

**LABORATORIO DE CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES**  
**ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**  
**REPORTE DE EVALUACIÓN**  
**SISTEMA DE EMPALME MECANICO PARA BARRAS DE REFUERZO**  
**NORMA AC 133**

**APROBADA ENERO 15 DE 2021**

## 1. DESCRIPCIÓN

Los sistemas de empalme mecánico FMAX dados en este reporte de evaluación son para uso en sistema de unión mecánico entre varillas corrugadas de refuerzo estructural en concreto. Las propiedades estructurales del sistema de empalmes mecánicos fueron evaluadas en cumplimiento de normas nacionales e internacionales y códigos así.

- Norma Técnica Colombiana NTC
- Código Internacional de Edificaciones IBC 2015,2012,2009,2006
- Código Internacional de Residencial IRC 2015,2012,2009,2006
- American Society Of Testing Materials ASTM
- America Concrete Institute ACI 318-14

1.1 Los empalmes mecánicos FMAX como refuerzo de acero para su evaluación, requerido por la empresa RAMALZA S.A.S El producto debe demostrar y cumplir a satisfacción en cada tipo o modelo de acople mecánico de unión entre varillas corrugadas de manera consistente con el tratamiento al cual será sometido en dicho proceso evaluativo, todo resultado a satisfacción o en contra de este de igual manera estará informado sin alterar ninguno del proceso de calificación.

1.2 Los procesos de evaluación de los empalmes solicitados a evaluación estarán sometidos a procesos de ensayos de tensión axial, compresión, tensión cíclica

1.3 Todo proceso de evaluación estará inspeccionado y evaluado de manera independiente y será utilizado el

mismo proceso en cada tipo o modelo de empalme solicitado para su evaluación.

1.4 La aplicación, uso o interpretación del este reporte no es responsabilidad del laboratorio, debe estar a cargo del personal competente que permita un adecuado análisis a fin de dar buen uso de los productos aquí reportados.

## 2. LIMITACIONES

El uso de los empalmes mecánicos FMAX reconocidos en este reporte están sujetas a las siguientes limitaciones

2.1 Los acoples deben instalarse de acuerdo con el código o norma aplicable a ella, teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante y lo indicado en este reporte de evaluación.

2.2 Todo empalme mecánico debe cumplir con los requisitos de inspección de conformidad con este reporte

2.3 El producto debe ser aprobado por el fabricante

- a. Los empalmes producidos en campo deben cumplir los estándares de calidad y fabricación determinados por el fabricante
- b. Deben ser sometidos a inspección regular de fabricación teniendo en cuenta el tipo de empalme a utilizar y deben cumplir con la necesidad de aplicación requerida en el proyecto de construcción.

### **3. USO DEL EMPALME**

#### **3.1 GENERAL.**

Los sistemas de acoples FMAX se utilizan como mecanismo para empalmar mecánicamente las barras de refuerzo de acero para ser instaladas en sistemas estructurales en concreto

3.1.1 El empalme mecánico FMAX debe cumplir con la sección 25.5.7.1 de ACI 318-14 Sección 12.14.3.2 del ACI 318.11 tabla 2 de NTC Como empalmes mecánicos de tracción y compresión para barras de refuerzo de acero

3.1.2 Los acoples deben cumplir con los requisitos de la de la sección 18.2.7.1 de ACI 318-14 ACI 318.08 Sección 21.2.6.1 de ACI 318.05 NSR 10 C21.1.6.1(b) C12.14.3.2 como empalmes mecánicos TIPO 2 los acoples o empalmes se permiten en cualquier lugar dentro del sistema estructural en concreto para todas las categorías del sistema sismo resistentes

3.1.3 Los empalmes mecánicos FMAX en su proceso de regulación dado en este reporte de evaluación en su determinación al uso como empalmes en barras de refuerzo deformadas que soporten flexiones sísmicas, fuerzas axiales o ambas en momentos especiales en muros, pantallas, columnas, vigas, pilotes, con el sistema de empalme mecánico fueron sometidas a evaluación como barras de refuerzo de acero y cumplan con la sección 20.2.2.5 del ACI 318-14 sección 21.1.5.2 del ACI 318-11-08 tabla 2 NTC 2289 y ASTM A706.

