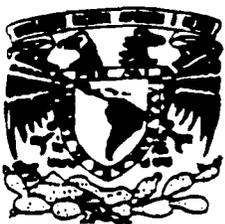


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO



ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

CAMPUS ARAGON

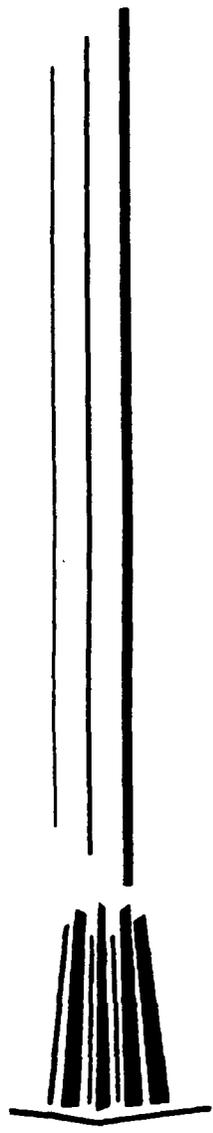
"EL ACERO DE REFUERZO Y SU USO EN LA CONSTRUCCION"

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A :
RICARDO MARTINEZ HERRERA

DIRECTOR DE TESIS:
ING. JOSE PAULO MEJORADA MOTA

SAN JUAN DE ARAGON ESTADO DE MEXICO, 2002

NINGUNO DE VITVA
TESIS CON
FALTA DE ORIGEN





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ARAGÓN
DIRECCIÓN**

UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MÉXICO

DUPLICADO

**RICARDO MARTÍNEZ HERRERA
P R E S E N T E.**

En contestación a la solicitud de fecha 6 de abril de 1999, relativa a la autorización que se le debe conceder para que el profesor, Ing. JOSÉ PAULO MEJORADA MOTA pueda dirigirle el trabajo de Tesis denominado, "EL ACERO DE REFUERZO Y SU USO EN LA CONSTRUCCIÓN", con fundamento en el punto 6 y siguientes, del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Escuela, y toda vez que la documentación presentada por usted reúne los requisitos que establece el precitado Reglamento; me permito comunicarle que ha sido aprobada su solicitud.

Aprovecho la ocasión para reiterarle mi distinguida consideración.

**ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
San Juan de Aragón, México, 4 de octubre de 1999.
LA DIRECTORA**

Lilia Turcott Gonzales

ARQ. LILIA TURCOTT GONZALES



Nota: La aceptación del tema de tesis y asesor de la misma fue registrada en la Secretaría Académica de esta Escuela con fecha 13 de abril de 1999.

- C p Secretaría Académica.
- C p Jefatura de la Carrera de Ingeniería Civil.
- C p Asesor de Tesis.

LTG/AIR/RC/cma*

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

A mis Padres,

Por darme lo más maravilloso que es la vida.

A mi Tía,

Por todo su apoyo.

A mis Hermanos, Cuñados y sobrino,

Por todo su apoyo.

A mis Amigos,

Por serlo.

A mis Jefes y Compañeros de trabajo,

*Por todo su apoyo, amistad y confianza
que me otorgaron durante todo este
tiempo en que hemos convivido.*

A Diana mi Esposa,

*En especial por haberme dado todo su apoyo y
ayuda incondicional.*

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Agradecimientos

Al Ingeniero José Paulo Mejorada Mota por todo su apoyo, paciencia y ayuda incondicional en la elaboración del presente trabajo.

A todos los profesores que tuvieron que ver con mi formación profesional.

Así como también hago agradecimiento a Sr. Héctor Villavicencio Cordero y al Sr. Juan Guerrero Rivero, por todo su apoyo y facilidades otorgadas durante toda la carrera.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

**EL ACERO DE REFUERZO
Y SU USO
EN LA CONSTRUCCION**

INDICE

CAPITULO I

INTRODUCCION

1

CAPITULO II

GENERALIDADES

II.1	Antecedentes del acero de refuerzo	5
II.2	El acero de refuerzo	6
II.3	Definiciones	6
II.4	Fabricación del acero	7
II.5	Obtención del acero	7
II.6	Proceso de fabricación del acero	7
II.7	Composición química del acero	9
II.7.1	Contenido de carbono equivalente	11
II.7.2	Partes que integra una varilla corrugada	11
II.8	Características de la varilla	11
II.8.1	Número de designación	11
II.8.2	Masa nominal de la varilla	12
II.8.3	Dimensiones nominales	12
II.9	Requisitos de corrugación	14
II.9.1	Determinación de las corrugaciones	15
II.9.2	Altura de corrugación	16
II.10	Diámetros externos de la varilla	21
II.11	Propiedades del acero de refuerzo	21
II.11.1	Propiedades mecánicas	21
II.12	Clasificación del acero	22
II.13	Designación del acero	24
II.14	Marcas para identificar la varilla	25
II.15	Anticorrosivos	26
II.16	Varillas torcidas en frío	26
II.16.1	Definición	26
II.16.2	Obtención	27
II.16.3	Fabricación	27
II.16.4	Composición química	27
II.16.5	Análisis de colada	27
II.16.6	Análisis de producto	27
II.16.7	Dimensiones y tolerancias	27
II.16.8	Clasificación	27
II.16.9	Designación	27

CAPITULO III

USOS DEL ACERO DE REFUERZO

III.1	Sistemas estructurales de concreto reforzado	30
III.2	Columnas	30
III.3	Vigas	30
III.4	Cimentaciones	31
III.5	Losas de piso	31
III.6	Muros de concreto	32
III.7	Otros usos	33
III.8	Tipos de acero de refuerzo para reforzar concreto	33

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

III.9	Varilla grado 42 de lingote o palanquilla	33
III.9.1	Varilla grado 42 de baja aleación	34
III.9.2	La varilla grado 60 de lingote o palanquilla	34
III.10	Alambrón	35
III.11	Malla electrosoldada	36
III.12	Castillos prefabricados	38
III.13	Armadura para vigueta	39
III.14	Escalerilla	41

CAPITULO IV

HABILITADO

IV.1	Planos	43
IV.1.1	Símbolos y notación	43
IV.2	Herramienta y equipos mecánicos para corte de acero	44
IV.3	Longitud de corte de varillas	46
IV.4	Centro de habilitado	46
IV.5	Doblado del acero	48
IV.5.1	Equipo para doblar acero de refuerzo	49
IV.5.2	Dobleces del refuerzo	51
IV.5.3	Tolerancias	51
IV.6	Empaquetado de varillas	54
IV.7	Estribos	54
IV.8	Ganchos estándar	54
IV.9	Empalmes	56
IV.10	Paquetes de varillas	56
IV.11	Detallado	58
IV.12	Varillas recubiertas	58
IV.12.1	Reparación de varillas recubiertas	58
IV.13	Espirales (zuncho) NTC	59
IV.14	Espaciamiento o separación de varillas	60
IV.14.1	Espaciamiento mínimo	60
IV.14.2	Espaciamiento máximo	60
IV.15	Amarres	60
IV.16	Varillas por temperatura	61
IV.17	Soldadura de varillas	61
IV.17.1	Uniones soldadas	62
IV.17.2	Temperatura	63
IV.18	Colocación del refuerzo	63
IV.19	Anclajes	64
IV.19.1	Anclaje del refuerzo transversal	65
IV.19.2	Anclaje de malla de alambre soldado	65
IV.20	Recubrimiento	65

CAPITULO V

ANALISIS Y COSTOS

V.1	Costos base de materiales	67
V.2	Costo base de equipo	68
V.3	Grupos de trabajo	68
V.4	Salarios	69
V.5	Integración de salarios en la construcción	70
V.6	Ejemplo de integración de salario	72
V.7	Análisis de costo directo	75

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

V.8	Ejemplo para analizar la cantidad de acero en un elemento estructural	81
V.9	Cuantificación de acero de refuerzo	105

CAPITULO VI

CONTROL DE CALIDAD

VI.1	Pruebas de laboratorio	107
VI.1.1	Muestra y lote de varillas	107
VI.1.2	Probetas para pruebas	107
VI.1.3	Número de pruebas para varillas	107
VI.1.4	Repetición de pruebas	107
VI.2	Pruebas de tensión	108
VI.2.1	Índice de resistencia	108
VI.2.2	Límite de fluencia	109
VI.2.3	Requisitos de tensión	109
VI.3	Máquina de ensaye universal	111
VI.4	Diagrama de esfuerzo-deformación unitaria	112
VI.5	Prueba de doblado	114
VI.5.1	Como realizar la prueba de doblado	115
VI.5.2	Repetición de pruebas de doblado	115
VI.5.3	Requisitos de doblado	115
VI.6	Acabados de las varillas corrugadas	117
VI.6.1	Limpieza del acero	117
VI.7	Soldabilidad	118
VI.7.1	Temperatura	118
VI.7.2	Pruebas para varillas soldadas	118
VI.7.2.1	Prueba de tensión	120
VI.7.2.2	Prueba de macroataque	120
VI.7.2.3	Prueba radiográfica	121
VI.8	Prueba de control de calidad de doblado	121
VI.9	Prueba de control de calidad de tensión	123
VI.10	Aceptación del material	130

CAPITULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	132
--------------------------------	-----

ANEXOS

ANEXO 1 "Cálculo del peso unitario y área transversal de las varillas" NOM-B-434-1969	135
ANEXO 2 "Acero- Método de prueba- Doblado de productos terminados" NMX-B-113-1981	137
ANEXO 3 "Métodos de pruebas mecánicas para productos de acero" NOM-B-172-1988	142
ANEXO 4 "Plano Estructural"	163
ANEXO 5 "Procedimiento de soldadura estructural acero de refuerzo" NOM-H-121-1988	164
ANEXO 6 Generadores de obra	175
ANEXO 7 Análisis de costo-horario	205

BIBLIOGRAFIAS

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CAPITULO I INTRODUCCION

Objetivo.- Se requiere un texto el cual contenga información del acero de refuerzo desde sus antecedentes históricos, su proceso de fabricación y uso en la construcción. Con fin de poder ser consultado por todo personal técnico, como son: profesores ingenieros, arquitectos, estudiantes y personal con una formación en el área de construcción que requiera una fuente de consulta donde presente información integrada y fundamental sobre acero de refuerzo y aspectos relevantes sobre este material.

Este trabajo contiene información única y exclusivamente del acero de refuerzo para el concreto (varillas corrugadas y lisas para el concreto); No se incluye el diseño de estructuras de concreto.

Las Normas Oficiales Mexicanas que se utilizaron en este trabajo perteneciente a la Dirección General de Normas (DGN), hoy en la actualidad cambia de nombre al Organismo Nacional de la Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S.C. (ONNCCE.)

En el capítulo II se describe una breve reseña histórica del acero de refuerzo para el concreto, desde la antigüedad en sus distintos procesos de evolución, como: la edad de piedra, la edad del bronce, la edad del hierro, la producción del acero en forma industrial hasta la existencia del acero de refuerzo o varillas corrugadas para refuerzo de concreto. La importancia que tiene este material como se menciona en la definición para varillas corrugadas y lisas es la de resistir esfuerzos de tensión, evita movimientos horizontales entre el acero y el concreto, deflexiones.

La procedencia del material para la laminación de las varillas puede ser: lingote o palanquilla, riel, ejes, o de baja aleación procedente de lingote o palanquilla. En la obtención del acero se mencionan diferentes métodos permitidos por las normas oficiales y también se describe el proceso de fabricación que abarca desde la selección del material hasta el producto ya terminado. La tabla II.1 de composición química indica el contenido químico permitido durante la fundición del acero y la del producto ya terminado para cada tipo de acero teniendo en cuenta un contenido de carbono equivalente C.E. <0.55%.

Las varillas pueden componerse con un mínimo de dos costillas, corrugaciones ya sea en una o dos direcciones, permitiéndole al acero tener buena adherencia con el concreto que la rodea. En las tablas II.3, II.4, II.5, y II.6; de las normas oficiales mexicanas describen las características de la varilla como lo son: número de designación, masa nominal, área, diámetro, perímetro, número de corrugaciones, altura de corrugaciones y separación entre corrugaciones.

Se incluye como ejemplo el procedimiento para calcular el peso unitario de una muestra representativa de un lote de 10 ton de varilla corrugada y como determinar las corrugaciones, altura de corrugación. Para los diámetros externos de la varilla se considera el diámetro nominal más las corrugaciones como se indican en la tabla II.7. Otros aspectos de interés del acero de refuerzo que puede tener son las propiedades físicas, mecánicas

como: la resistencia, la rigidez, ductibilidad, resiliencia, tenacidad, dureza, maquinabilidad, soldabilidad, adherencia, dilatación y contracción: siendo esto fundamentalmente para la elección del material. Podemos mencionar que la clasificación es también de gran importancia ya que se puede clasificar de acuerdo a su grado y a su límite de fluencia mínimo esto es conforme al tipo de acero como se señala en la tabla II.8 Requisitos mecánicos para varillas de refuerzo corrugado de las normas oficiales mexicanas "NOM".

Para poder designar acero de refuerzo se describe el material de la siguiente forma siguiente: a) Cantidad, b) Número y nombre de la norma, c) Número de designación, d) Corrugadas o Lisas, e) Grado, f) Rollo, Recta, Doblada, g) Requisitos suplementarios si se requieren, h) Resultados de prueba si se requieren. Inclusive se puede también identificar la varilla por medio de letras, marcas o símbolos como: a) Correspondencia con la norma (letra que señala el tipo de acero), b) Marca del fabricante, c) Número de designación y e) Grado.

Se menciona los requisitos suplementarios o anticorrosivos para varillas que pueden ser metálico (zinc ó galvanizado) y no metálico (resina epóxica); Se incluye también las varillas torcidas en frío, su procedencia, obtención, fabricación, composición química, se establecen en la tabla II.9. Las dimensiones y tolerancias de fabricación, se considera como una varilla normal e inclusive se puede identificar, clasificar y designar del mismo modo que las varillas anteriores.

En el capítulo III se menciona el uso del acero de refuerzo en la construcción, como lo requiere las Normas Técnicas Complementarias para concreto, Reglamento de construcción para el Distrito Federal y Normas Oficiales Mexicanas. El uso que tiene en la construcción puede ser desde grandes obras como: presas, puentes, edificación, así como también en sistemas o elementos estructurales de gran importancia como: Cimentaciones (Zapatas aisladas, Zapatas corridas, Losas de cimentación, Pilas, Pilotes de punta o Pilotes de fricción Cajón de cimentación), Vigas (Trabes, Trabes de liga, Cerramientos, Dalas o Cadenas); Columnas, Castillos, Losas (Losas planas, Losas de piso, Firmes, Losas corridas, Losas compuestas sobre viguetas, Losas en una y en dos direcciones); Muros (Muros de concreto armado, Muro para escalera, Muros de cimentación, Muros de cortante); También se le puede dar el uso de herramienta manual como: cincel y gancho para amarre.

Los tipos de acero de refuerzo existentes en el mercado van desde una simple varilla como: la Varilla grado 42 estándar, Varilla grado 42 de baja aleación o bajo contenido de carbono, Varilla grado 60 de alta resistencia, Varilla lisa (Alambrón), hasta un prefabricado o productos de varillas corrugadas y lisas como lo son: La Malla electrosoldada, castillos prefabricados ya sean de sección plana ó escalerilla, triangular, cuadrada, y rectangular. La armadura que es también conocida como vigueta para losas y bovedilla. En cada uno de estos tipos de acero de refuerzo y prefabricados se incluyen las tablas de características físicas y propiedades mecánicas del material, que fabrican las principales acerías del país como: HYLSA, DEACERO, SIRCARTSA, ACERO PREFORMADO y ACEROS NACIONALES.

En el capítulo IV vemos lo que es el habilitado de las varillas, Este trabajo se realiza debido a las especificaciones de los planos y detalles del mismo y va desde cortar, doblar, soldar,

amarrar, traslapear, etc. Se menciona los equipos y herramientas para cortar y doblar varillas. Se incluyen las figuras de tipos de dobleces, tolerancias de fabricación, tipos de ganchos estándar que marca la norma ACI. El empaquetado de varillas si son dobladas, rectas, estribos, empalmes ya sean traslapadas soldados o con acopladores mecánicos, paquetes de varillas según la norma técnica complementaria, espirales, espaciamiento máximo y mínimo de varillas amarres de varillas y por último el recubrimiento que debe tener cierto elemento estructural para una mejor durabilidad del acero según lo menciona la norma técnica complementaria.

En el capítulo V se presentan los costos base de materiales (acero de refuerzo) para el año 2001, y el costo base de equipo y herramienta, los grupos de trabajo o cuadrillas para el habilitado del acero de refuerzo, incluye una tabla de salarios de la Comisión Nacional de Salarios Mínimos usados comúnmente en la construcción para el año 2001, como ejemplo descriptivo. La integración de salarios de un oficial fierro y un ayudante, otro ejemplo el análisis detallado de cada elemento estructural del anexo 4 (Plano estructural), con la finalidad de poder cuantificar acero corrugado, liso, alambre recocido, contemplando ganchos de 90°, 45° (135°), y 180°, traslapes, bastones, etc. Utilizando las tablas de la figura IV.19 Ganchos estándar del ACI-318, también incluye un ejemplo realizado por medio de generadores de obra. Posteriormente con los ejemplos resueltos se procede a calcular el análisis costo directo y el presupuesto únicamente de varillas corrugadas.

En el capítulo VI contiene información de lo que es el control de calidad y como se realiza para las varillas corrugadas, conforme lo indica las Normas Técnicas Complementarias, el Reglamento de construcciones para el D.F. y Las Normas Oficiales Mexicanas con, el fin de saber su resistencia del material al ser sometidas a pruebas mecánicas como tensión y doblado, los resultados se comparan para verificar si cumplen con los requisitos de tensión y de doblado. Estas pruebas que se realizan en laboratorio son de forma opcional una prueba para tensión y otra de doblado por cada lote de 10 toneladas.

Las probetas deben de ser con una longitud de 200 mm para someter a esfuerzos de tensión más una longitud adicional de 30 mm para sujetarlas entre las mordazas, de hecho se puede repetir la prueba para cada uno de los diferentes aceros de procedencia. Al llegar a la fractura debe de cumplir con los requisitos de tensión, incluyendo el porcentaje de alargamientos establecidos en las tablas VI.1, VI.2, VI.3, VI.4 y VI.5. En la prueba de doblado debe resistir sin agrietarse en su diámetro exterior de la varilla doblada y como se indican en los requisitos de doblado para cada acero de las tablas VI.6, VI.7, VI.8, VI.9 VI.10. También se pueden realizar dichas pruebas con el procedimiento que marca las normas indicadas en el anexo III NOM-B-172-1988 para la prueba de tensión y en el anexo II NMX-B-172-1988 para la prueba de doblado.

También se incluye en este capítulo el índice de resistencia del acero, su límite de fluencia y su alargamiento permitido por cada tipo de acero dependiendo de su grado de designación que se encuentran en las tablas de requisitos de tensión.

De la máquina de Ensaye Universal se obtienen los datos numéricos de carga medida, las propiedades mecánicas del material, su capacidad de resistencia y cambios de longitud, los datos obtenidos de esta máquina son los esfuerzos unitarios, la deformación unitaria y la deformación total que se alcanza, los dos primeros datos se pueden representar

gráficamente por medio de un diagrama de esfuerzo-deformación con el fin de saber su comportamiento del acero durante la prueba.

Al acero se le pueden hacer otros tipos de pruebas muy sencillas, las cuales consisten en observar si contiene grasa, lodo, corrosión excesiva u otros materiales nocivos al acero. Para las varillas soldadas se incluyen pruebas de tensión, macroataque de la tabla VI.11, la radiográfica de la tabla VI.12, y una prueba de doblado como si fuera una varilla normal de acuerdo con la norma H-121-1988.

Se incluye por último en este capítulo como ejemplo pruebas mecánicas de tensión y doblado con dos probetas de un lote de 10 ton de varillas corrugadas, con diámetros del #3 y #4 que son sometidas a pruebas de tensión y doblado usando el procedimiento de las normas NMX-B-113-1981 Prueba de doblado del anexo 2, la norma NOM-B-172-1988 prueba de tensión del anexo III y los requisitos de tensión del inciso VI.2.3 y los requisitos de doblado del inciso VI.5.2. con la finalidad de conocer su resistencia a la tensión, el incremento de deformación, graficar los resultados obtenidos, la resistencia al doblez comparándolos con los valores permitidos de los requisitos de tensión en las tablas VI.1, VI.2, VI.3, VI.4 y VI.5 y los requisitos de doblado de las tablas VI.6, VI.7, VI.8, VI.9 VI.10, de las Normas Oficiales Mexicanas.

En los anexos se incluyen la norma NOM-B-424-1969 Cálculo del peso unitario y área transversal de las varillas del anexo I. Norma NMX-B-113-1981 para la prueba de doblado en el anexo II. La norma para la prueba de tensión NOM-B-172-1988 del anexo III. En el Anexo IV se incluye un plano estructural para el capítulo IV, en el anexo V se presenta la norma H-121-1988 Procedimiento para soldar acero estructural acero de refuerzo, el anexo VI se muestran generadores de obra como ejercicio del proyecto del anexo 4 y el anexo VII se presenta un ejercicio de análisis costo-horario de una cortadora y una dobladora eléctrica, acompañándose de las características del fabricante.

Finalmente se espera que el presente trabajo al ser consultado por todas aquellas personas que estamos involucrando, pueda motivarlos a tener un mejor entendimiento de este tema y sobre todo que les pueda ser útil.

CAPITULO II GENERALIDADES

Existe una desintegración en la información que cubra estos temas, este problema se presenta desde la implantación del plan de estudios de la carrera de ingeniería civil, por lo tanto se requiere consultar una amplia bibliografía sobre el acero de refuerzo para el concreto y algunos textos específicos y variados sobre este mismo tema.

La solución al problema antes mencionado es recolectar integrar dicha información de las distintas fuentes de información como: Normas, Reglamentos, Manuales, Libros de texto, Folletos u otros medios existentes para formar un texto más completo y entendible para todas aquellas personas que requieran consultar sobre este tema.

II.1 ANTECEDENTES DEL ACERO DE REFUERZO

Al principio el hombre primitivo tuvo la necesidad de crear sus herramientas de trabajo, armas formadas de rocas, palos y piedras labradas con el fin de defenderse ante sus enemigos, para cazar animales, etc. Posteriormente al transcurrir los siglos se ocupó un metal parecido al cobre aleado con otro metal surgiendo el llamado bronce o bien se llega a la edad de bronce.

En las primeras civilizaciones como el antiguo Egipto, Persia, Grecia, Roma; utilizaban el hierro logrando con ello herramientas, utensilios, adornos, armas, etc. Influyendo con esto a otras civilizaciones y sobre todo el dominio que lograron tener hacia otros pueblos. Algunos historiadores creen que el primer hierro apareció hacia el año 1000 antes de Cristo, también se cree que el primer hierro que trabajaron fue el metal de los meteoritos.

Siglos después en la edad media apareció el acero, se cree que este metal se obtuvo calentando el hierro con el carbón vegetal y al martillarlo se observó que al absorber algo de carbón vegetal se obtuvo un metal más resistente.

“El primer acero líquido lo obtuvo Huntsman, en Sheffield, en 1740, por fusión en un frisol calentando en un horno de cok y soplado con aire, partiendo del hierro forjable obtenido en el afino de la fundición. Pero la verdadera revolución de esta industria se debe a Bessemer (1856), que consiguió afinar la fundición al hacer trabajar por una corriente de aire. Tomas, en 1887 trató así las fundiciones fosforosas. Siemens inventa el horno de reverbero con solera convoca, calentando con gases procedentes de los recuperados de calor y logro afinar la fundición de modo directo, gracias a la elevada temperatura desarrollada en la combustión de los gases. Con este horno, Martín (1864) realiza el afino de la fundición con mineral o la fusión de chatarra (procedimiento Martín-Siemens)”¹.

“En el siglo XIX y modernamente se ha impuesto el procedimiento Linz-Donau (o. L-D) para la afinación de la fundición y su transformación en acero. Con el proceso Bessemer, en

¹ Diccionario Enciclopédico “Salvat”, Tomo I; México, 1983, Págs. 20 y 21.

1870 se producía ya grandes cantidades de acero estructural al carbono y por 1890 el acero era el principal metal estructural usado en los Estados Unidos.

El primer uso del metal para una estructura tuvo lugar en Shropshire, Inglaterra (200 Km al noreste de Londres) en 1779; ahí fue construido con hierro fundido el puente Coalbrookdale en acero de 100 pies de claro sobre el río Serven. Se dice que este puente (aun en pie) fue un punto crítico en la historia de ingeniería por que cambió el curso de la revolución industrial al introducir el hierro como material estructural. Supuestamente este hierro es cuatro veces mas fuerte que la piedra y treinta veces mas fuerte que la madera".²

"El desarrollo de refuerzo de alta resistencia para concreto, en los Estados Unidos siguió al de Europa. Las primeras estructuras en los Estados Unidos reforzadas con aceros de alta resistencia se construyeron en los años cincuenta. Puesto que las especificaciones de la ASTM para aceros de alta resistencia en el punto de fluencia de 4220 y 5270 kg/cm², no se emitieron hasta 1958-1959, estas primeras estructuras se reforzaron con aceros especiales o extranjeros, después de la adopción del reglamento ACI-318, se ha extendido mucho el empleo de aceros de alta resistencia al punto de fluencia de 4220 kg/cm² para refuerzo. Durante los años de la década de los 70, las varillas de refuerzo de acero con resistencia en el punto de fluencia mayores de 4220 kg/cm² probablemente lograron en empleo extenso".³

"En México se cuenta con una variedad relativamente grande de aceros de refuerzo. Las barras laminadas en caliente pueden obtenerse con límites de fluencia desde 2300 hasta 4200 kg/cm². El acero trabajado en frío alcanza límites de fluencia de 4000 a 6000 kg/cm^{2,4}.

II.2 EL ACERO DE REFUERZO

El acero de refuerzo corrugado tiene como finalidad de reforzar al concreto, ya que las varillas resisten esfuerzos sometidos a tensión, siendo que el concreto simple no tiene suficiente resistencia a resistir dichos esfuerzos. Este acero esta provisto de corrugaciones que le permiten tener una buena adherencia del acero con el concreto, Estos bordes o salientes evitan tener movimientos horizontales entre la varilla y el concreto que lo rodea, inclusive este material puede no tener corrugaciones y se le conoce como acero liso.

II.3 DEFINICIONES

Las definiciones que da la Dirección General de Normas (DGN) para varillas corrugadas y varillas lisas Procedentes de lingote o palanquilla (NOM-B-6-1988), procedentes de riel (NOM-B-18-1988), procedentes de ejes (NOM-B-32-1988) y de baja aleación procedente de lingote o palanquilla (NOM-B-457-1988) son las siguientes:

² McCormac Jack, "Estructuras Análisis y Diseño Método LRFD", Tomo II. Colombia, Alfaomega, 1989, Págs. 4 y 5.

³ Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto (IMCYC), "Acero de refuerzo de alta resistencia", (Informe del comité ACI-439), México, IMCYC, A.C; 1975, Pág. 23.

⁴ González Cuevas Oscar M. Y Robles F. Francisco, "Aspectos Fundamentales del Concreto Reforzado". 3ª Reimpresión; México, Limusa, 1990, Pág. 44.

“Varilla corrugada.- Varilla de acero que ha sido especialmente fabricada para usarse como refuerzo de concreto. La superficie de la varilla esta provista de bordes o salientes llamados “corrugaciones”, los cuales inhiben el movimiento relativo longitudinal entre la varilla y el concreto que la rodea”.

“Varilla lisa.- Varillas desprovistas de bordes o salientes o que teniéndolos no cumple con los requisitos de corrugación”.

II.4 FABRICACION DEL ACERO

Para la fabricación del acero de refuerzo la Secretaria de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI), bajo la Dirección General de Normas establecen en sus normas NOM-B-6-1988, NOM-B-18-1988, NOM-B-32-19988 y NOM-B-457-1988. Especificando el tipo de material requerido para la laminación de varillas corrugadas y lisas para el concreto, estos materiales pueden ser de:

- Lingote o palanquilla.
- Riel de sección T normal (exclusivamente de riel de ferrocarril)
- Ejes (exclusivamente de ejes de ferrocarril)
- Baja aleación (procedente de lingote o palanquilla de bajo carbono)

II.5 OBTENCION DEL ACERO

Para obtener acero de refuerzo la DGN en sus normas NOM-B-6-1988, NOM-B-18-1988, NOM-B-32-19988 y NOM-B-457-1988 vigentes proponen que la laminación de acero de refuerzo sea obtenido por alguno de los diferentes métodos o procesos:

- Horno de hogar abierto
- convertidor básico al oxígeno
- horno arco eléctrico

II.6 PROCESO DE FABRICACION DEL ACERO

“El proceso de fabricación del acero se inicia con la selección, procesamiento y corte de trozos de aceros en desuso los que luego son cargados a cestas que habrán de ser trasladadas para alimentar al horno eléctrico.

Toda la carga es fundida en el horno mediante la aplicación de un arco eléctrico; con una potencia de 3.000 KVA este horno es capaz de producir hasta 80 toneladas de acero al día. El proceso metalúrgico que se desarrolla en el horno, atraviesa por dos etapas, denominadas normalmente fusión y afino.

Durante la fusión, toda la carga pasa del estado sólido al líquido. En este momento la temperatura en el horno oscila alrededor de los 1540°C. En el afino, ocurren un conjunto de reacciones químicas en la masa líquida, las que permiten obtener la composición y purezas deseadas. Durante esta etapa, se inyectan al horno, importantes cantidades de oxígeno para remover y extraer las impurezas.

Las diferentes calidades del acero se obtienen así de un cuidadoso control en la composición química y mediante la adición de ferroaleaciones.

Cuando el acero líquido cumple con las especificaciones requeridas, se vuelca a una cuchara sostenida por un puente grúa en la nave de Acería. La Cuchara con su contenido de acero líquido a 1650°C, es luego trasladada a la máquina de colada continua.

Con este equipo, se aplica un proceso distinto al convencional para transformar el acero líquido, en un producto semiterminado (palanquilla); El acero líquido que se encuentra en la cuchara de colada, es transferido a una artesa o distribuidor llamado "tundish", desde donde pasa a las vías de colada.

Desde el "tundish" el acero cae dentro de dos lingoteras de cobre de doble pared, refrigeradas por agua. Las lingoteras, tienen una sección cuadrada que puede medir 80 ó 100 mm de lado; en ellas comienza la solidificación del acero, con la formación de una delgada cáscara superficial solidificada que contiene un núcleo de metal aun líquido véase las figuras II.1, II.2 y II.3.

Para ayudar a acelerar la formación de dicha cáscara, las lingoteras tienen un movimiento de oscilación vertical⁵

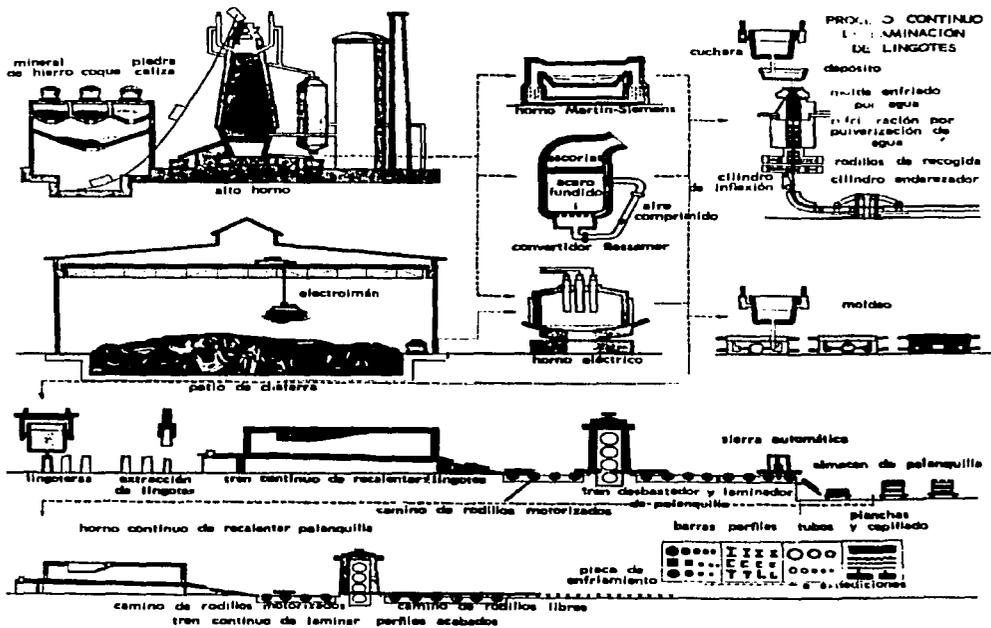


Figura II.1 Proceso de fabricación del acero. (Cortesía de Salvat.)

⁵ Fuente: Aceros AZA

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

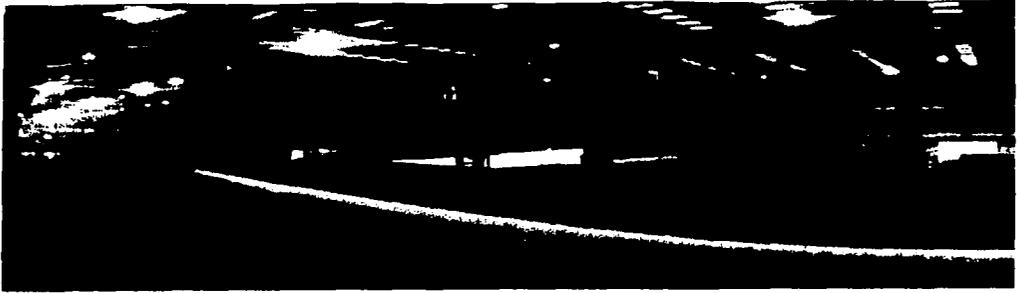


Figura II.2 Fabricación de varilla corrugada. (Fotografía Cortesía de Aceros SICARTSA.)



Figura II.3 Fabricación de alambión. (Fotografía Cortesía de Aceros SICARTSA.)

II.7 COMPOSICION QUIMICA DEL ACERO

Los requisitos de composición química durante el proceso de fundición y terminado en la varilla deben satisfacer las Normas Oficiales Mexicanas para varillas procedentes de lingote o palanquilla, riel, ejes y de baja aleación. En la tabla II.1 muestra cuales son los requisitos de composición química para las varillas de refuerzo corrugado, para cada tipo de procedencia del acero y su número de norma según la DGN.

La condición 1 que es el análisis requerido de los elementos que debe de contener cada fundición. La condición 2 es el máximo contenido químico para cada fundición ó también llamado análisis de colada, se le llama colada cuando es todavía el acero en proceso de fundición (acero liquido), para el análisis de colada se toma una muestra durante el vaciado, los valores permitidos de cada elemento se dan en porcentajes. La condición 3 es el contenido químico permitido para cada análisis de producto, se le llama producto al acero ya terminado (acero sólido), se toma una varilla de muestra que represente una colada de acero, sus cantidades permisibles de cada elemento los da en por ciento.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tabla II.1 Requisitos de composición química para varillas de refuerzo para el concreto Normas Oficiales Mexicanas

TIPO DE ACERO Y DESIGNACIÓN (NOM)	CONDICION	CARBON (C)	MAGNESO (Mn)	POSFORO (P)	AZUFRE (S)	SILICIO (Si)	COBRE (Cu)	NIQUEL (Ni)	CROMO (Cr)	MOLIBDENA (Mo)	VANADIO (V)
ACERO PROCEDENTE DE LINGOTE O PALANQUILLA NOM-B-6-1988	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	2		0.06	0.05							
	3		0.075	0.0625							
ACERO PROCEDENTE DE RIEL NOM-B-18-1988	1										
	2										
	3										
ACERO PROCEDENTE DE EJES NOM-B-32-1988	1										
	2										
	3										
ACERO DE BAJA ALEACION PROCEDENTE DE LINGOTES NOM-B-457-1988	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	2		0.3	1.5	0.035	0.045	0.5				
	3		0.33	1.56	0.043	0.053	0.55				

DEFINICIONES DE LAS CONDICIONES

1. Análisis requerido de estos elementos para cada fundición.
2. Máximo contenido químico permisible para cada fundición (análisis de colada)
3. Máximo contenido químico permisible para la varilla terminada (análisis de producto)

NOTA.- Datos obtenidos de las Normas Oficiales Mexicanas vigentes.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

II.7.1 CONTENIDO DE CARBONO EQUIVALENTE

Para calcular el contenido de carbono equivalente (C.E.), la DGN proporciona la fórmula siguiente:

Fórmula II.1

$$C.E. = \%C + \%Mn/6 + \%Cu/40 + \%Ni/20 + \%Cr/10 - \%Mo/50 - \%V/10$$

El carbono equivalente (C.E.) < 0.55%.

II.7.2 PARTES QUE INTEGRA UNA VARILLA CORRUGADA

La varilla corrugada esta compuesta de corrugaciones transversales, costillas longitudinales como se muestra en la figura II.4.

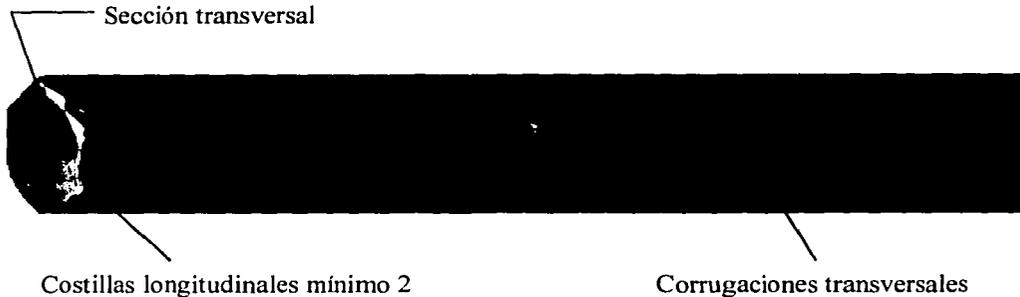


Figura II.4 Partes de la varilla corrugada.

II.8 CARACTERISTICAS DE LA VARILLA

En las tablas II.3 acero de lingote o palanquilla, II.4 acero de riel, II.5 acero de ejes y II.6 acero de baja aleación proporcionan los números de designación, masas nominales, dimensiones nominales y los requisitos de corrugación para varillas de refuerzo para concreto según la DGN.

II.8.1 NUMERO DE DESIGNACION

“El número de designación corresponde al número de octavos de pulgada del diámetro nominal de la varilla”⁶

Se designa un número por diámetro de la varilla y va del 2, 2.5, 3 al 12 con varillas de fabricación mexicana.

⁶ Secretaria de Comercio y Fomento Industrial, Proyecto de la Norma Oficial Mexicana NOM-123-SCFI-1996, “Varillas corrugadas de acero para refuerzo de concreto Especificaciones de seguridad y métodos de prueba”, México, Dirección General de Normas; 1996, Pág. 2.

II.8.2 MASA NOMINAL DE LA VARILLA

La masa.- Es la cantidad de materia que contiene la varilla, por lo que esta expresada en ton, kg, gramos. Las tolerancias en masa que permiten las normas oficiales mexicanas para acero de lingote o palanquilla, riel, ejes y baja aleación no deben exceder los límites indicados en la tabla II.2.

Tabla II.2 Tolerancias en masa DGN.

Díámetro de las varillas en mm	Lote, en menos, por ciento	Varillas individuales en menos por ciento
Todos	3.5	6

Lote.- "Se conoce como lote a todas las varillas de una colada que tiene la misma masa unitaria nominal, misma corrugación que corresponde a una orden de embarque"⁷

II.8.3 DIMENSIONES NOMINALES

- a) **Díámetro.-** Equivale al diámetro nominal de una varilla lisa que tenga la misma masa nominal a la varilla corrugada figura II.5.



Figura II.5 Diámetro de sección transversal.

- b) **Area.-** Corresponde al área de la sección transversal de la varilla dada en mm^2 .
- c) **Perímetro.-** Corresponde al perímetro de la sección transversal de la varilla en mm.

⁷ Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, Proyecto de la Norma Oficial Mexicana NOM-123-SCFI-1996, "Varillas corrugadas de acero para refuerzo de concreto, Especificaciones de Seguridad y Métodos de Prueba". México, Dirección General de Normas; 1996, Pág. 4.

El peso unitario y el área transversal de la varilla se calculan con las siguientes fórmulas tomadas de la NOM-B-434-1969. Para calcular el peso se emplea la fórmula II.2, para el área transversal de las varillas corrugadas se pueden aplicar II.3 o en el caso de las varillas lisas, se puede calcular también directamente con un instrumento que pueda medir el diámetro.

Fórmula II.2

Peso en kg/m de la varilla = peso del espécimen de prueba en gramos entre la longitud promedio del espécimen en mm

Fórmula II.3

Area transversal de la varilla en cm^2 = peso de la varilla en kg/m entre 0.784

EJEMPLO

De un lote de 10 ton, de varilla corrugada, con número de designación 3, grado 42, 12 m de longitud, NOM-B-6-1988.

Calcular el peso unitario o masa, diámetro, y el perímetro conforme lo marca la Norma Oficial NOM-434-1969 véase anexo 1.

Equipo.

- Balanza o bascula con capacidad mínima de 20 kilogramos con aproximaciones de 1 gramo su construcción debe ser tal que permita pesar muestras de 0.50m a 1m de varilla.
- Flexómetro, escala o regla con divisiones de 1mm y longitud de 1m como mínimo.

Datos:

Varilla corrugada

Longitud 1 metro

Peso con la bascula 560 gramos

PROCEDIMIENTO

“La probeta obtenida se limpia para quitar cualquier sustancia extraña, se mide la longitud en mm en tres posiciones diferentes y se anotan los resultados obtenidos los cuales no deben diferir entre sí en mas de 1mm. Se coloca la probeta en la balanza o bascula y se registra su masa en kg se divide la masa obtenida entre la longitud promedio de la muestra y el resultado se registra en kg/m ”⁸

Se procede a utilizar la fórmula II.2 para el cálculo del peso o de la masa unitaria.

