------|------------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | | Cumple | No Cumple | Cumple | No Cumple |
| Turcas | 5/8" | 5 | 5 | 0 | 5 | 0 |
| | 3/4" | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 |
| | 1" | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 |
| | 3/8" | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 |
| | 1/2" | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 |
| | Sub-Total | 13 | 5 | 8 | 5 | 8 |
| Hondureñas | 3/8" | 6 | 6 | 0 | 6 | 0 |
| | 1/2" | 6 | 6 | 0 | 6 | 0 |
| | Sub-Total | 12 | 12 | 0 | 12 | 0 |
| Dominicanas | 3/8" | 5 | 5 | 0 | 5 | 0 |
| | 1/2" | 3 | 3 | 0 | 3 | 0 |
| | 5/8" | 3 | 3 | 0 | 3 | 0 |
| | 3/4" | 3 | 3 | 0 | 3 | 0 |
| | 7/8" | 3 | 3 | 0 | 3 | 0 |
| | 1" | 3 | 3 | 0 | 3 | 0 |
| | Sub-Total | 20 | 20 | 0 | 20 | 0 |
| Chinas | 3/8" | 14 | 3 | 11 | 11 | 3 |
| | 5/8" | 2 | 0 | 2 | 1 | 1 |
| | 10 mm | 4 | 4 | 0 | 4 | 0 |
| | 1" | 2 | 2 | 0 | 2 | 0 |
| | Sub-Total | 22 | 9 | 13 | 18 | 4 |
| Cubanas | 10 mm | 4 | 4 | 0 | 4 | 0 |
| | 5/8" | 6 | 6 | 0 | 6 | 0 |
| | Sub-Total | 10 | 10 | 0 | 10 | 0 |
| Sidor | 1/2" | 4 | 4 | 0 | 4 | 0 |
| | 1" | 29 | 29 | 0 | 19 | 10 |
| | Sub-Total | 33 | 33 | 0 | 23 | 10 |
| | TOTAL | 110 | | | | |

En la tabla anterior se puede observar en detalle las cantidades de barras de acero ensayadas con sus respectivos diámetros nominales, así como cuantas están cumpliendo o no, con lo estipulado por la Norma.

A continuación se presentan gráficos que expresan los porcentajes de barras de acero que cumplen con la Norma COVENIN 316:2000, los mismos están separados según su origen.

TABLA 4.43 CUMPLIMIENTO fy*/fy

| | fy*/fy | |
|-------------|--------|-----------|
| | Cumple | No Cumple |
| Turcas | 5 | 8 |
| Hondureñas | 12 | 0 |
| Dominicanas | 20 | 0 |
| Chinas | 9 | 13 |
| Cubanas | 10 | 0 |
| Sidor | 33 | 0 |

Gráfico 4.106 Origen Turco (fy*/fy)



Gráfico 4.107 Origen Hondureño (fy*/fy)

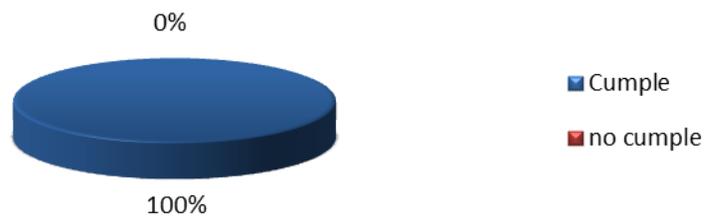


Gráfico 4.108 Origen Dominicano (fy*/fy)



Gráfico 4.109 Origen Cubano (fy*/fy)



Gráfico 4.110 Origen de Chino (fy*/fy)

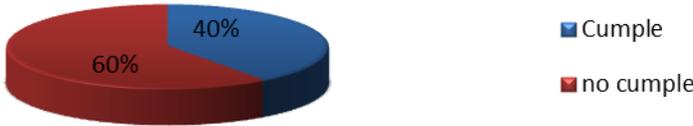


TABLA 4.34 CUMPLIMIENTO fsu*/fy*

| | fsu*/fy* | |
|-------------|----------|-----------|
| | Cumple | No Cumple |
| Turcas | 5 | 8 |
| Hondureñas | 12 | 0 |
| Dominicanas | 20 | 0 |
| Chinas | 18 | 4 |
| Cubanas | 10 | 0 |
| Sidor | 23 | 10 |

Gráfico 4.111 Origen Turco (fsu*/fy*)