#### **3.2 DISEÑO**

Los empalmes deben instalarse de acuerdo a este reporte de evaluación y las instrucciones de instalación del

fabricante el recubrimiento de concreto y espaciamiento entre empalmes debe ser el requerido en el capítulo 7 y 19 del ACI 318-11-08.

#### **3.2 INSTALACION**

Las instrucciones de instalación del fabricante para el sistema de empalme mecánico FMAX está en el sección empalmes en el enlace [www.ramalza.com](http://www.ramalza.com).

#### **3.3 EMPALMES**

Se utiliza para unir barras rectas del mismo diámetro o tamaño

#### **3.4. IDENTIFICACIÓN**

Los empalmes mecánicos FMAX se identifican según su función y diámetro de barra como R referenciando el acople de unión roscada adicional el número de nominal del diámetro de la barra de refuerzo así mismo el acople tipo tornillo se identifica como TOR adicional el número del diámetro nominal de la barra de refuerzo esta designación o identificación de los acoples mecánicos se referencia en el TABLA 1 de este reporte.

##### **3.4.1 EMPALME TORNILLO**

Los empalmes deben apretarse hasta que las cabezas de los tornillos de bloqueo se desprendan independientemente de la torsión aplicada ver figura 1

##### **3.4.2 EMPALME ROSCADO**

El acoplador roscado consiste en un cilindro con su interior roscado que permite la unión entre barras de refuerzo su instalación debe ser de acuerdo con las instrucciones de instalación del fabricante, la conexión entre las barras de refuerzo roscadas y el acoplador se debe llevar el roscado hasta el tope de rosca de la barra de refuerzo ver figura 2.

**LABORATORIO DE CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES**  
**ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**  
**REPORTE DE EVALUACIÓN**  
**SISTEMA DE EMPALME MECANICO PARA BARRAS DE REFUERZO**  
**NORMA AC 133**

**APROBADA ENERO 15 DE 2021**

**3.5 INFORMACION DEL EMPALME**

Los empalmes mecánicos FMAX como sistema de acople de unión entre barras de acero refuerzo constituyen su Tamaño de acuerdo a su tipo R O TOR (ver numeral 3.4.1 de este reporte) de su tipo depende su longitud y tamaño ver tabla 1.

**4. ESTANPE**

Los sistemas de empalme mecánico FMAX es identificado con este nombre por el fabricante RAMALZA S.A.S derivados de diferentes modelos tamaños y aplicaciones dados en este reporte de evaluación del cual deben encontrarse en cada uno de sus acopladores, la identificación la marca a conformidad la cual es usada en cada conector R O TOR ver imagen 1 así como su denominación tipo 1 o tipo 2

**IMAGEN 1**



**7. APROBACIÓN**

**JAIME A. CADENA**

Lab. Resistencia de Materiales

**WILFREDO DEL TORO**

Dir. Escuela Ing. Civil

**TABLA 1 IDENTIFICACION Y ESPECIFICACIONES DEL EMPALME**

DENOMINACIÓN DE LA BARRA	IDENTIFICACIÓN DEL EMPALME		TIPO EMPALME	IDENTIFICACIÓN EMPALME	IDENTIFICACIÓN FINAL DEL EMPALME		ESPECIFICACIONES DEL EMPALME	
	ROSCADO	TORNILLO			ROSCADO	TORNILLO	ROSCADO LONGITUD	TORNILLO LONGITUD
N4	R	TOR	TIPO 2	FMAX	FMAX R4 TIPO 2	FMAX TOR4 TIPO 2	5	12.7
N5	R	TOR	TIPO 2	FMAX	FMAX R5 TIPO 2	FMAX TOR5 TIPO 2	5	16
N6	R	TOR	TIPO 2	FMAX	FMAX R6 TIPO 2	FMAX TOR6 TIPO 2	6	19
N7	R	TOR	TIPO 2	FMAX	FMAX R7 TIPO 2	FMAX TOR7 TIPO 2	6.5	27
N8	R	TOR	TIPO 2	FMAX	FMAX R8 TIPO 2	FMAX TOR8 TIPO 2	7	31.2
N10	R	TOR	TIPO 2	FMAX	FMAX R10 TIPO 2	FMAX TOR10 TIPO 2	7.5	39.8

**FIGURA 1 SISTEMA DE EMPALME TORNILLO**



**FIGURA 2 EMPALME TIPO ROSCADO**



## **8. PROCESO DE EVALUACIÓN EMPALME MECANICO**

### **8.1 DESCRIPCIÓN:**

El proceso de evaluación basado en los criterios de la norma AC 133 y su conjunto de normas nacionales, internacionales y códigos reúne cuatro (4) tipos de procedimientos de ensayo que permiten determinar la aceptación de los sistemas mecánicos de empalmes en barras de acero como elemento estructural de unión entre varillas corrugadas. Dichos procedimientos son.