⁸ Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, Proyecto de la Norma Oficial Mexicana NOM-123- SCFI-1996, “Varillas corrugadas de acero para refuerzo de concreto, Especificaciones de Seguridad y Métodos de prueba”. México, Dirección General de Normas; 1996, Pág. 7.

Para calcular el área transversal se pesa la probeta, con el peso de la masa se divide entre un factor de 0.784 utilizando la fórmula II.3.

Considerando las formulas anteriores para el cálculo del peso de la masa y del área de sección transversal de la varilla.

$$\begin{aligned} \text{Peso en kg/m de la varilla} &= 560 \text{ gramos}/1000 \text{ mm} \\ &= \underline{\underline{0.560 \text{ kg/m}}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Area transversal de la varilla en cm}^2 &= 0.560 \text{ kg/m}/0.784 \\ &= 0.71 \text{ cm}^2 \\ &= \underline{\underline{71 \text{ mm}^2}} \end{aligned}$$

Cálculo del diámetro

$$\begin{aligned} A &= \pi D^2/4 \\ 71 \text{ mm}^2 &= 3.1416 D^2/4 \\ D^2 &= 90.39 \text{ mm}^2 \\ \underline{\underline{D}} &= \underline{\underline{9.50 \text{ mm}}} \end{aligned}$$

Perímetro

$$\begin{aligned} P &= \pi D \\ P &= 3.1426 (9.50 \text{ mm}) \\ \underline{\underline{P}} &= \underline{\underline{29.8 \text{ mm}}} \end{aligned}$$

Se comparan estos datos con las tablas II.3, II.4, II.5 y II.6. Para verificar que cumplen con las normas (B-6, B-18, B-32 y B-457), respectivamente.

II.9 REQUISITOS DE CORRUGACION

“Las corrugaciones de la varilla deben estar uniformemente distribuidas a lo largo de la varilla siendo iguales en su tamaño y forma tanto de su lado opuesto y colocadas con respecto a su eje de la varilla, formando un ángulo no menor de 45° y 75° pudiendo también estar alternadas en su dirección contraria a la de lado opuesto de la varilla. Cuando el ángulo de las corrugaciones sea mayor a 70° no se necesita la alternancia o cambio de dirección del lado opuesto de la varilla exceptuando a las lisas”.⁹

“El espaciamiento medio o la distancia entre corrugaciones sobre cada lado de la varilla no debe exceder de siete décimos de su diámetro nominal.

La longitud total de las corrugaciones debe ser tal que la separación entre los extremos de las mismas, sobre lados opuestos de la varilla no sea mayor de 12.5% de su perímetro nominal. Cuando los extremos terminen en una costilla longitudinal, el ancho de la costilla debe considerarse como tal separación.

⁹ Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, Norma Oficial Mexicana NOM-B-6-1988, “Acero procedente de lingote o palanquilla para refuerzo de concreto”. México, Dirección General de Normas: 1988, Pág. 3.

Cuando existan más de dos costillas longitudinales, el ancho total de todas no debe exceder del 25% del perímetro nominal de la varilla. Este perímetro debe ser 3.14 veces el diámetro nominal.¹⁰

El espaciamiento, la altura y la separación de las corrugaciones deben cumplir con los requisitos en las tablas II.3, II.4, II.5 y II.6.

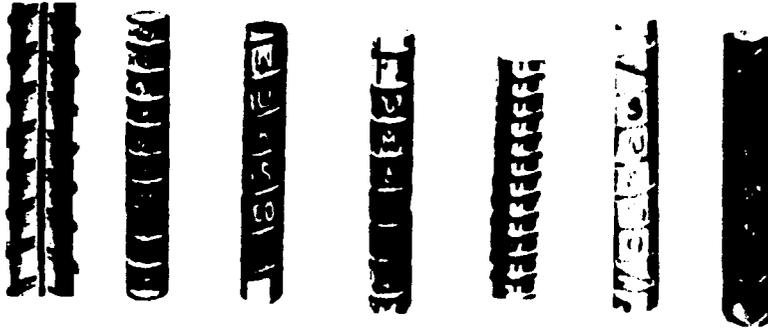


Figura II.6 Varillas de refuerzo para concreto que presentan diferentes formas de corrugación permitidas por las Normas Oficiales Mexicanas (NOM).

II.9.1 DETERMINACION DE LAS CORRUGACIONES

El procedimiento para la determinación del espaciamiento medio de las corrugaciones transversales es el siguiente:

Equipo:

Flexómetro con aproximación de 1 mm.

Vernier con aproximación de 0.1 mm.

Se mide una varilla por cada 10 ton de un lote.

Las mediciones de las corrugaciones no se efectúan donde hay marcas, números, letras o símbolos.

Se cuenta el número de corrugaciones individuales incluyendo las fracciones de corrugaciones.

Se efectúa la siguiente operación para determinar las corrugaciones.

Fórmula II.4

¹⁰ Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, Proyecto de la Norma Oficial Mexicana NOM-123-SCFI-1996, "Varillas corrugadas de acero de refuerzo para concreto, Especificaciones de Seguridad y Métodos de Prueba". México, Dirección General de Normas; 1996, Pág. 3.

Espaciamiento medio de las corrugaciones = longitud medida entre el número de corrugaciones individuales y fracciones de corrugación.

Formula II.5

Espaciamiento promedio = longitud medida en la probeta entre el número de corrugaciones del lado de la probeta o distancia entre corrugaciones transversales.

De la fórmula II.4

$$\begin{aligned}\text{Espaciamiento medio de las corrugaciones} &= 1 \text{ m}/163 \text{ corrugaciones} \\ &= 1000 \text{ mm}/163 \\ &= \underline{\underline{6.135 \text{ mm}}}\end{aligned}$$

De la fórmula II.5

$$\begin{aligned}\text{Espaciamiento promedio} &= 1.0/163 \text{ corrugaciones} \\ &= 1000 \text{ mm}/163 \\ &= \underline{\underline{6.135 \text{ mm}}}\end{aligned}$$

Notas.

1. Cuando las varillas tengan corrugaciones en dos direcciones de la misma cara entonces se divide entre el doble de las corrugaciones.
2. Corrugaciones transversales de la misma cara que van en una dirección se le llama corrugaciones en una sola dirección.
3. Corrugaciones transversales con dos direcciones opuestas se le llama corrugaciones en dos direcciones y que están en la misma cara.

II.9.2 ALTURA DE CORRUGACION

Equipo:

- Flexómetro, metro con aproximación de 1 mm.
- Vernier con aproximación de 0.1 mm.

Procedimiento:

Se toma una muestra representativa de un lote de 10 ton, del número 3 de designación, con 12 m de longitud y grado 42, se hacen 3 mediciones por cara, con el vernier se mide la distancia que hay de una corrugación a otra corrugación. En las mediciones de corrugaciones se efectúa una al centro, otra a una cuarta parte de la varilla y la tercera medición se efectúa en la otra cuarta parte de su longitud total.

Medición

- 1 = 3.5 mm a 1/4 parte distancia promedio entre las corrugaciones = 3.5 mm
- 2 = 3.5 mm al centro
- 3 = 3.5 mm a 1/4 parte

Véase las tablas II.3, II.4, II.5 y II.6. De la DGN que están a continuación:

Tabla II.3 Números de designación, masas y dimensiones nominales y requisitos de corrugación para varillas de refuerzo de concreto (a)

Número de designación (b)	Masa (c) Nominal en kg/m	Dimensiones nominales (a)			Requisitos de corrugación		
		Diámetro en mm	Area de la sección transversal, en mm ²	Perímetro en mm	Espaciamiento máximo promedio en mm	Altura mínima promedio, en mm	Distancia máxima entre extremos de corrugaciones transversales (cuerda), en mm
2	0.248	6.4	32	20	4.5	0.2	2.4
2.5	0.384	7.9	49	24.8	5.6	0.3	3
3	0.56	9.5	71	29.8	6.7	0.4	3.6
4	0.994	12.7	127	39.9	8.9	0.5	4.9
5	1.552	15.9	198	50	11.1	0.7	6.1
6	2.235	19	285	60	13.3	1	7.3
7	3.042	22.2	388	69.7	15.5	1.1	8.5
8	3.973	25.4	507	79.8	17.8	1.3	9.7
9	5.033	28.6	642	89.8	20	1.4	10.9
10	6.225	31.8	794	99.9	22.3	1.6	12.2
11	7.503	34.9	957	109.8	24.4	1.7	13.4
12	8.938	38.1	1140	119.7	26.7	1.9	14.6

- a) El diámetro nominal de una varilla corrugada es equivalente al diámetro de una varilla lisa que tenga la misma masa nominal que la varilla corrugada.
- b) El número de designación de las varillas corrugadas corresponde al número de octavos de pulgada de su diámetro nominal
- c) El término masa en esta norma ha sustituido al término peso, usado erróneamente para representar la cantidad de materia que contienen los cuerpos expresadas en kilogramos, gramos, toneladas, etc.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tabla II.4 Números de designación, masas y dimensiones nominales y requisitos de corrugación para varillas de refuerzo de concreto (a)

Número de designación (b)	Masa Nominal en kg/m	Dimensiones nominales (a)			Requisitos de corrugación		
		Diámetro en mm	Area de la sección transversal, en mm ²	Perímetro en mm	Espaciamiento máximo promedio en mm	Altura mínima promedio, en mm	Distancia máxima entre extremos de corrugaciones transversales (cuerda), en mm
2	0.248	6.4	32	20	4.5	0.2	2.5
2.5	0.384	7.9	49	24.8	5.6	0.3	3.1
3	0.56	9.5	71	29.8	6.7	0.4	3.7
4	0.994	12.7	127	39.9	8.9	0.5	5
5	1.552	15.9	198	50	11.1	0.7	6.3
6	2.235	19	285	60	13.3	1	7.5
7	3.042	22.2	388	69.7	15.5	1.1	8.7
8	3.973	25.4	507	79.8	17.8	1.3	10
9	5.033	28.6	642	89.8	20	1.4	11.2
10	6.225	31.8	794	99.9	22.3	1.6	12.5
11	7.503	34.9	957	109.8	24.4	1.7	13.7
12	8.938	38.1	1140	119.7	26.7	1.9	15

a) El diámetro nominal de una varilla corrugada es equivalente al diámetro de una varilla lisa que tenga la misma masa nominal que la varilla corrugada.

b) El número de designación de las varillas corrugadas corresponde al número de octavos de pulgada de su diámetro nominal.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tabla II.5 Números de designación, masas y dimensiones nominales y requisitos de corrugación para varillas de refuerzo de concreto (a)

Número de designación (b)	Masa Nominal en kg/m	Dimensiones nominales (a)			Requisitos de corrugación		
		Diámetro en mm	Area de la sección transversal, en mm ²	Perímetro en mm	Espaciamiento máximo promedio en mm	Altura mínima promedio, en mm	Distancia máxima entre extremos de corrugaciones transversales (cuerda), en mm
2	0.248	6.4	32	20	4.5	0.2	2.5
2.5	0.384	7.9	49	24.8	5.6	0.3	3.1
3	0.56	9.5	71	29.8	6.7	0.4	3.7
4	0.994	12.7	127	39.9	8.9	0.5	5
5	1.552	15.9	198	50	11.1	0.7	6.3
6	2.235	19	285	60	13.3	1	7.5
7	3.042	22.2	388	69.7	15.5	1.1	8.7
8	3.973	25.4	507	79.8	17.8	1.3	10
9	5.033	28.6	642	89.8	20	1.4	11.2
10	6.225	31.8	794	99.9	22.3	1.6	12.5
11	7.503	34.9	957	109.8	24.4	1.7	13.7
12	8.938	38.1	1140	119.7	26.7	1.9	15

a) El diámetro nominal de una varilla corrugada es equivalente al diámetro de una varilla lisa que tenga la misma masa nominal que la varilla corrugada.

b) El número de designación de las varillas corrugadas corresponde al número de octavos de pulgada de su diámetro nominal

Tabla II.6 Números de designación, masas y dimensiones nominales y requisitos de corrugación para varillas de refuerzo de concreto (a)

Número de Designación (b)	Masa (c) nominal En kg/m	Dimensiones nominales (a)			Requisitos de corrugación		
		Diámetro en mm	Area de la sección transversal, en mm ²	Perímetro en mm	Espaciamiento máximo promedio en mm	Altura mínima promedio, en mm	Distancia máxima entre extremos de corrugaciones transversales (cuerda), en mm
2	0.248	6.4	32	20	4.5	0.2	2.4
2.5	0.384	7.9	49	24.8	5.6	0.3	3
3	0.56	9.5	71	29.8	6.7	0.4	3.6
4	0.994	12.7	127	39.9	8.9	0.5	4.9
5	1.552	15.9	198	50	11.1	0.7	6.1
6	2.235	19	285	60	13.3	1	7.3
7	3.042	22.2	388	69.7	15.5	1.1	8.5
8	3.973	25.4	507	79.8	17.8	1.3	9.7
9	5.033	28.6	642	89.8	20	1.4	10.9
10	6.225	31.8	794	99.9	22.3	1.6	12.2
11	7.503	34.9	957	109.8	24.4	1.7	13.4
12	8.938	38.1	1140	119.7	26.7	1.9	14.6

a) El diámetro nominal de una varilla corrugada es equivalente al diámetro de una varilla lisa que tenga la misma masa nominal que la varilla corrugada.

b) El número de designación de las varillas corrugadas corresponde al número de octavos de pulgada de su diámetro nominal

La masa nominal expresada en kilogramos, gramos, toneladas.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

II.10 DIAMETROS EXTERNOS DE LA VARILLA

Los diámetros de la varilla son nominales a una varilla lisa, sin embargo existe un diámetro real, el cual es considerado como el diámetro nominal más la altura de corrugación, este diámetro externo sirve para cuando se requiere perforaciones en elementos de acero estructural para poder acomodar varillas de refuerzo, también podemos utilizar este diámetro para calcular el tamaño que tiene un grupo de varillas, véase la tabla II.7.

Tabla II.7 Diámetros externos de las varillas DGN.

Número de designación	Diámetro en mm	Altura mínima promedio de corrugación	Diámetro exterior aproximado de la varilla
2	6.4	0.2	6.6
2.5	7.9	0.3	8.2
3	9.5	0.4	9.9
4	12.7	0.5	13.2
5	15.9	0.7	16.6
6	19.0	1.0	20
7	22.2	1.1	23.3
8	25.4	1.3	26.7
9	28.6	1.4	30
10	31.8	1.6	33.4
11	34.9	1.7	36.6
12	38.1	1.9	40

II.11 PROPIEDADES DEL ACERO DE REFUERZO

Las propiedades de un material son muy importantes para poder seleccionarlo en la construcción como elemento de una estructura, en este caso el acero de refuerzo cuenta con características físicas, químicas y mecánicas. El acero al ser sometido a esfuerzos de tensión o pruebas mecánicas, se le conoce también como propiedades mecánicas del acero inclusive pueden ser propiedades físicas, químicas, eléctricas. Por lo que en cuestión de diseño en la construcción importa solamente las propiedades mecánicas.

II.11.1 PROPIEDADES MECANICAS

La resistencia.- Es la capacidad que tiene el acero de resistir a esfuerzos sometidos a tensión. Hasta alcanzar su esfuerzo de fluencia.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La rigidez.- El acero de refuerzo es rígida si soporta grandes esfuerzos, teniendo este una deformación mínima, la rigidez se mide y se considera como el módulo de elasticidad del acero que es utilizado para refuerzo de concreto tiene el valor de 2100 000 kilos por centímetro cuadrado, es también considerado como la pendiente o tangente inicial a la curva esfuerzo deformación.

Ductibilidad.- Es dúctil si el acero soporta grandes deformaciones inelásticas o plásticas antes de llagar a su falla o podría decirse que soporta los esfuerzos a tensión.

Maleabilidad.- Esta asociado a los esfuerzos a compresión.

La resiliencia.- Es la capacidad que tiene el acero de absorber energía en su intervalo elástico o cuando es sometido a tensión.

Tenacidad.- Es la capacidad que tiene el acero de absorber energía en su intervalo inelástico de esfuerzos.

Dureza.- La dureza del acero es la propiedad que tiene al ser resistente a ralladuras, la dureza puede tener modificaciones por medio de otros procesos como tratamientos térmicos, trabajo del acero en frío, templado y revenido.

Maquinabilidad.- El acero es un material que puede ser doblado con herramientas manuales dobladoras manuales y mecánicas.

Soldabilidad.- La propiedad que tiene el acero para poder soldarlo.

Adherencia.- Esta propiedad que tiene depende del diámetro del acero corrugación y su longitud.

Dilatación.- Es la propiedad que tiene él al cero con la acción del calor, su coeficiente de dilatación es: 0,0000122.

Contracción.- Es la propiedad que tiene el acero con la acción de bajas temperaturas.

II.12 CLASIFICACION DEL ACERO

El acero se clasifica de acuerdo a su límite de fluencia mínimo y de los grados a que corresponde a cada uno de los límites de fluencia mínimos dados en N/mm^2 (KGF/mm^2), según el tipo de acero de que es procedente (véase tabla II.8); para acero de lingote o palanquilla NOM-B-6-1988, acero de riel NOM-B-18-1988, acero de ejes NOM-B-32-1988 y acero de baja aleación NOM-B-457-1988. Como se indica a continuación:

NOM-B-6-1988

<u>Grado</u>	<u>Límite de fluencia mínimo</u>	
	<u>en N/mm^2 (kgf/mm^2)</u>	
30	294	(30)
42	412	(42)

Tabla II.8 Requisitos mecánicos para varillas de refuerzo corrugado de acuerdo con las Normas Oficiales Mexicanas (NOM).

TIPO DE ACERO Y NUMERO.	BARRA	GRADO	RESISTENCIA A LA TENSION MINIMA EN	LIMITE DE FLUENCIA MINIMO EN	ALARGAMIENTO MINIMO		DIAMETRO DEL MANDRIL PARA		
			N/mm ² (kgf/mm ²)	N/mm ² (kgf/mm ²)	EN 200 MM EN % (NUMERO DE VARILLA)		PRUEBAS DE DOBLADO A 180° (REQUISITOS DE DOBLADO)		
ACERO PROCEDENTE DE LINGOTE O PALANQUILLA NOM-B-6-1998	2, 2.5, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 Y 12	30	490	294	#2, # 2.5, #3	11	#2, #2.5, #3, #4, #5.	3 l/2d	
			50	30	#4, # 5, # 6.	11	#6, #7, #8.	5d	
					#7.	11	#9, #10.	5d	
					#8.	10	#11, #12.	5d	
				#9.	9				
				#10.	8				
				#11 y #12.	7				
	2, 2.5, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 y 12	42	617	412	#2, #2.5, #3.	9	#2, #2.5, #3, #4, #5.	3 l/2d	
			63	42	#4, #5, #6.	9	#6, #7, #8.	5d	
					#7.	8	#9, #10.	7d	
					#8.	8	#11, #12.	8d	
				#9, #10, #11, #12.	7	#2, #2.5, #3, #4, #5, #6.	d=6t		
ACERO PROCEDENTE DE RIEL NOM-B-18-1998	2, 2.5, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, y 12	35	549	343	#2, #2.5, #3.	6	#7, #8.	d=6t	
			56	35	#4, #5, #6.	7	#9, #10.	d=8t	
					#7.	6	#11, #12.	d=8t(90)	
					#8, #9, #10, #11, #12.	5			
				#2, #2.5, #3.	6	#2, #2.5, #3, #4, #5, #6.	d=6t		
				#4, #5, #6.	6	#7, #8.	d=6t		
				#7.	5	#9, #10.	d=8t		
				#8, #9, #10, #11, #12.	5	#11, #12.	d=8t(90)		
ACERO PROCEDENTE DE EJES NOM-B-32-1988	2, 2.5, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, y 12	30	490	294	#2, #2.5, #3.	11	#2, #2.5, #3, #4, #5.	d=4t	
			50	30	#4, #5, #6.	12	#6.	d=5t	
					#7.	11	#7, #8.	d=5t	
					#8.	10	#9, #10, #11, #12.	d=5t	
				#9.	9				
				#10.	8				
				#11, #12.	7				
				#2, #2.5, #3.	8	#2, #2.5, #3, #4, #5.	d=4t		
				#4, #5, #6.	8	#6.	d=5t		
				#7.	8	#7, #8.	d=6t		
				#8, #9, #10, #11, #12.	7	#9, #10, #11, #12.	d=8t		
ACERO PROCEDENTE DE LINGOTE O PALANQUILLA. DE BAJA ALEACION NOM-B-457-1988	3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, y 12	42	550	412	#3, #4, #5, #6.	14	#3, #4, #5.	d=3d	
			56	42	#7, #8, #9, #10, #11, #12.	12	#6, #7, #8.	d=4d	
							#9, #10, #11, #12		d=6d

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

NOM-B-18-1988

<u>Grado</u>	<u>Límite de fluencia mínimo</u>	
	<u>En N/mm²</u>	<u>(kgf/mm²)</u>
35	343	(35)
42	412	(42)

NOM-B-32-1988

<u>Grado</u>	<u>Límite de fluencia mínimo</u>	
	<u>En N/mm²</u>	<u>(kgf/mm²)</u>
30	294	(30)
42	412	(42)

NOM-B-457-1988

<u>Grado</u>	<u>Límite de fluencia mínimo</u>	
	<u>En N/mm²</u>	<u>(kgf/mm²)</u>
42	412	(42)

II.13 DESIGNACION DEL ACERO

Para poder designar o describir una varilla de acero adecuadamente, se requiere como mínimo los siguientes datos proporcionados por la DGN para cada una de las cuatro normas a que corresponde el tipo de acero:

- a) Cantidad en: (kilogramos o metros).
- b) Número y nombre de esta norma.
- c) Número de designación.
- d) Corrugadas o lisas.
- e) Grado.
- f) Rollo, recta, o doblada.
- g) Requisitos suplementarios, si se requieren, por acuerdo previo entre fabricante y comprador.
- h) Resultados de prueba si se requieren.

Ejemplos:

7,000 kg de varillas corrugadas procedentes de lingote o palanquilla para refuerzo de concreto, número 7, 9 m de largo, en atados, grado 42, NOM-B-6-1988.

20 ton, NOM-B-18-1988, varillas corrugadas procedentes de riel para refuerzo de concreto, del número 5, 4 m de largo, grado 42, en atados, corrugada y si es necesario el informe de resultados de prueba.

3 ton, NOM-B-32-1988, acero procedente de eje de carros de ferrocarril para refuerzo de concreto, número 12, 8 m de largo grado 30, en atados corrugada y informe de resultados de prueba.

15 ton de varillas corrugadas de acero de baja aleación procedente de lingote o palanquilla para refuerzo de concreto, número 6, 10 m de largo, en atados. NOM-B-457.

II.14 MARCAS PARA IDENTIFICAR LA VARILLA

Para poder identificar el acero de refuerzo puede ser de la siguiente forma: se marca con letras, números y símbolos. Estas marcas están realizadas sobre la barra como las corrugaciones, el acero liso no necesita de estas letras o símbolos para reconocerlas, las especificaciones que marcan las Normas Oficiales Mexicanas para la identificación son las siguientes:

El acero procedente de lingote o palanquilla (NOM-B-6-1988), puede ser identificado de la siguiente forma:

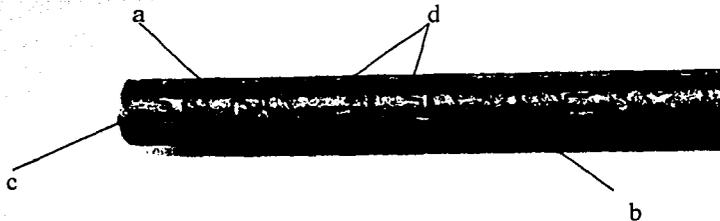


Figura II.7 Identificación de un acero de lingote o palanquilla

- Correspondencia con esta norma, con la letra "N" cuando la varilla cumpla con el requisito suplementario debe marcarse con la letra "L" que también implica la correspondencia con esta norma
- Marca del fabricante (letra o símbolo)
- Número correspondiente a la designación de la varilla
- Número que indique el grado de la varilla (30 ó 42)

Nota.- Para las demás varillas de diferente grado y procedencia de acero se sigue con los siguientes pasos:

El acero procedente de riel (NOM-B-18-1988)

- Marca del fabricante
- Grado de designación (35 ó 42)
- Número de designación del acero
- Una clave que indique correspondencia con esta norma y/o procedencia de acero de riel

El acero procedente de ejes (NOM-B-32-1988)

- Marca del fabricante
- Grado de designación (30 ó 42)
- Número de designación del acero
- Una clave que indique la correspondencia con esta norma y/o procedencia de acero de eje

TRABAJA CON
FALLA DE ORIGEN

El acero de baja aleación (NOM-B-457-1988)

- a) Correspondencia con esta norma con la letra W
- b) Marca del fabricante letra o símbolo
- c) Número correspondiente a la designación de la varilla
- d) Número 42, que indica el grado

ASTM (American Society for Testing and Materials), "Sociedad Americana para pruebas de materiales".

Las normas ASTM identifican el acero de la siguiente forma, cuando los requerimientos deben de satisfacer con las normas A615, A616, A617 y A706. El acero liso no requiere de marcas de identificación,

- 1) Fabricante letra.
- 2) Número de tamaño 2 al 18
- 3) Tipo de acero
 - S para lingote A615
 - I para riel A616
 - IR para riel que satisfaga los requerimientos suplementarios
 - A para ejes A617
 - W para aleaciones bajas A706
- 4) Designación al punto de fluencia mínimo

Los requisitos suplementarios S1, S2 y S3, se manda a fabricar según se requieran en la construcción.

II.15 ANTICORROSIVOS

Existen métodos o sistemas para recubrir las varillas contra elementos corrosivos que dañan y corroen el acero, como es el caso del jabón, agua, agua de mar, cloro, etc. El tratamiento que se aplica es de forma directa después de ser fabricada para uso exclusivamente del refuerzo para concreto, este recubrimiento es de material metálico (zinc ó galvanizado) y no metálico (resina epóxica), se les conoce a estas varillas recubiertas con estos dos elementos como requisitos suplementarios.

II.16 VARILLAS TORCIDAS EN FRIO

Existen en el mercado otro tipo de varillas corrugadas de gran resistencia conocidas como varillas torcidas en frío procedente de lingote o palanquilla.

II.16.1 DEFINICION

"Son aquellas varillas que provienen de la laminación en caliente de lingotes o palanquillas de coladas controladas, las cuales por su composición química y un posterior torcido en frío, adquieren el límite de fluencia mínimo que se especifica para cada grado". Así como lo indica la norma (NOM-B-294-1988) vigente.

II.16.2 OBTENCION

Por medio de horno eléctrico.

II.16.3 FABRICACION

Únicamente de lingote o palanquilla.

II.16.4 COMPOSICION QUIMICA**II.16.5 ANALISIS DE COLADA**

En el análisis de colada el fósforo máximo debe ser de 0.05%.

II.16.6 ANALISIS DE PRODUCTO

En el análisis del producto el contenido de fósforo no debe exceder del 25% (0.0625% máximo) del análisis de colada.

II.16.7 DIMENSIONES Y TOLERANCIAS

En la tabla II.9 muestra el número de designación, masa unitaria, dimensiones nominales y requisitos de corrugación para las varillas torcidas en frío, y las tolerancias en masa son las mismas de la tabla II.2.

II.16.8 CLASIFICACION

Las varillas torcidas en frío se clasifican de acuerdo a su limite de fluencia mínimo, con fundamento a la norma NOM-B-294-1988, para este tipo de acero se clasifica en tres grados:

(NOM-B-294-1998)	Grado	N/mm ²	kgf/mm ²
	42	412	(42)
	50	490	(50)
	60	588	(60)

II.16.9 DESIGNACION

Para la designación de las varillas torcidas en frío se deben describir en forma adecuada con los siguientes datos que señala la norma (NOM-B-294-1988), ver figura II.8.

- Número de la norma
- Nombre del material
- Grado 42, 50 y 60 indicando el limite de fluencia en N/mm² o kgf/mm²
- Cantidad en kilogramos
- Dimensiones tamaño nominal



Figura II.8 Varilla grado 60. (Cortesía DEACERO.)

Tabla II.9 Número de designación, masa unitaria, dimensiones nominales y requisitos de corrugación.

SECOFI.

NOM-B-294-1988

Número de designación de las varillas torcidas en frío (b)	Dimensiones nominales (a)				Requisitos para las corrugaciones transversales					
	Masa unitaria	Diámetro	Perímetro	Área de la sección transversal	Altura mínima a la mitad de la corrugación	Altura mínima a los tercios de la corrugación	Espaciamiento máximo	Ancho mínimo	Longitud mínima	Altura mínima
	kg/m	mm	mm	mm ²	mm	Mm	mm	mm	mm	mm
2	0.248	6.4	20	32	0.5	0.4	4.5	0.6	12.8	0.6
2.5	0.384	7.9	24.8	49	0.6	0.5	5.6			
3	0.56	9.5	29.8	71	0.7	0.6	6.7	1	19	1
4	0.994	12.7	39.9	127	0.9	0.8	8.9	1.3	25.4	1.3
5	1.552	15.9	50	198	1.1	1	11.1	1.6	31.8	1.6
6	2.235	19	60	285	1.3	1.1	13.3	1.9	38	1.9
7	3.042	22.2	69.7	388	1.6	1.3	15.5	2.2	44.4	2.2
8	3.973	25.4	79.8	507	1.8	1.5	17.8	2.5	50.8	2.5
9	5.033	28.6	89.8	642	2	1.7	20	2.9	57.2	2.9
10	6.225	31.8	99.9	794	2.2	1.9	22.3	3.2	63.6	3.2
11	7.503	34.9	109.8	957	2.4	3.1	24.5	3.5	69.8	3.5
12	8.938	38.1	119.7	1140	2.7	2.2	26.7	3.8	76.7	3.8

- El diámetro nominal de una varilla torcida es equivalente al diámetro de una varilla lisa que tenga la misma masa unitaria que la varilla torcida.
- Los números de designación de las varillas torcidas en frío corresponden al número de octavos de pulgada de su diámetro.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CAPITULO III USOS DEL ACERO DE REFUERZO

El uso del acero de refuerzo es muy importante tal como hemos dicho en el punto II.2. se refuerza el concreto con varillas con la finalidad de resistir los esfuerzos de tensión y también se utiliza para soportar esfuerzos a compresión transmitidos a columnas y vigas, controla la deflexión en vigas y losas. Por otro lado la carga transmitida al concreto y el acero se distribuye entre estos mismos.

Hay muchas aplicaciones que se le pueden dar al acero de refuerzo como: grandes obras, puentes, edificaciones, para reforzar elementos estructurales de concreto armado, mallas para firmes, losas, cadenas, trabes, cimientos, así como amarrar entre si a otros refuerzos, para prefabricar un simple registro, rejillas, postes de alumbrado público, tubos de concreto de gran diámetro, fabricación de prefabricados, etc.

Para el uso adecuado de materiales como lo es el acero de refuerzo, debe de cumplir con Normas Oficiales Mexicanas, Normas técnicas complementarias y los Reglamentos locales como en este caso el Reglamento de construcciones para el Distrito Federal, en su capítulo III materiales y procedimientos de construcción, artículo 255 de dicho reglamento dice:

“Art. 255 los materiales empleados en la construcción deberán cumplir con las siguientes disposiciones:

- I. La resistencia, calidad y características de los materiales empleados en la construcción, serán las que se señalen en las especificaciones de diseño y los planos constructivos registrados, y deberán satisfacer las Normas Técnicas Complementarias de este reglamento y las normas de calidad establecidas por la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, y
- II. Cuando se proyecte utilizar en una construcción algún material nuevo del cual no existan Normas Técnicas Complementarias o normas de calidad de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, el director responsable de obra deberá solicitar la aprobación previa del Departamento, para lo cual presentará los resultados de las pruebas de verificación de calidad de dicho material”.¹¹

El acero de refuerzo para el concreto que puede usarse en la construcción son barras corrugadas o lisas procedentes de lingote o palanquilla, riel, ejes y de baja aleación (NOM-B-6-1988, NOM-B-18-1988, NOM-B-32-1988 y NOM-B-457-1988); y que cumplan con los requisitos de estas normas. Las mallas soldadas deben de cumplir con la NOM-B-290. El acero que se utiliza generalmente para estribos es acero liso del # 2 (6.4 mm) de diámetro. Véase también Normas Técnicas Complementarias para Diseño Y Construcción De Estructuras De Concreto NTC.

¹¹ Reglamento de construcciones para el Distrito Federal y Disposiciones Complementarias “Leyes y Códigos de México”, 17ª Ed. México, Porrúa, 1995, Pág. 131.

III.1 SISTEMAS ESTRUCTURALES DE CONCRETO REFORZADO

Las estructuras de concreto armado se dimensiona de forma ingenieril y de forma arquitectónica para su buen funcionamiento, con la finalidad de cubrir las necesidades del usuario, que sea útil, atractivo y con un costo muy económico. Se presume la vida estimada de una construcción del concreto armado sea de 50 años, debido a su buen dimensionamiento y mantenimiento se puede incrementar su vida útil. Tan eficaces son las estructuras de concreto armado que en la actualidad hay infinidad de elementos estructurales que son construidas por este procedimiento constructivo.

Los sistemas estructurales de concreto reforzado se componen de varios elementos estructurales como: losas, vigas, columnas, muros de concreto, cimentaciones.

III.2 COLUMNAS

Definición.- las columnas son sistemas estructurales diseñadas para cumplir la función de recibir cargas causadas por el sistema estructural de piso, estos elementos verticales trabajan a compresión, y en la mayoría de los casos a carga axial y flexión siendo de mayor importancia en una estructura ver figura III.1.

En las columnas el refuerzo que se coloca debe de ser según al diseño o dimensionamiento de la columna que se marca en el plano ya sea en forma cuadrada, rectangular o circular.



Figura III.1 Acero de refuerzo utilizado en columnas.

III.3 VIGAS

Las vigas o traveses son elementos estructurales que tienen la función de soportar las cargas tributarias es decir la carga que transmite la losa, y las vigas la transmiten a las columnas ver figura III.2. Para el uso de acero en vigas y traveses debe ser el que marque el diseño señalado en el plano o el dimensionamiento de las traveses o vigas, como el espaciamiento del acero, peralte, diámetro de acero a utilizar, dimensión en el estribo, etc.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

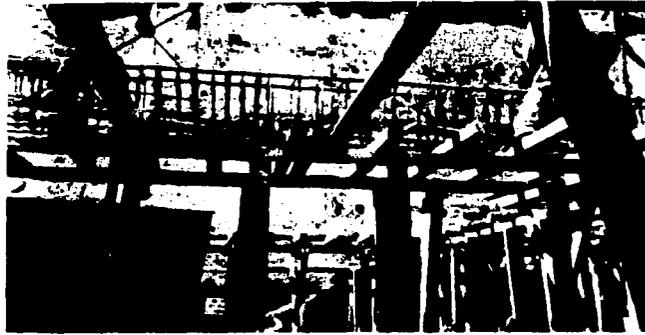


Figura III.2 Acero de refuerzo utilizado en vigas o traves.

III.4 CIMENTACIONES

Las cimentaciones que son también elementos estructurales, sirven para soportar toda la carga transmitida por todos los elementos estructurales para repartirla y transmitirla al suelo. Los tipos de cimentaciones son: de mampostería, zapatas aisladas, zapatas corridas, losas de cimentación, pilas, pilotes (punta o de fricción), cajón de cimentación. El uso del acero de refuerzo en estos tipos de cimentación va de acuerdo al diseño de estos véase la figura III.3.



Figura III.3 Acero utilizado para un cajón de cimentación.

III.5 LOSAS DE PISO

Las losas de piso son elementos horizontales que tienen como función principal de transmitir las cargas vivas y las cargas muertas a las vigas o traves. Las losas pueden ser placas planas, encasetonadas, losas sin vigas o losas compuestas sobre viguetas, losas en una dirección o en dos direcciones. El uso del acero de refuerzo. Depende del diseño o dimensionamiento indicado en los planos estructurales. El refuerzo de losas planas de entre piso se usa en la parte inferior, utilizando mayor refuerzo en la zona central para evitar que se cuelgue la losa y para las losas de piso o firmes el acero se usa en sentido inverso o superior ver figura III.4.

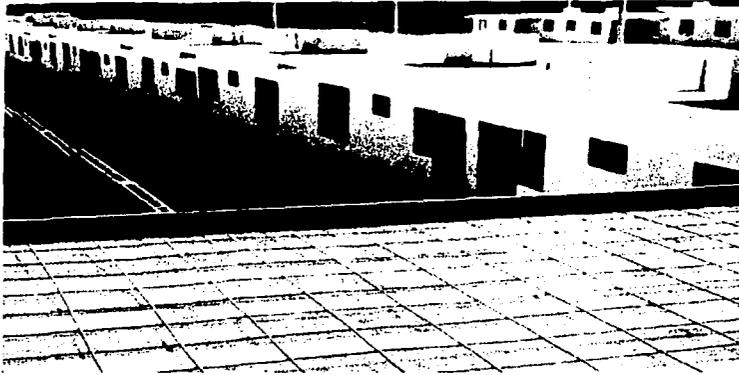


Figura. III.4 Malla electro soldada usada en losas de azotea. (Fotografía Cortesía DEACERO.)

III.6 MUROS DE CONCRETO

Los muros son elementos de cerramientos verticales para los marcos, estos pueden ser de mampostería o de concreto armado como lo son muros para escalera, muros de cimentación, muros de cortante, que tienen como función de resistir cargas horizontales como empuje horizontal del suelo, sismo y también viento véase figura III.5.

El uso en muros de mampostería como tabiques y bloques de concreto huecos el acero vertical puede ser del #6 o menor de igual manera se puede utilizar acero de refuerzo vertical del #5 o menores. También para hacer más rígida una estructura o marco se ponen muros de concreto armado, diagonales de concreto reforzado.



Figura. III.5 Acero utilizado en muros de concreto.

III.7 OTROS USOS

Como hemos visto el acero de refuerzo es de gran uso e importancia en la construcción, hemos mencionado los usos para estructuras (sistemas estructurales de concreto reforzado), el acero de refuerzo se ha empleado en diferentes formas de construir como en prefabricados: malla electrosoldada para pisos, para paneles W, viguetas, castillos prefabricados, escalerillas, etc. El uso que se le ha dado a este material de construcción ha permitido la construcción de grandes obras como:

Obras del metro, grandes edificios, puentes, carreteras de concreto hidráulico, edificaciones, presas, para proteger taludes, etc.

III.8 TIPOS DE ACERO PARA REFORZAR CONCRETO

En nuestro país algunas acerías como SICARTSA, DEACERO, HYLSA y ACERO PREFORMADO. Fabrican diversos tipos de acero como varillas corrugadas grado 42, grado 60, alambón, malla electrosoldada, viguetas para losa de bovedilla, castillos prefabricados de 2 (tipo escalerilla), 3 y 4 varillas.

III.9 VARILLA GRADO 42 DE LINGOTE O PALANQUILLA

La varilla corrugada (véase definición en el inciso II.3), la varilla de grado 42 da resistencia y seguridad en el concreto reforzado, las presentaciones en el mercado de este producto en longitudes normales ya sean de 9 y 12 m, o también medidas que requiera el cliente (ver la tabla III.1), cumpliendo con la NOM-B-6 vigente véase figura III.6.

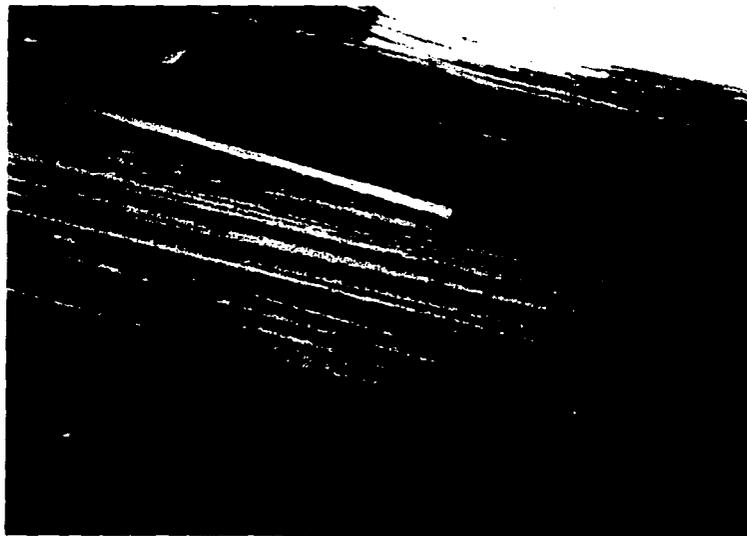


Figura. III.6 Acero corrugado.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

III.9.1 VARILLA GRADO 42 DE BAJA ALEACION

“La varilla laminada en caliente de grado 42 (4200 kg/cm^2) de baja aleación es fabricada especialmente sobre pedido, este material se aplica en donde se requiere únicamente la ductilidad y la soldabilidad del acero. Se fabrica cumpliendo con la norma NOM-B-457 vigente”.¹²

Tabla III.1 Dimensiones nominales de varillas estándar grado 42. (SICARTSA.)

Calibre en pulgadas	Número de designación	Peso nominal en kg/m	Area de sección Transversal en mm^2	Perímetro en mm
5/16	2.5	0.384	49	24.8
3/8	3	0.56	71	29.8
1/2	4	0.994	127	39.9
5/8	5	1.552	198	50
3/4	6	2.235	285	60
1	8	3.973	507	79.8
1 1/4	10	6.225	794	99.9
1 1/2	12	8.938	1140	119.7

III.9.2 LA VARILLA GRADO 60 DE LINGOTE O PALANQUILLA

Estas varillas laminadas en caliente provienen de lingote o palanquilla, por medio de su composición química, coladas controladas y el estiramiento en frío adquieren resistencias en su límite de fluencia mínimo 6000 kg/cm^2 , teniendo una buena adherencia entre el acero y el concreto.