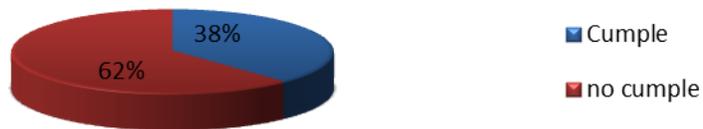


Gráfico 4.112 Origen Hondureño (fsu*/fy*)

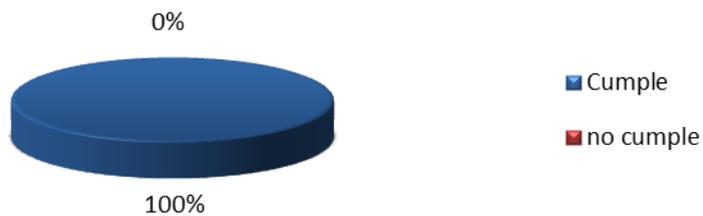


Gráfico 4.113 Origen Dominicano (fsu*/fy*)

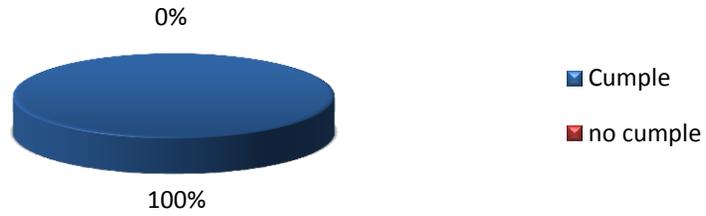


Gráfico 4.114 Origen Cubano (fsu*/fy*)

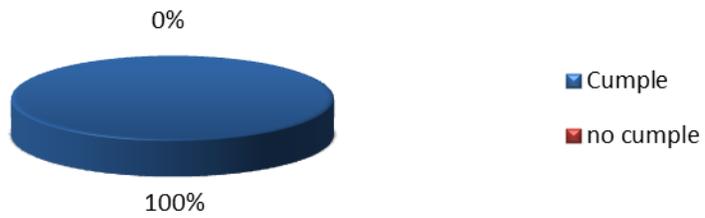
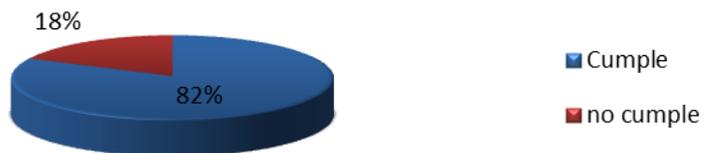


Gráfico 4.115 Origen Chino (fsu*/fy*)



ENSAYO DE RESALTES Y NERVADURAS
ESPACIAMIENTO DE LOS RESALTES TRANSVERSALES

Equipo de ensayo:

- Cinta métrica, con una apreciación de 1 mm ó Calibrador para exteriores, con una apreciación de 0,01 mm

Procedimiento:

- Los ensayos y la interpretación de los resultados se realizó de acuerdo a la Norma COVENIN 316-00.

Los ensayos realizados y sus resultados se reflejan en la tabla 4.35.

TABLA 4.33 ESPARCIMIENTO DE RESALTES VARIOS RESULTADOS

| Origen | Calibre | Distancia (cm) | Cantidad | Espaciamiento (cm) |
|---------------|----------------|-----------------------|-----------------|---------------------------|
| Turca | 1" | 22 | 13 | 1,69 |
| Hondureña | 1/2" | 24 | 11 | 2,18 |
| Dominicana | 5/8" | 24 | 11 | 2,18 |
| Cubana | 3/8" | 24 | 41 | 0,59 |
| China | 5/8" | 20 | 21 | 0,95 |

**TABLA 4.35.1 CUMPLIMIENTO DE LA NORMA COVENIN -
ESPACIAMIENTO DE RESALTES**

| Origen | Calibre | db (cm) | 0,7 * db (cm) | Esp < 0,7*db |
|---------------|----------------|----------------|----------------------|------------------------|
| Turca | 1" | 25,40 | 17,78 | CUMPLE |
| Hondureña | 1/2" | 12,70 | 8,89 | CUMPLE |
| Dominicana | 5/8" | 15,88 | 11,12 | CUMPLE |
| Cubana | 3/8" | 9,53 | 6,67 | CUMPLE |
| China | 5/8" | 15,88 | 11,12 | CUMPLE |

Según el punto 8.6.5 de la norma que dice “La distancia o espaciamiento promedio entre los resaltes, a cada lado de la barra, no debe exceder 0,7 veces el diámetro nominal de la barra” para las muestras ensayadas cumplen con los requerimientos.