### **8.2 ENSAYO A TENSIÓN EN BARRAS DE ACERO SIN EMPALME:**

Bajo la Norma Técnica Colombia 2289 Y American Society Of Testing A 706 permiten establecer criterios de aceptación bajo los requerimientos de construcción nacionales e internacionales certificando que la barra utilizada cumpla como elemento estructural de refuerzo.

### **8.3 ENSAYO A TENSIÓN EN BARRA DE ACERO CON EMPALME:**

Teniendo en cuenta la sección 8.1 de este reporte el proceso de ensayo se hace bajo el criterio de aceptación de esta sección en cual deben de cumplir

sin ninguna anomalía este proceso el cual permite evaluar el tipo de empalme donde se establece.

#### **8.3.1 TIPO 1 :**

Las uniones o empalmes en cada barra de refuerzo utilizado y preparadas para tal fin deben de cumplir con el 1.25 por ciento de la resistencia a la fluencia de la barra de refuerzo.

#### **8.3.2 TIPO 2:**

Las uniones o empalmes en cada barra de refuerzo utilizada y preparadas para tal fin deben desarrollar el 100 por ciento de la resistencia máxima a tracción y al menos el 1.25 por ciento de la resistencia a la fluencia.

### **8.4 ENSAYO A COMPRESIÓN:**

El empalme debe demostrar en este proceso su capacidad de absorción de carga y su deformación con relación a la de la barra de acero refuerzo a fin de determinar su función como elementos estructurales de soporte a flexiones sísmicas o fuerzas axiales. Cada uno de los empalmes que superen este atapa cumplen con la sección 21.1.5.2 de la norma ACI 318.

## **8.5 ENSAYO CARGA CICLICA:**

El sistema de empalme mecánico se probará en todas sus medidas de barras de refuerzo en igual medida por cada sistema de acople utilizado, este proceso de carga cíclica está registrado en la tabla 1 de NORMA ACC 133.

**8.5.1** Cada conector deberá soportar desde la etapa 1 a la 3 sin presentar falla. Si la carga para la falla de cada conector pasa la etapa 4 la prueba CUMPLE con las condiciones de aceptación de la sección 4.1.1.1 de la norma AC 133.

## **9 RESULTADOS**

### **9.1 ENSAYO A TENSIÓN:**

Para todas las pruebas de tensión de la barra de refuerzo **N8** sin conector mecánico CUMPLE con el numeral 3.1.1 de este reporte ( VER ANEXO 1) y con Conector Mecánico CUMPLE con lo descrito en el numeral 3.1.2.y 3.1.3 de este reporte y de acuerdo a la sección 4.1 de la norma AC 133 que lleva los criterios de aceptación. Así mismo establece el conector mecánico **N8** Con Empalme CUMPLE numeral 8.3.2 de este reporte y C 21.1.6.1 (B) NSR 10 ver tabla 3 (ANEXO 2)

### **9.2 ENSAYO A COMPRESIÓN:**

Para las pruebas a compresión estática del conector **N8** CUMPLE a todo requisito de la norma AC 133 Sección 4.1.2.1.1 así mismo CUMPLE con la sección 21.1.5.2 de la norma ACI 318. Con las propiedades de la tabla 2 de la NTC 2289, ASTM A706 y C 12.14.3.2NSR 10.ver tabla 4 Y (ANEXO 3).