“La ventaja que ofrece este material de varillas con mayor resistencia es: se obtiene un mayor rendimiento en cuanto a un 15% en costos de la varilla a comparación de la de grado 42. La varilla de G-60 tiene la resistencia de un 43% mayor que la varilla de G-42 haciendo una comparación ($6000 \text{ kg/cm}^2 > 4200 \text{ kg/cm}^2$) otra ventaja que debido a que es una varilla muy resistente se pueden usar varillas de diámetro más delgado que las varillas tradicionales. Esta varilla se fabricada bajo la norma NOM-B-72 vigente”.¹³

Tabla III.2 Características de la varilla grado 60. (DEACERO)

Diámetro		Area (cm^2)	Peso (kg/m)	Rendimiento (m/kg)
(pulg)	(mm)			
5/16	7.94	0.49	0.39	2.58
1/4	6.35	0.32	0.25	4.03
3/16	4.76	0.18	0.14	7.14
5/32	3.97	0.12	0.1	10.31

¹² Fuente: SICARTSA y HYLSA.

¹³ Fuente: DEACERO.

Propiedades mecánicas:

- Resistencia a la tensión = 7000 kg/cm² mínimo.
- Resistencia a la fluencia = 6000 kg/cm² mínimo.
- Alargamiento a la ruptura = 8% en 10 veces el diámetro.

Las aplicaciones de este tipo de varillas son:

- Vigas y trabes
- Dalas y castillos.
- Castillos ahogados.
- Losas aligeradas.
- Muros con refuerzo interior.
- Elementos prefabricados.

Presentación en tramos de 6m y/o rollos.

III.10 ALAMBRON

“El alambón es un producto laminado en caliente, se utiliza como materia prima en la industria del trefilado para la fabricación de mallas, armaduras, telas metálicas, cribas, clavos, alambre galvanizado ó pulido, soldadura, alambre de púas y otros derivados. Es también utilizado como producto terminado en la construcción ver figura III.7.



Figura. III.7 Alambón o varilla lisa.

Se puede fabricar alambón con rangos especiales en el contenido de carbono, de acuerdo a las necesidades del cliente.

La composición química del alambón cumple con las especificaciones que establece la norma mexicana NOM-B-365 vigente. El laminador del alambón cuenta con un proceso de enfriamiento controlado, denominado proceso STELMOR que proporciona una micro estructura y propiedades mecánicas específicas y uniformes.

El alambón posee una cualidad que evita cualquier tratamiento o acondicionamiento previo al trefilado, lográndose una mejor merma en peso, por la cascarilla o escama formada y por sus propiedades mecánicas y cristalográficas más controladas.

El acero empleado en la fabricación del alambón se produce en el horno básico (BOF) y vaciado en colada continua.

El alambón se presenta en rollos de tramo continuo con un peso de entre 1400 y 1500 kg/rollo, siendo su diámetro interior de un metro y su diámetro exterior de 1.2 metros, flejado firmemente para soportar el manejo; es identificado con una etiqueta que contiene la norma de fabricación, el número de colada, el tipo del acero, el diámetro y su peso.

Se expide un certificado de calidad con la composición química y sus propiedades mecánicas, garantizando la calidad del alambón".¹⁴

Tabla III.3 Diámetros del alambón. (SICARTSA)

Milímetros	Equivalencia decimal en pulgadas
5.5	0.218
6.3	0.25
7	0.276
8	0.315
9.5	0.374
10	0.394-0.400
11	0.434
12	0.473
12.7	0.5

III.11 MALLA ELECTROSOLDADA

"Fabricada con alambres corrugados o lisos de gran resistencia obtenidos del estiramiento en frío del acero, los cuales son electrosoldados entre si en forma perpendicular, obteniendo mallas cuadrículadas".¹⁵

¹⁴ Fuente: SICARTSA

¹⁵ Fuente: ACERO PREFORMADO y DEACERO

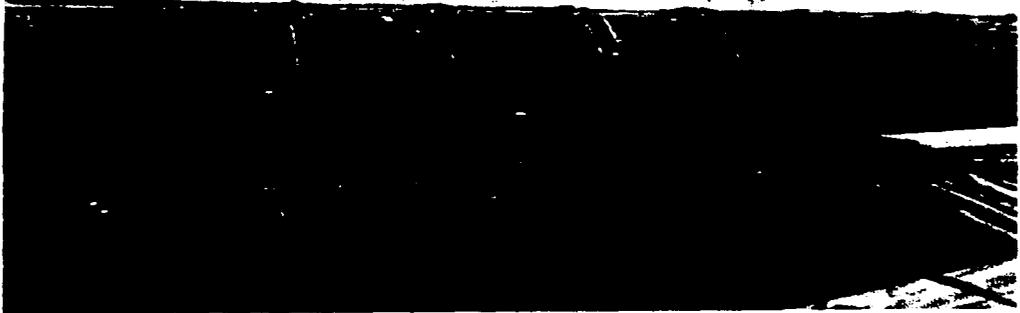


Figura. III.8 Malla electro soldada.

La malla se fabrica cumpliendo con las normas NOM-B-253, NOM-B290 y NTC. Las ventajas que ofrece este material prefabricado en la construcción en cuanto a tiempo de ejecución de obra un 70% de tiempo, menos desperdicio del material, hay economía en cuanto a costos y la mano de obra, para pisos de un 50% y en losas de un 25% de ahorro en comparación de los armados tradicionales véase figura III.8.

Tabla III.4 Características y presentación. (ACERO PREFORMADO)

	Hoja	Rollo	
		(A)	(B)
Ancho (m)	2.5	2.5	2.5
Largo (m)	6	40	80
Total (M ²)	15	100	200

Tabla III.5 Características de la malla electrosoldada de fabricación estándar. (ACERO PREFORMADO)

Diseño		Alambre diámetro (mm)	Acero (cm ² /m)	Peso (Kg/m ²)	Tipo rollo
6X6	4.0/4.0	5.72	1.686	2.68	(A)
6X6	6.0/6	4.88	1.227	1.95	(A)
6X6	8/8.0	4.11	0.871	1.38	(B)
6X6	10/10.0	3.43	0.606	0.95	(A Y B)

Tabla III.6 Características. (DEACERO)

Diseño	Ancho (m)	Largo (m)	Diámetro alambre (mm)	Área transversal (cm ² /m)
66 - 1/4 1/4	2.5	40	6.35	2.08
66 - 44	2.5	40	5.72	1.69
66 - 66	2.5	40	4.88	1.23
66 - 88	2.5	40	4.11	0.87
66 - 1010	2.5	40	3.43	0.61
66 - 1010	1.25	40	3.43	0.61

Tabla III.7 Armados recomendados para pisos usando malla soldada. (DEACERO)

Destino y carga viva máxima	Espesor (cm)	Malla Soldada
Residencial y oficinas (400 kg/m ²)	10	66-1010
Residencial y oficinas (700 kg/m ²)	10	66-88
Comercial (1000 kg/m ²)	12	66-66
Industrial ligero (1000 kg/m ²)	12	66-66
Industrial moderado (1500 kg/m ²)	15	66-44
Industrial pesado (3000 kg/m ²)	18	66-66 doble
Industrial muy pesado (4200 kg/m ²)	20	66-44 doble

III.12 CASTILLOS PREFABRICADOS

“Armaduras estructuradas con dos, tres o cuatro varillas longitudinales, corrugadas y trefiladas de gran resistencia unidas a separaciones estándar por segmentos transversales de alambre liso o alambrión de menor calibre (estribos), formando secciones planas tipo escalerilla, triangular cuadrado o rectangular”.¹⁶

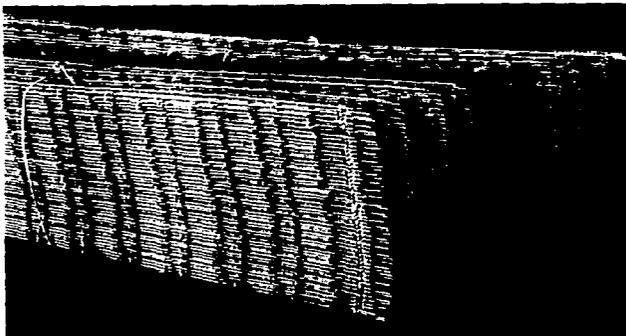


Figura. III.9 Castillo de sección plana tipo escalerilla.



Figura. III.10 Castillos de sección cuadrada, rectangular y triangular. (Fotografía III.9 y III.10 Cortesía DEACERO)

Las ventajas que tiene este material en la construcción son: ahorra tiempo que los armados tradicionales de un 75% en ejecución de obra teniendo menor desperdicio, menor costo que los armados tradicionales hasta de un 50%. Para la fabricación de estos castillos tienen que cumplir con las normas oficiales mexicanas ya establecidas, NOM-B-453, NOM-B-456 y NTC: los fabricantes producen con diferente grado de acero y dan sus especificaciones.

Tabla III.8 Características dimensionales. (ACERO PREFORMADO)

	Tipo 1	Tipo 2
Varillas longitudinales	(1/4") 6.35 mm	(5/16") 7.94 m.m
Alambres transversales (Estribo)	(Cal. 8) 4.11 mm	(Cal. 6) 4.88 mm
Separación entre estribos	15.8 cm.	20.0 cm
Longitud de la pieza	6.00 m	6.00 m

¹⁶ Fuente: ACERO PREFORMADO y DEACERO.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Tabla III.9 Elementos prefabricados presentación estándar. (ACERO PREFORMADO)

Estilo	Sección de Concreto (cm) A X B	Sección de armadura (cm)	Peso por tramo (kg)		Tramos/hoja
			Tipo 1	Tipo 2	
10-10-3	10 X 10	6 X 6	5.5		
12-2	12 X VARIABLE	8 X VARIABLE	3.45		
12-12-3	12 X 12	8 X 8	5.7		7
12-12-4	12 X 12	8 X 8	7.63		6
12-20-4	12 X 20	8 X 15	8.12		4
15-2	15 X VARIABLE	10 X VARIABLE	3.53		
15-15-3	15 X 15	10 X 10	6.04		6
15-15-4	15 X 15	10 X 10	7.92	11.51	5
15-20-4	15 X 20	10 X 15	8.32	11.95	4
15-25-4	15 X 25	10 X 20	8.71		3
15-30-4	15 X 30	10 X 25	9.11	12.84	3

Tabla III.10 Características. (DEACERO)

	Diseño	Sección del armado (cm)	Grado 60 área de acero (cm ²)	Grado 50 área de acero (cm ²)
4 varillas	15-10-4	11.0 X 6.0	1.13	1.28
	15-15-4	11.0 X 11.0	1.13	1.28
	15-20-4	11.0 X 16.0	1.13	1.28
	15-25-4	11.0 X 21.0	1.13	1.28
	15-30-4	11.0 X 26.0	1.13	1.28
	12-12-4	8.0 X 8.0	1.13	1.28
3 varillas	12-20-4	8.0 X 16.0	1.13	1.28
	10-10-3	5.5 X 5.5	0.85	0.96
	12-12-3	8.0 X 8.0	0.85	0.96
2 varillas	15-15-3	10.5 X 10.5	0.85	0.96
	12-2	8	0.56	0.64
	15-2	10.5	0.56	0.64

Presentaciones:

- Ø Varillas longitudinales DA 60 = 6.00 mm
- Ø Varillas longitudinales DA 50 = 6.35 mm
- Ø Estribos electrosoldados DA50 = 4.11 mm
- Separación entre estribos = 15.8 cm
- Largo de la pieza = 6.0 m

III.13 ARMADURA PARA VIGUETA

“Elemento triangular de varillas de acero electrosoldado, formado por dos varillas inferiores y un superior, unidas entre si mediante estribos en celosía, para utilizarse como refuerzo de elementos estructurales de concreto, especialmente en piezas prefabricadas y en especial en sistemas de elementos prefabricados basándose en viguetas de alma abierta y bovedilla. La armadura cumple con los requisitos establecidos en las NOM- B-72, NOM-B-253 y NOM-B-455”.¹⁷

¹⁷ Fuente: ACERO PREFORMADO y DEACERO

Esta armadura hecha de varilla da rigidez a la estructura y un soporte estructural. se ahoga con concreto precolado la parte inferior de dos varillas para formar un patin inferior que la sujeta lateralmente la armadura y la confina. Véase figuras III.11, III.12 Y III.13.

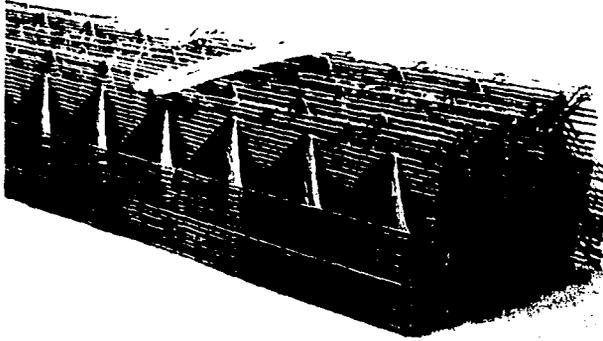


Figura. III.11 Armadura para viga. (Fotografías Cortesía DEACERO) **Figura. III.12** Viga con patin de concreto.

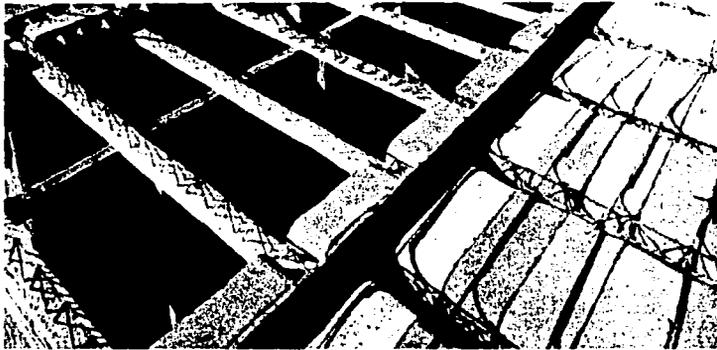


Figura. III.13 Colocación de viguetas. (Fotografía Cortesía DEACERO)

Este sistema de construcción a base de estos prefabricados da ventajas tanto en tiempo, ahorros en los costos de mano de obra y material como de un 25% en comparación del armado tradicional de estas viguetas, ahorro en tiempos y ejecución de obra de un 60% y menor desperdicio en que ofrecen estas armaduras para semiviguetas ó armadura para losas de viga o bovedilla en la construcción.

Aplicaciones

Uso exclusivamente para losas de viga y bovedilla.

Algunos fabricantes dan sus presentaciones:

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- Diagonales con diámetro de 4.11 mm
- Largo de 6 m (otros a solicitud)
- Otros diseños a solicitud

Tablas III.11 Características. (ACERO PREFORMADO.)

Tipo	Acero inferior			Acero superior		Zig-Zag			altura (cm)	longitud del tramo (m)	Peso por tramo (kg)
	Diám. (pulg.)	Area (mm ²)	Fy (kg/cm ²)	Diám. (pulg.)	FY (kg/cm ²)	Diám. (Cal-mm)	Paso (cm)	Fy (kg/cm ²)			
12-36	3/16	36	6000	¼	5000	8-4.11	20	5000	12	7.0	6.137
14-36	3/16	36	6000	¼	5000	8-4.11	20	5000	14	7.0	6.358
14-63	¼	63	6000	¼	5000	8-4.11	20	5000	14	7.0	8.043
24-63	¼	63	6000	5/16	5000	6-4.88	20	5000	24	7.0	11.935
24-99	5/16	99	6000	5/16	5000	6-4.88	20	5000	24	7.0	13.797

Tabla III.12 Características. (DEACERO.)

Diseño	Altura (cm)	Area varillas inferiores (mm ²)	Diámetro varilla superior (mm)	Diámetro varillas inferiores (mm)
10-36	10	36	6.35	4.76
10-64	10	64	6.35	6.35
12-36	12	36	6.35	4.76
12-64	12	64	6.35	6.35
14-36	14	36	6.35	4.76
14-64	14	64	6.35	6.35

Tabla III.13 Propiedades mecánicas. (DEACERO.)

	Superior inferiores	Diagonales
Resistencia a la tensión (kg/cm ²)	7,000	5,700
Resistencia a la fluencia (kg/cm ²)	6,000	5,000
Alargamiento a la ruptura en 10 d	8%	6%

III.14 ESCALERILLA

“Es una armadura estructurada con dos varillas longitudinales trefiladas de alta resistencia unidas por separaciones estándar por segmentos transversales de alambre del mismo calibre (estribos) formando secciones”.¹⁸

(Véase la figura III.9 y III.14.)

Dando cumplimiento con las normas oficiales mexicanas vigentes:

NOM-B-253 y NOM-B-290

¹⁸ Fuente: ACERO PREFORMADO.

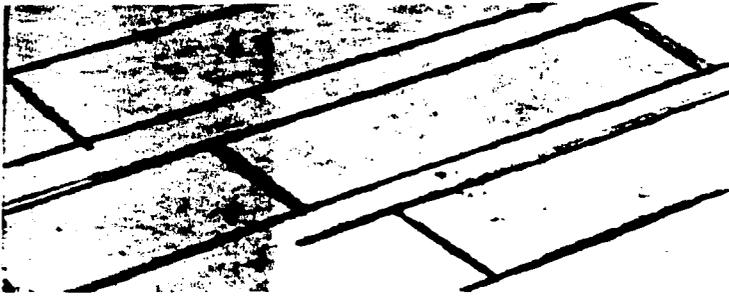


Figura. III.14 Escalerilla. (Fotografía cortesía de ACERO PREFORMADO.)

Tabla III.14 Características. (ACERO PREFORMADO.)

Tipo	Ancho del muro (cm)	Ancho de la armadura (cm)	Calibre de varillas longitudinales	Presentación (tramos rectos)
10-2	10	8	10 (3.43mm)	3m
12-2	12	10	10 (3.43mm)	3m
15-2	15	13	10 (3.43mm)	3m

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CAPITULO IV HABILITADO

El habilitado del acero de refuerzo para elementos estructurales de concreto como: vigas, columnas, cimentaciones, losas, etc. Es un trabajo que consiste en cortar a la medida indicada, doblar y detallar acero ya sea en pie de obra o en taller por métodos manuales y mecánicos, cuando es en taller se habilita detalla y se entrega en la obra por paquetes o unidades. Regularmente el habilitado se hace siguiendo las recomendaciones de los planos de construcción. Incluyendo la lista de varillas esto va por separado para cada paquete de varillas que se requieren doblar, los programas son indicaciones que da el proyectista en la parte derecha del plano al oficial herrero para indicarle con detalle los dobleces para ganchos de 45°, 90°, 135°, 180°, bastones, estribos, columpios, separación del acero, etc.

IV.1 PLANOS

Los planos de construcción muestran los detalles que se usan comúnmente para el habilitado del acero de refuerzo y su colocación apropiado del mismo. También muestra el espaciado, ubicación de las varillas, ubicación de la malla de alambre soldado, el programa que resume: número suficiente de piezas a ocupar, número del acero, la longitud de la varilla, los detalles de doblado del acero que se va a acodar, tipo de varilla, grado de acero, varillas con recubrimiento, empalmes en tensión y compresión, longitudes de traslape, dimensiones del elemento estructural de concreto, elevación en planta, sección transversal, recubrimiento del concreto para el acero de refuerzo, etc. Esto con la finalidad de mostrar con detalle cada elemento estructural.

Las especificaciones que se dan en los planos estructurales son para elementos como: zapatas, muros, columnas, vigas, losas, vigas maestras, dalas y otros elementos a fabricarse. En la figura IV.1 se muestra como ejemplo una distribución para la realización de un plano estructural.

IV.1.1 SIMBOLOS Y NOTACION

Los símbolos que a continuación se indican son los más comunes y usados en los planos de construcción, para poder identificar el acero de refuerzo poder dar lectura a un plano estructural. Cuando se emplea otro tipo de símbolo o notación, se deben explicar lo que significa el símbolo o la notación en los planos.

- E o Est. estribos
- # y Núm. Indica el número de designación o tamaño del acero.
- @ La distancia que tiene de separación del acero o el espaciamiento de centro a centro.
- ← → Dirección a la que van las varillas.
- ↔ Limite del área que cubre las varillas.
- Ø, Diám. Diámetros de sección transversal
- Var. Varilla.

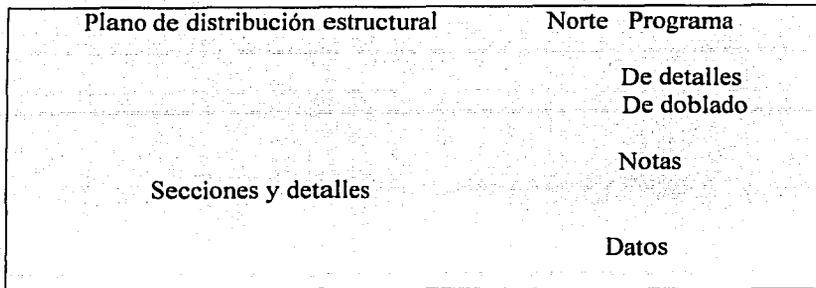


Figura IV.1 Distribución de un plano estructural.

IV.2 HERRAMIENTA Y EQUIPOS MECANICOS PARA CORTE DE ACERO

El cortado de varilla que se realiza en obra o en taller puede realizarse con diferentes equipos mecánicos y herramientas como: segueta, martillo con cabeza de hacha, cizalla de mano, cizalla de palanca, cizalla eléctrica, soplete con oxiacetileno y planta de soldar eléctrica.

- **Segueta.** Con el uso de esta herramienta se puede cortar varillas del número 2 al 4 figura IV.2.

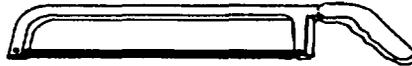


Figura IV.2 Segueta para realizar cortes transversales a la varilla.

- **Martillo con cabeza de hacha o martillo con cincel.** Por medio de golpes pueden realizarse cortes a las varillas menores del número 3, que son: 2.5 y 2, (por lo regular este método es muy poco usual, véase figura. IV.3.)



Figura IV.3 Martillo cortando varilla de diámetro pequeño.

- **Cizalla de mano.** También conocida como tijera de mano, con este procedimiento se pueden hacer el corte con pequeños diámetros del número 2 o menores ver figura. IV.4.



Figura IV.4 Cizalla de mano para hacer cortes en diámetros pequeños.

- **Cizalla de palanca.** Este tipo de máquina es de las más utilizadas en la obra. es fácil de transportar y con ella se pueden cortar con gran facilidad varillas hasta de 1" o del número 8 (25.4 mm de diámetro); figura IV.5.



Figura. IV.5 Cizalla de palanca.

- **Cizalla eléctrica modelo CRM-45.** Con este tipo de maquinaria son más rápidos y eficaces los cortes a la varilla; puede hacer cortes con varillas hasta con 50 mm de diámetro produciendo hasta 31-40 cortes por minuto figura IV.6.

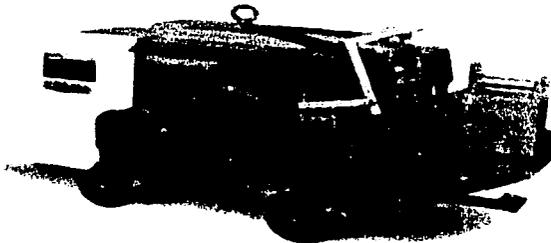


Figura IV.6 Cizalla eléctrica para realizar cortes a la varilla de diferente número de designación. (Cortesía de ESPAMEX.)

- **Soldadura de oxiacetileno.** Se puede cortar varillas del número 8 (1"), al 12 (1½"). los cortes hechos con soplete son muy eficaces véase figura. IV.7.

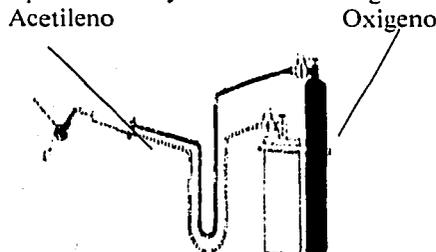


Figura IV.7 Soldadura de oxiacetileno.

- **Planta de soldar.** Con este equipo se puede soldar y también se puede hacer cortes a la varilla del número 2 al 12, los cortes se hacen dependiendo de la capacidad de la planta ver figura. IV.8.

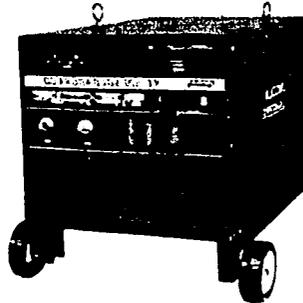


Figura. IV.8 Máquina soldadora modelo RX-520 soldadora co. (Cortesía de SOMISA.)

IV.3 LONGITUD DE CORTE DE VARILLAS

“Las varillas de refuerzo deben ser cortadas con una tolerancia de ± 1 ” (2.54 cm) menos del largo especificado para las varillas del número 3 al 11, y de ± 2 ” (5 cm) para las varillas del número 14 y 18. cuando requieran tolerancias menores o extremos acabados esto debe de especificarse”.¹⁹

IV.4 CENTRO DE HABILITADO

El habilitado del acero de refuerzo para el concreto puede realizarse en taller o en obra, en el taller de habilitado se puede lograr una buena optimización en el proceso de habilitado de varilla. Este taller cuenta con máquinas cortadoras, enderezadoras y dobladoras en un área mínima de 350 m², se requiere de un acceso para la entrada a la zona de descarga y salida del camión de carga, un espacio para la materia prima ya sea varilla recta, doblada o en rollo. Almacenándolos por diámetro cerca de la máquina de corte.

La cortadora eléctrica puede deslizarse a lo ancho del material almacenado con el objetivo de colocarla en donde se encuentre el diámetro que se va a cortar, poniéndola en el banco de medición para ser cortada a la longitud requerida. Posteriormente se coloca el acero cortado dividiéndolo del acero que se va a doblar separando los diferentes diámetros y el almacén de puntas donde se coloca el sobrante de la varilla cortada.

Se coloca el material a doblar en una mesa de ahí pasa a la máquina dobladora sacando el producto ya terminado (varilla habilitada), con los dobleces que se piden en los contratos de doblado después la grúa torre las levanta para llevarlas a la zona de carga mostrado en la figura IV.9. Con el uso de este equipo se logra una producción adecuada bajo un buen control y orden total teniendo beneficios como:

¹⁹ Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto (IMCYC), Manual para habilitar acero de refuerzo para el concreto, “Espaciamiento, Dobleces, Silletas”; México, IMCYC, 1994, Pág. 4-2.

1. Reducción del personal en obra, ocupando un operador y un ayudante en la cortadora.
2. Un operador y un ayudante en la dobladora.
3. Orden y control de la varilla.
4. Logros en reducción de desperdicio en más de 50%.
5. Aumento en la calidad del trabajo.
6. Productividad.
7. Ahorros en tiempos de habilitado.
8. Reducción en costos de habilitado que el habilitado tradicional.

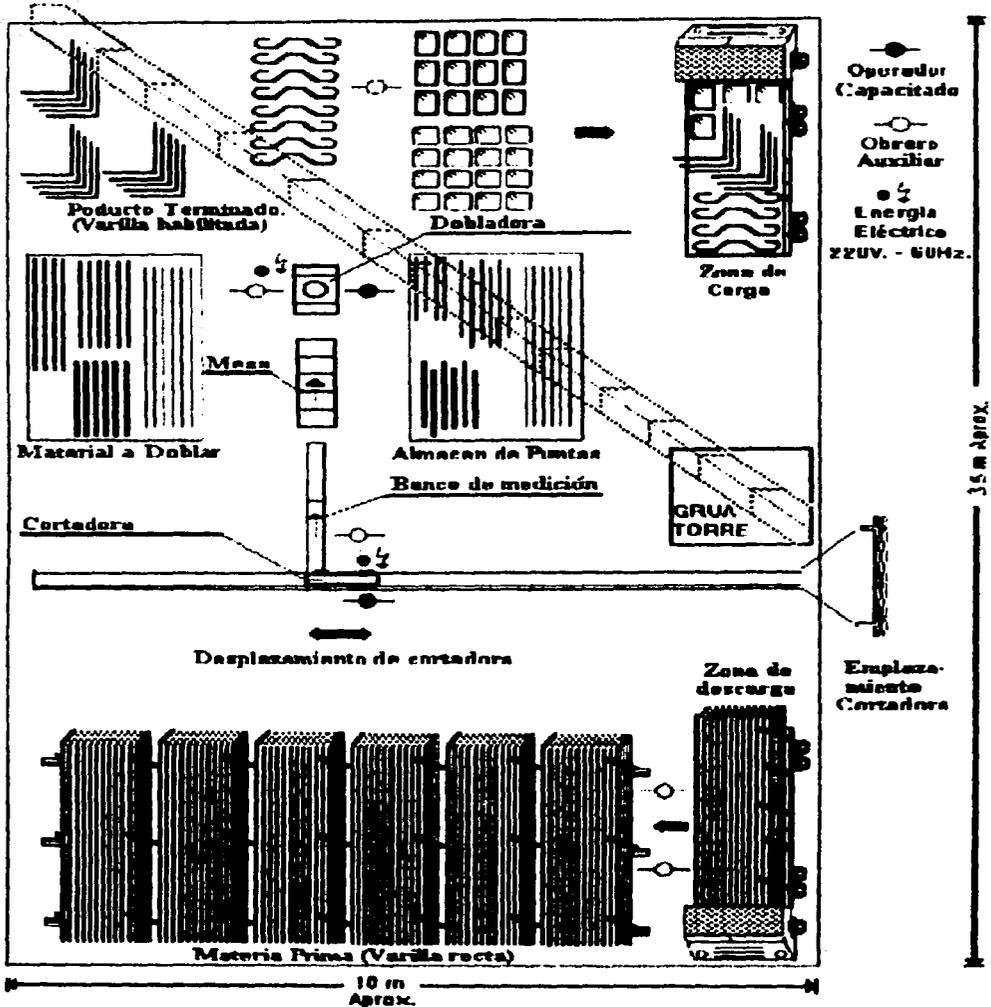


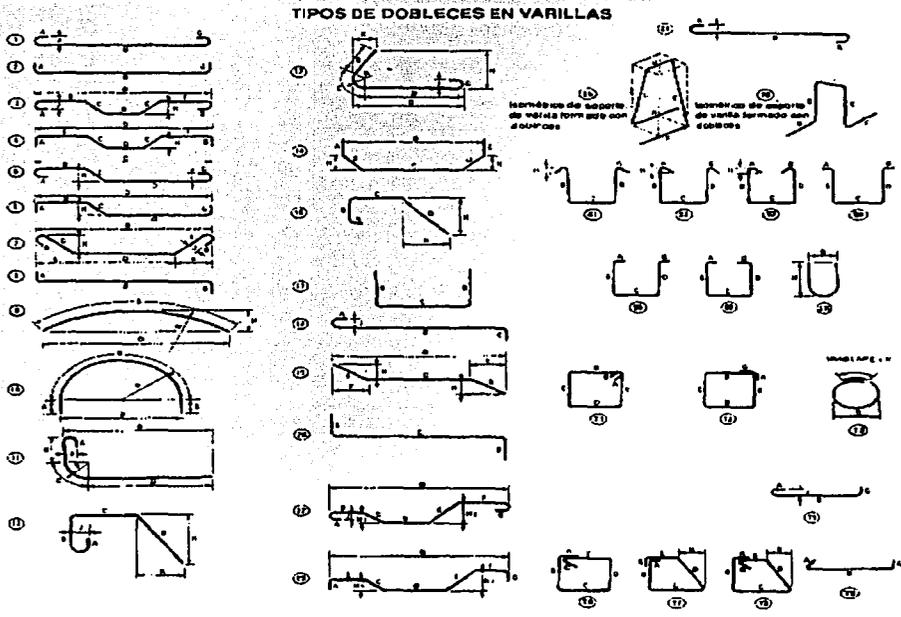
Figura IV.9 Centro de habilitado. (Cortesía de ESPAMEX.)

ESTRUC. CON FALLA DE ORIGEN

IV.5 DOBLADO DEL ACERO

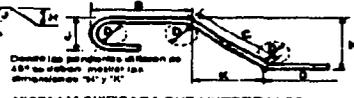
Las varillas corrugadas se doblan en frío o también puede ser necesario aplicarles calor para doblarlas, el doblado del acero de refuerzo que se realiza para elementos estructurales como por ejemplo acero longitudinal para columnas, donde se requiere cambios de tamaño, amarres, estribos, y espirales. Así como el refuerzo que se dobla para losas como ganchos, bayonetas, bastones, etc.

Las varillas para formar ganchos o terminales, cambios de dirección de las varillas que lo indican en los planos. Se doblan por medios mecánicos, tubos, grifa, dobladoras automáticas o por calentamiento, (Esto para las varillas que son iguales o mayores al número 8 (25.4 mm) de diámetro se pueden doblar con soplete o también llamado doblado en caliente con una temperatura que no sea mayor a 800° C.); Las varillas corrugadas se doblan o enderezan de manera cuidadosa con el fin de no dañarla, véase figura IV.10 tipos de dobleces en varillas.



NOTAS:

1. Todas las dimensiones son de extremo a extremo de varilla excepto A o G en gancho, estándar de 180° y 120°.
2. La dimensión de J en ganchos de 180° se muestra sólo cuando es necesario restringir el tamaño del gancho. De otro modo se utilizan ganchos ACI estándar.
3. Cuando J no es mostrada, se deberá mantener igual o menor que H para codos tipo 3, 9 y 22. Cuando J pueda exceder a H deberá mostrarse.
4. La dimensión H en estribos se debe mostrar cuando es necesario que quede dentro del concreto.
5. Cuando las varillas deban ser dobladas con mayor precisión que con tolerancias estándar de doblado, las dimensiones de doblado particulares deberán mostrar los límites requeridos.
6. Las siglas alfanuméricas en círculos indican los tipos de codo de varilla.
7. Para diámetros D recomendables de doblado, ganchos, etc. véanse las tablas en las páginas 5-4.
8. Tipos S1-S8, S11, T1-T3, T8-T9 sólo aplican a varillas del #3 al #8.
9. A menos que se especifique algo distinto, el diámetro D es el mismo para todos los dobleces y ganchos en una misma varilla (excepto para codos Tipo 11 y 13).



VISTA MAGNIFICADA QUE MUESTRA LOS DETALLES DEL DOBLADO DE VARILLAS

Figura IV.10 Tipos de dobleces en varillas tomadas del manual para habilitar acero de refuerzo para el concreto.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

IV.5.1 EQUIPO PARA DOBLAR ACERO DE REFUERZO

El equipo que se emplea para doblar la varilla puede ser desde una simple grifa con un tubo hasta una dobladora eléctrica como se muestra a continuación:

- **Dobladora de estribos.** Esta dobladora modelo DAE-16 como se ve en la figura IV.11, tiene la capacidad de fabricar de 700 a 1000 estribos en una hora, en dimensiones normales, puede fabricar toda clase de estribos, con los tres ángulos más usados de doblado 90°, 45° y 180°.



Figura IV.11 Dobladora de Estribos modelo DAE-16. (Cortesía de ESPAMEX.)

- **Dobladoras automáticas.** Estos tipos de maquinaria tienen dos velocidades de doblado, una rápida para diámetros pequeños y otra lenta para diámetros gruesos, con programación de tres ángulos distintos, rodillos abatibles, cuatro reglas desplegadas para mayor precisión. Cuenta también con un dispositivo especial para cuando se requiera doblar estribos circulares, estribos poligonales, curvados de varillas gruesas. Dobladuras dobles con reglas y brazo, véase la figura IV.12.

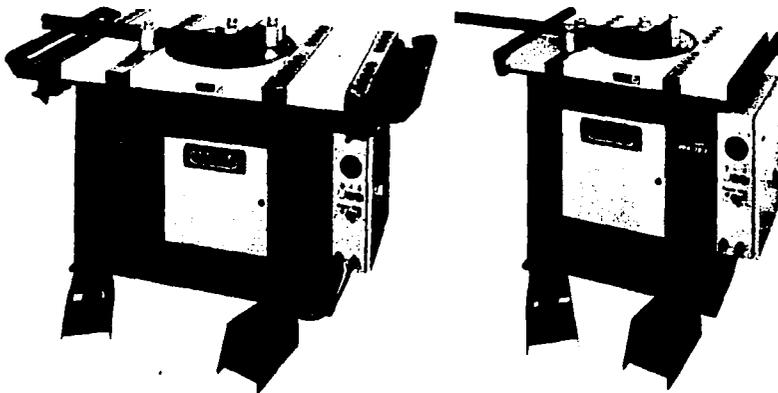


Figura IV.12 Dobladoras automáticas DAR-45 y DAR-35-S respectivamente. (Cortesía de ESPAMEX.)

- **Dobladora con programador electrónico.** Esta máquina puede doblar 300 figuras posibles, con diez ángulos de doblado, corrector de ángulo, contador de piezas dobladas, selección de ángulos por medio de clavijas y trabajo continuo para la producción de espirales véase figura IV.13.

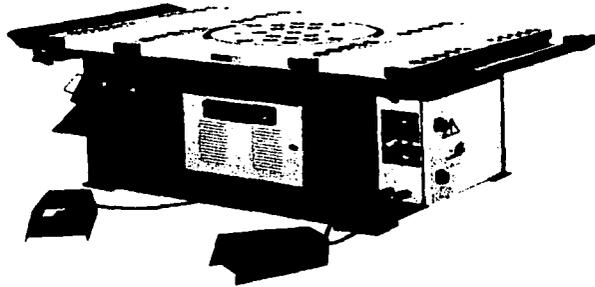


Figura IV.13 Dobladora con programador automático DAR-45-P. (Cortesía de ESPAMEX.)

- **Mesa para habilitar acero de refuerzo.** Para poder doblar y enderezar acero se puede utilizar una mesa de doblado, anclando o clavando en la superficie de estos tramos de varillas de diámetro pequeño para poder sujetar el tramo de varilla, con el tubo que se coloca en el extremo a doblar se le aplica una fuerza hasta alcanzar el ángulo que se requiere como se observa en la figura IV.14.

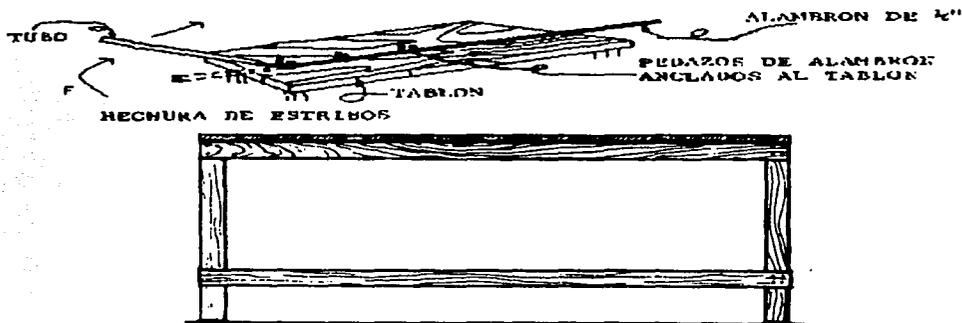


Figura IV.14 Mesa para habilitar acero de refuerzo.

- **Grifa.** Con esta herramienta, se puede sujetar y doblar con las boquillas que tiene en los extremos para varillas de 1/2", 3/8" y 1/4"; con la ayuda de un tubo se puede hacer el doblado o enderezado de varillas. La grifa es una herramienta muy usada en la obra para hacer dobleces en armados por colocar o que ya están colocados, véase la figura IV.15.

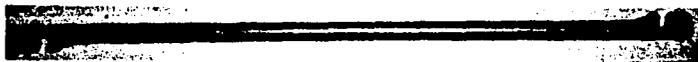


Figura IV.15 Grifa.

- **Tambo o muerto de concreto.** Esta hecho con un tambo de 200 litros, ahogando varillas en concreto para poder hacer los dobleces a las varillas como se ve en la figura IV.16.



Figura. IV.16 Tambo o muerto de concreto para el doblado de varilla.

IV.5.2 DOBLECES DEL REFUERZO

“El radio interior de un doblez no será menor que $f_y/60$ raíz cuadrada de f'_c por el diámetro de la barra doblada, a menos que dicha barra quede doblada alrededor de otra de diámetro no menor que el de ella, o se confine adecuadamente el concreto, por ejemplo mediante refuerzo perpendicular al plano de la barra. Además el radio de doblez no será menor que el que marca la respectiva norma (NOM), de las indicadas para la prueba de doblado. En la expresión anterior f_y y f'_c deben estar en kg/cm^2 .”

En todo doblez o cambio de dirección del acero longitudinal debe colocarse refuerzo transversal capaz de equilibrar la resultante de las tensiones y compresiones desarrolladas en barras, a menos que el concreto en sí sea capaz de ello”.²⁰

(Véase también las tablas de los tipos de dobleces y tolerancias estándar de fabricación doblado del CRSI que se mencionan en IV.5.3.)