ALTURA DE LOS RESALTES TRANSVERSALES

Equipo de ensayo:

- Calibrador tipo vernier, con una apreciación de 0,05 mm.

Procedimiento:

- Los ensayos y la interpretación de los resultados se realizó de acuerdo a la Norma COVENIN 316-2000.

Los ensayos realizados y sus resultados se reflejan en la tabla 4.34.

**TABLA 4.34 RESULTADOS ALTURA DE LOS RESALTES
TRANSVERSALES**

| Origen | Calibre | Alto (cm) | Bajo (cm) | Altura Promedio (cm) |
|---------------|----------------|------------------|------------------|-----------------------------|
| Turca | 1" | 2,71 | 2,31 | 0,470 |
| | | 2,81 | 2,32 | |
| | | 2,87 | 2,35 | |
| Hondureña | 1/2" | 1,81 | 1,67 | 0,243 |
| | | 1,81 | 1,51 | |
| | | 1,84 | 1,55 | |
| Dominicana | 5/8" | 2,18 | 1,57 | 0,603 |
| | | 2,19 | 1,61 | |
| | | 2,18 | 1,56 | |
| Cubana | 3/8" | 1,21 | 0,91 | 0,267 |
| | | 1,27 | 0,92 | |
| | | 1,21 | 1,06 | |
| China | 5/8" | 1,61 | 1,47 | 0,257 |
| | | 1,77 | 1,57 | |
| | | 1,85 | 1,42 | |

**TABLA 4.36.1 DE CUMPLIMIENTO DE LA NORMA COVENIN - ALTURA
DE RESALTES**

| Origen | Calibre | Promedio de la altura (a) (cm) | Prom Alt < altura real |
|---------------|----------------|---|----------------------------------|
| Turca | 1" | 0,127 | CUMPLE |
| Hondureña | 1/2" | 0,051 | CUMPLE |

| | | | |
|------------|------|-------|--------|
| | | | |
| Dominicana | 5/8" | 0,071 | CUMPLE |
| Cubana | 3/8" | 0,038 | CUMPLE |
| China | 5/8" | 0,071 | CUMPLE |

Según el punto 6.2 y la tabla 2 de la norma 316:2000 que dice “para barras de pulgada se contempla los requisitos de los resaltes y las nervaduras necesarios para este ensayo”. Para las muestras ensayadas cumplen con los requerimientos.

ANCHO DE LAS NERVADURAS LONGITUDINALES

Equipo de ensayo:

- Calibrador para exteriores, con una apreciación de 0,05mm.

Procedimiento:

- Los ensayos y la interpretación de los resultados se realizó de acuerdo a la Norma COVENIN 316-00.

Los ensayos realizados y sus resultados se reflejan en la tabla 4.35.

TABLA 4.35 RESULTADOS
ANCHOS DE LAS NERVADURAS LONGITUDINALES

| Origen | Calibre | Alto (cm) | Ancho Promedio (cm) |
|---------------|----------------|------------------|----------------------------|
| Turca | 1" | 0,42 | 0,517 |
| | | 0,55 | |
| | | 0,58 | |
| Hondureña | 1/2" | 0,21 | 0,213 |
| | | 0,22 | |
| | | 0,21 | |
| Dominicana | 5/8" | 0,21 | 0,210 |
| | | 0,21 | |
| | | 0,21 | |
| Cubana | 3/8" | 0,25 | 0,230 |
| | | 0,23 | |
| | | 0,21 | |
| China | 5/8" | 0,47 | 0,463 |
| | | 0,46 | |
| | | 0,46 | |

TABLA 4.37.1 DE CUMPLIMIENTO DE LA NORMA COVENIN - ANCHO DE NERVADURA

| Origen | Calibre | Máxima separación (e) (Nervadura de 12,5% del perimetro nominal) (cm) | Ancho <math>12,5\% * P_n</math> |
|---------------|----------------|--|--|
| Turca | 1" | 0,997 | CUMPLE |
| Hondureña | 1/2" | 0,4985 | CUMPLE |

| | | | |
|------------|------|--------|--------|
| Dominicana | 5/8" | 0,6233 | CUMPLE |
| Cubana | 3/8" | 0,3741 | CUMPLE |
| China | 5/8" | 0,6233 | CUMPLE |

Según el punto 8.6.6 de la norma 316:2000 que dice “las barras contempladas en esta norma deben tener al menos dos nervaduras longitudinales situadas a 180° una de la otra, en toda su longitud, y su ancho no debe exceder el 12,5% del perímetro nominal de la barra. Cuando las barras tengan más de dos nervaduras longitudinales, el ancho total de todas ellas no debe exceder el 25% del perímetro nominal de la barra” Para las muestras ensayadas cumplen con los requerimientos.