### **9.3 ENSAYO CARGA CICLICA:**

Para el proceso de carga cíclica del conector. Procedimiento establecido en la tabla 1 de norma AC 133 CUMPLE con las condiciones de carga cíclica hasta la etapa 4 ver tabla 5 Y (ANEXO 4)

**TABLA 3 PROPIEDADES MECANICAS ENSAYO A TENSION  
CONECTOR ROSCADO BARRA REFUERZO N8 LOTE BT 1712**

TABLA 3 PROPIEDADES MECANICAS ENSAYO A TENSION CONECTOR ROSCADO BARRA REFUERZO N8 LOTE BT 1712																
BARRA ACERO REFUERZO SIN EMPLAME								BARRA ACERO REFUERZO CON EMPLAME								
Especimen	Área Cm <sup>2</sup>		5.07		Diámetro		25.3 Cm		Área Cm <sup>2</sup>		5.07		Diámetro		25.3 Cm	
	Carga fy kN		fy Nominal NTC 2289		14% Deformación	Carga		Carga fy kN		fy Nominal NTC 2289		14% Deformación	Carga		TIPO EMPALME	
	Máxima Rotura							Máxima Rotura								
	min	máx.	68000 P.S.I	78000 P.S.I	kN	P.S.I	min	máx.	68000 P.S.I	78000 P.S.I	kN	P.S.I				
1	224.4	226	64530	64882	14	321.9	92565	235.7	238.1	67789	68462	14	337	96880	2	
2	223.2	225	64178	64709	14	328.7	94534	230.1	232.3	66178	66790	14	332	95390	2	
3	223.7	225	64321	64796	14	331	95186	225.6	227	64882	65265	14	330	94829	2	
4	234.7	236	67493	67845	14	348.2	100133	233.7	235	67198	67585	14	345	99256	2	
5	235	237	67580	68080	14	338.3	97298	254.8	276	73267	79366	14	335	96410	2	

**TABLA 4 PROPIEDADES MECANICAS ENSAYO A COMPRESION  
CONECTOR ROSCADO BARRA REFUERZO N8 LOTE BT 1712**

ESPECIMEN	AREA Cm <sup>2</sup>		5.07		Diámetro Cm		25.2			
	Carga fy kN		Fy Nominal NTC 2289		Carga Máxima Rotura		Deformación %			
	min	máx.	68000 P.S.I	78000 P.S.I	kN	P.S.I	NOMINAL	BARRA + CONECTOR	CONECTOR	PRESENTA FALLA
1	226.4	247.3	65101	71099	356.1	102410	14	15	0.03	VARILLA
2	245.0	251.6	70452	72344	425.0	122226	14	16	0.04	VARILLA
3	257.2	263.2	73951	75695	390.6	112328	14	15	0.04	VARILLA
4	254.8	258.8	73273	74431	439.5	126391	14	15	0.05	VARILLA
5	244.7	246.2	70364	70795	422.6	121520	14	15	0.06	VARILLA