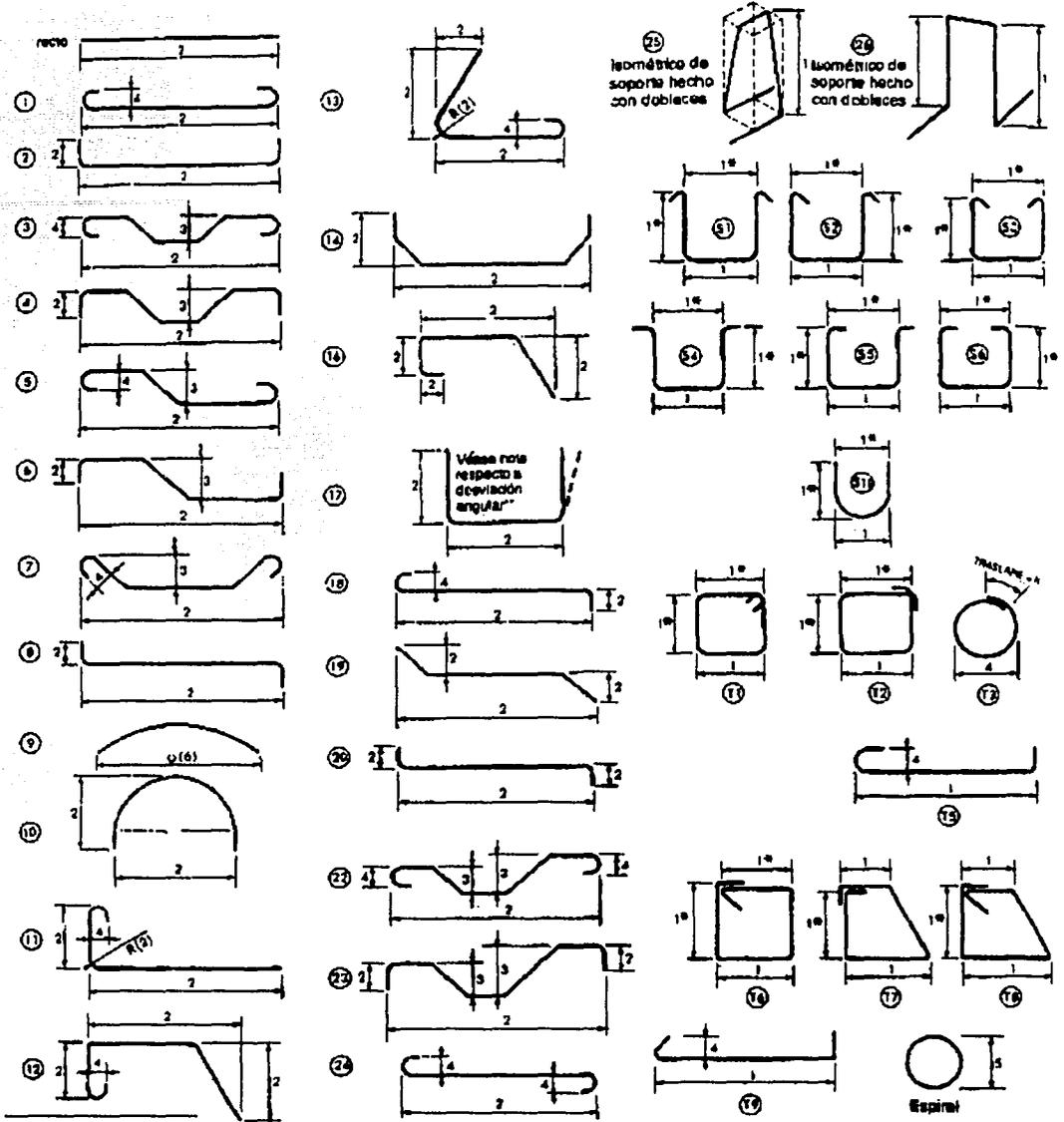
IV.5.3 TOLERANCIAS

Las tolerancias de fabricación estándar para las varillas dobladas o varillas rectas, deben de cumplir con las tolerancias de la Norma ACI-315 que se encuentran en las figuras IV.17 y IV.18 para tamaños estándar de fabricación.

²⁰ Departamento del Distrito Federal, “Normas Técnicas complementarias para diseño y construcción de estructuras de concreto”, Gaceta oficial del Departamento del Distrito Federal Núm. 48 México D.F. 26 de Noviembre de 1987. Pág.

FIGURA TOLERANCIAS ESTANDAR DE FABRICACION
Norma ACI (ACI 315)

Para tamaños de varilla del #3 al #11; véase la página 7-5 para los símbolos de tolerancia.

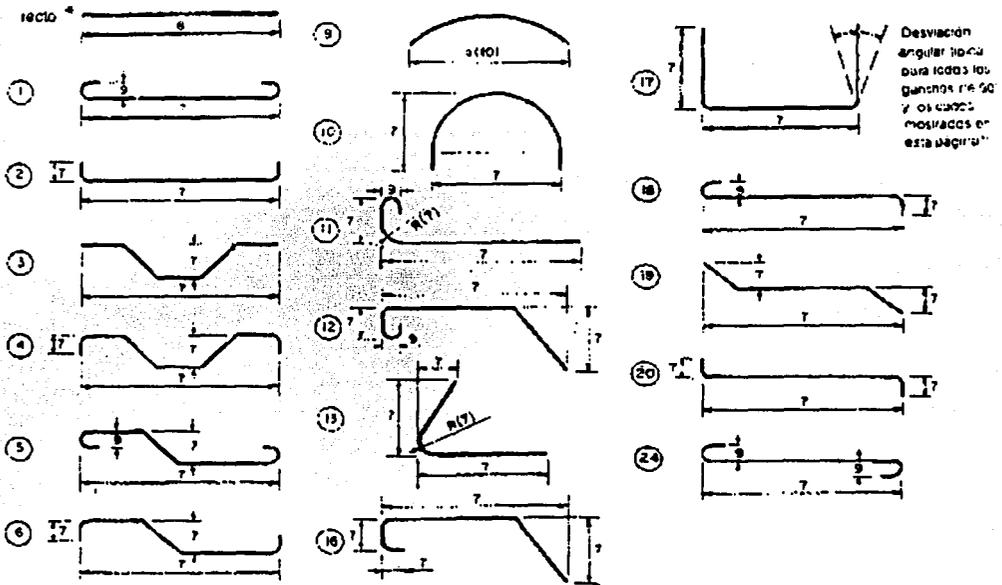


Todas las tolerancias son en un sólo plano como se muestran.
* Las dimensiones en esta línea deben estar dentro de las tolerancias indicadas, pero no deben diferir de la dimensión paralela opuesta más de 1/2".
** Desviación Angular - máximo $\pm 2 1/2''$ o $\pm 1/2''$ por pie, pero no menos de 1/2", para todos los ganchos y codos de 90°. Nueva línea de tolerancias para codos Tipo S1-66, S11, T1-T3, T5 --T9 aplican solamente a varillas del #3 al #6.

Figura IV.17 Tolerancias estándar de fabricación ACI-315.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

FIGURA TOLERANCIAS DE FABRICACION ESTANDAR
 Norma ACI 315
 Para tamaños de varilla del #14 y # 18



SIMBOLOS DE TOLERANCIA PARA VARILLAS DEL #3 AL #11

- 1 = Más o Menos 1/2" para varillas del # 3, # 4 y # 5 (longitud < 12'-0")
- 1 = Más o menos 1" para varillas del # 3, # 4 y # 5 (longitud ≥ 12'-0)
- 1 = Más o Menos 1" para varillas del # 6, # 7 y # 8
- 2 = Más o Menos 1"
- 3 = Más o Menos 1/2"
- 4 = Más o Menos 1/2"
- 5 = Más o Menos 1/2" para diámetros ≤ 30"
- 5 = Más o Menos 1" para diámetros > 30"
- 6 = Más o Menos 1.5% x dimensión "o", ≥ ± 2" mínimo***

SIMBOLOS DE TOLERANCIA PARA VARILLAS DEL #14 Y #18

	# 14	# 18
7 = Más o Menos	2 1/2"	3 1/2"
8 = Más o Menos	2"	2"
9 = Más o Menos	1 1/2"	2"
10 = Más o Menos 2% x dimensión "o", ≥	± 2 1/2" mín. ***	± 3 1/2" mín. ***

Todas las tolerancias son en un solo plano, como se muestran.

* Ambos extremos cortados con sierra-longitud total ± 1/2".

** Desviación Angular -máximo +/- 2 1/2° o +/- 1/2' pie en todos los ganchos y codos de 90°.

*** Si la aplicación de tolerancia positiva al Tipo 9 da como resultado una longitud de cuerda mayor o igual que la longitud del arco o de varilla, ésta se podrá embarcar recta.

Figura IV.18 Tolerancias de fabricación estándar. (ACI-315.)

IV.6 EMPAQUETADO DE VARILLAS

En el empaquetado de varillas se realiza juntando paquetes de varillas del mismo tamaño, ya sea que no estén dobladas o dobladas. También se puede hacer empaquetar según sea conveniente si la cantidad de varilla de diferente doblado, diámetro o largo es muy pequeña se pueden juntar. Otra forma que se puede empaquetar es si las piezas dobladas, longitudes o diámetros van a ser colocadas en los mismos elementos estructurales.

Embarques.- Hay dos diferentes tipos de embarque para las varillas empaquetadas que son: en obra o de campo y de fábrica.

Obra o campo.- Los embarques que son de campo o obra son varillas fabricadas en el mismo lugar, los embarques de varillas son muy pequeños los cuales se van haciendo según se van requiriendo en la obra para poder tener un fácil manejo de material.

Fábrica.- Los embarques de fábrica generalmente son de uno o más paquetes de varillas dobladas y varillas rectas que se cargan en el taller de habilitado para ser entregado en obra.

Amarres de los paquetes

Los amarres para los paquetes de varillas corrugadas y los embarques de varillas se hacen con alambres de calibre del número 9 para paquetes que son grandes y del número 12 para paquetes pequeños, con una separación o espaciamiento de los amarres de 10 a 15 pies. Estos amarres deben estar firmemente sujetos a los paquetes.

IV.7 ESTRIBOS

Los estribos son piezas de acero de refuerzo, fabricadas de una sola pieza o dos piezas con ganchos de 90° y 135° . Los estribos son de dos formas cerrados y abiertos cuando se muestran en los planos, el estribo abierto se puede cerrar uniendo dos estribos tipo S1, S2, S3, S4, S5, S6 Y S11 en U el cual tiene ganchos traslapados de 90° en los extremos. Los estribos cerrados de fabricación con ganchos estándar que son formados de una sola pieza tienen en una de sus esquinas ganchos traslapados de 135° como el tipo T1, el estribo tipo T2 tiene un gancho traslapado de 90° en una de sus esquinas que son más recomendables que los estribos abiertos en U, se amarran varillas longitudinales por lo menos una en cada esquina del estribo, estas varillas longitudinales pueden por lo menos del mismo diámetro del estribo. (Véase las figuras IV.10 de Tipos de dobleces y IV.17 Tolerancias de fabricación.)

IV.8 GANCHOS ESTANDAR

Los ganchos estándar o también conocidos como ganchos A o G, son de tres tipos, Ganchos de extremo en 180° y 90° , Estribos y ganchos de amarre 90° y Estribo gancho sísmico de 135° , por lo general se fabrican haciendo un doblez, deben de hacerse en forma semicircular considerando las longitudes de los diámetros como se indica a continuación:

“Doblez de 180° más extensión de 4 diámetros de la varilla pero no menor de 6.5 cm o 65 mm del extremo libre.

Doblez de 90° más una extensión de 12 diámetros de la varilla en el extremo libre.

En estribos y anillos, doblez de 90° + 20 diámetros de la varilla o de 135° más extensión de 10 diámetros (En estribos abiertos doblez de 90° o más extensión de 6 diámetros pero no menor de 6.5 cm, en anillos cerrados, doblez de 135° más 10 diámetros.)”²¹

(Véase la figura IV.19 de ganchos estándar.)

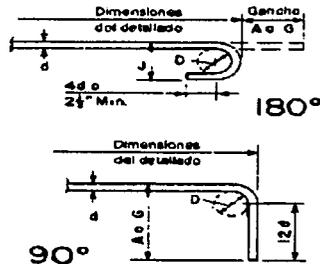
GANCHOS ESTANDAR

Todos los tamaños específicos aquí recomendados por el CRSI reúnen los requerimientos mínimos del ACI 318

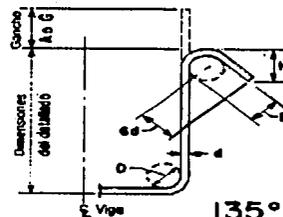
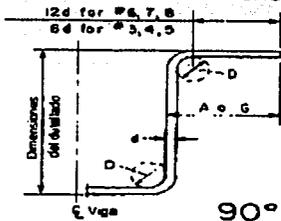
GANCHOS DE EXTREMO RECOMENDADOS
Todos los grados

D = Diámetro de doblez terminado

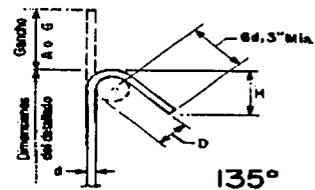
Tamaño de varilla	Gancho de 180°		Ganchos de 90°	
	D (pulg.)	A o G	J	A o G
# 3	2 1/4	5	3	6
# 4	3	7	4	8
# 5	3 3/4	7	5	10
# 6	4 1/2	8	6	10
# 7	5 1/4	10	7	1-2
# 8	6	11	8	1-4
# 9	6 1/2	1-3	11 3/4	1-7
# 10	10 3/4	1-5	1-1 1/4	1-10
# 11	12	1-7	1-2 3/4	2-0
# 14	18 1/4	2-3	1-9 3/4	2-7
# 18	24	3-0	2-4 1/2	3-5



ESTRIBOS Y GANCHOS DE AMARRE



135° ESTRIBO/ GANCHO SISMICO



ESTRIBOS SIMILARES
DIMENSIONES DE ESTRIBOS Y GANCHOS
Grados 40-50-60

Tamaño de varilla	D (pulg.)	Gancho de 90°		Gancho de 135°	
		Gancho A o G	Gancho A o G	H Aprox.	H Aprox.
# 3	1 1/2	4	4	2 1/2	3
# 4	2	4 1/2	4 1/2	3	3
# 5	2 1/2	6	5 1/2	3 3/4	3 1/4
# 6	4 1/2	1-0	8	4 1/2	4 1/2
# 7	5 1/4	1-2	9	5 1/4	5 1/4
# 8	6	1-4	10 1/2	6	6

135° DIMENSIONES ESTRIBO/GANCHO SISMICO
Grados 40-50-60

Tamaño de varilla	D (pulg.)	Ganchos de 135°	
		Gancho A o G	H Aprox.
# 3	1 1/2	4 1/4	3
# 4	2	4 1/2	3
# 5	2 1/2	5 1/2	3 1/4
# 6	4 1/2	8	4 1/2
# 7	5 1/4	9	5 1/4
# 8	6	10 1/2	6

NOTAS:

1. La dimensión J de los ganchos de 180° (tamaño #10, #11, #14 y # 18) y A o G (#14 y #18) han sido revisadas para reflejar las pruebas de investigación usando el criterio de doblez ASTM/ACI como mínimo.
2. Las tablas para estribos y ganchos han sido extendidas para incluir los tamaños #6, #7 y #8 para reflejar las prácticas de diseño usuales.

Figura IV.19 Ganchos estándar requeridos por el ACI-318.

²¹ González Sandoval Federico, “Manual de supervisión de obras de concreto”, México, Limusa, 1987, Pág. 56.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

IV.9 EMPALMES

Los empalmes de varillas para refuerzo para el concreto, son uniones o conexiones que permiten hacer extensiones de acero más largas que son requeridas. Esto solo cuando los largos del acero son cortos y son utilizados como vigas maestras. Los empalmes pueden ser: empalmes traslapados, empalmes soldados y empalmes con acopladores mecánicos, estos empalmes o uniones se muestran en los planos ubicándolos y detallándolos, para identificar los empalmes cuando son de compresión y tensión se representan en los planos con las letras "C" 25Ø y "T" 40Ø respectivamente. Los siguientes requerimientos para empalmes tomados del Manual de Supervisión de Obras de Concreto.

"Pueden ser traslapes, soldadura a tope o juntas mecánicas (Caldwell) y deberán mostrarse en los planos.

- Estas dos ultimas deben transmitir mínimo un 125% de la f_y de la barra y deben probarse.
- No usar traslapes en varillas mayores del número 11
- Evitar empalmes en secciones de máxima tensión.
- Si se cae en el caso anterior o si se traslapa más del 50% de barras de un tramo de 40 diámetros, aumentar la longitud del traslape a $1.7L_d$ o poner anillos muy próximos (L_d = longitud de desarrollo), véase NTC para concreto.
- No emplear con soldadura o juntas mecánicas más del 33% de barras en una misma sección a tensión. La separación entre secciones de empalme será por lo menos de 20 diámetros 60 cm.
- La longitud de traslapes a tensión $\geq 1.33 L_d$ y también $(0.01 f_y - 6)$ veces el diámetro.
- Longitud de traslape a compresión $\geq L_d$ y también $\geq (0.01 f_y - 10)$ veces el diámetro $0.007 f_y d_b$, y $\geq (0.13 f_y - 24) d_b$ ni menor de 30 cm. Si $f_c < 200 \text{ kg/cm}^2$, aumentar la longitud 20% a 33%.
- En paquetes, aumentar longitud de traslape un 20% para paquetes de 3 varillas y un 33% para paquetes de 4.
- Separación de las varillas en traslapes sin contacto $\leq 1/5$ de longitud de traslape o 15 cm."²²

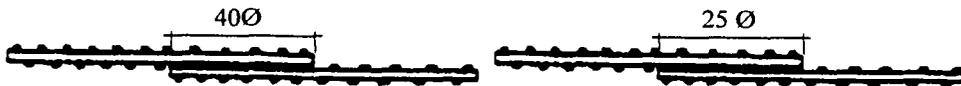


Figura IV.20 Empalme traslapado con un traslape mínimo de 40Ø a tensión y 25Ø a compresión.

IV.10 PAQUETES DE VARILLAS

Los paquetes de varilla son varillas que están unidas o atadas paralelamente unas con otras para que actúe como una sola varilla, esto es cuando se requiere de fuerte concentración del acero de refuerzo, los paquetes se forman con varillas corrugadas con un mínimo de dos varillas y un máximo de cuatro encerrándolas y amarrándolas en estribos, los paquetes dan ventaja de ahorrar espacio en el elemento estructural, permite que no se atore el concreto al momento de vaciarlo, mayor capacidad de resistencia del elemento estructural, localización

²² González Sandoval Federico, "Manual de supervisión de obras de concreto", México, Limusa, 1987, Pág. 60.

del acero empleado, menor número de amarres laterales. Esto de acuerdo con las Normas Técnicas Complementarias para Construcción de Estructuras de Concreto para determinar la separación mínima entre paquetes, cada uno se tratará como una barra simple de igual área transversal que la del paquete.

Restricciones del reglamento "Las varillas del número 14 y del 18 no pueden colocarse en paquetes cuando se unen en vigas y trabes.

1. Si cada varilla de un paquete se corta dentro del claro, los puntos de corte deben estar distanciados por lo menos 40 diámetros de la varilla.
2. Solo debe haber un máximo de dos varillas en paquete en cada plano (tres o cuatro varillas adyacentes en un plano no se consideran como varillas en paquete.)
3. Para el espaciamiento y el recubrimiento libre mínimo, una unidad de varillas en paquete deberá tratarse como si fuera una sola varilla, con un área equivalente al área total de todas las varillas del paquete. Los diámetros equivalentes de paquetes de varillas se dan en la tabla IV.1.
4. Pueden agruparse en paquete un máximo de cuatro varillas figura IV.21.
5. Los paquetes de varillas se deben confinar dentro de los estribos o anillos".²³



Figura IV.21 Formas de paquetes para varillas de refuerzo. (ACI-318-89-95.)

Tabla IV.1 Diámetros equivalentes de paquetes de varillas en cm. (ACI-318-95.)

Tamaño de varilla	Diámetro de la varilla	2 Diámetros de la varilla	3 Diámetros de la varilla	4 Diámetros de la varilla
# 6	1.9	1.06	3.3	3.81
# 7	2.22	3.14	3.83	4.44
# 8	2.54	3.6	4.41	5.1
# 9	2.8	4.06	4.95	5.74
#10	3.22	4.57	5.68	6.45
#11	3.6	5.05	6.19	7.16
#14	4.3	6.07	7.44	8.61

Paquetes NTC

"Las barras longitudinales pueden agruparse formando paquetes con un máximo de dos barras cada uno en columnas y de tres vigas, con la salvedad expresada en 5.2.2 de las NTC, la sección donde se corte una barra de un paquete en el claro de una viga no distara de la sección de corte de otra barra menos de 40 veces el diámetro de la más gruesa de las dos. Los paquetes se usarán solo cuando queden alojados en un ángulo de los estribos. Para determinar la separación mínima entre paquetes, cada uno se considera como una barra simple de igual área transversal que la del paquete. Para calcular la separación del refuerzo

²³ Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto (IMCYC), "Diseño de estructuras de concreto conforme al reglamento ACI-318-95", 1ª ed; México, IMCYC, 1995, Pág.

transversal, rige el diámetro de la barra más delgada del paquete, los paquetes de barras deben amarrarse firmemente con alambre”.²⁴

IV.11 DETALLADO

Para detallar el acero debe mostrarse las especificaciones del plano y con las dimensiones a escala de los detalles, especificando en cada extremo de las columnas, losas, cimientos, dalas, trabes, anclajes, etc. Para poder saber las dimensiones exactas de las varillas que se van a ocupar y detallar, como los codos, longitudes de corte, de doblado, traslapes, tipo de ganchos A o G, para detallar acero de refuerzo véase las figuras IV.10 de tipos de dobleces, IV.17, IV.18 tolerancias de fabricación y IV.19 ganchos estándar del **CRSI**. Para el caso de detallar de la malla se señala las dimensiones y donde se va a colocar si se necesita traslapar o se requieren ganchos para anclaje.

IV.12 VARILLAS RECUBIERTAS

Cuando se indican en los planos de colocar varillas recubiertas con protección contra la oxidación como recubrimiento epóxico o recubiertas de zinc también conocidas como galvanizadas. Las varillas recubiertas que son detalladas con las que no están recubiertas, se identifican como lo marca el ACI-315 de la forma siguiente:

“Las varillas recubiertas con alguna señal como un sufijo (E) o (G) o un asterisco y con una nota en la que se establezca que todas las varillas de refuerzo marcadas estén recubiertas con epóxico o galvanizadas. Las varillas de refuerzo con recubrimiento epóxico que aparecen junto con las varillas sin recubrir en los programas o listas de materiales también deben marcarse con (E) o con un asterisco. La designación (G) es apropiada para varillas de refuerzo galvanizadas”.²⁵

IV.12.1 REPARACION DE VARILLAS RECUBIERTAS

Cuando se efectúa daños alas varillas recubiertas debido al corte, doblado, empalmes, etc. Se repara el revestimiento con resina epóxica y galvanizado.

“Los daños en el revestimiento debidos al manejo, embarque y colocación no necesitan repararse en aquellos casos en donde las áreas dañadas sean 64.5 mm^2 o menores. Las áreas de mayor tamaño deben repararse (de acuerdo con las recomendaciones del fabricante del material); La cantidad máxima de daño, incluyendo las áreas reparadas y no reparadas, procurando evitar de exceder del 2% del área de la superficie de cada varilla”.²⁶

²⁴ Departamento del Distrito Federal, “Normas Técnicas Complementarias Para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto”, Gaceta Oficial del Departamento del Distrito Federal Núm.48, México D.F. 26 de Noviembre de 1987.

²⁵ Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, “Detalles y detallado del acero de refuerzo del concreto ACI-315”, México, IMCYC, 1992, Pág. 47.

²⁶ Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, “Especificaciones para el concreto estructural en edificaciones ACI-301-89”, 1ª ed. México, IMCYC, 1994, Pág. 30.

IV.13 ESPIRALES (ZUNCHO) NTC

“El refuerzo transversal de una columna zunchada debe ser una hélice continua de paso constante. El porcentaje volumétrico del refuerzo helicoidal, p' no será menor que

$$0.45 \left[\frac{A_g}{A_c} - 1 \right] f'_c / f_y \text{ ni que } 0.12 f'_c / f_y$$

Donde:

Ac: área transversal del núcleo, hasta la circunferencia exterior de la hélice.

Ag: área trasversal de la columna.

Fy: esfuerzo de fluencia del acero de la hélice.

El acero de la hélice no debe ser de grado mayor que el 42.

El claro libre entre dos vueltas consecutivas no será mayor que una vez y media el tamaño máximo del agregado, ni mayor de 7 cm.

Los traslapes tendrán una vuelta y media. Las hélices se anclarán en los extremos de la columna mediante dos vueltas y media”.²⁷

“Según el ACI-318-89 el espaciamiento libre entre las vueltas de la espiral no debe exceder de 7.5 cm ni ser menos que 2.5 cm o 1.33 veces el tamaño máximo del agregado grueso empleado. Las espirales deben estar provistas de 1.5 vueltas adicionales tanto arriba como abajo. Cuando sea necesario empalmar una espiral, se hará mediante soldadura o con un empalme traslapado a tensión no menor de 30 cm.

Las espirales se usan principalmente para columnas, pilas, cajones de cimentación, pilotes”.²⁸

A continuación se presentan en la tabla IV.2 los diámetros mínimos de espirales estándar y diámetros mínimos considerados de falla, para varios tamaños de varillas en espiral.

Tabla IV.2 Diámetros mínimos de espirales estándar. (ACI-318-89.)

Diámetro de la varilla en espiral. Pulgadas	Diámetro exterior mínimo que puede formarse. Centímetros.	Diámetro exterior mínimo de espiral de falla, centímetros
3/8	23	35
1/2	30	45
5/8	38	61
3/4 (especial)	76	-

²⁷ Departamento del Distrito Federal, “Normas Técnicas Complementarias Para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto”, Gaceta Oficial del Departamento del Distrito Federal, Núm.48, México D.F. 26 de Noviembre de 1987.

²⁸ Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, “Detalles y detallado del acero de refuerzo del concreto ACI-315”, México, IMCYC, 1992, Pág. 27.

IV.14 ESPACIAMIENTO O SEPARACION DE VARILLAS

El espaciamiento es la separación libre que hay de una varilla a otra varilla. Este espaciamiento puede ser mínimo o máximo como lo marca el reglamento de construcciones ACI-318, para los límites para el espaciamiento del refuerzo.

IV.14.1 ESPACIAMIENTO MINIMO

“Los requisitos de espaciamiento de distancia libre entre las varillas son los siguientes: para elementos con varillas paralelas en una capa, no menor que el diámetro de una varilla ni menor que 2.5 cm; para el refuerzo colocado en dos o más capas, las varillas deberán estar exactamente una sobre otra, con un espacio libre vertical de 2.5 cm por lo menos. Para elementos de compresión reforzados con zuncho y anillos, la distancia libre entre varillas longitudinales no debe ser menor de $1\frac{1}{2}$ diámetros nominales de la varilla confinada, ni menos de 3.8 cm. Es necesario observar que estos requisitos de espaciamiento también se aplican en la distancia libre entre las varillas en paquete. Asimismo es preciso tener en cuenta que los requisitos del espaciamiento basados en el tamaño de los agregados pueden aplicarse en este caso”.²⁹

IV.14.2 ESPACIAMIENTO MAXIMO

“En los muros y en las losas que no sean nervaduras, el refuerzo principal por flexión no debe espaciarse más de tres veces el espesor del muro o losa, ni más de 45 cm”.³⁰

“El máximo tamaño nominal de los agregados no debe ser de más de una quinta parte de la dimensión más angosta entre los lados de la cimbra, de un tercio de la profundidad de las losas, ni de tres cuartas partes de la separación mínima entre las varillas de refuerzo”.³¹

IV.15 AMARRES

El alambre que es utilizado para amarrar acero de refuerzo tiene que ser de alambre recocado. Cuando las varillas no están con protección anticorrosiva se recomienda no empalmar o unir con acero que no tenga recubrimiento ver figura IV.22 y IV.23.



Figura IV.22 Amarres de varillas con alambre recocado.

²⁹ Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, “Diseño de Estructuras de Concreto Conforme al Reglamento ACI-318-89”, 1ª ed; México, IMCYC, 1995, Pág.3-5.

³⁰ Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, “Diseño de Estructuras de Concreto Conforme al Reglamento ACI-318-89”, 1ª ed; México, IMCYC, 1995, Pág.3-5.

³¹ Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, “Especificaciones para el Concreto Estructural en Edificaciones ACI-301-89”, 1ª ed; México, IMCYC, 1994, Pág.18.



Figura IV.23 Alambre recocido del número 16 y 18 para amarrar acero de refuerzo.

El espaciamiento entre amarres que se hacen en un elemento estructural depende principalmente de la longitud, tamaño de la varilla, separación de estribos y separación de varillas longitudinales como transversales. Se pueden hacer amarres adicionales como en empalmes, codos, etc. A una distancia no mayor que 15 cm o 3 amarres que no estén muy separados.

IV.16 VARILLAS POR TEMPERATURA

Las varillas que se requieren por contracción y temperatura al refuerzo principal a flexión, para losas de techo y pisos estructurales que no estén apoyados sobre el suelo, se proporciona solamente cuando este incluido en el contrato o le señala el plano en dado caso si en el plano no se indica la cantidad se calcula para losas en una sola dirección las cantidades mínimas según el ACI 318-95 son las siguientes:

1. 0.0020 para varillas corrugadas grado 28 y 35.
2. 0.0018 para varillas corrugadas grado 42 o malla de alambre soldado.
3. 0.0018 x 4220/fy para el acero de refuerzo con resistencia a la fluencia mayor de 4220 kg/cm², pero no menos de 0.0014.

“El refuerzo por temperatura no debe estar espaciado a más de cinco veces el espesor de la losa ni a más de 18”(45 cm); Las varillas de apoyo, adecuadamente traslapadas pueden servir como parte del refuerzo por temperatura requerido”.³²

IV.17 SOLDADURA DE VARILLAS

Cuando se requiere soldar varillas de refuerzo, estas deben de ser las fabricadas bajo la norma NOM-B-457-1989 o su equivalente a la norma (ASTM) American Society for Testing and Materials ASTM-A-706 “Low Alloy Steel Deformed Bars For Concrete Reinforcement”. Varillas corrugadas de baja aleación de grado 42, por lo regular se fabrica solo bajo pedido especial. Para el uso en todas las estructuras de concreto reforzado bajo el riesgo de sismo y el cual vaya a requerir soldadura de gran tamaño, el contenido de carbono de esta varilla es muy importante para poder ser soldada y no se pierda su ductilidad, evita

³² Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, Manual para Habilitar Acero de Refuerzo para el Concreto “Espaciamiento, Doble, Separadores, Soportes (silletas y Calzas)”, México, IMCYC, 1994, Pág. 5-5.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

el agrietamiento al ser soldadas, su contenido de carbono equivalente (C.E.); Esta limitado al 30% cuando el contenido de carbono es mayor al 35% puede ser inapropiada para soldar.

La soldabilidad no forma parte de estas normas NOM-B-457-1988 y su equivalente ASTM A-706. cuando sea necesario soldar varilla de bajo contenido de carbono debe basarse en la Norma Oficial Mexicana NOM-H-121-1988 "Procedimiento de soldadura estructural-acero de refuerzo" o por el reglamento de la "American Welding Society AWS D 1.4 "Strutural Welding Code Reinforcing Steel" (Sociedad Americana de Soldadura.)

IV.17.1 UNIONES SOLDADAS

La soldadura que es usada en la construcción ya sea en campo o en taller donde se requiere hacer uniones a la varilla son:

soldadura usada en	}	Traslapes Empalmes Dispositivos para unir acero Anclas y detalles de anclaje Así como otro tipo de soldadura, etc.
--------------------------	---	--

El metal a usar o también conocido como metal conocido como acero base debe de ser acero procedente de lingote, acero de riel, acero de ejes y acero de baja aleación, ésta última tiene mejor soldabilidad que las anteriores.

Para soldar hay diferentes procesos que a continuación mencionaremos:

Procesos de soldadura	}	Soldadura por arco con electrodo metálico recubierto (SMAW.) Soldadura por arco con alambre continuo protegido con gas (GMAW.) Soldadura por arco con electrodo tubular continuo (FCAW.) Soldadura con gas a presión (PGW) o soldadura aluminotermia. U otro método para soldar.
-----------------------------	---	--

Los esfuerzos permisibles por la norma NOM-H-121-1988, para las varillas soldadas para trabajar a tensión, compresión con bisel, ranura en V, y soldada a tope por aluminotermia, deben de ser aproximadamente igual a los mismos esfuerzos unitarios de una varilla normal. Siempre y cuando el metal de aporte tenga como mínimo una resistencia igual a la del metal a soldarse.

Tipos de uniones

Los tipos de uniones que se utilizan son: uniones a tope directas, uniones a tope indirecta y uniones soldadas traslapadas.

Uniones a tope directo

Son la unión de dos varillas cuyos ejes de la varilla son aproximadamente colineales, cuando las varillas son del mismo diámetro, en la unión a tope directa el área efectiva de

soldadura en la unión es igual a área nominal de la sección transversal de la varilla. Cuando se requieren soldar varillas de diferentes diámetros, el área de soldadura en la unión es igual al área nominal de la sección transversal de la varilla de menor diámetro, Preferibles para varillas del #6 y menores.

Soldadura de ranura en "V" abocinadas y bisel abocinada ya sea sencilla o doble ya sea con un bisel de 45° y 60° en cada varilla, el área de soldadura = longitud de soldadura total por el espesor de garganta efectiva. La longitud de soldadura mínima efectiva en uniones soldadas de ranura en "V" abocinada o de bisel abocinado, se considera 2 veces el diámetro en varillas de diferente tamaño la de menor diámetro.

Unión a tope indirecta

En la unión a tope indirecta entre dos varillas, los ejes están aproximadamente colineales, el tipo de unión que se utiliza para tope indirecto es por soldadura de ranura en "V" abocinada o doble bisel abocinada, se puede unir con otro metal ya sea varillas, ángulo, plancha y perfil. Como hemos dicho anteriormente la resistencia de una varilla soldada debe de tener una resistencia igual al mínimo de una varilla normal. Se limitan a las varillas del número 6 y menores según la norma AWS.

Empalme a tope directo

Para las barras del número 8 en adelante se utiliza media caña de respaldo, con una garganta simple en V o bisel como lo sugiere la norma NOM-H-121-1988.

Unión traslapada

Traslapada directa. Es la forma de unir dos varillas cuyos ejes son paralelos aproximadamente encontrándose en el mismo plano, las varillas al estar en contacto se unen por soldadura de ranura en "V" abocinada ya sea sencilla o doble.

Traslapada indirecta. Es la forma de unir dos varillas cuyos ejes están paralelos aproximadamente en el mismo plano, pero al ser soldadas deben estar separadas a al material en que va ser unido, con soldadura de ranura abocinada sencilla.

Nota: Para ver el tipo de unión en soldaduras véase el anexo V.

IV.17.2 TEMPERATURA

Para el (C.E.) se entra en la tabla IV.3 para saber la temperatura mínima de precalentamiento, esta temperatura es de la barra antes de ser soldada, para enfriarla debe ser a temperatura normal o ambiente.

IV.18 COLOCACION DEL REFUERZO

El acero de refuerzo se coloca y se amarra en los sitios y posiciones como lo señala el plano de diseño y en los detalles del mismo, con las separaciones de estribos, amarres de varillas,

acero longitudinal, bayonetas, diámetro del acero, número de varillas, traslapes, ganchos.

Nota:

Antes de colar el concreto se revisa que el acero este libre de polvo, aceite, grasa, lodo u otros agentes que no permitan su buena adherencia al concreto.

Tabla IV.3 Temperaturas mínimas de precalentamiento y pasos. (2)

C.E. (%)	Tamaño De la varilla	Soldadura por arco con: Electrodos recubiertos de bajo hidrógeno (SMAW) o con electrodo continuo y gas suministrado (GMAW: MIG O CO ₂); o con electrodo continuo y fundente en el alma (FCAW)	
		°F	°C
0.40 MAX.	Hasta # 11	Ninguna (1)	
	12	50	10
0.41-0.45	Hasta # 11	Ninguna (1)	
	12	100	38
0.46-0.55	Hasta # 6	Ninguna (1)	
	7 a 11	50	10
	12	200	93
0.56-0.65	Hasta # 6	100	38
	7 a 11	200	93
	12	300	149
0.66-0.75	Hasta # 6	300	149
	7 a 12	400	204
Arriba de 0.75	Hasta # 9	500	250
	10 a 12	Usar procedimiento térmico o de gas a presión (no soldar por arco)	

(1) Cuando el metal base está a menos de 32°F (0°C), precalentarlo a por lo menos 70 °F (21°C)

(2) No soldar cuando la temperatura ambiente esté a menos de 0°F (-18°C)

IV.19 ANCLAJES

Requisitos complementarios de anclaje, los siguientes requisitos deben respetarse:

- I. "En extremos libremente apoyados se prolongara, sin doblar hasta dentro del apoyo, cuando menos la tercera parte del refuerzo de tensión para momento positivo. En extremos continuos se prolongará la cuarta parte.
- II. Cuando el elemento en flexión es parte de un sistema destinado a resistir fuerzas laterales accidentales, el refuerzo positivo que se prolongue dentro del apoyo debe anclarse de modo que pueda alcanzar su esfuerzo de fluencia en la cara del apoyo; al menos la tercera parte del refuerzo negativo que se tenga en la cara de un apoyo se prolongara más allá del punto de inflexión una longitud no menor que un peralte efectivo, ni que $12 d_b$ ni que un dieciseisavo del claro libre".³³

(d_b = diámetro de una barra.)

³³ Departamento del Distrito Federal, "Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto", Gaceta Oficial del Departamento del Distrito Federal Núm.48, México D.F. 26 DE Noviembre de 1987.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

IV.19.1 ANCLAJE DEL REFUERZO TRANSVERSAL

“El refuerzo en el alma debe llegar tan cerca de las caras de compresión y tensión como lo permitan los requisitos del recubrimiento y la proximidad de otro refuerzo.

Los estribos deben rematar en una esquina con dobleces de 135° seguidos en tramos de no menos 10 diámetros de largo. En cada esquina del estribo debe quedar por lo menos una barra longitudinal, los radios de dobles deben de cumplir con los requisitos de figura IV.10 dobleces del refuerzo y figura IV.19 de Ganchos estándar.

Las barras longitudinales que se doblen para actuar como refuerzo en el alma deben continuarse como refuerzo longitudinal cerca de la cara opuesta si esta zona está a tensión, o prolongarse una longitud L_d mas allá de la media altura de la viga si dicha zona esta a compresión”.³⁴

IV.19.2 ANCLAJE DE MALLA DE ALAMBRE SOLDADO

“Se supondrá que un alambre pueda desarrollar su esfuerzo de fluencia en una sección si a cada lado de esta se ahogan en el concreto cuando menos dos alambres perpendiculares al primero, distando el más próximo no menos de 5 cm de la sección considerada. Si solo se ahoga un alambre perpendicular a no menos de 5 cm de la sección considerada, se supondrá que se desarrolla la mitad del esfuerzo de fluencia”.³⁵

IV.20 RECUBRIMIENTO

Debido a que el acero necesita un recubrimiento para protegerse de agentes nocivos después de ser colado, en las Normas Técnicas Complementarias nos proporcionan que recubrimiento mínimo adecuado que debe de llevar un elemento estructural es el siguiente:

“En elementos no expuestos a la intemperie, el recubrimiento libre de toda barra de refuerzo o tendón de preesfuerzo no será menor que su diámetro, ni menor que lo señalado a continuación:

En columnas y trabes, 2.0 cm; en losas 1.5 cm, y en cascarones, 1.0 cm. Si las barras forman paquetes, el recubrimiento libre, además, no será menor que 1.5 veces el diámetro de la barra más gruesa del paquete.

En elementos estructurales colados contra el suelo, el recubrimiento libre mínimo, además de cumplir con los requisitos anteriores, será de 5 cm si no se usa plantilla, y de 3 cm si se usa plantilla.

³⁴ Departamento del Distrito Federal, “Normas Técnicas Complementarias Para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto”, Gaceta Oficial del Departamento del Distrito Federal Núm.48, D.F. 26 de Noviembre de 1987.

³⁵ Departamento del Distrito Federal “Normas Técnicas Complementarias Para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto”, Gaceta Oficial del Departamento del Distrito Federal Núm.48, D.F. 26 de Noviembre de 1987

En elementos prefabricados que no van a quedar expuestos a la intemperie, el recubrimiento libre del esfuerzo sin presforzar no será menor que 1.5 cm, ni que el diámetro de la barra o que 1.5 veces el diámetro de la barra más gruesa del paquete, en su caso; en losas y cascarones prefabricados puede ser no menor que 1.0 cm ni que el diámetro de la barra.

En elementos estructurales que van a quedar expuestos a la intemperie, se duplicarán los valores de los párrafos anteriores.

Los recubrimientos antes señalados se incrementarán en miembros expuestos a agentes agresivos (ciertas sustancias, o vapores industriales, terreno particularmente corrosivo, etc.)³⁶

³⁶ Departamento del Distrito Federal, "Normas Técnicas Complementarias Para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto", Gaceta Oficial del Departamento del Distrito Federal Núm.48, D.F. 26 de Noviembre de 1987

CAPITULO V ANALISIS Y COSTOS

V.1 COSTOS BASE DE MATERIALES.

A continuación se presentan los catálogos de insumos de materiales de acero a precio del año 2001 que se utilizaron para el análisis de costos.

Tabla V.1 Catálogos de insumos de aceros de refuerzo P.U. 2001. (BIMSA.)

Clave	Descripción Aceros corrugados, lisos y prefabricados.	Unidad	Tipo de Insumo	Precio Unitario 2001
	Alambrón ¼" No 2	Ton	Materiales	4.173.91
	Armex 15 x 15.4	ml	Materiales	6.83
	Armex 15 x 20.4	ml	Materiales	7.25
	Armex 15 x 25.4	ml	Materiales	8.11
	Armex 15 x 30.4	ml	Materiales	8.60
	Armex 15 x 12.4 tramos de 6.0 ml	ml	Materiales	6.96
	Armex 15 x 15.3 tramos de 6.0 ml	ml	Materiales	5.95
	Escalericilla p /muro de 10 cm e-10	Pza	Materiales	4.89
	Escalericilla p /muro de 15 cm e-15	Pza	Materiales	4.89
	Escalericilla p /muro de 12 cm e-12	ml	Materiales	1.63
	Malla electrosoldada 6 x 6 10/10 200m ²	m ²	Materiales	7.22
	Malla electrosoldada 6 x 6 6/6 hoja 15m ² o 100m	m ²	Materiales	10.29
	Malla electrosoldada 6 x 6 4/4	m ²	Materiales	13.87
	Malla electrosoldada 6 x 6 8/8 100m ²	m ²	Materiales	8.23
	Varilla 1 ½" No. 10	Ton	Materiales	3,913.04
	Varilla 1" No. 8	Ton	Materiales	3,913.04
	Varilla ½" No. 4	Ton	Materiales	3,913.04
	Varilla ¾" No. 6	Ton	Materiales	3,913.04
	Varilla 3/8" No. 3	Ton	Materiales	3,913.04
	Varilla 5/8" No. 5	Ton	Materiales	3,913.04
	Varilla 1 ½" No. 12	Ton	Materiales	3,913.04

Tabla V.1.1 Catálogos de insumos de aceros de refuerzo REACERO. (BIMSA.)