ÁNGULO DE INCLINACIÓN DE LOS RESALTES

Equipo de ensayo:

- Transportador.

Procedimiento:

- La interpretación de los resultados se realizó de acuerdo a la Norma COVENIN 316-00.

Los ensayos realizados y sus resultados se reflejan en la tabla 4.38.

TABLA 4.36 RESULTADOS ÁNGULO DE INCLINACIÓN DE LOS RESALTES

| Origen | Calibre | Angulo ° | > 45° ó 45 < Ø < 70 |
|---------------|----------------|-----------------|-------------------------------------|
| Turca | 1" | 50 | CUMPLE |
| Hondureña | 1/2" | 55 | CUMPLE |
| Dominicana | 5/8" | 60 | CUMPLE |
| Cubana | 3/8" | 45 | CUMPLE |
| China | 5/8" | 45 | CUMPLE |

Según el punto 8.6.4 de la norma 316:2000 que dice “Si los resaltes transversales están inclinados respecto al eje longitudinal de la barra, el ángulo de inclinación no debe ser menor de 45°. Si este ángulo estuviera comprendido entre 45° y 70°, los resaltes deben tener alternativamente inclinación contraria en los dos lados opuestos de la barra. Si este ángulo es mayor de 70° no es necesario el cambio de inclinación”. Para las muestras ensayadas cumplen con los requerimientos.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Mediante la investigación realizada sobre la caracterización físico-mecánica de barras de acero de origen Turco, Hondureño, Dominicano, Cubano y Chino se verificó el cumplimiento de los parámetros especificados por la Norma COVENIN 316:2000, en este sentido, se efectuaron los ensayos contemplados en la norma citada y se pudo conocer para cada una de las barras en estudio el límite elástico convencional, la resistencia a la tracción, el porcentaje de alargamiento, el comportamiento de la barra al doblarse, dimensiones de los resaltes y espaciamiento de los resaltes de las barras.

Es importante señalar dos requerimientos de calidad contemplados en la Norma COVENIN 316:2000:

- La relación entre el límite elástico real (f_y^*) y el límite elástico nominal (f_y) deberá ser menor de 1,30. (a)

$$\frac{f_y^*}{f_y} \leq 1,30$$

Este requisito nos indica que debemos usar barras de acero que no superen por más de un 30% el límite elástico de diseño el cual esta estandarizado en Venezuela en 4200 kg/cm². Con esta restricción se evita que los refuerzos de acero no tengan tensiones cedentes superiores a lo esperado por diseño. El incumplimiento de este requerimiento pondría en peligro los criterios de falla balanceada, columna fuerte-

viga débil, rotulas plásticas y posibles dispositivos de disipación de energía; y por consiguiente, estaríamos propiciando la aparición de una falla de tipo frágil.

- La relación entre la resistencia a la tracción (f_{su}^*) y el límite elástico convencional (f_y^*), deberá ser mayor a 1,25. (b)

$$\frac{f_{su}^*}{f_y^*} \geq 1,25$$

Este requerimiento garantiza que las barras de acero usadas como refuerzo tengan un comportamiento plástico excelente, ya que tomando en cuenta la tendencia de las deformaciones en la grafica esfuerzo-deformación de barras de acero, podemos decir que a mayor diferencia de tensión entre el punto de cedencia y el punto de máximo esfuerzo, mayor será el alargamiento que tendrá la barra de acero. Al momento de un sismo, el incumpliendo de este requisito podría propiciar roturas tempranas en las barras de acero, debido a que luego de que se efectuó la esperada cedencia en la barra de acero, la misma debe deformar sin romper durante el intervalo de tiempo que se desenvuelva el movimiento telúrico.

En los resultados obtenidos podemos ver que las barras de acero Turcas de 5/8" cumplen con los dos requerimientos antes mencionados, mientras que las barras de acero de diámetro nominal 3/8", 1/2", 3/4" y 1" no cumplen con los mismos.

Todas las barras a continuación mencionadas cumplen en su totalidad con los requerimientos de la Norma COVENIN 316:2000: Hondureñas de 3/8" y 1/2", las Dominicanas de 3/8", 1/2", 5/8", 3/4", 7/8" y 1", las Cubanas de 5/8" y 10 mm, las Chinas de 1" y 10 mm.