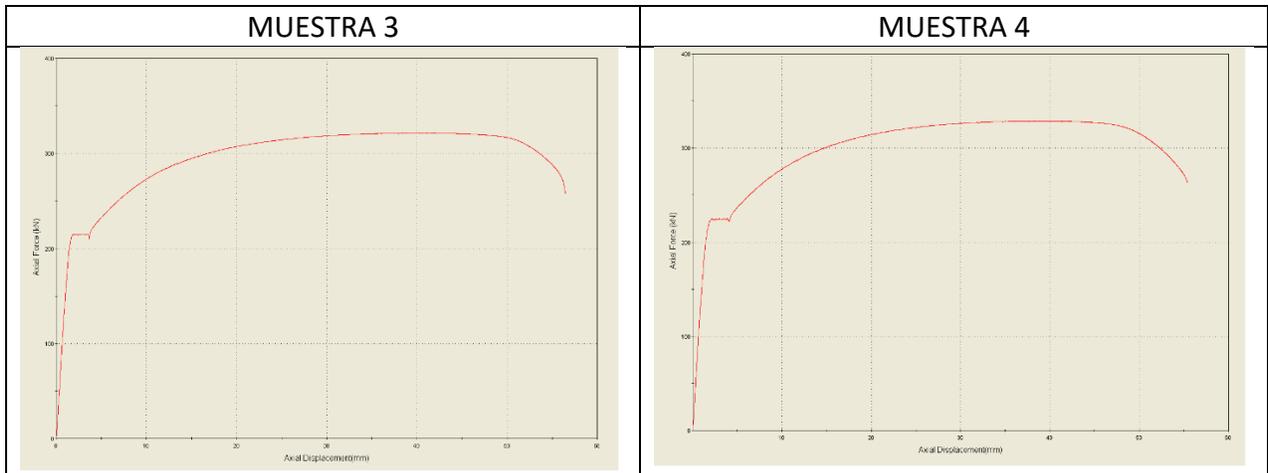
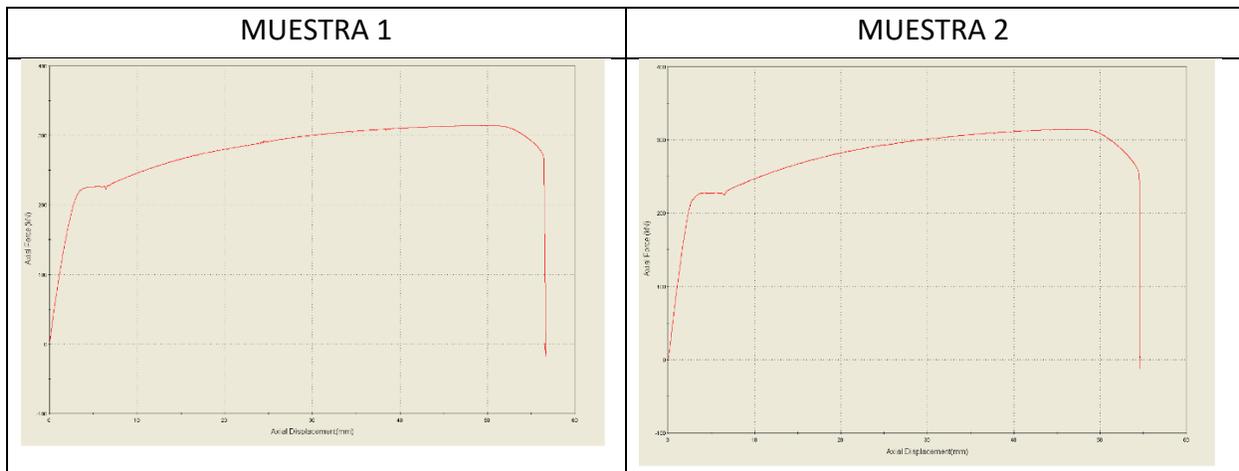
**TABLA 5 PROPIEDADES MECANICAS ENSAYO CARGA CICLICA  
CONECTOR ROSCADO BARRA DE REFUERZO N8 LOTE BT 1712**

ESPECIMEN	ETAPA	Numero Ciclos	Tensión		Compresión				Modo De Falla
			Carga Fy kN		Deformación		Deformación		
			0.95	0.5	CARGA kN	2ey mm	CARGA kN	5ey mm	
1	1	20	204.2	121.3					En Varilla
	2	4			-229.8	-1.89			
	3	4					-312.1	-4.79	
	4	>28	Carga En Tensión Para Falla						
2	1	20	197.6	130.2					En Varilla
	2	4			-259.4	-1.98			
	3	4					-348.9	-4.85	
	4	>28	Carga En Tensión Para Falla						
3	1	20	208.5	128.2					En Varilla
	2	4			-269.7	-1.59			
	3	4					-302.9	-4.04	
	4	>28	Carga En Tensión Para Falla						
4	1	20	202.6	131.5					En Varilla
	2	4			-272.3	-1.89			
	3	4					-349.9	-4.79	
	4	>28	Carga En Tensión Para Falla						
5	1	20	192.3	125.2					En Varilla
	2	4			-249.3	-1.79			
	3	4					-329.9	-4.55	
	4	>28	Carga En Tensión Para Falla						

**LABORATORIO DE CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES**  
**ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**  
**REPORTE DE EVALUACIÓN**  
**SISTEMA DE EMPALME MECANICO PARA BARRAS DE REFUERZO**  
**NORMA AC 133**  
**APROBADA ENERO 15 DE 2021**