Clave	Descripción Prefabricados	Unidad	Tipo de Insumo	Precio unitario 2001
	Castillo 15 x 15 x 4 cm con acero de 6 mm ¼"	ml	Materiales	10.53
	Castillo electrosoldado 15 x 20 x 4 ¼	ml	Materiales	10.98
	Castillo electrosoldado 15 x 25 x 4 ¼	ml	Materiales	12.29
	Castillo electrosoldado 15 x 30 x 4 ¼	ml	Materiales	13.02
	Castillo electrosoldado 12 x 12 x 4 ¼	ml	Materiales	10.53
	Castillo electrosoldado 12 x 20 x 4 ¼	ml	Materiales	10.98
	Castillo electrosoldado 10 x 10 x 3 ¼	ml	Materiales	8.16
	Castillo electrosoldado 12 x 12 x 3 ¼	ml	Materiales	8.66
	Castillo electrosoldado 15 x 15 x 3 ¼	ml	Materiales	9.01
	Castillo electrosoldado 15 x 2 ¼	ml	Materiales	5.15
	Castillo electrosoldado 12 x 2 ¼	ml	Materiales	4.98
	Malla soldada 66-44	m ²	Materiales	14.35
	Malla soldada 66-66	m ²	Materiales	11.0
	Malla soldada 66-88	m ²	Materiales	9.0
	Malla soldada 66-1010	m ²	Materiales	7.0
	Varilla ½" fy = 6000	kg	Materiales	8.27
	Varilla 3/16" fy = 6000	kg	Materiales	9.03
	Varilla 5/32" fy = 6000	kg	materiales	9.89

Tabla V.1.2 Catálogos de insumos aceros lisos, clavos y alambre. (BIMSA.)

Clave	Descripción Aceros lisos para amarre	Unidad	Tipo de insumo	Precio unitario
	Alambre recocido cal. 16	Ton	Materiales	4,780.00
	Alambre 12 pulido	Ton	Materiales	11,203.50
	Alambre 4 pulido	Ton	Materiales	8,127.00
	Alambre 8 pulido	Ton	Materiales	8,127.00
	Alambre recocido cal. 16 pulido	Ton	Materiales	9,145.50
	Alambre recocido cal. 18	Kg	Materiales	7.82

V.2 COSTO BASE DE EQUIPO

La siguiente tabla muestra los precios unitarios de cada herramienta y máquina que se utilizaron en el análisis de costo-horario y costo-directo.

Tabla V.2 Costo base de equipos, costo de adquisición sin IVA. (BIMSA.)

Clave	Descripción Herramienta Manual	Unidad	Tipo de insumo	Precio unitario 2001
	Dobladora de varilla de ¾"	Pieza	Equipo	\$1390
	Cortadora de varilla de ¾"	Pieza	Equipo	\$1550
	Cuchillas para cortadora	Juego	Equipo	\$300
	Segueta	Pieza	Equipo	\$10
	Tambo de 200 litros	Pieza	Equipo	\$300
	Grifa	Pieza	Equipo	\$99
	Gancho	Pieza	Equipo	\$25

Tabla V.2.1. Costo base de equipos, costo de adquisición. (BIMSA.)

Clave	Descripción Equipo menor Espamex	Unidad	Tipo de insumo	Precio unitario 2001
	Cortadora eléctrica CRM 45 de 1¼"	Pieza	Equipo	\$153,600.00
	Cortadora eléctrica CRM 35 de 1"	Pieza	Equipo	\$108,400.00
	Cortadora eléctrica CRM 55 de 1½"	Pieza	Equipo	\$235,800.00
	Dobladora eléctrica DAR 35 de 1"	Pieza	Equipo	\$99,200.00
	Dobladora eléctrica DAR 55 de 1½"	Pieza	Equipo	\$207,200.00

V.3 GRUPOS DE TRABAJO

Los grupos o cuadrillas de trabajo en la construcción están compuestos como se ve en la tabla siguiente:

Tabla V.3 Grupos de trabajo.

Grupo	Composición	Actividades
Grupo 1	1/10 de Cabo + 1 Peón	Excavaciones, acarreos, rellenos, etc.
Grupo 2	1/4 de Albañil + 1 Peón	Plantillas, firmes, vaciados de concreto, etc.
Grupo 3	1 Oficial Carpintero + 1 Ayudante Carpintero	Cimbra de cimentación columnas, traves, castillos
Grupo 4	1/2 Oficial Fierro + 1 Ayudante Fierro	Acero en cimentación, columnas, traves, etc.
Grupo 5	1 Oficial Albañil + 1 Peón	Cimentación de piedra, dalas, castillos, muros, etc.
Grupo 6	1 Oficial Especialista + 1 Peón	Pisos, terrazo, azulejo, cintilla, cerámica, etc.

V.4 SALARIOS

Un salario. Es el pago que se otorga al trabajador a cambio de un trabajo realizado, ya sea semanal o quincenal. La Comisión Nacional de Salarios Mínimos Profesionales (CNSMP), correspondiente a partir del 1° de enero del 2001, otorga el tabulador de la siguiente tabla para los trabajadores de la construcción.

Tabla V.4 Salarios mínimos profesionales para trabajadores de la construcción a partir del 1° enero del 2001 (CNSMP.)

Categoría de personal		Zona A	Zona B	Zona C
Salario mínimo oficial		40.35	37.95	35.85
No.	Descripción	Salario Base diario	Salario Base diario	Salario Base diario
1	Albañilería oficial de	58.75	55.45	52.25
2	Archivista clasificador en oficinas	56.15	52.90	49.80
4	Bulldózer, operador de	61.90	58.20	54.90
8	Carpintero de obra negra	54.80	51.60	48.60
13	Colocador de mosaicos y azulejos, oficial	57.40	54.20	51.05
15	Construcción de edificios y casas habitación, yesero en	54.40	51.35	48.30
16	Construcción, fierro en	56.65	53.35	50.25
21	Chofer de camión de carga en general	60.15	56.70	53.45
22	Chofer de camioneta de carga en general	58.30	54.85	51.65
23	Chofer operador de vehículos con grúa	55.80	52.65	49.60
24	Draga, operador de	62.55	59.05	55.50
25	Ebanista en fabricación y reparación de muebles, oficial	58.60	55.25	52.00
26	Electricista instalador y reparador de instalaciones eléctricas, oficial	57.40	54.20	51.05
27	Electricista en reparación de automóviles y camiones, oficial	58.10	54.75	51.50
30	Encargado de bodega y/o almacén	53.05	50.00	47.10
36	Herrería oficial de	56.65	53.35	50.25
48	Máquinas de troquelado en trabajos de metal, operador de	53.05	50.00	47.10
53	Mecánico en reparación de automóviles y camiones oficial	60.65	57.55	54.20
58	Motorista en barcos de carga y pasajeros, ayudante de	57.70	54.30	51.15
61	Perforista con pistola de aire	58.10	54.75	51.50
63	Pintor de casas, edificios y construcciones en general, oficial	56.15	52.90	49.80
65	Plomero en instalaciones sanitarias, oficial	56.30	53.15	50.00
77	Soldador con soplete o con arco eléctrico	58.10	54.75	51.50
84	Trascabo neumático y/o oruga, operador de	59.90	56.50	53.15
86	Velador	52.05	48.95	46.30

V.5 INTEGRACION DE SALARIOS EN LA CONSTRUCCION

Para integrar un salario en la construcción mayor de la que dictamina CNSM, se multiplica por un factor de demanda que establece el Sindicato de la Industria de la Construcción, esta demanda de mano de obra se incrementa por la escasez de personal. (El salario semanal de la Comisión Nacional de Salarios Mínimos se multiplica por el factor de demanda FD o también conocido como factor de obra, se recomienda ver el BIMSA.)

Al integrar el salario se cataloga en tres rangos o categorías, en técnico, oficial y ayudante para cada una de estas se divide en cuatro subcategorías A, B, C y D. Iniciando con el salario bruto semanal y de mercado para este fin se procede a determinarlo de acuerdo a:

Salario diario bruto = salario semanal/7días

Prima vacacional = 25% por 6 días /365 días = 0.41%

Aguinaldo = 15 días de salario/365días = 4.11%

Conforme lo marca el Art. 87 de la Ley Federal del Trabajo.

Salario integrado o base de cotización = salario diario bruto + la prima vacacional + el aguinaldo.

De acuerdo a la nueva ley del I.M.S.S.

Cuota patronal I.M.S.S.

Se considera después del salario base de cotización una cuota del 15.20% del salario mínimo vigente, para el pago de tres salarios mínimos el pago patronal se considera de un 5.02% y para el trabajador la cuota es de 1.68%, en las prestaciones las cuotas del patrón y el trabajador (0.70% y 0.25%), invalidez y vida (1.75% y 0.625%), cesantía y vejes (3.15% y 1.125%), el riesgo de trabajo se considera de 7.58875 del salario base de cotización.

Instituto Nacional de Fomento a la Vivienda de los Trabajadores = 5% sobre el salario base de cotización o integrado y como tope máximo 15 salarios mínimos. De acuerdo a la Ley Federal del Trabajo.

Guarderías = al 1% sobre el salario base de cotización o integrado.

Seguro de retiro (antes S.A.R.) = al 2% del salario integrado.

Impuesto sobre nomina = 2% sobre el salario base de cotización o integrado.

Factor de días inhábiles

Al construir se presentan días inhábiles debido a días festivos (días por costumbre), reduciendo las labores para lo cual se considera el factor de días inhábiles según la Ley Federal del Trabajo.

Factor de días inhábiles = período considerado total / período tamaño real
Días no trabajados en México

- Domingos = 52 del año
- Días festivos = 8 para el 2001 que son:
 1. 1° de Enero,
 2. 5 de Febrero,
 3. 21 de Marzo,
 4. 1° de Mayo,
 5. 16 de Septiembre,
 6. 20 de Noviembre,
 7. 25 de Diciembre,
 8. 12 de Diciembre,
 9. 1° de Diciembre de cada 6 años.
- Días por costumbre: 3 de Mayo día de la Santa Cruz, Jueves Santo, Viernes Santo, Sábado de Gloria, 1° de Noviembre Todos los Santos, 2 de Noviembre Fieles Difuntos, Santo patrón según la población.
- Vacaciones: La Ley Federal del Trabajo considera 6 días por un año de servicio incrementando al año siguiente 2 días hasta 12 por año.
- Días por mal tiempo: Obra de 366 días de duración con antigüedad de 1 año de los trabajadores por lo que el factor de días inhábiles se calcula como sigue:

Sumando

52 domingos + 8 días festivos + 8 días de costumbre + 6 días de vacaciones + 3.85 días de mal tiempo = 77.85 días

$$\begin{aligned} \text{FDI} &= \text{PCT} / \text{PCT} - \text{DNT} \\ \text{FDI} &= 366 \text{ días} / 366 \text{ días} - 77.85 \text{ días} \\ &= 1.2702 \end{aligned}$$

Donde:

FDI = Factor de días inhábiles
PCT = Período considerado total
DNT = Días no trabajados

Factor de zona (0.8 a 2.25)
Contempla pasajes, viáticos.

Factor de equipo de seguridad (1% a 3%)
Factor de equipo de seguridad (1% a 5%)
Factor de sobrestante (5% a 10%)
Factor de salario real (15% o disminuir al 0.25%)
FSR = salario real diario / salario base diario

V.6 EJEMPLO DE INTEGRACION DE SALARIO

Tabla V.5 Salarios mínimos y mínimos profesionales para un oficial herrero y un ayudante vigentes del 2001 en la construcción.

Salario mínimo profesional C.N.S.M.	Salario mínimo diario de la Zona A	Salario semanal de C.N.S.M. (7 días)	Factor de demanda o factor de obra (Referencia 34)	Salario semanal en la construcción
Ayudante General	\$40.35	\$282.45	1.8847	\$532.33
# 2 Ayudante de Herrero grupo "C"	\$56.15	\$390.05	1.6265	\$639.30
# 16 Oficial Herrero grupo "C"	\$56.65	\$396.55	2.8195	\$1118.07
# 23 Operador de dobladora de varilla grupo "C"	\$55.80	\$390.60	\$2.8626	\$1118.13
# 23 Operador de cortadora de varilla grupo "C"	\$55.80	\$390.60	\$2.8626	\$1118.13

Nota: Se recomienda consultar el BIMSA actual, sobre el factor de demanda o factor de obra.

Tabla V.6 Cálculo de integración para efectos del Seguro Social de acuerdo a la ley vigente.

Concepto	Porcentajes			Salario mínimo \$40.35 /día	Ayudante "C"	Oficial "C"
Salario semanal bruto	-	-	-	\$282.45	\$639.30	\$1118.07
Salario diario bruto	-	-	-	\$40.35	\$91.33	\$159.72
Aguinaldo	-	-	4.11%	1.66	3.75	6.56
Prima vacacional	-	-	0.41%	0.165	0.37	0.65
Salario base de cotización	-	-	-	42.175	95.45	166.93

Seguro social

Concepto	Porcentaje	Factor	Salario mínimo \$40.35	Ayudante "C"	Oficial "C"
Enfermedad y maternidad	P 15.20%	X 40.35	6.13	6.13	6.13
Diferencia de 3 S.M.G.	P 5.02%	A 121.05	-	-	2.30
	T 1.68%	A -	-	-	0.77
Prestaciones en dinero	P 0.70%	- -	0.30	0.67	1.17
	T 0.25%	- -	0.11	0.24	0.42
Prestaciones en especie	P 1.05%	- -	0.44	1.00	1.75
	T 0.375%	- -	0.16	0.36	0.63
Invalidez y vida	P 1.75%	- -	0.74	1.67	2.92
	T 0.625%	- -	0.26	0.60	1.04
Cesantía en edad avanzada y vejez	P 3.150%	- -	1.33	3.0	5.26
	T 1.125%	- -	0.47	1.07	1.88
Riesgo de trabajo	P 7.58875%	- -	3.20	7.24	12.67
Suma del trabajador	-	- -	1.0	2.27	4.74
Suma del Patrón	-	- -	12.14	19.71	32.2
Total Obrero-Patronal	-	- -	13.14	21.98	36.94
Seguro Social/S.D.B.C.	-	- -	31.1559%	23.0277%	22.1290%

Nota: A. Determinación de factor de cargo por concepto a pagar al Seguro Social para un Oficial Herrero y un ayudante del grupo "C" vigente del 1° de Enero del 2001 al 31 de Diciembre del 2001 con grado de riesgo de 7.58875% con antigüedad de un año de los trabajadores Donde: A es la determinación de factor de cargo por concepto de Seguro Social.

Tabla V.7 Salarios mínimos profesionales en la construcción para un oficial fierro y un ayudante vigentes para el 2001.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Salario semanal bruto	Salario diario bruto	Aguinaldo 4.11%	Prima vacacional 0.411%	Salario base de cotización	Cuota patronal I.M.S.S.	Guarderías 1.00%	INFONAVIT 5.00%	Impuesto sobre nomina 2.00%	Retiro (S.A.R) 2%	Suma	Factor de días inhábiles	Salario real	Factor de salario real
Salario mínimo \$282.45	\$40.35	1.66	0.165	42.17	31.1559% 13.14	0.42	2.11	0.84	0.84	59.53	1.2571	74.84	1.7743
Ayudante de Fierro "C" \$639.30	\$91.33	3.75	0.37	95.45	23.0277% 21.98	0.95	4.77	1.91	1.91	126.97	1.2571	159.61	1.6722
Oficial Fierro "C" \$1118.07	\$159.72	6.56	0.65	166.93	22.1290% 36.94	1.67	8.35	3.34	3.34	220.57	1.2571	277.28	1.6610
Operador de cortadora grupo "C"	159.73	6.56	0.65	166.94	22.1290% 36.94	1.67	8.35	3.34	3.34	220.58	1.2571	277.29	1.6610
Operador de cortadora grupo "C"	159.73	6.56	0.65	166.94	22.1290% 36.94	1.67	8.35	3.34	3.34	220.58	1.2571	277.29	1.6610

Tabla V.8 Integración de salarios reales para definir la jornada de trabajo de un grupo G-04

Grupo actividad y composición	Integración de salarios reales	Suma parcial	Factor de zona	Factor de equipo de seguridad 1.00%	Factor de herramienta menor 3.00%	Factor de primer mando 8%	Jornal de grupo de final
G-04 Habilitación y colocación de acero de refuerzo. 0.50 Fierro + 1.00 Ayudante 0.50 Oficial "C" + 1.00 Ayudante "C"	0.50 x 277.28 + 1.00 x 159.61 138.64 + 159.61	298.25	-	2.983	8.95	23.86	\$334.04
G-4 1.0 Operador de dobladora de varilla + 1.0 Ayudante general del grupo "C"	1.0 x 277.29 + 1.0 x 159.61 277.29 + 159.61	436.90	-	4.369	13.11	34.95	\$489.33
G-4 1.0 Operador de dobladora de varilla + 1.0 Ayudante general del grupo "C"	1.0 x 277.29 + 1.0 x 159.61 277.29 + 159.61	436.90	-	4.369	13.11	34.95	\$489.33

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tabla V.9 Rendimiento en una cuadrilla del grupo IV en subestructura dependiendo del diámetro de acero. (BIMSA.)

Número de acero	Rendimiento por cuadrilla de 1 Fierro + 1 Ayudante	Rendimiento de alambre recocido calibre # 18 por kg de acero
Acero de refuerzo # 2 (1/4")	0.12 Ton/Jor \pm 20%	35.5000 kg
Acero de refuerzo # 2.5 (5/16)	0.15 Ton/Jor \pm 20%	35.5000 kg
Acero de refuerzo # 3 (3/8")	0.17 Ton/Jor \pm 20%	35.5000 kg
Acero de refuerzo # 4 (1/2")	0.19 Ton/Jor \pm 20%	35.5000 kg
Acero de refuerzo # 5 (5/8")	0.20 Ton/Jor \pm 20%	25.5000 kg
Acero de refuerzo # 6 (3/4")	0.22 Ton/Jor \pm 20%	25.5000 kg
Acero de refuerzo # 8 (1")	0.26 Ton/Jor \pm 20%	20.5000 kg
Acero de refuerzo # 10 (1 1/4")	0.30 Ton/Jor \pm 20%	20.5000 kg
Acero de refuerzo # 12 (1 1/2")	0.34 Ton/Jor \pm 20%	20.5000 kg

Tabla V.10 Rendimiento en una cuadrilla del grupo IV con armex y malla de acero. (BIMSA.)

Material	Rendimiento por cuadrilla	Rendimiento de alambre recocido calibre # 18
Refuerzo c/armex 15 x 30.4 en cimentación	48.78 m ² /Jor \pm 20%	0.0120 kg
Malla electrosoldada 66-66 en losas, pisos, firmes de cimentación planta baja	76.92 m ² /Jor \pm 20%	0.0215 kg
Malla electrosoldada 66-88 en losas, pisos, firmes de cimentación planta baja	79.37 m ² /Jor \pm 20%	0.0215 kg
Malla electrosoldada 66-1010 en losas, pisos, firmes de cimentación planta baja	81.30 m ² /Jor \pm 20%	0.0215 kg
Malla electrosoldada 66-66 en muros de cimentación y planta baja	39.22 m ² /Jor \pm 20%	0.0325 kg
Malla electrosoldada 66-88 en muros de cimentación y planta baja	40.49 m ² /Jor \pm 20%	0.0325 kg
Malla electrosoldada 66-1010 en muros de cimentación y planta baja	41.49 m ² /Jor \pm 20%	0.0325 kg

Tabla V.11 Rendimiento en una cuadrilla del grupo IV en superestructura dependiendo del diámetro de acero. (BIMSA.)

	Rendimiento por cuadrilla de 1 Fierro + 1 Ayudante	Rendimiento de alambre recocido calibre # 18 por kg de acero
Acero de refuerzo #2 (1/4")	0.10 Ton/Jor \pm 20%	35.5000 kg
Acero de refuerzo #2.5 (5/16)	0.12 Ton/Jor \pm 20%	35.5000 kg
Acero de refuerzo #3 (3/8")	0.14 Ton/Jor \pm 20%	35.5000 kg
Acero de refuerzo #4 (1/2")	0.15 Ton/Jor \pm 20%	35.5000 kg
Acero de refuerzo #5 (5/8")	0.17 Ton/Jor \pm 20%	25.5000 kg
Acero de refuerzo #6 (3/4")	0.18 Ton/Jor \pm 20%	25.5000 kg
Acero de refuerzo #8 (1")	0.22 Ton/Jor \pm 20%	20.5000 kg
Acero de refuerzo #10 (1 1/4")	0.25 Ton/Jor \pm 20%	20.5000 kg
Acero de refuerzo #12 (1 1/2")	0.28 Ton/Jor \pm 20%	20.5000 kg

Análisis de costo directo

Obra:	Unidad: Kg	Hoja 5 de 6
Fecha:		
Licitante:		
No. De concurso:		
Concepto de trabajo: Acero de refuerzo de 3/8"Ø en superestructura (columnas traveses y losas) con $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$, incluye el suministro, habilitado de ganchos, traslapes, colocación y amarre.		

Clave	Materiales	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
	Varillas de refuerzo de 3/8"Ø	Kg	1.080	3.913	3.38
	Alambre recocido cal. 18	Kg	0.0355	7.82	0.28

Subtotal \$ 3.66

Clave	Mano de obra	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
	Grupo 4				
	0.5 Oficial Fierro + 1 ayudante	Jornada	0.0071	334.04	2.37
	De la tabla IV.11				
	1 kg/140 kg/jornada				

Subtotal \$ 2.37

Clave	Equipo y Herramienta	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
	Cortadora de varilla de 3/8"	Pieza	0.000028	\$1,550.00	0.0434
	Dobladora de varilla de 3/8"	Pieza	0.000028	\$1,390.00	0.039
	Cuchillas para cortadora	Juego	0.000028	\$300.00	0.0084
	1 kg/35714 kg/pza = 0.000028				

Subtotal \$ 0.091

Costo Directo				\$ 6.121	
----------------------	--	--	--	-----------------	--

Catálogo de conceptos

Acero de refuerzo en subestructura					
Clave	Concepto	Unidad	Cantidad	Costo directo	
				P.U.	Importe
	Acero de refuerzo en subestructura (cimentación y columnas) con $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$, incluyendo el suministro, habilitado, traslapes, ganchos, desperdicio colocación.				
	a) 1/4"	kg	502.7	\$ 7.661	\$ 3,851.19
	b) 3/8"	kg	1408.71	\$ 6.561	\$ 9,242.55
	c) 1/2"	kg	816.874	\$ 6.361	\$ 5,196.14
SUMA DE ACERO DE REFUERZO EN CIMENTACIÓN					\$ 18,289.88
Acero de refuerzo en superestructura					
Clave	Concepto	Unidad	Cantidad	Costo directo	
				P.U.	Importe
	Acero de refuerzo en superestructura (cimentación y columnas) con $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$, incluyendo el suministro, habilitado, traslapes, ganchos, desperdicio colocación.				
	a) 1/4"	kg	505.741	\$ 8.221	\$ 4,157.70
	b) 3/8"	kg	3528.383	\$ 6.121	\$ 21,597.23
	c) 1/2"	kg	100.418	\$ 6.811	\$ 683.95
SUMA DE ACERO DE REFUERZO EN SUPERESTRUCTURA					\$ 26,438.88
TOTAL					\$ 44,728.76

Nota: las cantidades obtenidas de acero son del ejemplo de los generadores de obra del anexo 6

V.8 EJEMPLO PARA ANALIZAR LA CANTIDAD DE ACERO EN UN ELEMENTO ESTRUCTURAL

El análisis matemático para calcular o cuantificar el acero de refuerzo que se requiere por m^2 o también por metro lineal de estructura puede ir de la siguiente manera: Del plano del anexo 4, como ejemplo ilustrativo calcularemos la cantidad necesaria de acero que requiere, analizando los elementos como son ganchos de 45° , 90° y 180° , estribos, traslapes y la cantidad de alambre por cada amarre, bastones, etc.

Análisis de la zapata Z-1'.

CONCEPTO A ANALIZAR

Acero de refuerzo en cimentación del # 4, # 3, y # 2. con $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$, incluye el suministro, habilitado, ganchos, traslapes, colocación, considerando un desperdicio de material del 3% y para el amarre del acero con alambre recocido calibre # 18.

TRIS CON
FALLA DE ORIGEN

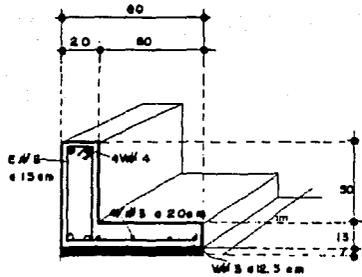


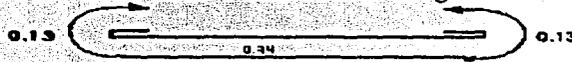
Figura Zapata Z-1'

Datos:

- 4 varillas del # 4 (acero longitudinal)
- 4 varillas del # 3 @ 20 cm (acero longitudinal de la base)
- Varillas del # 3 @ 12.5 cm (ganchos de la base)
- Estribos del # 2 @ 15.0 cm
- Recubrimiento 3 cm NTC
- Alambre galvanizado # 18

Comenzaremos a cuantificar la cantidad o longitud de ganchos necesarios, para la base de la zapata Z-1'.

De la tabla III.19 de ganchos estándar para varillas del # 3 en la columna para ganchos A o G de 180° se toma el valor de 5" como doblez mínimo del gancho.



5" (2.54 cm/1") = 12.70 cm ≈ 13 cm

Conversión a metros

13 cm (1 m/100 cm) = 0.13 m

Multiplicado por 2 ganchos

0.13 m (2) = 0.26 m

Como el ancho de la zapata mide 80 cm le descontaremos el recubrimiento de cada lado que es de 3 cm entonces

80 cm - 3 cm - 3 cm = 74 cm

Conversión a metros

74 cm (1 m/100 cm) = 0.74 m

Sumemos

0.74 m + 0.26 m = 1 m

De esta longitud multiplique por el peso o masa de una varilla corrugada con una longitud de 1 m de la tabla I.3 al entrar a la tabla se toma el valor de la masa unitaria designado para la varilla del # 3.

1 m (0.557 kg/m) = 0.557 kg por un gancho

Consideraremos en la longitud de 1m lineal para calcular la cantidad de acero en la zapata. Dividamos esta longitud entre la separación de los ganchos. Haciendo la conversión a metros la separación de los ganchos.

$$12.5 \text{ cm (1 m/100 cm)} = 0.125 \text{ m}$$

Dividamos

$$1 \text{ m}/0.125 \text{ m} = 8 \text{ ganchos}$$

Multipliquemos por el peso del gancho para obtener el peso por un metro lineal.

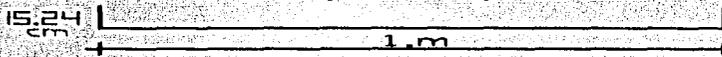
$$0.557 \text{ kg (8 ganchos)} = 4.46 \text{ kg}$$

Considerando un desperdicio del 3%

$$4.46 \text{ kg} + 0.1338 \text{ kg} = 4.5938 \text{ kg}$$

Para el cálculo de la longitud total de esta zapata multipliquemos este valor por el total de metros.

Ahora procedemos a analizar las varillas longitudinales para la base, con 4 varillas de 3/8"Ø, la longitud a analizar es de un metro lineal por lo que considerarán ganchos A o G a 90°, de la tabla III.19 de ganchos estándar para varillas del # 3 a la columna de ganchos de 90° se toma 6" como dobléz mínimo por lo cual se procede a hacer la conversión a metros.



$$6'' (2.54 \text{ cm}/1'') = 15.24 \text{ cm}$$

Multiplicando este resultado por dos ganchos

$$15.24 \text{ cm (2)} = 30.48 \text{ cm}$$

Convirtiendo a metros tenemos:

$$30.48 \text{ cm (1 m/100 cm)} = 0.3048 \text{ m}$$

De la longitud de 1 m le restamos el recubrimiento de 3 cm por lado haciendo la conversión del recubrimiento a metros tenemos:

$$3 \text{ cm (1 m/100 cm)} = 0.03 \text{ m}$$

Restando

$$1 \text{ m} - 0.03 \text{ m} - 0.03 = 0.94 \text{ m}$$

Sumando la longitud con la longitud de los ganchos tenemos:

$$0.94 \text{ m} + 0.3048 = 1.245 \text{ m}$$

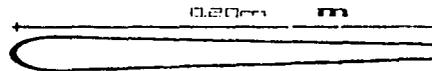
Multiplicándolo por 4 varillas que requiere la base de la zapata

$$1.245 \text{ m (4varillas)} = 4.98 \text{ m}$$

Multiplicándolo por su masa unitaria

$$4.98 \text{ m (0.557 kg/m)} = 2.77 \text{ kg por un metro lineal que se requiere para la base.}$$

Análisis para calcular la cantidad de alambre recocado cal. # 18 necesaria para amarrar los ganchos de 180° y las varillas longitudinales con dobléz de 90°. Consideremos en este caso una longitud de alambre de 17.5 cm, la masa o el peso por metro es de 0.0143 kg/m entonces tenemos:



$$\text{Peso} = 0.0143 \text{ kg/m}$$

$$\text{Longitud} = 20 \text{ cm}$$

Convirtiendo a metros tenemos

$$20 \text{ cm (1 m/100 cm)} = 0.20 \text{ m}$$

Esta longitud la multiplicamos por 2

$$0.20 \text{ m (2)} = 0.40 \text{ m}$$

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Multiplicamos por su peso o masa unitaria

$$0.40 \text{ m} (0.0143 \text{ kg/m}) = 0.00572 \text{ kg/amarre}$$

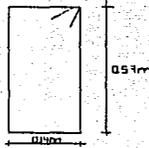
Multipliquemos el peso de alambre por amarre con las 4 varillas de la base y los 8 ganchos que calculamos al principio para la base tendremos:

$$0.00572 \text{ kg/amarre} (4 \text{ varillas}) (8 \text{ ganchos}) = 0.183 \text{ kg por un metro lineal de zapata.}$$

Considerando un desperdicio del 3%

$$0.183 \text{ kg} + 0.00549 \text{ kg} = 0.18849 \text{ kg}$$

Análisis de los estribos de la zapata con acero liso del # 2 o $\frac{1}{4}$ " \varnothing , con amarres de alambre recocido calibre # 18.



$$h = 63 \text{ cm}$$

$$\text{Rec.} = 3 \text{ cm}$$

Restemos

h - recubrimiento

$$63 \text{ cm} - 3 \text{ cm} - 3 \text{ cm} = 57 \text{ cm}$$

Convertamos a metros

$$57 \text{ cm} (1 \text{ m}/100 \text{ cm}) = 0.57 \text{ m}$$

Procedemos con b restándole el recubrimiento.

$$b = 20 \text{ cm}$$

b - rec.

$$20 \text{ cm} - 3 \text{ cm} - 3 \text{ cm} = 14 \text{ cm}$$

Convirtiéndolo a metros

$$14 \text{ cm} (1 \text{ m}/100 \text{ cm}) = 0.14 \text{ m}$$

Cálculo del traslape de los estribos

Como las NTC considera que el traslape es de $10d$ (diez veces el diámetro.)

El diámetro del acero liso del # 2 es de 6.4 mm pasándolo a metros tenemos:

$$6.4 \text{ mm} (1 \text{ cm}/10 \text{ mm}) (1 \text{ m}/100 \text{ cm}) = 0.0064 \text{ m}$$

$$0.0064 \text{ m} (10) = 0.064 \text{ m}$$

Multiplicándolo por 2 traslapes que son los que tiene el estribo obtenemos:

$$0.064 \text{ m} (2) = 0.128 \text{ m}$$

Que es la longitud requerida para traslape.

Ahora sumemos la longitud total del estribo y tenemos:

$$L = 0.57 \text{ m} + 0.57 \text{ m} + 0.14 \text{ m} + 0.14 \text{ m} + 0.128 \text{ m} = 1.548 \text{ m}$$

De la tabla II.3 para varillas con número de designación del # 2 en la columna de masa unitaria obtenemos 0.25 kg/m

Calculemos el peso del estribo multiplicando la longitud del estribo con la masa unitaria.

$$1.548 \text{ m} (0.25 \text{ kg/m}) = 0.387 \text{ kg/estribo}$$

Calculemos el número de estribos necesarios para un metro lineal

Est. del # 2 @ 0.15 m

$1 \text{ m}/0.15 \text{ m} = 6.66 \approx 6.7 \text{ est.}$

Calculemos el peso necesario de acero en los estribos por un metro lineal

$0.387 \text{ kg/estribo} (6.7 \text{ estribos}) = 2.593 \text{ kg de acero del \# 2 para estribos por un metro lineal.}$

Considerando un desperdicio del 3%

$2.593 \text{ kg} + 0.07779 \text{ kg} = 2.67079 \text{ kg}$

Analicemos ahora el acero de 4 varillas del # 4 que se requiere para un metro lineal, en la figura III.19 Del numero de designación # 4 en la columna para ganchos A o G de 90° se toma 8" como dobles mínimo.



Hagamos la conversión de pulgadas a cm

$8'' (2.54 \text{ cm}/1'') = 20.32 \text{ cm} = 0.2032 \text{ m gancho de } 90^\circ$

Calculemos la longitud de una barra del # 4 para un metro lineal

$\text{Rec} = 3\text{cm} + 3\text{cm} = 6\text{cm} = 0.06\text{m}$

Longitud total

$1\text{m} - 0.06\text{m} + 0.2032\text{m} + 0.2032\text{m} = 1.3464\text{m} \approx 1.35\text{m}$

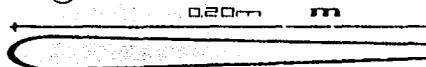
Multipliquemos por la masa unitaria por el número de varillas longitudinales

$1.35\text{m} (4 \text{ varillas}) (0.996 \text{ kg/m}) = 5.38 \text{ kg necesarios por un metro lineal.}$

Considerando un desperdicio del 3%

$5.38 \text{ kg} + 0.1614 \text{ kg} = 5.5414 \text{ kg}$

Analicemos la cantidad de acero para amarre considerando alambre calibre #18 recocado, con separación de los estribos @ 0.15m.



Peso del alambre # 18 = 0.0143 kg/m

Longitud de alambre considerado = 0.20 m

Multiplicado

$0.20 \text{ m} (2) = 0.40 \text{ m}$

Multipliquemos por el peso del alambre

$0.20 \text{ m} (0.0143 \text{ kg/m}) = 0.00572 \text{ kg/amarre}$

Calculemos el número de amarres por estribo

$0.005 \text{ kg/amarre} (4 \text{ amarres/estribo}) = 0.023 \text{ kg/estribo}$

Número de estribos por un metro lineal de zapata

$1 \text{ m}/0.15 \text{ m} = 6.7 \text{ estribos}$

$6.7 \text{ estribos} (0.023 \text{ kg/estribo}) = 0.153 \text{ kg considerado por un metro lineal de zapata}$

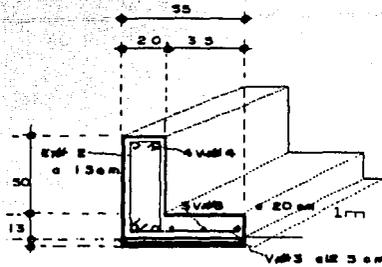
Consideremos un desperdicio del 3%

$0.153 \text{ kg} + 0.00459 \text{ kg} = 0.15759 \text{ kg}$

Concepto

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Acero de refuerzo de $1/2''\varnothing$, $3/8''\varnothing$ y $1/4''\varnothing$ en cimentación Z-2' con $F_y=4200 \text{ kg/cm}^2$, e incluye el suministro, habilitado, colocación traslapes, ganchos, amarres con alambre recocido calibre # 18.



Datos:

4 varillas del # 4 (acero longitudinal)

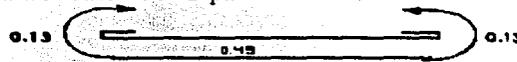
3 varillas del # 3 @ 20 cm (acero longitudinal de la base)

Varillas del #3 @ 12.5 cm (ganchos de la base)

Estribos del # 2 @ 15.0 cm Recubrimiento 3 cm NTC

Alambre galvanizado # 18

Longitud de ganchos para la base de la zapata Z-2'



$5'' (2.54 \text{ cm/1''}) = 12.70 \text{ cm} \approx 13 \text{ cm}$

$13 \text{ cm} (1 \text{ m/100 cm}) = 0.13 \text{ m}$

$0.13 \text{ m} (2 \text{ ganchos}) = 0.26 \text{ m}$

Ancho de la zapata = 55 cm

Recubrimiento = 3 cm

$55 \text{ cm} - 3 \text{ cm} - 3 \text{ cm} = 0.49 \text{ cm}$

$49 \text{ cm} (1 \text{ m/100 cm}) = 0.49 \text{ m}$

$0.49 \text{ m} + 0.26 \text{ m} = 0.75 \text{ m}$

$0.75 \text{ m} (0.557 \text{ kg/m}) = 0.42 \text{ kg por un gancho.}$

Consideraremos en la longitud de 1m lineal

$12.5 \text{ cm} (1 \text{ m/100 cm}) = 0.125 \text{ m}$

$1 \text{ m}/0.125 \text{ m} = 8 \text{ ganchos}$

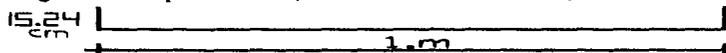
8 ganchos por el peso del gancho

$0.42 \text{ kg} (8 \text{ ganchos}) = 3.36 \text{ kg}$

Considerando un desperdicio del 3%

$3.36 \text{ kg} + 0.1008 \text{ kg} = 3.4608 \text{ kg}$

Varillas longitudinales para la base, con 4 varillas de $3/8''\varnothing$, de un metro lineal



$6'' (2.54 \text{ cm/1''}) = 15.24 \text{ cm}$

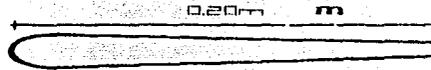
$15.24 \text{ cm} (2) = 30.48 \text{ cm}$

$30.48 \text{ cm} (1 \text{ m/100 cm}) = 0.3048 \text{ m}$

$3 \text{ cm} (1 \text{ m/100 cm}) = 0.03 \text{ m}$

$1 \text{ m} - 0.03 \text{ m} - 0.03 = 0.94 \text{ m}$

$0.94 \text{ m} + 0.3048 \text{ m} = 1.245 \text{ m}$
 $1.245 \text{ m} (3 \text{ varillas}) = 3.735 \text{ m}$
 $3.735 \text{ m} (0.557 \text{ kg/m}) = 2.080 \text{ kg por un metro lineal}$
 Calculo de la cantidad de alambre recocado cal. # 18

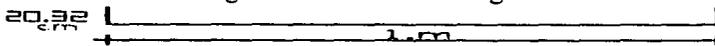


Peso = 0.0143 kg/m
 Longitud = 20.0 cm
 $20.0 \text{ cm} (1 \text{ m}/100 \text{ cm}) = 0.20 \text{ m}$
 $0.20 \text{ m} (2) = 0.40 \text{ m}$
 $0.40 \text{ m} (0.0143 \text{ kg/m}) = 0.00572 \text{ kg/amarre}$
 $0.00572 \text{ kg/amarre} (3 \text{ varillas}) (8 \text{ ganchos}) = 0.14 \text{ kg de alambre por un metro lineal}$
Considerando un desperdicio del 3%.
 $0.14 \text{ kg} + 0.0042 \text{ kg} = 0.1442 \text{ kg}$

Análisis de los estribos con acero liso del # 2 ó $1/4''\text{Ø}$, con amarres de alambre recocado calibre # 18.

$h = 63 \text{ cm}$
 $b = 20 \text{ cm}$
 $\text{Rec.} = 3 \text{ cm}$
 $h - \text{rec.}$
 $63 \text{ cm} - 3 \text{ cm} - 3 \text{ cm} = 57 \text{ cm}$
 $57 \text{ cm} (1 \text{ m}/100 \text{ cm}) = 0.57 \text{ m}$
 $b - \text{rec.}$
 $20 \text{ cm} - 3 \text{ cm} - 3 \text{ cm} = 14 \text{ cm}$
 $14 \text{ cm} (1 \text{ m}/100 \text{ cm}) = 0.14 \text{ m}$
 $\text{Traslape} = 10\text{Ø}$
 $\text{Diámetro del acero liso del \# 2 es de } 6.4 \text{ mm}$
 $6.4 \text{ mm} (1 \text{ cm}/10 \text{ mm}) (1 \text{ m}/100 \text{ cm}) = 0.0064 \text{ m}$
 $0.0064 \text{ m} (10) = 0.064 \text{ m}$
 $0.064 \text{ m} (2 \text{ traslapes}) = 0.128 \text{ m}$
 $0.57 \text{ m} + 0.57 \text{ m} + 0.14 \text{ m} + 0.14 \text{ m} + 0.128 \text{ m} = 1.548 \text{ m}$
 $\text{Varillas del \# 2} = 0.25 \text{ kg/m}$
 $\text{Peso del estribo} = 1.548 \text{ m} (0.25 \text{ kg/m}) = 0.387 \text{ kg/estribo}$
 $\text{Número de estribos necesarios para un metro lineal}$
 $\text{Est. del \# 2 @ } 0.15 \text{ m}$
 $1 \text{ m}/0.15 \text{ m} = 6.66 \approx 6.7 \text{ est.}$
 $\text{Peso necesario de acero en los estribos por un metro lineal}$
 $0.387 \text{ kg/estribo} (6.7 \text{ estribos}) = 2.593 \text{ kg de acero del \# 2 para estribos por un metro lineal.}$
Considerando un desperdicio del 3%
 $0.593 \text{ kg} + 0.07779 \text{ kg} = 2.67079 \text{ kg}$

Analicemos de 4 varillas longitudinales del # 4 con ganchos de 90°



$8''(2.54 \text{ cm}/1'') = 20.32 \text{ cm} = 0.2032 \text{ m gancho de } 90^\circ$
 $\text{Rec.} = 3 \text{ cm} + 3 \text{ cm} = 6 \text{ cm} = 0.06 \text{ m}$

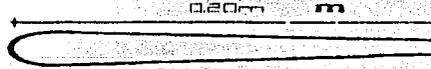
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Longitud total = 1 m - 0.06 m + 0.2032 m + 0.2032 m = 1.3464 m \approx 1.35 m
 1.35 m (4 varillas) (0.996 kg/m) = 5.38 kg necesarios por un metro lineal.