De catorce barras de acero Chinas de 3/8", once de ellas no cumplen con el requerimiento nro. "1" de la Norma COVENIN 316:2000, y de ese mismo lote 3 de ellas no cumplen con el requerimiento nro. "2" de la Norma COVENIN 316:2000.

De veintiocho barras de acero provenientes de SIDOR de 1" ensayadas, nueve de ellas no cumplieron con el requisito nro. "2" de la Norma COVENIN 316:2000.

En forma general de las ciento diez barras de acero ensayadas un 81% de ellas cumplieron con la relación entre el límite elástico real (f_y^*) y el límite elástico nominal (f_y), y un 80% de ellas cumplió con la relación entre la resistencia a la tracción (f_{su}^*) y el límite elástico convencional (f_y^*).

En cuanto al porcentaje de alargamiento y el ensayo de resaltes y nervaduras todas las muestras cumplen con lo estipulado por la Norma COVENIN 316:2000.

5.2 Recomendaciones

Luego de analizar los resultados se recomienda:

En primera instancia se recomienda la realización del ensayo de tracción a los lotes de barras de acero que provengan de países extranjeros, debido a que esta es la única manera de verificar si las mismas son aptas para los fines que se destinaran.

Por los resultados obtenidos en esta investigación se recomienda tener especial atención con las barras de acero de origen Turco y Chino, ya que las mismas son las que tuvieron mayor porcentaje de incumplimiento con la norma.

En caso de tener barras de acero extranjeras que no cumplan con los requerimientos de la Norma COVENIN 316:2000, por su influencia en el comportamiento sísmoresistente de estructuras de concreto armado se recomienda no usarlas en pórticos (vigas-columnas); destinar su uso a elementos de comportamiento rígido o que no tengan principal influencia en los métodos de disipación de energía de la estructura en cuestión.

Para el caso de las barras de acero que no cumplan la Norma COVENIN 316:2000 por sobre resistencia, se recomienda aumentar el límite elástico de diseño (F_y) y verificar si de este modo cumple con los requerimientos de la Norma, como se ejemplificó en esta investigación con las barras de 3/8" de origen Chino.

BIBLIOGRAFIA

- Allauca, F. (2011), “influencia de la Microestructura sobre las Propiedades Mecánicas en Varillas de Acero” Trabajo Especial de Grado. Ecuador.
- Atkins, P Y Jones, L. (2006), *Principios de química*. Los caminos del Descubrimiento. 3era Edición Editorial Médica Panamericana S.A. Impreso en Argentina.
- Báez, J. (2007), *Investigación Cualitativa*. Libros Profesionales de Empresas Esic Editorial Impreso en España.
- Gómez, M. (2006), *Introducción a la Metodología de la Investigación Científica*. Editorial Brujas. 1era Edición Impreso en Argentina.
- Hernández, Fernández y Bautista (2007), *Metodología de la Investigación*. Cuarta Edición, *Mc Graw Hill. Mexico*.
- Malhotra, N. (2004), *Investigación de Mercados*. Cuarta Edición. Pearson Educación. México.
- Metal, D. (2004), *Manual Técnico*. Colombia. Andes.
- Mott, R., Saldaña, S., y Hernández, A. (2006), *Diseño de Elementos de Maquinas*. Cuarta Edición. Pearson Educación. México.
- Sabino, C. (2007), *El Proceso de Investigación*. Caracas: Panapo de Venezuela.
- Sarabia, J. (2007), *Curso Básico de Estadística para Economía y Administración de Empresa*. Texto Universitario. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cantabria. Imprime Graficas Calima S.A.
- Urbano, C. (2006), *Técnicas para Investigar. Recursos Metodológicos, para la Preparación de Proyectos de Investigación*. Editorial Bruja. Impreso en Argentina.

ANEXOS

INFORME FOTOGRÁFICO



FOTO # 1: Ayuda de técnicos.



FOTO # 2: Cargas de ensayo de tracción



FOTO # 3: Mediciones de Carga máxima.



FOTO # 4: Ensayando muestra cubana.



FOTOS # 5 y # 6: Ensayos de tracción.



FOTO # 7: Cabillas chinas y cubanas



FOTO # 8: Cabillas turcas y hondureñas



FOTO # 9: Cabillas dominicanas



FOTO # 10: Muestras del ensayo de doblado.



FOTO # 11: Ensayo de Espaciamento de resaltes transversales



FOTO # 12: Muestras de origen Turco, Hondureño, Dominicano, Cubano y Chino