**ANEXO 1**

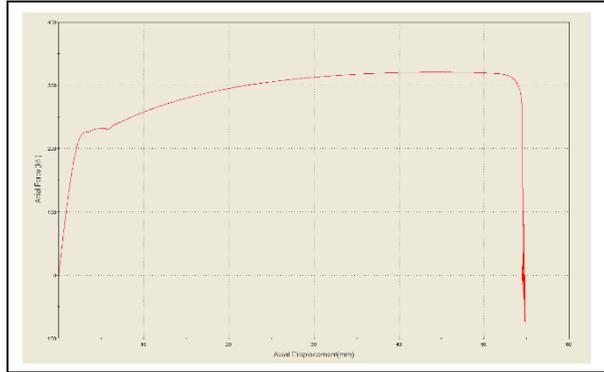
**TENSION SIN CONECTOR**



MUESTRA 5

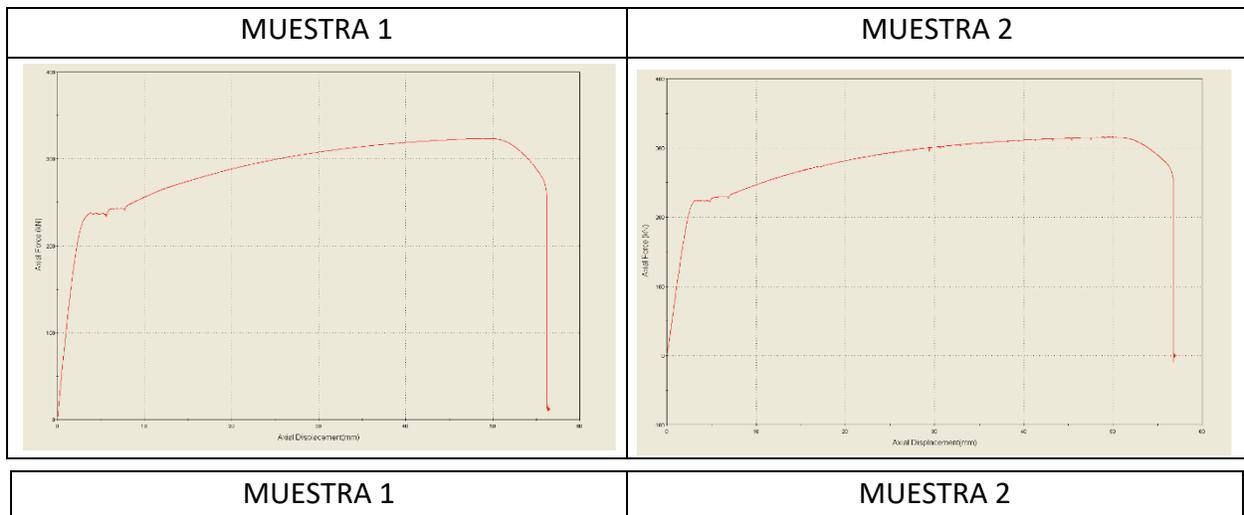
**LABORATORIO DE CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES**  
**ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**  
**REPORTE DE EVALUACIÓN**  
**SISTEMA DE EMPALME MECANICO PARA BARRAS DE REFUERZO**  
**NORMA AC 133**

**APROBADA ENERO 15 DE 2021**



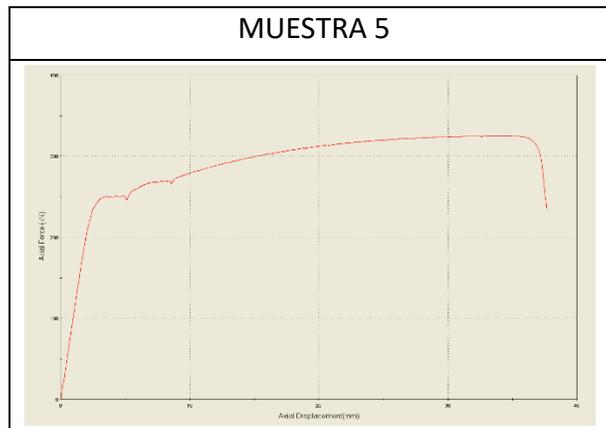
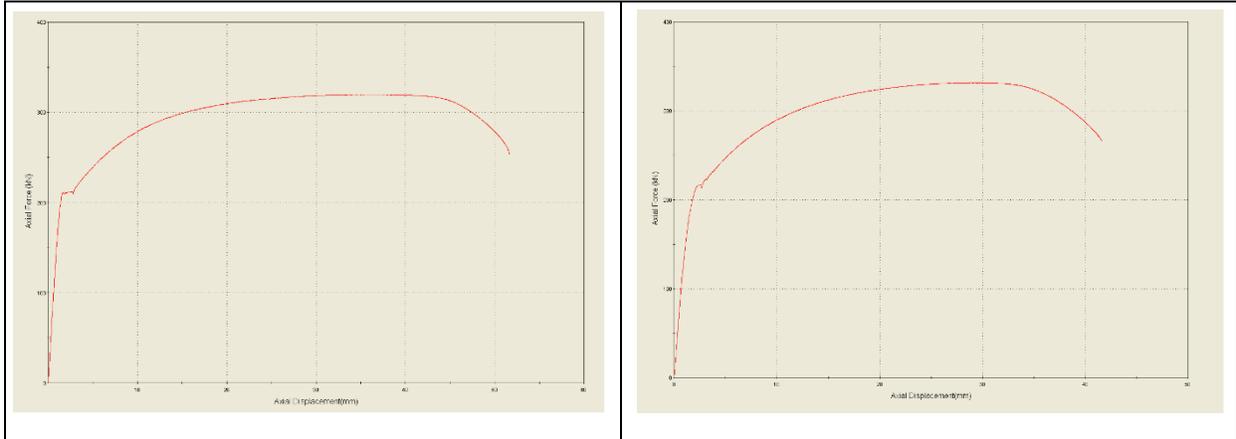
**ANEXO 2**