Considerando un desperdicio del 3%

5.38 kg + 0.1614 kg = 5.5414 kg

Analicemos la cantidad de acero para amarre considerando alambre cal. # 18 recocado, con separación de los estribos @ 0.15 m



Peso del alambre # 18 = 0.0143 kg/m

Longitud de alambre considerado = 0.20 m

0.20 m (2) = 0.40 m

0.40 m (0.0143 kg/m) = 0.00572 kg/amarre

0.00572 kg/amarre (4 amarres/estribo) = 0.023 kg/estribo

Número de estribos por un metro lineal de zapata = 1 m/0.15 m = 6.7 estribos

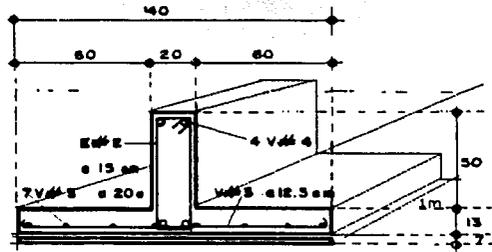
6.7 estribos (0.023 kg/estribo) = 0.15 kg de alambre considerado por un metro lineal.

Considerando un desperdicio del 3%

0.15 kg + 0.0045 kg = 0.0045 kg

Concepto

Acero de refuerzo de 1/2"Ø, 3/8"Ø y 1/4"Ø en cimentación Z-1 con $F_y=4200$ kg/cm², e incluye el suministro, habilitado, colocación traslapes, ganchos, amarres con alambre recocado calibre # 18.



Datos:

4 varillas del # 4 (acero longitudinal)

7 varillas del # 3 @ 20 cm (acero longitudinal de la base)

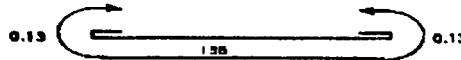
Varillas del # 3 @ 12.5 cm (ganchos de la base)

Estribos del # 2 @ 15.0 cm

Recubrimiento 3 cm NTC

Alambre galvanizado # 18

Longitud de ganchos para la base



5" (2.54 cm/1") = 12.70 cm \approx 13 cm

13 cm (1 m/100 cm) = 0.13 m

0.13 m (2 ganchos) = 0.26 m

Ancho de la zapata = 1.40 m

Recubrimiento = 3 cm

$140 \text{ cm} - 3 \text{ cm} - 3 \text{ cm} = 1,34 \text{ cm}$

$134 \text{ cm} (1 \text{ m}/100 \text{ cm}) = 1,34 \text{ m}$

$1,34 \text{ m} + 0,26 \text{ m} = 1,60 \text{ m}$

$1,60 \text{ m} (0,557 \text{ kg}/\text{m}) = 0,89 \text{ kg}$ por un gancho.

Consideraremos en la longitud de 1m lineal

Conversión a m de la separación de los ganchos.

$12,5 \text{ cm} (1 \text{ m}/100 \text{ cm}) = 0,125 \text{ m}$

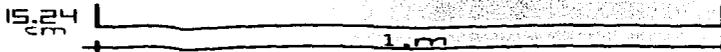
$1 \text{ m}/0,125 \text{ m} = 8$ ganchos

$0,89 \text{ kg} (8 \text{ ganchos}) = 7,12 \text{ kg}$

Considerando un desperdicio del 3%

$7,12 \text{ kg} + 0,2136 \text{ kg} = 7,3336 \text{ kg}$

Para la base, con 7 varillas longitudinales de $3/8'' \emptyset$, con un gancho a 90°



$6'' (2,54 \text{ cm}/1'') = 15,24 \text{ cm}$

$15,24 \text{ cm} (2 \text{ ganchos}) = 30,48 \text{ cm}$

$30,48 \text{ cm} (1 \text{ m}/100 \text{ cm}) = 0,3048 \text{ m}$

De 1 m le restamos el recubrimiento de 3 cm por lado.

$3 \text{ cm} (1 \text{ m}/100 \text{ cm}) = 0,03 \text{ m}$

$1 \text{ m} - 0,03 \text{ m} - 0,03 \text{ m} = 0,94 \text{ m}$

$0,94 \text{ m} + 0,3048 \text{ m} = 1,245 \text{ m}$

$1,245 \text{ m} (7 \text{ varillas}) = 8,715 \text{ m}$

$8,715 \text{ m} (0,557 \text{ kg}/\text{m}) = 4,85 \text{ kg}$ por un metro lineal.

Cálculo de la cantidad de alambre recocido calibre # 18

Peso = $0,0143 \text{ kg}/\text{m}$

Longitud = 20,0 cm

$20,0 \text{ cm} (1 \text{ m}/100 \text{ cm}) = 0,20 \text{ m}$

Esta longitud la multiplicamos por 2

$0,20 \text{ m} (2) = 0,40 \text{ m}$

$0,40 \text{ m} (0,0143 \text{ kg}/\text{m}) = 0,00572 \text{ kg}/\text{amarre}$

$0,00572 \text{ kg}/\text{amarre} (7 \text{ varillas}) (8 \text{ ganchos}) = 0,32 \text{ kg}$ por un metro lineal

Considerando un desperdicio del 3%

$0,32 \text{ kg} + 0,0096 \text{ kg} = 0,3296 \text{ kg}$

Análisis de la cantidad de estribo con acero liso del # 2 o $1/4'' \emptyset$, con amarres de alambre recocido calibre # 18.

$h = 63 \text{ cm}$

$b = 20 \text{ cm}$

Rec. = 3 cm

$h - \text{rec.}$

$63 \text{ cm} - 3 \text{ cm} - 3 \text{ cm} = 57 \text{ cm}$

$57 \text{ cm} (1 \text{ m}/100 \text{ cm}) = 0,57 \text{ m}$

$b - \text{rec.}$

$20 \text{ cm} - 3 \text{ cm} - 3 \text{ cm} = 14 \text{ cm}$

$14 \text{ cm} (1 \text{ m}/100 \text{ cm}) = 0,14 \text{ m}$

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Traslape = $10\emptyset$

Diámetro del acero liso del # 2 es de 6.4 mm

6.4 mm (1 cm/10 mm) (1 m/100 cm) = 0.0064 m

0.0064 m (10) = 0.064

0.0064 m (2 traslapes) = 0.128 m

La longitud total del estribo = 0.57 m + 0.57 m + 0.14 m + 0.14 m + 0.128 m = 1.548 m

Varillas del # 2 = 0.25 kg/m

Calculemos el peso del estribo

1.548 m (0.25 kg/m) = 0.387 kg/estribo

Número de estribos necesarios para un metro lineal

Est. del # 2 @ 0.15 m

1 m/0.15 m = 6.66 \approx 6.7 est.

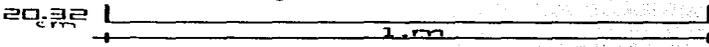
Peso necesario de acero en los estribos por un metro lineal

0.387 kg/estribo (6.7 estribos) = 2.593 kg de acero del # 2 para estribos por un metro lineal.

Considerando un desperdicio del 3%

2.593 kg + 0.07779 kg = 2.67079 kg

Analicemos de 4 varillas del # 4 ganchos 90°



8" (2.54 cm/1") = 20.32 cm = 0.2032 m gancho de 90°

Rec = 3cm + 3 cm = 6 cm = 0.06 m

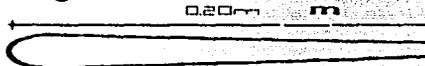
Longitud total = 1 m - 0.06 m + 0.2032 m + 0.2032 m = 1.35 m

1.35 m (4 varillas) (0.996 kg/m) = 5.38 kg necesarios por un metro lineal.

Considerando un desperdicio del 3%

5.38 kg + 0.1614 kg = 5.5414 kg

Analicemos la cantidad de acero para amarre considerando alambre calibre # 18 recocado, con separación de los estribos @ 0.15 m



Peso del alambre # 18 = 0.0143 kg/m

Longitud de alambre considerado = 0.20 m

0.20 m (2) = 0.40 m

0.40 m (0.0143 kg/m) = 0.00572 kg/amarre

Calculemos el número de amarres por estribo

0.00572 kg/amarre (4 amarres/estribo) = 0.023 kg/estribo

Número de estribos por un metro lineal de zapata

1 m/0.15 m = 6.7 estribos

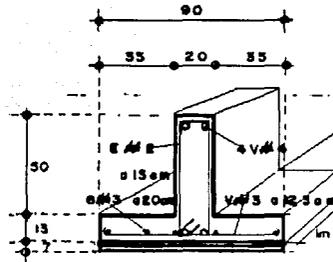
6.7 estribos (0.023 kg/estribo) = 0.15 kg de alambre considerado por un metro lineal.

Considerando un desperdicio del 3%

0.15 kg + 0.0045 kg = 0.1545 kg

Concepto

Acero de refuerzo de $\frac{1}{2}\emptyset$, $\frac{3}{8}\emptyset$ y $\frac{1}{4}\emptyset$ en cimentación Z-2 con $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$, e incluye el suministro, habilitado, colocación traslapes, ganchos, amarres con alambre recocado calibre # 18.



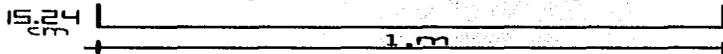
Datos:

- 4 varillas del # 4 (acero longitudinal)
- 6 varillas del # 3 @ 20 cm (acero longitudinal de la base)
- Varillas del # 3 @ 12.5 cm (ganchos de la base)
- Estribos del # 2 @ 15.0 cm
- Recubrimiento 3 cm NTC
- Alambre galvanizado # 18
- Longitud de ganchos para la base del # 3



- 5" (2.54 cm/1") = 12.70 cm \approx 13 cm
- 13 cm (1 m/100 cm) = 0.13 m
- 0.13 m (2 ganchos) = 0.26 m
- Ancho de la zapata = 90 cm
- Recubrimiento = 3 cm
- 90 cm - 3 cm - 3 cm = 84 cm
- 84 cm (1 m/100 cm) = 0.84 m
- 0.84 m + 0.26 m = 1.10 m
- 1.10 m (0.557 kg/m) = 0.613 kg por un gancho.
- Consideraremos en la longitud de 1m lineal
- 12.5 cm (1 m/100 cm) = 0.125 m
- 1 m/0.125 m = 8 ganchos
- 0.613 kg (8 ganchos) = 4.90 kg
- Considerando un desperdicio del 3%**
- 4.90 kg + 0.147 kg = 5.047 kg**

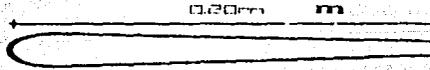
Para la base, con 6 varillas longitudinales de 3/8"Ø, con un gancho a 90°



- 6" (2.54 cm/1") = 15.24 cm
- 15.24 cm (2 ganchos) = 30.48 cm
- 30.48 cm (1 m/100 cm) = 0.3048 m
- De 1 m le restamos el recubrimiento de 3 cm por lado.
- 3 cm (1 m/100 cm) = 0.03 m
- 1 m - 0.03 m - 0.03 m = 0.94 m
- 0.94 m + 0.3048 m = 1.245 m
- 1.245 m (6 varillas) = 7.47 m

7.47 m (0.557 kg/m) = 4.16 kg por un metro lineal.

Cálculo de la cantidad de alambre recocado calibre # 18



Peso = 0.0143 kg/m

Longitud = 20.0 cm

20.0 cm (1 m/100 cm) = 0.20 m

0.20 m (2) = 0.40 m

0.40 m (0.0143 kg/m) = 0.00572 kg/amarre

0.00572 kg/amarre (6 varillas) (8 ganchos) = 0.275 kg por un metro lineal

Considerando un desperdicio del 3%

0.275 kg + 0.00825 kg = 0.28325 kg

Análisis de los estribos con acero liso del # 2 o 1/4"Ø, con amarres de alambre recocado calibre # 18.

h = 63 cm

b = 20 cm

Rec. = 3 cm

h - rec.

63 cm - 3 cm - 3 cm = 57 cm

57 cm (1 m/100 cm) = 0.57 m

b - rec.

20 cm - 3 cm - 3 cm = 14 cm

14 cm (1 m/100 cm) = 0.14 m

Traslape = 10Ø

Diámetro del acero liso del # 2 es de 6.4 mm

6.4 mm (1 cm/10 mm) (1 m/100 cm) = 0.0064 m

0.0064 m (10) = 0.064 m

0.064 m (2 traslapes) = 0.128 m

La longitud total del estribo = 0.57 m + 0.57 m + 0.14 m + 0.14 m + 0.128 m = 1.548 m

Varillas del # 2 = 0.25 kg/m

1.548 m (0.25 kg/m) = 0.387 kg/estribo

Est. del # 2 @ 0.15 m

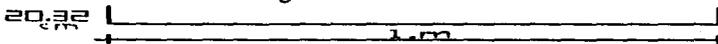
1 m/0.15 m = 6.66 ≈ 6.7 est.

0.387 kg/estribo (6.7 estribos) = 2.593 kg de acero del # 2 para estribos por un metro lineal.

Considerando un desperdicio del 3%

2.593 kg + 0.07779 kg = 2.67079 kg

Analicemos de 4 varillas del # 4 ganchos 90°



8" (2.54 cm/1") = 20.32 cm = 0.2032 m gancho de 90°

Cálculo de la longitud de una barra del # 4 para un metro lineal

Rec = 3 cm + 3 cm = 6 cm = 0.06 m

Longitud total = 1 m - 0.06 m + 0.2032 m + 0.2032 m = 1.35 m

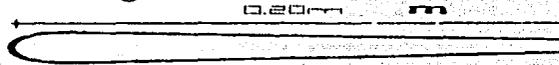
1.35 m (4 varillas) (0.996 kg/m) = 5.38 kg necesarios por un metro lineal.

Considerando un desperdicio del 3%

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

$$5.38 \text{ kg} + 0.1614 \text{ kg} = 5.5414 \text{ kg}$$

Analicemos la cantidad de acero para amarre considerando alambre calibre # 18 recocado, con separación de los estribos @ 0.15 m



Peso del alambre # 18 = 0.0143 kg/m

0.20 m (2) = 0.40 m

0.40 m (0.0143 kg/m) = 0.00572 kg/amarre

0.00572 kg/amarre (4 amarres/estribo) = 0.023 kg/estribo

1 m/0.15 m = 6.7 estribos

6.7 estribos (0.023 kg/estribo) = 0.154 kg de alambre considerado por un metro lineal.

Considerando un desperdicio del 3%

$$0.154 \text{ kg} + 0.00462 \text{ kg} = 0.15862 \text{ kg}$$

Concepto

Acero de refuerzo en columnas de 20 cm x 20 cm con 4 varillas de 3/8"Ø, con estribos de 1/4"Ø @ 20 cm, en planta baja, planta alta y planta de azotea y en bardas. Con $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$, amarre con alambre recocado calibre # 18 e incluye el suministro, habilitado, colocación traslapes, ganchos, amarres.

Análisis del estribo de 1/4"Ø

Recubrimiento = 2 cm

20 cm - 2 cm - 2 cm = 16 cm

Traslape = 10d; d = 6.4 mm

6.4 mm (1 cm/10 mm) = 0.64 cm

0.64 cm (1 m/100 cm) = 0.0064 m

0.0064 m (10) = 0.064

2 (0.064 m) = 0.128 m

Longitud total del estribo = 0.16 m + 0.16 m + 0.16 m + 0.16 m + 0.128 = 0.768 m

Peso del estribo = 0.768 m (0.25 kg/m) = 0.192 kg/estribo

Considerando un desperdicio del 3%

$$0.192 \text{ kg} + 0.00576 \text{ kg} = 0.19776 \text{ kg}$$

Número de estribos por un metro lineal de castillo como el Est. @ 20 cm

20 cm (1 m/100 cm) = 0.20 m

1 m/0.20 m = 5 Estribos por metro lineal de castillo

5 Estribos (0.192 kg/estribos) = 0.96 kg por un metro lineal de estribos

Análisis para la longitud total por un metro lineal en planta baja, contemplaremos un traslape para el anclaje en la cimentación.

Tomará un gancho de 90° A o G para el gancho en el anclaje, de la tabla III.19 Ganchos Estándar en la columna que corresponde a 90° A o G tomamos 6" como doblez mínimo para varillas del # 3.

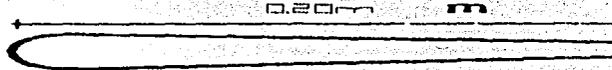
Gancho = 6"(2.54 cm/1") = 15.24 cm

15.24 cm (4 varillas) = 60.96 cm = 0.6096 m

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Peso del gancho = $0.6096 \text{ m} (0.557 \text{ kg/m}) = 0.34 \text{ kg}$
 Longitud de varilla = 1 m
 1 m (0.557 kg/m) = 0.557 kg
 4 varillas. (0.557 kg) = 2.23 kg de acero por un metro lineal

Análisis para calcular el alambre para amarre con alambre recocido calibre # 18.



$20 \text{ cm} (1 \text{ m}/100 \text{ cm}) = 0.20 \text{ m}$
 $0.20 \text{ m} (2) = 0.40 \text{ m}$
 $0.40 \text{ m} (0.0143 \text{ kg/m}) = 0.00572 \text{ kg/amarre}$
 $0.00572 \text{ kg} (4 \text{ amarres}) = 0.023 \text{ kg/amarres} \times \text{estribo}$
 $0.023 \text{ kg} (5 \text{ estribos}) = 0.115 \text{ kg por metro lineal}$
Considerando un desperdicio del 3%
 $0.115 \text{ kg} + 0.00345 \text{ kg} = 0.11845 \text{ kg}$

Concepto

Acero de refuerzo en cerramientos en bardas de $30 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$ con 4 varillas de $3/8'' \varnothing$, con estribos de $1/4'' \varnothing @ 20 \text{ cm}$, en Planta baja, planta alta en bardas de azotea. Con $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$, amarre con alambre recocido calibre # 18 e incluye el suministro, habilitado, colocación traslapes, ganchos, amarres.

Análisis del estribo de $1/4'' \varnothing$

Recubrimiento = 2 cm
 $h = 30 \text{ cm}$, $b = 20 \text{ cm}$
 $30 \text{ cm} - 2 \text{ cm} - 2 \text{ cm} = 26 \text{ cm} = 0.26 \text{ m}$
 $20 \text{ cm} - 2 \text{ cm} - 2 \text{ cm} = 16 \text{ cm} = 0.16 \text{ m}$

Traslape para los estribos = 10d; $d = 6.4 \text{ mm}$
 $6.4 \text{ mm} (1 \text{ cm}/10 \text{ mm}) = 0.64 \text{ cm}$
 $0.64 \text{ cm} (1 \text{ m}/100 \text{ cm}) = 0.0064 \text{ m}$
 $0.0064 \text{ m} (10) = 0.064 \text{ m}$
 $2 (0.064 \text{ m}) = 0.128 \text{ m}$
 Longitud total del estribo = $0.26 \text{ m} + 0.26 \text{ m} + 0.16 \text{ m} + 0.16 \text{ m} + 0.128 = 0.968 \text{ m}$
 Peso del estribo = $0.968 \text{ m} (0.25 \text{ kg/m}) = 0.242 \text{ kg/estribo}$
Considerando un desperdicio del 3%
 $0.242 \text{ kg} + 0.00726 \text{ kg} = 0.24926 \text{ kg}$

Número de estribos por un metro lineal de cerramiento como el Est. @ 20 cm

$20 \text{ cm} (1 \text{ m}/100 \text{ cm}) = 0.20 \text{ m}$
 $1 \text{ m}/0.20 \text{ m} = 5$ Estribos por metro lineal de castillo
 $5 \text{ Estribos} (0.242 \text{ kg/estribos}) = 1.21 \text{ kg por un metro lineal de estribos}$

Análisis para la longitud total por un metro lineal en planta baja,

Traslape para cerramientos $40 \varnothing$ de la varilla

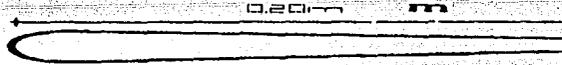
$d = 9.5 \text{ mm}$

$9.5 \text{ mm} (1 \text{ cm}/10 \text{ mm}) = 0.95 \text{ cm}$

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

$0.95 \text{ cm (1 m/100 cm)} = 0.0095 \text{ m}$
 $40 (0.0095 \text{ m}) = 0.38 \text{ m}$
 $0.38 \text{ m (4 varillas)} = 1.52 \text{ m}$
 $1.52 \text{ m (0.557 kg/m)} = 0.85 \text{ kg}$
 Longitud de varilla = 1 m
 $1 \text{ m (0.557 kg/m)} = 0.557 \text{ kg}$
 $4 \text{ varillas (0.557 kg)} = 2.23 \text{ kg de acero por un metro lineal}$

Análisis para calcular el alambre para amarre con alambre recocado calibre # 18.



$20 \text{ cm (1 m/100 cm)} = 0.20 \text{ m}$
 $0.20 \text{ m (2)} = 0.40 \text{ m}$
 $0.40 \text{ m (0.0143 kg/m)} = 0.00572 \text{ kg/amarre}$
 $0.00572 \text{ kg (4 amarres)} = 0.023 \text{ kg/amarres x estribo}$
 $0.00572 \text{ kg (5 estribos)} = 0.1144 \text{ kg por metro lineal}$
Considerando un desperdicio del 3%
 $0.1144 \text{ kg} + 0.003432 \text{ kg} = 0.117832 \text{ kg}$

Concepto

Acero de refuerzo en cerramientos en bardas de 20 cm x 15 cm con 4 varillas de 3/8"Ø, con estribos de 1/4"Ø @ 20 cm, con $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$, amarres con alambre recocado calibre # 18, incluye el suministro, habilitado, colocación traslapes, ganchos, amarres.

Análisis del estribo de 1/4"Ø

Recubrimiento = 2 cm
 $h = 20 \text{ cm, } b = 15 \text{ cm}$
 $20 \text{ cm} - 2 \text{ cm} - 2 \text{ cm} = 16 \text{ cm} = 0.16 \text{ m}$
 $15 \text{ cm} - 2 \text{ cm} - 2 \text{ cm} = 11 \text{ cm} = 0.11 \text{ m}$
 Traslape para los estribos = 10d; $d = 6.4 \text{ mm}$
 $6.4 \text{ mm (1 cm/10 mm)} = 0.64 \text{ cm}$
 $0.64 \text{ cm (1 m/100 cm)} = 0.0064 \text{ m}$
 $0.0064 \text{ m (10)} = 0.064 \text{ m}$
 $2 (0.064 \text{ m}) = 0.128 \text{ m}$
 Longitud total del estribo = $0.16 \text{ m} + 0.16 \text{ m} + 0.11 \text{ m} + 0.11 \text{ m} + 0.128 = 0.668 \text{ m}$
 Peso del estribo = $0.668 \text{ m (0.25 kg/m)} = 0.167 \text{ kg/estribo}$
 Número de estribos por un metro lineal de cerramiento como el Est. @ 20 cm
 $20 \text{ cm (1 m/100 cm)} = 0.20 \text{ m}$
 $1 \text{ m}/0.20 \text{ m} = 5 \text{ Estribos por metro lineal de castillo}$
 $5 \text{ Estribos (0.167 kg/estribos)} = 0.835 \text{ kg por un metro lineal de estribos}$
Considerando un desperdicio del 3%
 $0.835 \text{ kg} + 0.02505 \text{ kg} = 0.86005 \text{ kg}$

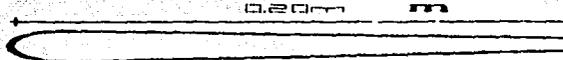
Análisis para la longitud total por un metro lineal de cerramiento

Traslape para cerramientos 40Ø de la varilla
 $d = 9.5 \text{ mm}$

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

$9.5 \text{ mm (1 cm / 10 mm) = 0.95 cm}$
 $0.95 \text{ cm (1 m / 100 cm) = 0.0095 m}$
 $40 (0.0095 \text{ m}) = 0.38 \text{ m}$
 $0.38 \text{ m (4 varillas) = 1.52 m}$
 $1.52 \text{ m (0.557 kg/m) = 0.85 kg}$
 Longitud de varilla = 1 m
 $1 \text{ m (0.557 kg/m) = 0.557 kg}$
 $4 \text{ varillas (0.557 kg) = 2.23 kg de acero por un metro lineal}$

Análisis para calcular el alambre para amarre con alambre recocido calibre # 18.



$20 \text{ cm (1 m / 100 cm) = 0.20 m}$
 $0.20 \text{ m (2) = 0.40 m}$
 $0.40 \text{ m (0.0143 kg/m) = 0.00572 kg/amarre}$
 $0.00572 \text{ kg (4 amarres) = 0.023 kg/amarres x estribo}$
 $0.023 \text{ kg (5 estribos) = 0.1144 kg por metro lineal}$
Considerando un desperdicio del 3%
 $0.1144 \text{ kg} + 0.003432 \text{ kg} = 0.117832 \text{ kg}$

Concepto

Acero de refuerzo en trabes tipo T-1 de 35 cm x 20 cm con varillas de $\frac{1}{2}''\text{Ø}$, $\frac{3}{8}''\text{Ø}$ y con estribos de $\frac{1}{4}''\text{Ø} @ 20 \text{ cm}$, con $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$, amarres con alambre recocido calibre # 18 e incluye el suministro, habilitado, colocación traslapes, ganchos, amarres.



Análisis de 1 metro lineal de varillas del # 3, con ganchos para anclaje de 90° en los extremos de las varillas en el lecho superior y en el inferior.

$h = 0.35 \text{ m}$
 $= 0.35 \text{ m} - \text{rec.}$
 $= 0.35 \text{ m} - 0.02 \text{ m} - 0.02 \text{ m} = 0.31 \text{ m}$
 $b = 1 \text{ m}$
 $= 1 \text{ m} - \text{rec.}$
 $= 1 \text{ m} - 0.02 \text{ m} - 0.02 \text{ m} = 0.96 \text{ m}$

De la figura III.19 de ganchos estándar para las varillas del # 3 e la columna de 90° se toma el mínimo de 6".

$6'' (2.54 \text{ cm / 1''}) = 15.24 \text{ cm}$
 $15.24 \text{ cm (2 ganchos) = 30.48 cm}$
 $30.48 \text{ cm (1 m / 100 cm) = 0.3048 m}$
 Longitud total de la varilla = $0.96 \text{ m} + 0.3048 \text{ m} = 1.2648 \text{ m}$
 $1.2648 \text{ m (0.557 kg/m) = 0.7045 kg de una varilla}$
 $0.7045 \text{ kg (5 varillas) = 3.5225 kg por un metro lineal de trabe}$
Considerando un desperdicio del 3%
 $3.5225 \text{ kg} + 0.105675 \text{ kg} = 3.628175 \text{ kg}$

De la misma forma analizaremos las varillas del # 4 con ganchos de 90° de la tabla de ganchos estándar.

$$8'' (2.54 \text{ cm}/1'') = 20.32 \text{ cm}$$

$$20.32 \text{ cm} (1 \text{ m}/100 \text{ cm}) = 0.2032 \text{ m}$$

$$0.2032 \text{ m} (2 \text{ ganchos}) = 0.4064 \text{ m}$$

$$\text{Longitud total de la varilla} = 0.96 \text{ m} + 0.4064 \text{ m} = 1.3664 \text{ m}$$

$$1.3664 \text{ m} (0.996 \text{ kg}/\text{m}) = 1.361 \text{ kg}$$

$$1.361 \text{ kg} (2 \text{ varillas}) = 2.722 \text{ kg por metro de trabe}$$

Considerando un desperdicio del 3%

$$2.722 \text{ kg} + 0.08166 \text{ kg} = 2.80366 \text{ kg}$$

Cálculo de la cantidad de acero para los columpios o bayonetas de 3/8"Ø

Cálculo de la cantidad de gancho de 90° para anclaje

$$6'' (2.54 \text{ cm}/1'') = 15.24 \text{ cm}$$

$$15.24 \text{ cm} (1 \text{ m}/100 \text{ cm}) = 0.1524 \text{ m}$$

$$0.1524 \text{ m} (2 \text{ ganchos}) = 0.3048 \text{ m}$$

Consideraremos el ángulo de 45° como traslape, para poder cuantificar este tramo de acero lo calcularemos por el teorema de Pitágoras por formar un triángulo rectángulo y de dos lados iguales de 0.31 m

$$h = 0.35 \text{ m}$$

$$= 0.35 - \text{rec.}$$

$$= 0.35 - 0.02 \text{ m} - 0.02 \text{ m}$$

$$= 0.31 \text{ m}$$

$$c^2 = a^2 + b^2$$

$$c^2 = (0.31 \text{ m})^2 + (0.31 \text{ m})^2$$

$$c^2 = 0.0961 \text{ m} + 0.0961 \text{ m}$$

$$c^2 = 0.1922 \text{ m}^2$$

$$c = \text{raíz cuadrada de } 0.1922 \text{ m}^2$$

$$c = 0.4384 \text{ m}$$

$$0.4384 (2 \text{ ganchos}) = 0.8768 \text{ m}$$

$$\text{La longitud total del tramo} = 0.50 \text{ m} + 0.4384 \text{ m} + 0.4384 \text{ m} + 0.1524 \text{ m} + 0.1524 \text{ m} = 1.6816 \text{ m}$$

$$1.6816 \text{ m} (0.557 \text{ kg}/\text{m}) = 0.94 \text{ kg}$$

$$0.94 \text{ kg} (2 \text{ varillas}) = 1.873 \text{ kg por un metro lineal de trabe T-1}$$

Considerando un desperdicio del 3%

$$1.873 \text{ kg} + 0.05619 \text{ kg} = 1.92919 \text{ kg}$$

Cálculo del número de estribos

$$0.05 \text{ raíz } 0.125 = 2.5 \text{ estribos}$$

$$0.10 \text{ raíz } 0.125 = 1.25 \text{ estribos}$$

$$0.15 \text{ raíz } 0.50 = 3.33 \text{ estribos}$$

$$0.10 \text{ raíz } 0.125 = 1.25 \text{ estribos}$$

$$0.05 \text{ raíz } 0.125 = \underline{2.5 \text{ estribos}}$$

$$10.83 \text{ estribos}$$

Cálculo del traslape del estribo = $10d$; $d = 6.4 \text{ mm}$

6.4 mm de traslape

$$6.4 \text{ mm} (1 \text{ cm}/10 \text{ mm}) = 0.64 \text{ cm}$$

$$0.64 \text{ cm} (1 \text{ m}/100 \text{ cm}) = 0.0064 \text{ m}$$

$$0.0064 \text{ m (10)} = 0.064 \text{ m}$$

$$0.064 \text{ m (2 traslapes)} = 0.128 \text{ m}$$

$$h = 0.35$$

$$0.35 \text{ m} - \text{rec.}$$

$$0.35 \text{ m} - 0.02 \text{ m} - 0.02 \text{ m} = 0.31 \text{ m}$$

$$b = 0.20 \text{ m}$$

$$0.20 \text{ m} - \text{rec.}$$

$$0.20 \text{ m} - 0.02 \text{ m} - 0.02 \text{ m} = 0.16 \text{ m}$$

$$0.31 \text{ m} + 0.31 \text{ m} + 0.16 \text{ m} + 0.16 \text{ m} + 0.128 \text{ m} = 1.068 \text{ m}$$

$$1.068 \text{ m (0.25 kg/m)} = 0.267 \text{ kg}$$

$$0.267 \text{ kg (11 estribos)} = 2.94 \text{ kg por metro lineal de trabe}$$

Considerando un desperdicio del 3%

$$2.94 \text{ kg} + 0.0882 \text{ kg} = 3.0282 \text{ kg}$$

Cálculo del alambre de amarre

$$\text{Peso} = 0.0143 \text{ kg/m}$$

$$0.20 \text{ m (2)} = 0.40 \text{ m}$$

$$0.40 \text{ m (0.0143 kg/m)} = 0.00572 \text{ kg/estribo}$$

$$0.00572 \text{ kg/estribo (4 amarres)} = 0.023 \text{ kg/estribo}$$

$$0.023 \text{ kg/estribo (11 estribos)} = 0.252 \text{ kg por un metro lineal de trabe}$$

Considerando un desperdicio del 3%

$$0.252 \text{ kg} + 0.00756 \text{ kg} = 0.25956 \text{ kg}$$

Concepto

Acero de refuerzo en trabes tipo T-2 de 35 cm x 18 cm con varillas de $\frac{1}{2}''\text{Ø}$, $\frac{3}{8}''\text{Ø}$ y con estribos de $\frac{1}{4}''\text{Ø}$ @ 20 cm, con $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$, amarres con alambre recocido calibre # 18 e incluye el suministro, habilitado, colocación traslapes, ganchos, amarres.



Análisis de 1 metro lineal de varillas del # 3, con ganchos para anclaje de 90° en los extremos de las, en el lecho superior y en el inferior.

$$h = 0.35 \text{ m}$$

$$= 0.35 \text{ m} - \text{rec.}$$

$$= 0.35 \text{ m} - 0.02 \text{ m} - 0.02 \text{ m}$$

$$= 0.31 \text{ m}$$

$$b = 1 \text{ m}$$

$$= 1 \text{ m} - \text{rec.}$$

$$= 1 \text{ m} - 0.02 \text{ m} - 0.02 \text{ m}$$

$$= 0.96 \text{ m}$$

De la figura III.19 de ganchos estándar para las varillas del # 3 e la columna de 90° se toma el mínimo de 6".

$$6'' (2.54 \text{ cm/1''}) = 15.24 \text{ cm}$$

$$15.24 \text{ cm (2 ganchos)} = 30.48 \text{ cm}$$

$$30.48 \text{ cm (1 m/100 cm)} = 0.3048 \text{ m}$$

$$\text{Longitud total de la varilla} = 0.96 \text{ m} + 0.3048 \text{ m} = 1.2648 \text{ m}$$

$$1.2648 \text{ m (0.557 kg/m)} = 0.7045 \text{ kg de una varilla}$$

$$0.7045 \text{ kg (5 varillas)} = 3.5225 \text{ kg por un metro lineal de trabe}$$

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Considerando un desperdicio del 3%
3.5225 kg + 0.105675 kg = 3.628175 kg

Las varillas del # 4 con ganchos de 90°.

$$8'' (2.54 \text{ cm}/1'') = 20.32 \text{ cm}$$

$$20.32 \text{ cm} (1 \text{ m}/100 \text{ cm}) = 0.2032 \text{ m}$$

$$0.2032 \text{ m} (2 \text{ ganchos}) = 0.4064 \text{ m}$$

$$\text{Longitud total de la varilla} = 0.96 \text{ m} + 0.4064 \text{ m} = 1.3664 \text{ m}$$

$$1.3664 \text{ m} (0.996 \text{ kg}/\text{m}) = 1.361 \text{ kg}$$

$$1.361 \text{ kg} (2 \text{ varillas}) = 2.722 \text{ kg por metro de trabe}$$

+ 3% de desperdicio

$$\mathbf{2.722 \text{ kg} + 0.08166 \text{ kg} = 2.80366 \text{ kg}}$$

Cálculo de acero para los columpios o bayonetas de 1/2"Ø

Cálculo de la cantidad de gancho de 90° para anclaje

De la misma tabla tenemos para 90° una extensión de 6''

$$8'' (2.54 \text{ cm}/1'') = 20.32 \text{ cm}$$

$$20.32 \text{ cm} (1 \text{ m}/100 \text{ cm}) = 0.2032 \text{ m}$$

$$0.2032 \text{ m} (2 \text{ ganchos}) = 0.4064 \text{ m}$$

Consideraremos el ángulo de 45° como traslape, para poder cuantificar este tramo de acero lo calcularemos por el teorema de Pitágoras por formar un triángulo rectángulo y de dos lados iguales de 0.31 m

$$h = 0.35 \text{ m}$$

$$= 0.35 - \text{rec.}$$

$$= 0.35 - 0.02 \text{ m} - 0.02 \text{ m}$$

$$= 0.31 \text{ m}$$

$$c^2 = a^2 + b^2$$

$$c^2 = (0.31 \text{ m})^2 + (0.31 \text{ m})^2$$

$$c^2 = 0.0961 \text{ m} + 0.0961 \text{ m}$$

$$c^2 = 0.1922 \text{ m}^2$$

$$c = \text{raíz de } 0.1922 \text{ m}^2$$

$$c = 0.4384 \text{ m}$$

$$0.4384 (2 \text{ ganchos}) = 0.8768 \text{ m}$$

$$\text{Longitud total del tramo} = 0.50 \text{ m} + 0.4384 \text{ m} + 0.4384 \text{ m} + 0.2064 \text{ m} + 0.2064 \text{ m} = 1.7896 \text{ m}$$

$$1.7896 \text{ m} (0.996 \text{ kg}/\text{m}) = 1.782 \text{ kg}$$

$$1.782 \text{ kg} (1 \text{ varilla}) = 1.782 \text{ kg por metro de trabe T-1}$$

Considerando un desperdicio del 3%

$$\mathbf{1.782 \text{ kg} + 0.05346 \text{ kg} = 1.83546 \text{ kg}}$$

Cálculo del número de estribos

$$0.05 \text{ raíz } 0.125 = 2.5 \text{ estribos}$$

$$0.10 \text{ raíz } 0.125 = 1.25 \text{ estribos}$$

$$0.15 \text{ raíz } 0.50 = 3.33 \text{ estribos}$$

$$0.10 \text{ raíz } 0.125 = 1.25 \text{ estribos}$$

$$0.05 \text{ raíz } 0.125 = \underline{2.5 \text{ estribos}}$$

$$10.83 \text{ estribos}$$

Cálculo del traslape del estribo = $10d$; $d = 6.4 \text{ mm}$

6.4 mm de traslape

6.4 mm (1 cm/10 mm) = 0.64 cm

0.64 cm (1 m/100 cm) = 0.0064 m

0.0064 m (10) = 0.064 m

0.064 m (2 traslapes) = 0.128 m

Longitud total del estribo

$h = 0.35$

0.35 m - rec.

0.35 m - 0.02 m - 0.02 m = 0.31 m

$b = 0.20 \text{ m}$

0.20 m - rec.

0.20 m - 0.02 m - 0.02 m = 0.16 m

0.31 m + 0.31 m + 0.16 m + 0.16 m + 0.128 m = 1.068 m

1.068 m (0.25 kg/m) = 0.267 kg

0.267 kg (11 estribos) = 2.94 kg por metro lineal de trabe

Considerando un desperdicio del 3%

2.94 kg + 0.0882 kg 03.0282 kg

Cálculo del alambre de amarre

Peso = 0.0143 kg/m

0.20 m (2) = 0.40 m

0.40 m (0.0143 kg/m) = 0.00572 kg/estribo

0.00572 kg/estribo (4 amarres) = 0.023 kg/estribo

0.023 kg/estribo (11 estribos) = 0.252 kg por un metro lineal de trabe

Considerando un desperdicio del 3%

0.252 kg + 0.00756 kg = 0.25956 kg

Concepto

acero de refuerzo en losas varillas de $3/8'' \varnothing$ con $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ incluye habilitado y armado

Como al realizar el análisis de la losa se considero un análisis general para la planta baja y planta alta.

Rec. = 1.5 cm = 0.015 m (2) = 0.03 m

1 m - 0.03 m = 0.97 m

Cálculo de la bayoneta o columpio

Peralte de la losa

$h = 10 \text{ cm} = 0.10 \text{ m}$

0.10 m - 0.03 m = 0.07 m

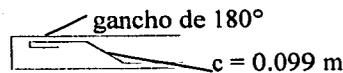
Cálculo del traslape por el teorema de Pitágoras

$a = 0.07 \text{ m}$

$b = 0.07 \text{ m}$

$c^2 = a^2 + b^2$

$c^2 = (0.07 \text{ m})^2 + (0.07 \text{ m})^2$



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

$$c^2 = 0.0049 \text{ m}^2 + 0.0049 \text{ m}^2$$

$$c^2 = 0.0098 \text{ m}^2$$

$$c = 0.099 \text{ m}$$

$$\text{Longitud} = 0.25 \text{ m} - 0.015 \text{ m} - 0.07 + 0.50 \text{ m} - 0.07 - 0.015 \text{ m} + 0.25 \text{ m} = 0.83 \text{ m}$$

PROCEDIMIENTO

Longitud + dos ganchos x el número de varillas x el peso de la varilla = peso total

Tabla V.12 Cálculo de la cantidad de acero del claro de losa (a)

Distancia del claro (a)	Distancia del claro de 1 m	# varillas	Longitud (m)	Gancho A o G de 180° de la tabla III. (m)	Traslape	Peso en kg/m	Peso total por varilla
1/4L	0.25 m	1.25	0.97	2(0.1524)	-	0.557	0.89
1/2L	0.25 m	1.66	0.83	2(0.1524)	2(0.099)	0.557	1.23
	0.25 m	1.66	0.97	2(0.1524)	-	0.557	1.18
1/4L	0.25 m	1.25	0.97	2(0.1524)	-	0.557	0.89
TOTAL							4.19

Desperdicio = 3%

$$4.19 \text{ kg (3\%)} = 0.1257 \text{ kg}$$

$$= \mathbf{4.316 \text{ kg}}$$

Tabla V.13 Cálculo de la cantidad de acero del claro de losa (b)

Distancia del claro (b)	Distancia del claro de 1 m	# varillas	Longitud (m)	Gancho A o G de 180° de la tabla III. (m)	Traslape	Peso en kg/m	Peso total por varilla
1/4L	0.25 m	1.25	0.97	2(0.1524)	-	0.557	0.89
1/2L	0.25 m	1.66	0.83	2(0.1524)	2(0.099)	0.557	1.23
	0.25 m	1.66	0.97	2(0.1524)	-	0.557	1.18
1/4L	0.25 m	1.25	0.97	2(0.1524)	-	0.557	0.89
TOTAL							4.19

Desperdicio = 3%

$$4.19 \text{ kg (3\%)} = 0.1257 \text{ kg}$$

$$= 4.19 + 0.1257$$

$$= \mathbf{4.32 \text{ kg}}$$

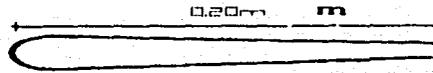
Cantidad necesaria

$$4.32 \text{ kg} + 4.32 \text{ kg} = \mathbf{8.64 \text{ kg por un metro cuadrado de losa}}$$

Cálculo de la cantidad de alambre para amarre

$$\text{Alambre recocido calibre \# 18 peso} = 0.0143 \text{ kg/m}$$

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Longitud total de alambre por amarre

$$0.20 \text{ m (0.20 m)} = 0.40 \text{ m}$$

Peso del alambre por amarre

$$0.40 \text{ m (0.0143 kg/m)} = 0.00572 \text{ kg/amarre}$$

Cantidad de amarres por un metro cuadrado de losa

$$7 \times 7 = 49 - 4 = 45 \text{ amarres/metro cuadrado}$$

$$0.00572 \text{ kg/amarre (45 amarres/metro cuadrado)} = 0.2574 \text{ kg/metro cuadrado}$$

Desperdicio = 3%

$$0.2574 \text{ kg (3\%)} = 0.007722 \text{ kg}$$

$$0.2574 \text{ kg} + 0.007722 \text{ kg} = \mathbf{0.2651 \text{ kg/metro cuadrado de losa}}$$

Tabla V.14 Cálculo de la cantidad de acero del claro largo de marquesina (a) de 1.0 m de claro.