**TENSIÓN CON CONECTOR**



**LABORATORIO DE CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES**  
**ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**  
**REPORTE DE EVALUACIÓN**  
**SISTEMA DE EMPALME MECANICO PARA BARRAS DE REFUERZO**  
**NORMA AC 133**

**APROBADA ENERO 15 DE 2021**

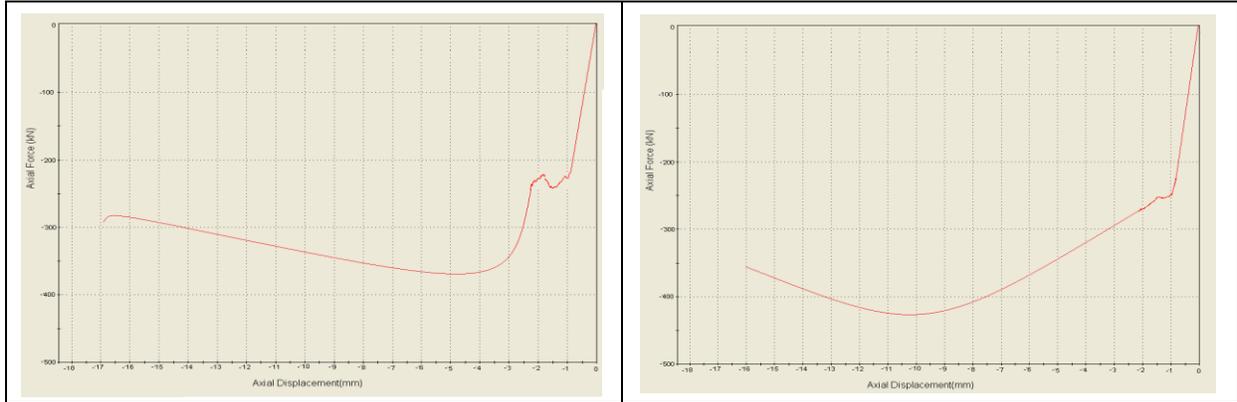


**ANEXO 3**

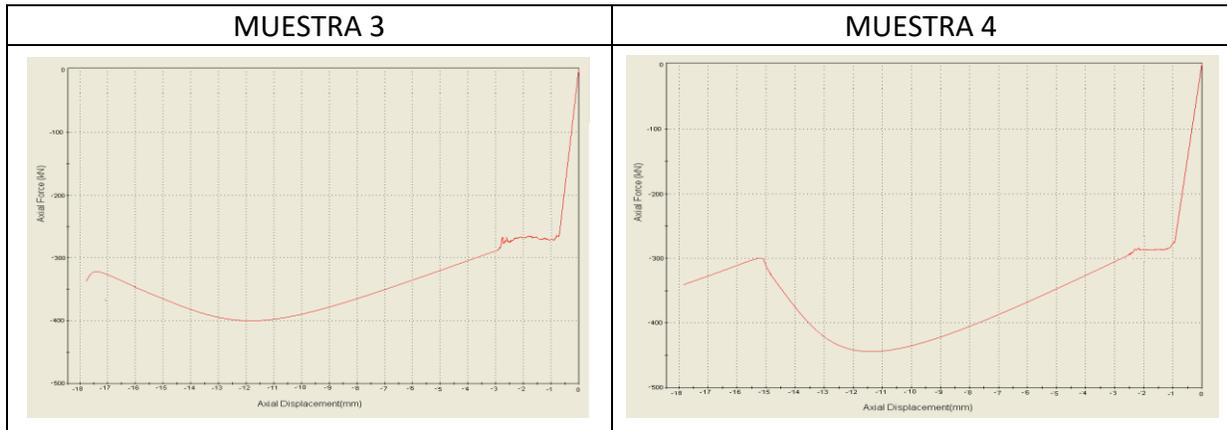
MUESTRA 1	MUESTRA 2
-----------	-----------

**LABORATORIO DE CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES**  
**ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**  
**REPORTE DE EVALUACIÓN**  
**SISTEMA DE EMPALME MECANICO PARA BARRAS DE REFUERZO**  
**NORMA AC 133**

**APROBADA ENERO 15 DE 2021**

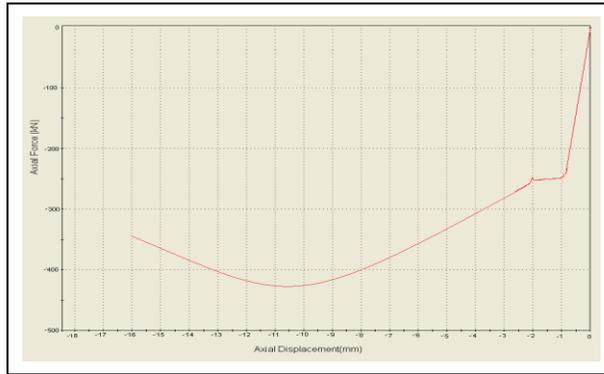


**COMPRESIÓN**

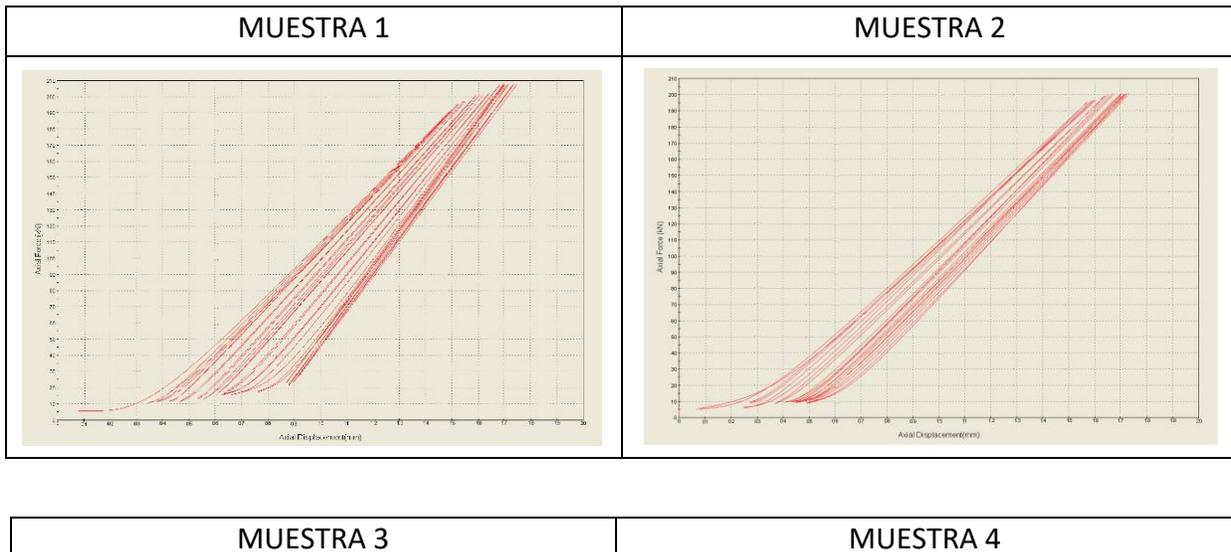


**MUESTRA 5**

**LABORATORIO DE CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES**  
**ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**  
**REPORTE DE EVALUACIÓN**  
**SISTEMA DE EMPALME MECANICO PARA BARRAS DE REFUERZO**  
**NORMA AC 133**  
**APROBADA ENERO 15 DE 2021**



**ANEXO 4**



**LABORATORIO DE CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES**  
**ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**  
**REPORTE DE EVALUACIÓN**  
**SISTEMA DE EMPALME MECANICO PARA BARRAS DE REFUERZO**  
**NORMA AC 133**

**APROBADA ENERO 15 DE 2021**