Distancia del claro (a)	Distancia del claro de 0.90 m	# varillas	Longitud (m)	Gancho A o G de 180° de la tabla III. (m)	Traslape	Peso en kg/m	Peso total por varilla
1/4L	0.225 m	1.125	0.97	2(0.1524)	-	0.557	0.798
1/2L	0.45 m	2.25	0.97	2(0.1524)	-	0.557	1.597
1/4L	0.225 m	1.125	0.97	2(0.1524)	-	0.557	0.798
						total	3.193

Desperdicio = 3%

$$3.193 \text{ kg (3\%)} = 0.096 \text{ kg}$$

$$= \mathbf{3.23 \text{ kg}}$$

Tabla V.15 Cálculo de la cantidad de acero del claro corto de 0.90 m marquesina (b)

Distancia del claro (b)	Distancia del claro de 1 m	# varillas	Longitud (m)	Gancho A o G de 180° de la tabla III. (m)	Traslape	Peso en kg/m	Peso total por varilla
1/4L	0.25 m	1.25	0.97	2(0.1524)	-	0.557	0.82
1/2L	0.50 m	3.33	0.97	2(0.1524)	-	0.557	2.18
1/4L	0.25 m	1.25	0.97	2(0.1524)	-	0.557	0.82
						TOTAL	3.82

Desperdicio = 3%

$$3.82 \text{ kg (3\%)} = 0.1146 \text{ kg}$$

$$= 3.82 + 0.1146$$

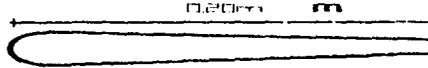
$$= \mathbf{3.935 \text{ kg}}$$

Cantidad necesaria

3.23 kg + 3.935 kg = **7.165 kg por un metro lineal de marquesina**

Cálculo de la cantidad de alambre para amarre

Alambre recocido calibre # 18 peso = 0.0143 kg/m



Longitud total de alambre por amarre

0.20 m (0.20 m) = 0.40 m

Peso del alambre por amarre

0.40 m (0.0143 kg/m) = 0.00572 kg/amarre

Cantidad de amarres por un metro cuadrado de losa

7 x 7 = 49 - 4 = 45 amarres/metro cuadrado

0.00572 kg/amarre (45 amarres/metro lineal) = 0.2574 kg/metro lineal

Desperdicio = 3%

0.2574 kg (3%) = 0.007722 kg

0.2574 kg + 0.007722 kg = **0.2651 kg/metro lineal de marquesina**

Tabla V.16 Cálculo de la cantidad de acero del claro largo de marquesina (a) de 1.0 m de claro.

Distancia del claro (a)	Distancia del claro de 0.50 m	# varillas	Longitud (m)	Gancho A o G de 180° de la tabla III. (m)	Traslape	Peso en kg/m	Peso total por varilla
1/4L	0.125 m	0.625 <input type="text"/>	0.97	2(0.1524)	-	0.557	0.4435
1/2L	0.25 m	1.25 <input type="text"/>	0.97	2(0.1524)	-	0.557	0.887
1/4L	0.125 m	0.625 <input type="text"/>	0.97	2(0.1524)	-	0.557	0.4435
						total	1.775

Desperdicio = 3%

1.775 kg (3%) = 0.053 kg

= **1.83 kg**

Tabla V.17 Cálculo de la cantidad de acero del claro corto de 0.50 m marquesina (b)

Distancia del claro (b)	Distancia del claro de 1 m	# varillas	Longitud (m)	Gancho A o G de 180° de la tabla III. (m)	Traslape	Peso en kg/m	Peso total por varilla
1/4L	0.25 m	1.25 <input type="text"/>	0.47	2(0.1524)	-	0.557	0.54
1/2L	0.50 m	1.66 <input type="text"/>	0.47	2(0.1524)	-	0.557	1.44
1/4L	0.25 m	1.25 <input type="text"/>	0.47	2(0.1524)	-	0.557	0.54
						TOTAL	2.52

Desperdicio = 3%

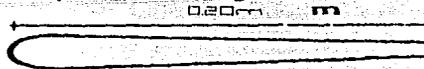
$$\begin{aligned} 2.52 \text{ kg (3\%)} &= 0.076 \text{ kg} \\ &= 2.52 \text{ kg} + 0.076 \text{ kg} \\ &= 2.596 \text{ kg} \end{aligned}$$

Cantidad necesaria

$$1.83 \text{ kg} + 2.596 \text{ kg} = \mathbf{4.426 \text{ kg}} \text{ por un metro lineal de marquesina}$$

Cálculo de la cantidad de alambre para amarre

$$\text{Alambre recocido calibre \# 18 peso} = 0.0143 \text{ kg/m}$$



Longitud total de alambre por amarre

$$0.20 \text{ m (0.20 m)} = 0.40 \text{ m}$$

Peso del alambre por amarre

$$0.40 \text{ m (0.0143 kg/m)} = 0.00572 \text{ kg/amarre}$$

Cantidad de amarres por un metro cuadrado de losa

$$7 \times 5 = 35 - 4 = 31 \text{ amarres/metro cuadrado}$$

$$0.00572 \text{ kg/amarre (31 amarres/metro lineal)} = 0.17732 \text{ kg/metro lineal}$$

Desperdicio = 3%

$$0.17732 \text{ kg (3\%)} = 0.0053196 \text{ kg}$$

$$0.17732 \text{ kg} + 0.0053196 \text{ kg} = \mathbf{0.18264 \text{ kg/metro lineal de marquesina}}$$

Tabla V.18 Cantidad de estructura por metro lineal o m² del anexo 4.

Concepto	Unidad	Cantidad
Acero de refuerzo en cimentación Z-1'	ml	39.9
Acero de refuerzo en cimentación Z-2'	ml	92.7
Acero de refuerzo en cimentación Z-1	ml	48.1
Acero de refuerzo en cimentación Z-2'	ml	14.15
Columnas de 20 x 20	ml	161.5
Cerramientos	ml	159.40
Cerramientos en bardas	ml	92.7
Trabes tipo T-1	ml	40.15
Trabes tipo T-2	ml	7.80
Losas	m ²	234.475
Marquesinas de 90cm	m ²	24.21
Marquesinas de 50cm	m ²	15.35

Nota:

Las medidas de ml y m² de cada elemento estructural, fueron obtenidas del plano estructural del anexo 4 para este ejemplo, para aplicarlas en el catálogo de conceptos del inciso IV.7.1.

V.9 CUANTIFICACION DE ACERO DE REFUERZO

Para poder saber la cantidad de acero que se requiere o que también esta siendo utilizada en una obra, esto se puede cuantificar por medio de generadores de obra, como ejemplo seguiremos utilizando el plano del anexo 4 y con el siguiente procedimiento podremos determinar la cantidad de acero utilizada.

Primero escribamos el concepto de donde va ha ser suministrado, en el lado derecho de la tabla se dibuja el elemento a cuantificar seccionándolo con el tipo de acero que ocupa, posteriormente procedemos a localizar los ejes y el tramo del elemento estructural que se va cuantificar, luego se anotará el tipo de acero si es longitudinal, transversal, estribos, etc.

Anotando en la siguiente columna el diámetro ya sea en milímetros o pulgadas, seguido de la longitud de estructura a cuantificar, posteriormente continuamos con los ganchos, traslapes, suma, largo total, numero de varillas, número de elementos y los pesos específicos de los diferentes diámetros de las varillas. Ahora bien después de haber colocado en las primeras siete columnas los datos correspondientes, procedemos a hacer la cuantificación de la manera siguiente:

$\text{Longitud} + \text{Ganchos} + \text{Traslapes} = \text{Largo total}$

$\text{Largo total} \times \text{Número de varillas} \times \text{Número de elementos estructurales}$

Posteriormente el resultado anterior multiplicarlo por el peso unitario del diámetro del acero según sea el diámetro, dándonos como resultado en la cuantificación en kilos, como la cuantificación total es la suma de cada peso de cada diámetro nos da un resultado total.

CAPITULO VI CONTROL DE CALIDAD

El control de calidad que se le realiza al acero de refuerzo puede ser por medio de pruebas mecánicas como tensión y doblado, esto con el fin de saber su resistencia y verificar que cumplan con las especificaciones ya establecidas en las normas oficiales mexicanas o reglamentos locales. Se hace una revisión de los reportes del fabricante de un lote de acero llevando a cabo pruebas de laboratorio, esto permite dar confiabilidad del material como lo marca el artículo 255 del reglamento de construcciones del Distrito Federal citado ya en el capítulo III usos del acero de refuerzo y de los artículos 256 al 260 del reglamento de construcciones del Distrito Federal que a continuación se citan:

“Art. 256. Los materiales de construcción deberán ser almacenados en las obras de tal manera que se evite su deterioro o la instrucción de materiales extraños.

Art. 257. El director responsable de obra, deberá vigilar que se cumpla con este reglamento y con lo especificado en el proyecto, particularmente en lo que se refiere en los siguientes aspectos:

- I. Propiedades mecánicas de los materiales.
- II. Tolerancias en las dimensiones de los elementos estructurales; como medidas de claros, secciones de las piezas, áreas y distribución del acero y espesores de recubrimientos.
- III. Nivel y alineamiento de los elementos estructurales y
- IV. Cargas muertas y vivas en la estructura incluyendo a las que se deban a la colocación de materiales durante la ejecución de la obra.

Art. 258. Podrá utilizarse los nuevos procedimientos de construcción que el desarrollo de la técnica introduzca previa autorización del departamento para lo cual el director responsable de obra presentará una justificación de idoneidad detallando los procedimientos propuesto y anexando en su caso, los datos de los estudios y los resultados de las pruebas experimentales efectuadas.

Art. 259. Deberán realizarse las pruebas de verificación de calidad de materiales que señalen las normas oficiales correspondientes y las normas técnicas complementarias de este reglamento. En caso de duda el departamento podrá exigir los muestreos y pruebas necesarias para verificar la calidad y resistencia especificadas de los materiales, aun en las obras terminadas.

El muestreo deberá efectuarse siguiendo métodos estadísticos que aseguren el conjunto de muestras sea representativo en toda la obra. El departamento llevará un registro de los laboratorios o empresas que a su juicio, puedan realizar estas pruebas.

Art. 260. Los elementos estructurales que se encuentren en ambiente corrosivo o sujetos a la acción de agentes físicos químicos, o biológicos que puedan hacer disminuir su resistencia, deberán de ser de material resistente a dichos efectos, o recubiertos con

materiales o sustancias protectoras y tendrán un mantenimiento preventivo que asegure su funcionamiento dentro de las condiciones previstas en el proyecto".³⁷

VI.1 PRUEBAS DE LABORATORIO

Para poder hacer una buena supervisión del control de calidad, se hacen pruebas de laboratorio en forma opcional, ya sea una prueba de tensión y otra de doblado por cada lote de 10 toneladas de varillas. Se verifica si los resultados de prueba obtenidos cumple con los requisitos de las normas oficiales NOM-B-6-1988, NOM-B-18-1988, NOM-B-32-1988, NOM-B-457-1988 y NOM-294-1986; para aceptarlas o rechazarlas.

VI.1.1 MUESTRA Y LOTE DE VARILLAS

- Muestra.- Es un tramo de varilla que representa un lote de varillas.
- Lote de varillas.- Son varillas de mismo diámetro, masa nominal, corrugaciones, número de designación, que pertenecen a un embarque.

VI.1.2 PROBETAS PARA PRUEBAS

Las probetas que son sometidas a pruebas mecánicas de tensión, deben ser de sección transversal completa, la longitud de la muestra es de 200 mm. Con esto se puede obtener valores para determinar los esfuerzos unitarios. Para la prueba de doblado puede ser la misma longitud de 200 mm a un metro para poder tener un mejor manejo al ser doblada. Para estas pruebas el acero tiene que ser el recomendado por las normas vigentes.

VI.1.3 NUMERO DE PRUEBAS PARA VARILLAS

Las pruebas de laboratorio que se realizan para varillas de refuerzo según lo marca las normas oficiales vigentes son: una prueba de tensión y otra de doblado, esto por cada lote de varillas de 10 ton.

VI.1.4 REPETICION DE PRUEBAS

Cuando las probetas que se someten a pruebas mecánicas de tensión no cumplen con los requisitos del tema VI.2.3 de este capítulo, que establecen las normas oficiales mexicanas para varillas corrugadas, ya sean: procedentes de lingote o palanquilla, riel, ejes, baja aleación y varillas torcidas en frío de lingote o palanquilla; se puede repetir la prueba como lo indica la norma.

“Debe permitirse repetir la prueba si cualquier probeta utilizada en las pruebas de tensión presenta valores menores a los especificados y además si una parte de la fractura se presenta fuera del tercio medio de la longitud calibrada, lo cual se indica por las marcas en la probeta, antes de la prueba.

³⁷ Reglamento de construcciones para el Distrito Federal y Disposiciones complementarias, 17ª ed; México, Porrúa, 1995, Págs. 131 y 132.

Si los resultados de la prueba de tensión no cumplen con los requisitos mínimos especificados y no difieren en más de 14 N/mm^2 (1.4 kgf/mm^2) de la resistencia a la tensión requerida o bien no difiere en más de 7 N/mm^2 (0.7 kgf/mm^2) del límite de fluencia requerido, y no difiere del alargamiento requerido en más de dos unidades porcentuales de los valores indicados en las tablas VI.1, VI.2, VI.3, VI.4 y VI.5. Se permite repetir la prueba en dos probetas tomadas al azar del lote que no haya cumplido. Si los resultados de esta repetición de pruebas cumplen con lo indicado, debe aceptarse el lote.

Si una prueba de doblado no cumple con los requisitos establecidos por razones que no sean causas mecánicas o defectos de la probeta, se permite repetir la prueba en dos probetas tomadas al azar del mismo lote. Debe aceptarse el lote si los resultados obtenidos en estas dos probetas cumplen con lo especificado. Las repeticiones de prueba deben realizarse a temperatura ambiente, pero no a menos de $16 \text{ }^\circ\text{C}$.

Si cualquier probeta no cumple con los requisitos especificados debido a las fallas mecánicas, tales como problemas en el equipo de prueba, preparación inadecuada o presenta defectos debe descartarse y sustituirse por otra del mismo tamaño y de la misma colada".³⁸

VI.2 PRUEBAS DE TENSION

La prueba de tensión para varillas corrugadas que se realiza es para comparar valores de resistencia de este material, con los requisitos de tensión dados en el inciso VI.1.4. La prueba consiste en someter a una probeta de 200 mm de longitud con un número de designación, procedente de un lote determinado y efectuar las mediciones siguientes: Esfuerzo de Fluencia, Resistencia a la tensión y el alargamiento. Para efectuar este método de prueba de tensión debe basarse en la NMX-B-172-1988 véase Anexo 3.

VI.2.1 INDICE DE RESISTENCIA

El índice de resistencia para el acero de refuerzo es f_y que es su esfuerzo de fluencia, se obtiene calculando la carga entre el área nominal de una probeta que es sometida a cargas de tensión, al someter la probeta a estos esfuerzos se obtienen resultados los cuales se comparan con los índices de resistencia que están ya estandarizados y establecidos en las normas de fabricación, por medio de este índice de resistencia se mantiene el control de calidad en el momento de su fabricación. Para el acero su índice de resistencia es su mismo esfuerzo de fluencia f_y .

"Se acostumbra aceptar que las características del acero a la compresión son las mismas que a la tensión. Interesa además tener una idea de la deformabilidad del acero. Un índice de esta propiedad es el porcentaje de elongación en 20 cm correspondiente a la fractura".³⁹

³⁸ Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, Norma Oficial Mexicana, NOM-B-6-1988, "Varillas corrugadas procedentes de lingote o palanquilla para refuerzo de concreto", México, Dirección General de Normas, 1988, Pág.8.

³⁹ González Cuevas Oscar M. y Robles F. Francisco. "Aspectos fundamentales del concreto reforzado", 3ª Reimpresión; México, Limusa Noriega Editores, 1990, Pág. 47.

VI.2.2 LIMITE DE FLUENCIA

“El límite de fluencia o resistencia de fluencia debe de determinarse por uno de los siguientes métodos:

- a) Método de la caída de la viga o detención de la aguja indicadora de la máquina de prueba.
- b) Cuando el acero no tenga límite de fluencia definido, la fluencia convencional debe determinarse con base en el alargamiento bajo carga, usando un diagrama de esfuerzo deformación unitaria o un extensómetro”.⁴⁰

El alargamiento permitido para los diferentes aceros de refuerzo que se someten para determinar su límite de fluencia es el siguiente:

NOM-B-6-1988

0.5% para los grados 30 y 42

NOM-B-18-1988

0.5% para el grado 42

NOM-B-32-1988

0.5% para el grado 42

NOM-B-457-1988

0.35% para el grado 42

NOM-B-294-1986

0.6%

0.2%

Nota:

1. Cuando el alargamiento bajo la carga de 200 mm llega a 204.2 mm se debe de informar.
2. Para esta prueba la velocidad no debe exceder 13 mm/mínima, cuando llega a alcanzar la resistencia a la tensión no debe de exceder de 102 mm/mínima. La velocidad mínima no debe ser menor de 1/10 de la velocidad máxima, como lo establece la norma NXM-B-172-1988.

VI.2.3 REQUISITOS DE TENSION

Las varillas que son sometidas a pruebas mecánicas de tensión para determinar su resistencia a la tensión, límite o esfuerzo de fluencia y el alargamiento deben de cumplir con los requisitos de tensión indicadas en las tablas VI.1, VI.2, VI.3, VI.4 y VI.5; de las normas NOM-B-6-1988, Acero procedente de lingote o palanquilla, NOM-B-18-1988

⁴⁰ Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, Norma Oficial Mexicana NOM-123-SCFI-1996, “Varillas corrugadas de acero para refuerzo de concreto, Especificaciones de Seguridad y Métodos de prueba”, México Dirección General de Normas, 1996, Pág. 7.

Acero de riel, NOM-B-32-1988 Acero de ejes, NOM-B-457-1988 Acero de baja aleación y la NOM-B-294-1986 Acero torcido en frío procedente de lingote y palanquilla vigentes.

Tabla VI.1 Requisitos de tensión para acero de lingote o palanquilla. (NOM-B-6-1988.) (A)

	Grado 30	Grado 42
Resistencia a la tensión, mínima, en N/mm^2 (kgf/mm^2)	490 (50)	550 (56)
Límite de fluencia, mínimo, en N/mm^2 (kgf/mm^2)	294 (30)	415 (42)
Límite de fluencia máximo, en N/mm^2 (kgf/mm^2)	422 (33)	540 (55)
Alargamiento en 200mm, mínimo en % varilla número:		
2, 2.5 y 3	11	9
4, 5, y 6	11	9
7	11	8
8	10	8
9	9	7
10	8	7
11 y 12	7	7

Nota: (A) La relación entre resistencia a la tensión y el límite de fluencia real no debe ser menor de 1.25.

Tabla VI.2 Requisitos de tensión para acero de riel. (NOM-B-18-1988.)

	Grado 35	Grado 42
Resistencia a la tensión, mínima, en N/mm^2 (kgf/mm^2)	549 (56)	618 (63)
Límite de fluencia, mínimo, en N/mm^2 (kgf/mm^2)	343 (35)	412 (42)
Alargamiento en 200mm, mínimo, en % varilla número.		
2, 2.5 y 3	6	6
4,5 y 6	7	6
7	6	5
8, 9, 10, 11 y 12	5	4.5

Tabla VI.3 Requisitos de tensión para acero de ejes. (NOM-B-32-1988.)

	Grado 30	Grado 42
Resistencia a la tensión mínima en N/mm^2 (kgf/mm^2)	490 (50)	618 (63)
Límite de fluencia, mínimo en N/mm^2 (kgf/mm^2)	294 (30)	412 (42)
Alargamiento en 200mm, mínimo en % varilla número		
2, 2.5 y 3	11	8
4, 5 y 6	12	8
7	11	8
8	10	7
9	9	7
10	8	7
11 y 12	7	7

Tabla VI.4 Requisitos de tensión para acero de baja aleación. (NOM-B-457-1988.)

	Grado 42
Resistencia a la tensión, mínima en N/mm^2 (kgf/mm^2)	550 (56) (a)
Límite de fluencia, mínimo, en N/mm^2 (kgf/mm^2)	412 (42)
Límite de fluencia, máximo, en N/mm^2 (kgf/mm^2)	540 (55)
Alargamiento en 200 mm, mínimo, en %	
Varilla número:	
3, 4, 5 y 6	
7, 8, 9, 10, 11 y 12	

Nota: (a) la relación entre la resistencia a la tensión y el límite de fluencia real no debe ser menor de 1.25

Tabla VI.5 Requisitos de tensión para acero. (NOM-B-294-1986.)

	Grado 42	Grado 50	Grado 60
Límite de fluencia mínimo, en N/mm^2 (kgf/mm^2)	412 (42)	490 (50)	589 (60)
Resistencia a la tensión mínima, en N/mm^2 (kgf/mm^2)	510 (52)	589 (60)	687 (70)
Alargamiento en 200mm de longitud calibrada, mínimo, en %			
Varilla número			
2, 2.5, 3, 4, 5 y 6		8	8
7, 8, 9 y 10		7	7
11 y 12		6	6

VI.3 MAQUINA DE ENSAYE UNIVERSAL

La máquina de ensaye universal se ocupa cuando se requiere realizar pruebas con muestras representativas de varillas, con el fin de poder obtener cantidades numéricas de carga, deformación, las propiedades mecánicas del material y su capacidad de resistencia. Se debe tener probetas necesarias con una longitud calibrada para poder someterlos a esfuerzos a tensión.

Al realizar las pruebas con los ensayos de varillas corrugadas se le aplican al espécimen cargas de tensión uniformemente, se obtienen cantidades numéricas de los esfuerzos aplicados hasta poder llegar a la ruptura o falla. El límite de fluencia, se obtiene al detenerse la aguja indicadora, también nos permite saber los cambios de longitud o deformación que adquiere el material durante la prueba debido a la carga aplicada. La máquina esta diseñada para realizar diferentes pruebas como: compresión, flexión y tensión, por lo que se le llama máquina de ensaye universal véase las figuras VI.1 y VI.2.



Figura VI.1 Máquina de Ensaye Universal Tinius Olsen Testing para pruebas mecánicas de tensión, compresión y flexión, con capacidad de 120,000 Kg

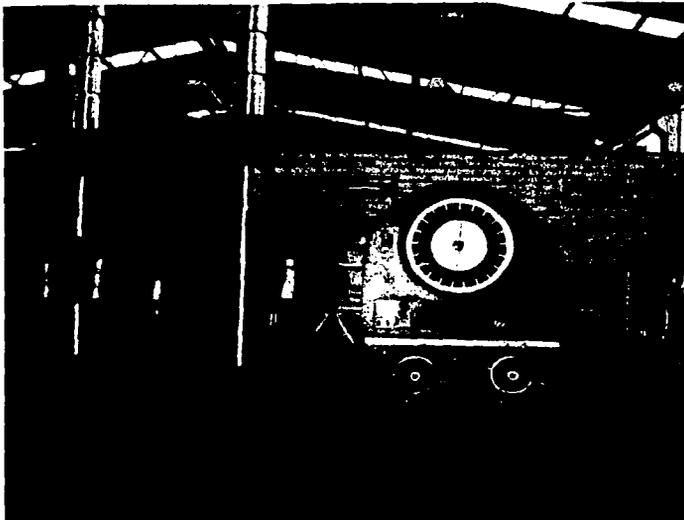


Figura VI.2 Máquina de Ensaye Universal BALDWIN, para pruebas mecánicas de compresión, tensión y flexión con capacidad de carga de 400,000.

VI.4 DIAGRAMA DE ESFUERZO-DEFORMACION UNITARIA

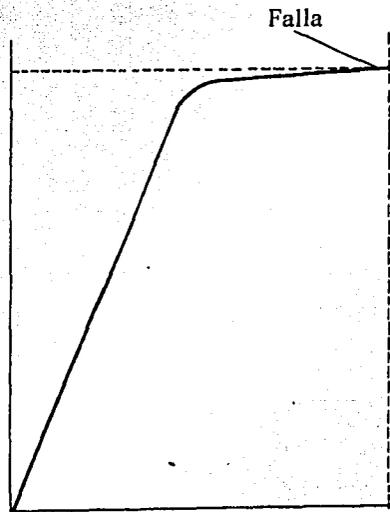
La forma de poder representar gráficamente los resultados obtenidos durante la prueba de tensión es utilizando los diagramas de esfuerzos deformación, esto se hace con el fin de poder conocer el comportamiento que tiene el material durante la prueba pasando por su

estado inelástico, límite de proporcionalidad, esfuerzo de fluencia, estado plástico, hasta alcanzar su esfuerzo último o falla. Para obtener los datos y poder graficar se puede considerar el siguiente procedimiento:

- Se toma un ensaye o muestra representativa de 200 mm + 300 mm de extensión de un lote de 10 ton de varilla.
- Se coloca la muestra entre las mordazas de la máquina universal.
- Se coloca un deformimetro y un flexometro para medir las deformaciones o el alargamiento que pueden producir durante la prueba.
- Se procede a aplicar esfuerzos a tensión con una velocidad constante.
- Se toman lecturas de la máquina en kg a determinado tiempo y del deformimetro a la vez.
- Se llega a la fractura considerándolo como su esfuerzo último.

Se gráfica con los esfuerzos unitarios $\sigma = P/A$ y la deformación unitaria $\epsilon = \delta/L$ de la prueba como se muestra en la figura VI.3.

$$\sigma = (\text{kg/cm}^2)$$



$$\text{Deformación unitaria } \epsilon = \delta/L$$

Figura VI.3 Diagrama Esfuerzo-Deformación Unitaria.

Esfuerzo unitario

Para calcular el esfuerzo unitario σ se obtiene con la carga P producida por los esfuerzos de tensión en intervalos de tiempo entre el área nominal de la varilla A , siendo el área constante en todos los esfuerzos producidos durante la prueba, para su cálculo se proporciona la siguiente expresión:

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

$$\sigma = P/A$$

Otra forma de calcular el esfuerzo unitario es con la siguiente fórmula:

$$\sigma = \epsilon E$$

Deformación unitaria

La deformación unitaria ϵ se obtiene de los incrementos de deformación producidos en intervalos de tiempo por los esfuerzos aplicados a tensión entre la longitud calibrada de 200 mm, siendo constante en todos los incrementos obtenidos durante la prueba.

$$\epsilon = \delta/L$$

Deformación total

La deformación total δ es el de alargamiento del material producido por las cargas aplicadas al final de la prueba. Para calcular la deformación total se puede utilizar la siguiente fórmula ya desglosada.

$$\begin{aligned}\sigma &= \epsilon E, \\ P/A &= \delta E/L, \\ \delta &= PL/AE \text{ deformación total}\end{aligned}$$

Donde:

A = Área transversal del espécimen dado en mm², cm², m², etc.

P = Carga, dado en gramos, kilogramos, toneladas, etc.

σ = Esfuerzo unitario kg/cm² lb/plg² o N/m² etc.

ϵ = Deformación unitaria en plg/plg, m/m, cm/cm, mm/mm, etc.

δ = Deformación total (cambio de longitud) en plg, m, cm, mm, etc.

L = Longitud original en plg, m, cm, mm, etc.

E = Módulo de elasticidad del acero de refuerzo se supondrá igual a 2×10^6 a la 6 kg/cm²

Nota: Los esfuerzos unitarios $\sigma = P/A$, se grafican en las coordenadas de las ordenadas y el esfuerzo unitario $\epsilon = \delta/L$, se grafican en las abscisas.

VI.5 PRUEBA DE DOBLADO

La prueba de doblado se realiza alrededor de un mandril o pasador, por cada lote de varilla de la misma colada y diámetro, evitando que al momento de doblar la varilla se agriete el diámetro exterior del doblado. Para varillas con número de designación del #2 al #12 el ángulo de doblado es de 180° (Varillas de fabricación Nacional); para las varillas de número de designación mayores como del #14 al #18 el ángulo de doblado es de 90°, si se requiere que estas varillas tengan doblado con más de 90°, se someten a pruebas de doblado de 180°, de igual manera sin que se agriete la parte exterior de la varilla doblada. La temperatura que se recomienda por efectos de contracción y dilatación del acero es de 16°C a 25°C, o bien a temperatura ambiente. Al doblar las varillas estas deben de cumplir con los requisitos de

doblado y diámetros del mandril que se presentan en la tabla II.8, VI.6, VI.7, VI.8, VI.9 y VI.10; de la D.G.N. Las varillas procedentes de lingote o palanquilla, riel, ejes y de baja aleación procedente de lingote o palanquilla y varillas torcidas en frío procedentes de lingote o palanquilla. Se deben doblar como se indica en la NXM-B-113-1981 (Véase Anexo 2.); Inclusive esta prueba se puede realizar en la obra.

VI.5.1 COMO REALIZAR LA PRUEBA DE DOBLADO

“Esta prueba debe efectuarse conforme a lo indicado en la norma NMX-B-113-1981 empleando probetas de suficiente longitud para asegurar un doblado libre. La prueba debe cumplir con lo siguiente:

- a) Una aplicación uniforme de la fuerza durante toda la operación de doblado.
- b) Movimiento sin restricción de la probeta, en los puntos de contacto con el dispositivo de doblado, alrededor de un mandril con rotación libre.
- c) La probeta debe de estar en contacto con el mandril durante toda la operación de doblado.
- d) El doblado debe realizarse hasta que uno de los extremos de la probeta forme con el otro extremo el ángulo especificado.
- e) La prueba debe realizarse a temperatura ambiente y en ningún caso, a menos de 289°K (16°C).⁴¹

VI.5.2 REPETICION DE PRUEBAS DE DOBLADO

La prueba de doblado se puede repetir si el material a doblar se agrieta del diámetro exterior, se procede a doblar otro ensaye del mismo lote, se pueden emplear otros métodos más severos para esta prueba.

VI.5.3 REQUISITOS DE DOBLADO

En las tablas VI.6, VI.7, VI.8, VI.9 y VI.10; Tomadas de las Normas Oficiales Mexicanas de la Dirección General de Normas, para los diferentes tipos de acero procedentes de lingote o palanquilla (NOM-B-6-1988), Acero de refuerzo procedente de riel (NOM-B-18-1988), Acero de refuerzo procedentes de ejes (NOM-B-32-1988), Acero de refuerzo de baja aleación procedente de lingote o palanquilla (NOM-B-457-1988) y Varillas corrugadas de acero torcidas en frío procedente de lingote o palanquilla (NOM-B-294-1986); Se muestra a continuación los requisitos de doblado que debe cumplir las varillas corrugadas al ser sometidos a prueba de doblado.

⁴¹ Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, Norma Oficial Mexicana, “NOM-123-SCFI-1996 Varillas corrugadas de acero para refuerzo de concreto, Especificaciones de seguridad y métodos de prueba”, México, Dirección General de Normas, 1996, Pág. 8.

Tabla VI.6 Requisitos de doblado para acero. (NOM-B-6-1988.)

Número de designación	Diámetro del mandril para pruebas de doblado a 180°	
	Grado 30	Grado 42
2, 2.5, 3 4 y 5	3 1/2 d	3 1/2 d
6, 6 y 8	5 d	5 d
9 y 10	5 d	7 d
11 y 12	5 d	8 d

Nota: d = diámetro nominal de la probeta.
Doblado a 180°

Tabla VI.7 Requisitos de doblado para acero. (NOM-B-18-1988.)

Número de designación	Diámetro del mandril para doblado a 180° (a)	
	Grado 35	Grado 42
2, 2.5, 3, 4, 5 y 6	d = 6t	d = 6t
7 y 8	d = 6t	d = 6t
9 y 0	d = 8t	d = 8t
11 y 12	d = 8t (90)	d = 8t (90)

Notas:

d = Diámetro del mandril.

T = Diámetro de la probeta.

(a) Deben de doblarse a 180° a menos que previamente se especifique otra cosa.

Para varillas del 11 y 12 se doblan a 90°.

Tabla VI.8 Requisitos de doblado para acero. (NOM-B-32-1988.)

Número de designación	Diámetro del mandril para doblado a 180°	
	Grado 30	Grado 42
2, 2.5, 3, 4, 5	d = 4t	d = 4t
6	d = 5t	d = 5t
7 y 8	d = 5t	d = 6t
9, 10, 11 y 12	d = 5t	d = 8t

Notas:

d = Diámetro del mandril.

t = Diámetro de la probeta.

Doblado a 180°.

Tabla VI.9 Requisitos de doblado para acero. (NOM-B-457-1988.)

Número de designación	Diámetro del mandril para prueba de doblado a 180°	
	Grado 42	
2, 2.5, 3, 4 y 5	3 d	
6, 7 y 8	4 d	
9, 10, 11 y 12	6 d	

Nota:

d = diámetro nominal de la probeta para prueba de doblado a 180°.

Nota: Cuando las varillas son mayores del #12 el diámetro del mandril para la prueba de doblado tiene que ser 9d.

Tabla VI.10 Requisitos de doblado para acero. (NOM-B-294-1986.)

Varillas No.	Prueba de doblado	
	Grado 42	Grado 50 y60
Menores del número 6	3.14 rad. (180°) d=4T	3.14 rad. (180°) d=6T
6, 7 y 8	3.14 rad. (180°) d=5T	3.14 rad. (180°) d=7T
9, 10, 11 y 12	3.14 rad. (180°) d=6T	3.14 rad. (180°) d=8T

Notas: d = Diámetro del mandril.
 T = Diámetro de la probeta.
 1 radián = 57.29578 grados angulares.

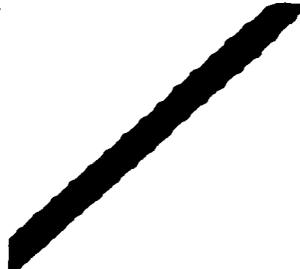
VI.6 ACABADO DE LAS VARILLAS CORRUGADAS

Cuando se revisan varillas de refuerzo se procura que no tenga imperfecciones que afecte al usarla como: escamas de laminación, agrietadas corrosión y oxidación en la superficie. Por estos problemas superficiales no se rechaza el material si se pueden quitar mediante la limpieza de un cepillo de alambres, limpieza manual o latiguo. Después del cepillado de la muestra se procede a verificar que cumpla con sus requisitos de dimensiones mínimas peso, área, altura de corrugaciones vistas en las tablas II.3, II.4, II.5, II.6 y II.9. (Véase las figuras VI.4, VI.4.1 y VI.4.2.)



VI.4

Figura VI.4, Varilla que presenta buena oxidación.



VI.4.1

Figura VI 4.1 Varilla que presenta oxidación aceptable.



VI.4.2

Figura VI.4.2 Varilla que presenta corrosión excesiva debido al mal recubrimiento, mal curado del concreto, mala compactación, infiltración de aguas de lluvia, aguas jabonosas, ácidos, uso con agua salada, etc.

Al hacer esta revisión cuidadosa de las varillas se pueden rechazar si presentan algunas imperfecciones diferentes a las mencionadas anteriormente, que pueden dañar su uso y no cumplan con los requisitos mínimos de las normas oficiales para tensión y doblado.

VI.6.1 LIMPIEZA DEL ACERO

En la obra cuando se va a colocar el acero de refuerzo se procura que no tengan en su superficie lodo, aceite, grasa u otros materiales que puedan afectar o reducir la adherencia al concreto. Cuando tiene en su superficie óxido no excesivo, y también si contiene óxido y

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

rebabas que estén combinadas es bueno para poder tener una buena adherencia, para esta limpieza ver el inciso VI.6.

VI.7 SOLDABILIDAD

La composición química de la varilla es proporcionada por el fabricante ya que es muy importante escoger el procedimiento de soldadura para soldar acero de refuerzo. Se puede soldar adecuadamente las varillas de baja aleación grado 42, en la tabla II.1 se muestran los requisitos de composición química para estas varillas el cual no se debe exceder de las cantidades siguientes:

El contenido de carbono en el acero de baja aleación con 0.30% evita el agrietamiento y también la ductibilidad, cuando es mayor que 35% no es optima para soldar la varilla. Ver II.6.1 para calcular el contenido de carbono equivalente (C.E.), a falta de la adquisición de datos de composición química o de la fórmula para determinar (C.E.), entonces $C.E. < 0.55\%$ según la NOM-B-457-1988.

Cuando por especificaciones del plano o el contrato requiere de soldar acero de refuerzo se debe de hacer por el método de soldadura a tope de arco de presión. Véase el anexo 5, de la norma NMX-H-121-1988.

VI.7.1 TEMPERATURA

Para soldar el acero se recomienda soldarlo a temperatura ambiente de 21°C o 70°F, el enfriamiento debe de ser en forma de temperatura ambiente. Véase la tabla IV.3 de temperaturas mínimas de precalentamiento y pasos.

VI.7.2 PRUEBAS PARA VARILLAS SOLDADAS

Cuando el acero de refuerzo es unido con soldadura, se toman probetas para analizarlas, la forma en que se puede verificar su calidad en la unión soldada es examinar probetas por radiografía a tope directo, pruebas de tensión, macroataque inclusive puede hacerse una de doblado. La resistencia a la tensión de la varilla soldada tiene que tener la resistencia que una varilla normal. En la prueba de doblado la muestra soldada no debe de agrietarse ni mucho menos de romperse.

“Deberá calificarse el procedimiento y hacer pruebas de tensión con dos probetas de longitud igual a 16 veces el diámetro (más longitud de placa de empalme si lo hay) para cada:

1. Clasificación del electrodo y metal base.
2. Tipo y forma de juntas, ya sean de penetración completa en gargantas V o bisel, dobles o simples, a tope directo; o ya sean con gargantas abocinadas dobles o simples, en traslapes directos o indirectos o a tope indirecto.
3. Posición de soldar.
4. Diámetro del electrodo o aumento posterior a este.

5. Barra de mayor diámetro con mayor (C.E.), de las incluidas en una misma especificación de procedimiento que deba ser calificado.
6. Corriente (voltaje o amperaje) o por un cambio de $\pm 15\%$ de ellos.
7. Temperatura de precalentamiento o por una disminución mayor del 10% (nunca menores que las de la tabla III.3.)
8. Clase, tipo y grado de los elementos de empalme (placas, ángulos, etc.)
9. No se hará calificación de filetes.
10. Examinar por radiografía las 2 probetas a tope directo. Si el contratista lo prefiere, 2 probetas a tensión y la otra al macroataque.
11. La probeta de juntas indirectas se probara por macroataque.
12. La calificación de un soldador será efectiva por 6 meses.
13. La soldadura en posición vertical deberá llevarse de abajo hacia arriba".⁴²

Para las pruebas se escogen 3 ensambles de las cuales se escogen 2 para la prueba de tensión y la otra para la prueba de macroataque como se muestra en la tabla VI.11.

Tabla VI.11 Número y tipo de pruebas, para calificación del procedimiento. (NOM-H-121-1988.)

Para calificar una producción de tipo de juntas como se indica en:	Número de ensambles de prueba requeridos	Pruebas de tensión, figura 11(A)	Pruebas de tensión, figura 11(B)	Pruebas de macroataque
Figura 3 (A), (B) (C), (D)	3	2		1
Figura 4 (A), (B) (C)	3	---		1
Figura 5 (A), (B)	3	---		1
Figura 7 (A), (B) (C), (D) (E)	3	---		1

Tamaño y longitud de los ensambles soldados de prueba

El tamaño y la longitud del ensamble de prueba para las uniones a tope directo, uniones a tope indirecta y soldadura de ranura abocinada como lo establece la norma NOM-H-121-1988 son:

1. Uniones a tope directo

"La longitud mínima de por lo menos es de 16 veces el diámetro de la varilla con soldadura localizada en el centro".

2. Uniones a tope indirectas traslapada

"La longitud mínima indicada en el punto anterior, debe incrementarse por la cantidad de material unido (figura 11B del anexo V.)"

⁴² González Sandoval Federico, "Manual de supervisión de obras de concreto", México, Limusa, Págs. 65 y 66

3. Soldadura de ranura abocinadas

“Se diseña su tamaño y longitud para desarrollar la capacidad de tensión de la varilla unida usando el esfuerzo permisible o última resistencia indicada en las tablas de tensión, ya sea para los métodos de esfuerzo de trabajo o última resistencia”.

VI.7.2.1 PRUEBA DE TENSION

La prueba de tensión que se realiza a las probetas con ensambles soldados deben ser de sección completa, las distancias mínimas entre las mordazas de la máquina para la sujetar la muestra con unión a tope directo debe de ser 8 veces el diámetro de la varilla como mínimo. Para las varillas unidas con uniones a tope indirectas se considera 8 veces el diámetro de la varilla más una longitud del material unido.

La resistencia que debe alcanzar la probeta al someterse a esfuerzos de tensión y al determinar la carga máxima $N(kg)$, debe de satisfacer los requisitos de tensión de las tablas VI.1, VI.2, VI.3, VI.4 y VI.5 según sea el acero base o acero de procedencia. La resistencia a la tensión alcanzada en N/mm^2 (kgf/mm^2), se obtiene dividiendo la carga máxima entre el área nominal de la sección transversal de la varilla $\sigma = (P/A)$ como lo indica la norma vigente NOM-H-121-1988 (Procedimiento de soldadura estructural de varillas corrugadas.)

Esta resistencia no debe ser menor a 125% de su resistencia de fluencia mínima según el acero y su grado del acero que se une.

VI.7.2.2 PRUEBA DE MACROATAQUE

Según la NOM-H-121-1988 esta prueba sirve para saber el nivel de sanidad de las juntas soldadas, se realiza la prueba atacando con una solución adecuada que nos proporcione claramente una definición de la soldadura, después de haber sido pulidas las secciones transversales.

En la prueba se examinan las probetas para detectar discontinuidad y excedentes en la calidad de las soldaduras como: no permitir una altura mayor de 3 mm, no deben tener grietas en el metal de soldaduras o por la zona donde se aplico calor, fusión completa de la soldadura y el metal base, relleno completo de cráteres en la sección transversal en la soldadura. En la socavación no se permite que tenga como profundidad > 1.0 mm, se permite socavación de hasta 1.5 mm de profundidad en las puntas de intersección de soldaduras, considerándolas como defectuosas.

Esto solamente para soldaduras en “V” de ranura ya sea sencilla o doble en “V” (soldadura con gas a presión y aluminotermicas.)

Preparación de las muestras

La forma de prepararse para la prueba de macroataque según la norma NOM-H-121-1988, es de la siguiente forma:

1. Uniones a tope directo

“El ensamble de prueba soldado debe cortarse mecánicamente, perpendicular a la dirección en que se soldó. La probeta debe mostrar la longitud total de la sección transversal de la junta soldada, la raíz de la soldadura y cualquier esfuerzo”.

2. Uniones a tope indirectas

“La soldadura del ensamble de prueba debe cortarse, mecánicamente, en dos localizaciones transversales en la dirección a la que se soldó. Las probetas deben mostrar la sección transversal completa de la junta soldada en cada una de las uniones de varillas”.

VI.7.2.3 PRUEBA RADIOGRAFICA

En esta prueba de radiografía revela en las uniones a tope directas, la dimensión máxima de una porosidad en forma individual, discontinuidad y la suma de las discontinuidades (o las máximas dimensiones de porosidad), según el tipo de fusión. En la tabla VI.12, se muestra las tolerancias de aceptación para esta prueba.

Tabla VI.12. Criterio de aceptación radiográfico. (NOM-H-121-1988.)

Número de la varilla	Suma de las discontinuidades	Discontinuidad individual
8	5	3
9	5	3
10	6	3
11	6	5
14	8	5
18	11	6

VI.8 PRUEBA DE CONTROL DE CALIDAD DE DOBLADO

Para la realización de esta prueba de doblado seguiremos el procedimiento de la Norma Oficial Mexicana NOM-B-113-1981 (véase anexo 2), con el fin de evaluar la ductilidad del acero de refuerzo “N” procedente de lingote o palanquilla, Número de designación 3, grado 42 para el concreto, no se considera la ductilidad como medio cuantitativo.

1. Hipótesis.- Al someter una muestra seleccionada de varilla corrugada a una prueba de doblez de 180° , esta no se debe agrietarse en su diámetro exterior debido a su contenido adecuado de carbón y a su ductibilidad.

2. Objetivo.- Evaluar la ductilidad del acero de refuerzo para predecir las características de servicio en operaciones de doblado.

3. Material y Equipo:

- Probeta a doblar varilla corrugada del #3
- Mandril
- Grifa
- Tubo
- Segueta

4. Procedimiento

- a) De un lote de 10 toneladas, varilla corrugada procedente de lingote o palanquilla, del # 3, grado 42, 12 metros de largo, recta, NOM-B-6-1988.
- b) Se elige y se corta un tramo de varilla no menor de 50 cm de largo.
- c) Se coloca sobre un mandril o cualquier método indicado en la NMX-B-113-1981 (Véase anexo 2.)
- d) También se puede realizar esta prueba con una grifa y un tubo para doblarla (Véase figura IV.14.)

De la tabla VI.6 de requisitos de doblado se entra en la tabla grado 42, hacia $3\frac{1}{2} d$, multiplicar por el diámetro del número de designación #3 en milímetros.

Número de designación	Diámetro del mandril para pruebas de doblado a 180°	
	Grado 30	Grado 42
2, 2.5, 3, 4 y 5	$3\frac{1}{2} d$	$3\frac{1}{2} d$

Donde: d = diámetro del mandril.

Longitud de la probeta 1 m
 Número de designación # 3
 Diámetro en pulgadas $3/8''$
 Diámetro en mm. = 9.5 mm

De la tabla anterior doblado a $180^\circ = 3.5(9.5 \text{ mm}) = 33.25 \text{ mm}$ diámetro del mandril o diámetro de doblado interno como vemos en la figura VI.5

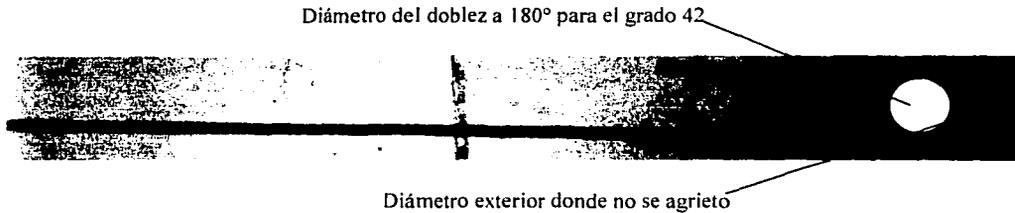


Figura VI.5 Prueba de doblado de una probeta a 180°.

5. Resultados de prueba

Al efectuarse la prueba de doblado a $3 \frac{1}{2} d = 33.25$ mm que es el diámetro de doblado a 180° para el grado 42, en el extremo o extensión que se dobla forma un ángulo de 180° y queda paralela al otro tramo de varilla, como vemos la ductilidad es satisfactoria, al observar que en su diámetro exterior al ser doblado no se producen ranuras ni grietas de fractura por lo que la varilla no contiene carbón excesivo y pasa la prueba de doblado cumpliendo con los requisitos de la tabla VI.6 pertenecientes a la NOM-B-6-1988.

VI.9 PRUEBA DE CONTROL DE CALIDAD DE TENSION

Para la realización de esta prueba de tensión seguiremos el procedimiento de la Norma Oficial Mexicana NOM-B-172-1988 del anexo 3, con el fin de evaluar la resistencia del acero a la tensión, límite de fluencia, del acero, el alargamiento y la resistencia de fluencia conforme lo indica la norma oficial NOM-B-6-1988.

1. Hipótesis.- al someter 1 probeta representativa de 200 mm de longitud calibrada del # 3 y otra del # 4 de diámetro a esfuerzos a tensión, esta debe de soportar la resistencia ala tensión mínima de 617 N/mm^2 y el alargamiento mínimo de 9% de 200 mm de la tabla V.1.

2. Objetivo de la prueba. Someter una muestra representativa de un lote de 10 ton, a esfuerzos de tensión para saber la resistencia a la tensión, límite de fluencia, el alargamiento y resistencia de fluencia. Para determinar si se encuentra dentro de la norma. Utilizando el método de la viga o brazo indicador, o detención de la aguja indicadora y el método de extensión bajo la carga.

3. Equipo:

- Máquina de ensaye universal
- Segueta
- Flexómetro
- Deformimetro
- Probeta de 200 mm + 300mm = 50 mm
- Cantidad 1 de 3/8" o del # 3
1 de 1/2" o del # 4

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

4. Procedimiento

De un lote de varillas corrugadas, del # 3, de 12 m de largo, recta, grado 42, procedente de lingote o palanquilla, NOM-B-6-1988.

De un lote de varillas corrugadas del # 4, de 12 m de largo, recta, grado 42 procedentes de lingote o palanquilla NOM-B-6-1988.

Se toma una muestra representativa al azar de dicho lote, esta probeta debe tener una longitud calibrada de 200 mm + una extensión de 300 mm = 500 mm de largo para sujetarla entre las mordazas.

De los lotes mencionados se miden tramos de 500 mm de longitud, se mide a la mitad del tramo, tomando 100 mm del centro a un extremo y los otros 100 mm al otro extremo. Se hacen dos marcas o calibran al final de los 100 mm teniendo ya la probeta calibrada a 200 mm se sujetan entre las mordazas de la máquina universal.

Se coloca un flexómetro y un deformímetro adecuado con aproximación de 0.01 mm, se aplica la carga a una velocidad que no sea mayor a la que puedan anotar las lecturas. Al hacer estas lecturas se tomaron con un tiempo de cada 20 segundos hasta llegar a la falla.

5. Memoria de cálculo

De las formulas del punto VI.4 comenzaremos a calcular los esfuerzos con las cargas obtenidas cada 20 segundos con el diámetro de 3/8", las deformaciones y la longitud inicial para el esfuerzo unitario del espécimen 1 (para los valores del área véase la tabla II.3.)

$$\text{Area} = \pi D^2/4$$

$$A = 3.1416(9.5 \text{ mm})^2/4$$

$$A = 70.8827 \text{ mm}^2$$

$$A = 71 \text{ mm}^2$$

$$A = 71 \text{ mm}^2(1 \text{ cm}^2/100 \text{ mm}^2)$$

$$A = 0.71 \text{ cm}^2$$

Cálculo del esfuerzo unitario

$$\sigma = P/A$$

$$\sigma = 25 \text{ kg}/0.71 = 31.21 \text{ kg/cm}^2$$

Conversión de unidades para el espécimen 1

$$0.20 \text{ mm} (1 \text{ cm}/10 \text{ mm}) = 0.02 \text{ cm}$$

$$\epsilon = \delta/L$$

$$\epsilon = 0.02 \text{ cm}/20 \text{ cm}$$

$$\epsilon = 0.001 \text{ cm/cm}$$

Cálculo de la deformación total

$$\delta = \epsilon L$$

$$\delta = 0.255(20 \text{ cm}) = 5.1 \text{ cm} = 51 \text{ mm}$$

Resistencia a la Tensión

$$\sigma_y = 4775 \text{ kg}/0.71 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_y = 6725.35 \text{ kg}/\text{cm}^2$$

Alargamiento a la ruptura en 200 mm

El alargamiento total obtenido en la prueba $\delta = 51 \text{ mm}$, para obtener el porcentaje de 200 mm podemos sacarla por una regla de tres.

$$\text{Si } 200 \text{ mm} \rightarrow 100\%$$

$$51 \text{ mm} \rightarrow X\%$$

Sustituyendo tenemos que

$$X\%(200 \text{ mm}) = 100\%(51 \text{ mm})$$

$$X = 100\%(51 \text{ mm})/200 \text{ mm}$$

$$X = 25.5\%$$

Por lo tanto tenemos que $25.5\% > 9\%$ mínimo establecido en la tabla VI.1 para el diámetro del # 3, grado 42. (véase la tabla VI.13 resultados de prueba del espécimen 1.)

Calibración de 200 mm de longitud

Extensión para mordazas
15 mm



Falla a 3/2 de la longitud calibrada de 200 mm

Figura VI.6 Varilla del # 3 calibrada a 200 mm de longitud sujeta a esfuerzos de tensión.

De la misma forma se realiza este procedimiento para el espécimen 2 con los datos obtenidos a cada 20 segundos, las cargas aplicadas y el diámetro de $\frac{1}{2}$ " para calcular los esfuerzos, las deformaciones y la longitud inicial para calcular los esfuerzos unitarios.

$$\text{Area} = \pi D^2/4$$

$$A = 3.1416(12.7 \text{ mm})^2/4$$

$$A = 127 \text{ mm}^2$$

$$A = 127 \text{ mm}^2(1 \text{ cm}^2/100 \text{ mm}^2)$$

$$A = 1.27 \text{ cm}^2$$

Cálculo del esfuerzo unitario

$$\sigma = P/A$$

$$\sigma = 50 \text{ kg}/1.27 = 39.37 \text{ kg}/\text{cm}^2$$

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Conversión de unidades para el espécimen 1

$$0.20 \text{ mm} (1 \text{ cm}/10 \text{ mm}) = 0.02 \text{ cm}$$

$$\epsilon = \delta/L$$

$$\epsilon = 0.02 \text{ cm}/20 \text{ cm}$$

$$\epsilon = 0.001 \text{ cm}/\text{cm}$$

Nota: Las incremento de deformación de la columna (3) es obtenida del extensometro en mm lo cual se hace la conversión a cm para poder calcular la deformación unitaria en la columna (6).

Cálculo de la deformación unitaria

$$\delta = \epsilon L$$

$$\delta = 0.26 \text{ cm}/\text{cm}(20 \text{ cm}) = 5.2 \text{ cm} = 52 \text{ mm}$$

Resistencia a la Tensión

$$\sigma_y = 4775 \text{ kg}/0.71 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_y = 6725.35 \text{ kg}/\text{cm}^2$$

Alargamiento a la ruptura en 200 mm

Del mismo procedimiento el alargamiento total obtenido en la prueba $\delta = 52 \text{ mm}$, para obtener el porcentaje de 200 mm podemos sacarla por una regla de tres.

$$\text{Si } 200 \text{ mm} \rightarrow 100\%$$

$$52 \text{ mm} \rightarrow X\%$$

Sustituyendo tenemos que

$$X = 100\%(52 \text{ mm})/200 \text{ mm}$$

$$X = 26\%$$

Por lo tanto tenemos que 26% > 9% mínimo establecido en la tabla VI.1 para diámetro del # 4, grado 42, (véase la tabla VI.14, Resultados de prueba del espécimen 2.)

Así sucesivamente con todas las cargas, y los incrementos de la deformación, para poder graficar los Diagramas Esfuerzo-Deformación Unitaria se toman los valores de las columnas (5) y (6) para cada espécimen de prueba respectivamente.

Falla a 3/2 de la longitud calibrada de 200 mm

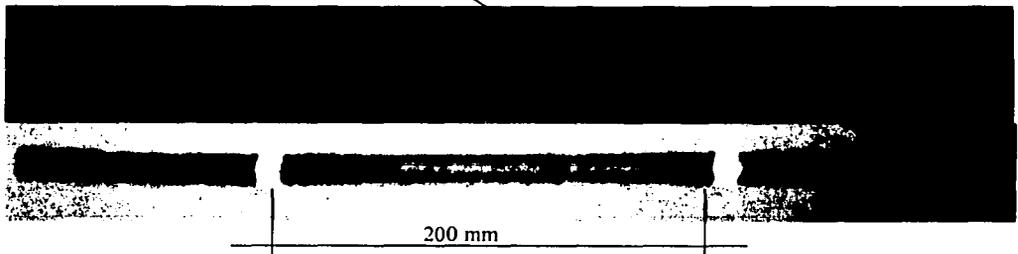


Figura VI.7 Varilla del # 4 calibrada a 200 mm de longitud sujeta a esfuerzos de tensión.

Espécimen de prueba # 1
 Lectura inicial del flexómetro 34.6 cm
 Diámetro de la varilla 3/8" o 9.5 mm
 Lectura del deformímetro 0.01 mm, una vuelta = 1 mm

Tabla VI.13 Memoria de cálculo para graficar el diagrama Esfuerzo-deformación para un acero de grado 42 con número de designación del 3.

Tiempo C/20 segundos	Carga en kilogramos	Deformación en mm	Area en cm ² $A = \pi D^2/4$	Esfuerzo $\sigma = \text{kg/cm}^2$ $\sigma = P/A$	Deformación unitaria $\epsilon = \text{cm/cm}$ $\epsilon = \delta/L$
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
0	0	0	0	0	0.000
20	25	0.20	0.71	35.21	0.001
40	325	0.50	0.71	457.75	0.002
60	500	1.08	0.71	704.22	0.005
80	850	2.80	0.71	1197.18	0.014
100	1225	3.80	0.71	1725.35	0.019
120	1475	4.80	0.71	2077.46	0.024
140	1825	5.82	0.71	2570.42	0.029
160	2475	6.83	0.71	3485.91	0.034
180	2975	7.83	0.71	4190.14	0.039
200	3125	8.83	0.71	4401.41	0.044
220	3125	9.87	0.71	4401.41	0.049
240	3150	10.91	0.71	4436.62	0.055
260	3175	11.99	0.71	4471.83	0.060
280	3225	12.0	0.71	4542.25	0.060
300	3350	13.01	0.71	4718.31	0.065
320	3550	14.13	0.71	5000	0.071
340	3600	15.22	0.71	5070.42	0.076
360	3775	16.37	0.71	5316.90	0.082
380	3900	17.12	0.71	5492.96	0.086
400	4075	18.10	0.71	5739.44	0.091
420	4200	19.90	0.71	5915.49	0.099
440	4225	20.80	0.71	5950.70	0.104
460	4375	21.75	0.71	6161.97	0.109
480	4500	22.60	0.71	6338.03	0.113
500	4575	29.0	0.71	6443.66	0.145
520	4625	31.0	0.71	6514.08	0.155
540	4625	35.0	0.71	6514.08	0.175
560	4725	41.0	0.71	6654.93	0.205
580	4775	45.0	0.71	6725.35	0.225
600	4775	51.0	0.71	6725.35	0.255

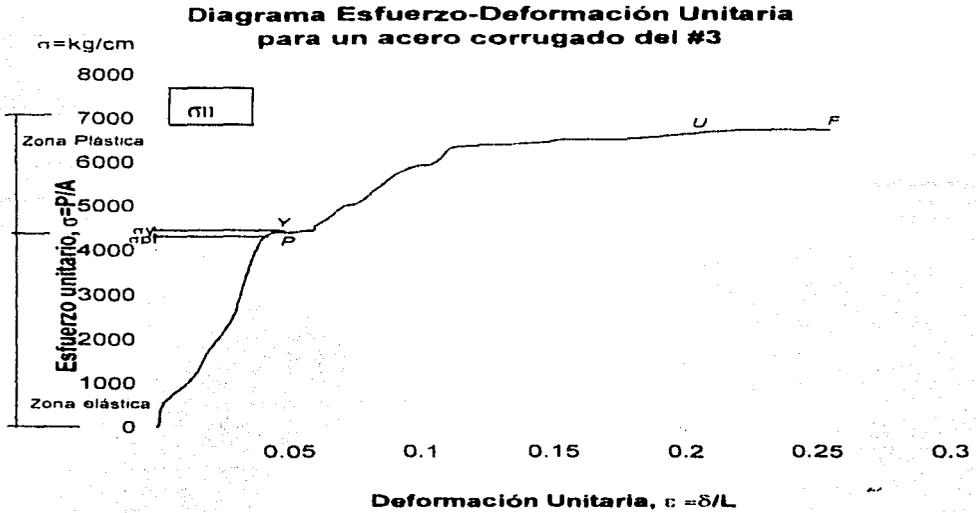
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Especimen de prueba # 2
 Lectura inicial del flexómetro 35.2 cm
 Diámetro de la varilla ½" o 12.7 mm
 Lectura del deformimetro 0.01 mm una vuelta = 1 mm

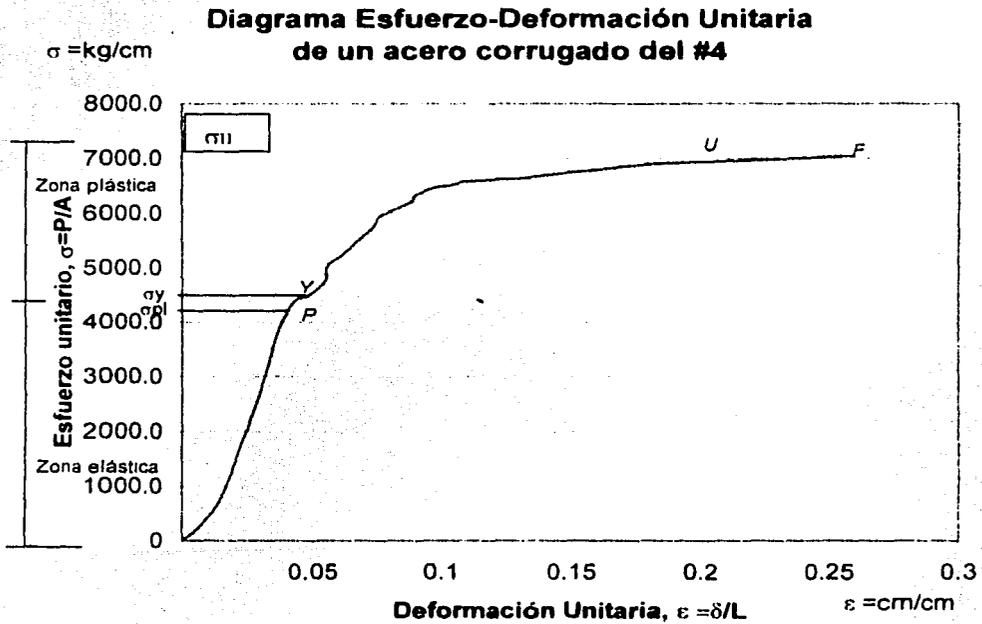
Tabla VI.14 Memoria de cálculo para graficar el diagrama Esfuerzo-deformación para un acero de grado 42 con número de designación del 4.

Tiempo C/20 segundos	Carga en kilogramos	Deformación en mm	Area en cm ² $A = \pi D^2/4$	Esfuerzo $\sigma = \text{kg/cm}^2$ $\sigma = P/A$	Deformación unitaria $\epsilon = \text{cm/cm}$ $\epsilon = \delta/L$
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
0	0	0	0	0	0.000
20	50	0.20	1.27	39.37	0.001
40	175	0.72	1.27	137.79	0.004
60	375	1.35	1.27	295.27	0.007
80	775	2.30	1.27	610.24	0.012
100	1225	3.20	1.27	964.57	0.016
120	2000	4.20	1.27	1574.80	0.021
140	2750	5.22	1.27	2165.35	0.026
160	3700	6.26	1.27	2913.38	0.031
180	4900	7.40	1.27	3858.27	0.037
200	5550	8.55	1.27	4370	0.043
220	5725	9.72	1.27	4507.87	0.049
240	6050	10.92	1.27	4763.78	0.055
260	6400	11.15	1.27	5039.37	0.056
280	6650	12.40	1.27	5236.22	0.062
300	6975	13.63	1.27	5492.12	0.068
320	7300	14.91	1.27	5748	0.074
340	7525	15.20	1.27	5925.19	0.076
360	7700	16.50	1.27	6062.99	0.082
380	7900	17.80	1.27	6220.47	0.089
400	8025	18.10	1.27	6318.89	0.090
420	8200	19.40	1.27	6456.69	0.097
440	8275	20.75	1.27	6515.75	0.104
460	8350	21.80	1.27	6574.80	0.109
480	8425	26.0	1.27	6633.86	0.130
500	8500	28.0	1.27	6692.91	0.140
520	8625	32.0	1.27	6791.34	0.160
540	8775	37.0	1.27	6909.45	0.185
560	8850	45.0	1.27	6968.50	0.225
580	8950	52.0	1.27	7047.24	0.260
580	8950	52.0	1.27	7047.24	0.260

Grafica VI.1 Diagrama Esfuerzo- Deformación de un acero corrugado con número de designación del 3.



Grafica VI.2 Esfuerzo-Deformación Unitaria de un acero corrugado con número de designación del 4.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

6. Resultados de prueba

Para poder graficar el Diagrama Esfuerzo-Deformación Unitaria, tomaremos para el esfuerzo unitario los valores que se obtuvieron de $\sigma = P/A$ de la columna (5) para el eje de las ordenadas. Para graficar la deformación unitaria se tomará los valores de $\epsilon = \delta/L$ de la columna (6), en la curva obtenida en la grafica VI.1 y VI.2 se puede observar el comportamiento del acero de refuerzo del # 3 y # 4 debido a los esfuerzos producidos durante la prueba.

La curva que comienza en cero y posteriormente se dirige a P que es el límite de proporcionalidad del material (acero), si el esfuerzo es mayor que el esfuerzo en el límite de proporcionalidad (σ_p), este ya no cumple con la ley de Hooke. En el intervalo de 0 a σ_y el acero se encuentra en estado elástico Posteriormente la curva llega al límite de proporcionalidad en Y donde la pendiente de la línea disminuye haciéndose horizontal, bajar o subir un poco deformándose el material con muy poco aumento de carga, como es el caso de cada grafica VI.1 que baja y en la VI.2 sube, en esta etapa el material fluye o se deforma plásticamente en este punto. El esfuerzo donde comienza esta fluencia se llama el esfuerzo en el punto de fluencia σ_y después tiende a subir hasta U que es el esfuerzo último σ_u que resiste el material, luego tiende a subir o bajar hasta alcanzar el punto F que es en donde ocurre la falla o fractura del material.

De los datos obtenidos de las probetas de 3/8" y 1/2" que se sometieron a esfuerzos de tensión, calculamos los esfuerzos unitarios, la deformación unitaria y la deformación total, de la cual graficamos los esfuerzo-deformación unitaria se pudo observar el comportamiento que tiene el acero desde cero hasta el límite de proporcionalidad que se encuentra en σ_y , encontrándose en el límite elástico cuando la curva disminuye se deforma el acero subiendo y encontrándose en el límite plástico donde posteriormente sube hasta llegar a su esfuerzo último hasta alcanzar la falla.

Al hacer los cálculos vemos que la deformación total de la varilla de 3/8" tiene un porcentaje de alargamiento del 25% del mínimo requerido en los requisitos de tensión y obteniendo un esfuerzo último de $\sigma_u = 6725.35 \text{ kg/cm}^2$. Para la varilla de 1/2" tuvo una deformación total del material del 26% y su esfuerzo último de $\sigma_u = 7047.24 \text{ kg/cm}^2$, por lo que cumple con los requisitos de tensión de la tabla VI.1.

VI.10 ACEPTACION DEL MATERIAL

"A menos que se especifique de otra manera, cualquier rechazo basado en pruebas efectuadas conforme a lo indicado debe informarse al fabricante dentro de los 60 días hábiles siguientes al recibo de las muestras por el comprador.

El material que muestre defectos perjudiciales posteriores a su aceptación en la fabrica, debe rechazarse y notificarse al fabricante de dicho rechazo.

Las muestras analizadas conforme a lo indicado anteriormente que represente material rechazado deben conservarse durante tres semanas a partir de la fecha en que se notifique al

fabricante del rechazo. En caso de desacuerdo con los resultados de las pruebas, el fabricante puede apelar dentro de este lapso.

Para rechazar un lote por no cumplir con los requisitos en las corrugaciones tales como altura, longitud y espaciamiento debe mostrarse claramente, por determinaciones en el lote, que no se cumple con los requisitos mínimos especificados en esta Norma.

No debe efectuarse ningún rechazo sobre la base de mediciones efectuadas en menos de diez corrugaciones adyacentes sobre cada cara de la varilla bajo prueba".⁴³

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

⁴³ Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, Norma Oficial Mexicana NOM-B-6-1988, "Varillas corrugadas procedentes de lingote o palanquilla para refuerzo de concreto", México, Dirección General de Normas, 1988, Pág. 13.

CAPITULO VII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como hemos visto en este trabajo, el acero de refuerzo tiene la finalidad de reforzar el concreto debido a que el acero resiste la tensión trabajando junto con el concreto como un solo elemento, las varillas están provistas de corrugaciones que le permiten tener buena adherencia con el concreto e inclusive estos bordes o salientes evitan los movimientos horizontales que puedan tener el acero y el concreto que lo rodea, las deflexiones en losas y trabes, también este acero puede no tener dichas corrugaciones llamándose acero liso. La fabricación de este material debe de tener un control de calidad adecuado, en dado caso la varilla que se utiliza para la construcción debe cumplir con las normas oficiales mexicanas, ya que un alto o excesivo contenido de carbón da como resultado un acero frágil que resiste menos los esfuerzos a tensión y al momento de ser dobladas.

En esta investigación observamos que existen diferentes tipos de aceros y diferentes grados de designación de acuerdo a las normas oficiales vigentes, según sea su procedencia de laminación y la importancia de su uso como: acero de lingote o palanquilla grado 42 siendo este acero el más usual en la construcción para reforzar elementos estructurales, acero de riel de sección I, acero de ejes de carros de ferrocarril, acero de baja aleación procedente de lingote o palanquilla grado 42 que es la más óptimo para soldar debido a su bajo contenido de carbono y acero torcido en frío grado 60 considerada de alta resistencia.

Las varillas corrugadas pueden ser de diferentes diámetros que van del número 2 al 12 de fabricación nacional, considerando el diámetro como una varilla lisa, inclusive en varillas de fabricación extranjera llegan a ser del número 2 al 18, Sin embargo hay productos prefabricados hechos con varillas corrugadas y lisas como lo son: mallas electrosoldadas, castillos, rectangulares cuadrados, triangulares, así como también escalerillas y el armado para vigueta y bovedilla, estos productos también se presentan en diferentes dimensiones o presentaciones.

Para habilitar acero existen diferentes equipos y herramientas que van desde una dobladora improvisada hasta una dobladora eléctrica para hacer dobleces de 180°, 135°, 45° o diferentes dobleces. Así como también para cortar acero desde una simple segueta, cizallas manuales hasta una cortadora (cizalla eléctrica); Para empalmar o unir varillas existen diferentes métodos de unión como: traslapes amarrados con alambre recocido, uniones soldadas y con conexión mecánica. Pero en todo caso se deberá considerar las Normas Oficiales, Normas Técnicas y Reglamentos de Construcciones de la localidad donde se lleve a cabo la obra.

Este material lo podemos cuantificar analizando cada elemento estructural con el número de varillas que lo componen, esto es: diámetro, separación de varillas, estribos, traslapes, bastones, bayonetas o columpios, ganchos de 90°, 45°, 135° y 180°. También se pueden aplicar formatos para esta cuantificación denominados generadores de obra, este análisis da como resultado la cantidad de acero a utilizar por unidad de obra, las unidades más usuales son gramos, kilogramos y toneladas.

El control de calidad del acero es muy importante, ya que este reporte se puede aceptar o rechazar un material que no cumple con las normas oficiales mexicanas de fabricación. Por ejemplo la prueba de doblado y de tensión que se realizó en este trabajo, cumplieron con los requisitos de las normas NOM-B-6-1988. también vimos que existen pruebas de control de calidad para las varillas soldadas que son de: tensión, doblado, radiografiaca y macroataque.

Como hemos visto el uso que se le da al acero en la construcción es para la realización de: Presas, Puentes, Carreteras, Edificación, Elementos estructurales, (columnas, trabes, muros de concreto armado, losas cimientos), Postes de luz, Registros de coladera, Rejillas, Cinceles, Barretas, Ganchos para amarre, etc.

En la investigación y elaboración de este tema se recurrieron a diferentes fuentes de consulta como: Normas Oficiales Mexicanas vigentes, Reglamentos de Construcciones, Folletos del fabricante, Textos, Internet.

RECOMENDACIONES

Dentro de las recomendaciones importantes, de acuerdo a las normas vigentes destacan las siguientes:

1. Las varillas que presentan poca oxidación pueden ser removible los fragmentos de corrosión con un cepillo de alambre o latigueándola, son permisibles ya que esto permite una buena adherencia al concreto.
2. Las varillas que tengan rebabas de fabricación son buenas para ayudar a una buena adherencia.
3. Usar varillas que no tengan exceso de carbón.
4. Procurar usar varillas que cumplan los requisitos de doblado y tensión para un mejor servicio.
5. Para soldar varillas procure hacerlo con acero de baja aleación.
6. El buen mantenimiento de las estructuras de concreto evita la corrosión del acero de refuerzo dándole mayor durabilidad a la estructura.
7. Las varillas son maleables, dúctiles, pueden ser flexibles, etc.
8. Las varillas con recubrimiento adecuado tienen una mayor durabilidad.
9. La varilla de grado 60 tiene una mayor resistencia que las varillas de grado 42.

Algunas Desventajas son las que a continuación se describen:

1. Almacenar en un lugar donde no este expuesto a la lluvia, esto para evitar la corrosión del material.
2. Evitar el contacto con ácidos esto produce corrosión.
3. Procure que las varillas se encuentren libres de lodo esto impide la buena adherencia.
4. Evite el contacto de las varillas con los sulfatos.
5. Procurar que las varillas al momento de ser colocadas no tengan grasa o aceite esto impide la buena adherencia con el concreto.
6. Evítese usar varillas con una oxidación muy excesiva y escamosa.

7. Las varillas que tienen exceso de carbón son muy frágiles al momento de doblarlas.
8. Evite que tenga contacto con agua de mar, para evitar la corrosión debido a las sales.
9. Al no darle mantenimiento a una estructura y permitir infiltraciones de aguas de lluvia, aguas jabonosas, ácidos, pueden provocar la oxidación hasta llegar a la corrosión provocando una corta durabilidad en las varillas.
10. Al perder el recubrimiento las varillas recubiertas estas deben de recubrirse nuevamente.
11. El acero que contiene recubrimiento especial, al usarlo y es dañado ya sea por doblado, amarres, arrastre de la misma, etc. Se debe de recubrir nuevamente en la parte afectada con resina epóxica o también zinc (galvanizado) para una mejor durabilidad.

ANEXO 1

NOM-B-434-1969

CALCULO DEL PESO UNITARIO Y AREA TRANSVERSAL DE LAS VARILLAS**“PESO UNITARIO Y EL AREA TRANSVERSAL DE LAS VARILLAS LISAS Y CORRUGADAS, PARA REFUERZO DE CONCRETO”**

Determinación del peso por metro y el área transversal del acero.

El procedimiento que se debe de seguir para determinar el peso y el área transversal del acero de refuerzo corrugado.

1.0 Alcance

Esta norma cubre el procedimiento que debe de seguirse para determinar el peso por metro y el área transversal de las varillas lisas y corrugadas para refuerzo de concreto.

2.0 Aparatos y equipo**2.1 Balanza**

2.1.1 Se debe emplear una balanza con una capacidad mínima de 10kg y con una sensibilidad de cuando menos 1gr. La balanza debe de tener una construcción tal que permita el pesar tramos de 0.5m a 1m de varilla lisa o corrugada.

2.2 Flexómetro

2.2.1 Se debe emplear un flexómetro con divisiones de cuando menos 1mm y con una longitud máxima de 2 metros.

3.0 Preparación de la muestra.**3.1 Varillas en tramos rectos.**

3.1.1 El espécimen de prueba se debe obtener de cualquier tramo que sea sensiblemente recto y que por su aspecto sea representativo del material que se va a probar.

3.1.2 El espécimen de prueba con una longitud de 0.5 a 1m, se debe obtener practicando dos cortes perpendiculares al eje de la varilla. Los cortes deben efectuarse de tal manera que al medir la longitud del espécimen entre distintos puntos de las secciones de corte no se encuentren diferencias mayores a 1mm.

3.2 Varilla en rollo

3.2.2 Se corta del rollo un tramo de 60cm cuando menos y se endereza cuidadosamente sin

golpearlo o calentarlo.

3.2.3 Se obtiene el espécimen de prueba como se indica en 3.1.2

4.0 Procedimiento.

4.1 El espécimen de prueba obtenido según 3.1.2, se limpia con un trapo húmedo con gasolina, se le mide su longitud en mm haciendo uso del flexómetro indicado en 2.2, esta medición se efectúa en tres sitios cuando menos entre las secciones de corte de la varilla y se anotan los resultados obtenidos, los cuales no pueden diferir entre sí más de 1mm.

4.2 Se coloca el espécimen en la balanza indicada en 2.1 y se registra su peso en gramos.

5.0 Cálculos y resultados.

5.1 El peso unitario o peso por metro de las varillas probadas, se calcula como:

Peso en kg/m de la varilla = Peso del espécimen de prueba en gramos / Longitud promedio del espécimen en mm

5.2 El área transversal del espécimen de prueba se calcula como sigue:

Area transversal de la varilla en cm^2 = Peso de la varilla en kg/m / 0.784

En el caso de varillas lisas con sección prácticamente circular, el área se puede calcular a partir de la medición directa del diámetro en 3 sitios cuando menos, usando un instrumento que permita lecturas de 0.01 de mm.

El peso en kg/m de la varilla se debe reportar con 3 cifras decimales, y el área en cm^2 de la sección transversal se debe reportar con dos cifras decimales.

ANEXO 2

NMX-B-113-1981

"ACERO- METODO DE PRUEBA-DOBLADO DE PRODUCTOS TERMINADOS"

1. Objetivo y campo de aplicación.

1.1 Esta Norma mexicana establece la prueba de doblado, la cual tiene por objetivo evaluar la ductilidad de un acero pero no puede considerarse como un medio cuantitativo para predecir las características de servicio en operaciones de doblado. La severidad de esta prueba es una función del ángulo de doblado y del diámetro del mandril sobre el que se dobla la probeta, así como de la sección transversal de la probeta. Estas condiciones varían de acuerdo a la localización y orientación de las probetas (respecto al material de donde son tomadas), de su composición química, propiedades de resistencia a la tensión, dureza, tipo y clase de acero especificado.

2. Fundamento del método.

2.1 La prueba consiste en someter una probeta recta, sólida rectangular, circular o poligonal a una deformación plástica por doblado, sin invertir el sentido de la flexión durante la prueba.

2.2 El doblado debe realizarse hasta que uno de los extremos de la probeta forme con el otro extremo un ángulo α especificado. Los ejes de los extremos de la probeta deben permanecer en un plano perpendicular al eje de doblado (véase figura 3).

3. Símbolos y abreviaturas.

Los símbolos y designaciones de los elementos usados en esta prueba se indican en la tabla 1 y figuras 1 a 8.

Tabla 1. Símbolos y abreviaturas NMX-B-113-1981

Número de referencia de las figuras	Símbolo	Designación
1	A	Espesor, diámetro de la probeta, o dimensión característica.
2	B	Diámetro o ancho de la probeta.
3	L	Distancia entre los apoyos o en su caso de matriz, abertura de ésta.
4	X	Angulo de doblado.
5	R	Radio de los rodillos de apoyo.
6	D	Diámetro del mandril.
7	r_1	Radio del mandril.
8	r_2	Radio interior de doblado de la probeta después de la prueba.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

4. Aparatos

4.1 La máquina de prueba más usualmente empleada consiste básicamente, en dos apoyos cilíndricos, giratorios, de separación regulable y un mandril central cambiabile que ejercerá una presión sobre la probeta mediante su desplazamiento vertical (véase figura 1).

Los apoyos deben ser más largos y el mandril más ancho que el diámetro o ancho de la probeta y deben ser los indicados en la norma del producto.

4.2 Otra máquina de prueba que también se puede emplear consiste en una matriz en forma de "U" o "V" y un mandril de la misma forma que, en su desplazamiento, deformará la probeta. Las aristas de apoyo deben redondearse y no deben presentar resistencia al desplazamiento de la probeta, para lo cual se pueden engrasar las superficies de contacto. Las caras inclinadas de la matriz deben formar un ángulo de 1.047 Rad. (60°), con una tolerancia de más 0.175 Rad. (10') y la abertura máxima debe ser como mínimo de 125mm (véase figura 2).

4.3 Un tipo de máquina, utilizada principalmente para productos planos, consiste en una mordaza en la que se sujeta la probeta y un sistema móvil cuya acción ejercida en el extremo libre de la misma da lugar al doblado (véase figura 4). El mandril sobre el que se dobla la probeta, debe tener el extremo redondeado, con el radio adecuado para efectuar la prueba de acuerdo con lo indicado en la Norma particular del producto. El ancho de la mordaza debe ser mayor al de la probeta.

5. Probetas

5.1 Para las barras de sección circular o poligonales, la prueba se efectúa sobre una muestra de la barra en su forma de entrega, si el diámetro (en el caso de barras circulares) o el diámetro del círculo inscrito (en el caso de las barras de sección poligonal), no es superior a 50mm.

5.1.1 Cuando el diámetro de la barra sea mayor a 50mm, se debe reducir al mismo hasta un valor comprendido entre 20mm y 50mm. La reducción del diámetro es optima en el caso de barras comprendidas entre 30mm y 50mm.

5.2 En general, para otros productos, la probeta será de sección rectangular, con las aristas redondeadas y con un radio que no exceda de 1/10 del espesor de la probeta. Sin embargo, la prueba realizada sobre probetas cuyas aristas no han sido redondeadas es válida si el resultado de doblado no presenta fisuras u otros defectos.

5.2.1 El ancho de la probeta debe estar comprendido entre 25mm \pm y 50mm.

5.2.3 Para productos planos el espesor debe ser igual al del producto a probar. Si este es superior a 25mm, se puede reducir maquinando una sus caras a un espesor igual o inferior a 25mm. En este caso, la cara no maquinada debe ser la parte externa durante la prueba de doblado.

6. Procedimiento

6.1 Prueba sobre dos apoyos

6.1.1 Se coloca la probeta sobre dos apoyos cilíndricos y se dobla la misma por la mitad de su longitud, por medio de un mandril cilíndrico.

6.1.2 Los apoyos deben ser más largos y el mandril más ancho que el diámetro o ancho de la probeta. El diámetro del mandril se debe establecer en la Norma del Producto.

6.1.3 A menos que se especifique otra cosa, la distancia entre los soportes debe ser de $L = (d + 3a) \pm 0.5 a$ (véase figura 1 y 3).

6.1.4 Cuando sea necesario observar la zona de iniciación de fisuras, la superficie exterior de la porción doblada de la probeta debe mantenerse visible durante el ensayo. La carga debe aplicarse en forma lenta y gradual.

6.2 Prueba sobre bloque

6.2.1 Se coloca la probeta sobre un bloque en forma "U" o de "V", según el mandril cuña que se use y dobla la misma por la mitad de su longitud.

6.2.2 Las superficies del bloqueo en forma de V deben formar un ángulo de 1.047 rad. + 0.175 rad. - 0 rad. ($60^\circ + 10^\circ + 0^\circ$) y la abertura debe ser, como mínimo, de 125mm. Los bordes deben ser redondeados.

6.2.3 Para este ensayo, la longitud de la probeta es generalmente de 250mm.

6.2.4 La carga debe aplicarse en forma lenta y gradual.

6.3 Doblado sobre los extremos de la probeta.

6.3.1 Cuando no sea posible doblar la probeta al ángulo especificado, mediante el procedimiento descrito en 6.1 ó 6.2, el doblado se continúa, presionando directamente en los extremos de la probeta (véase figura 5).

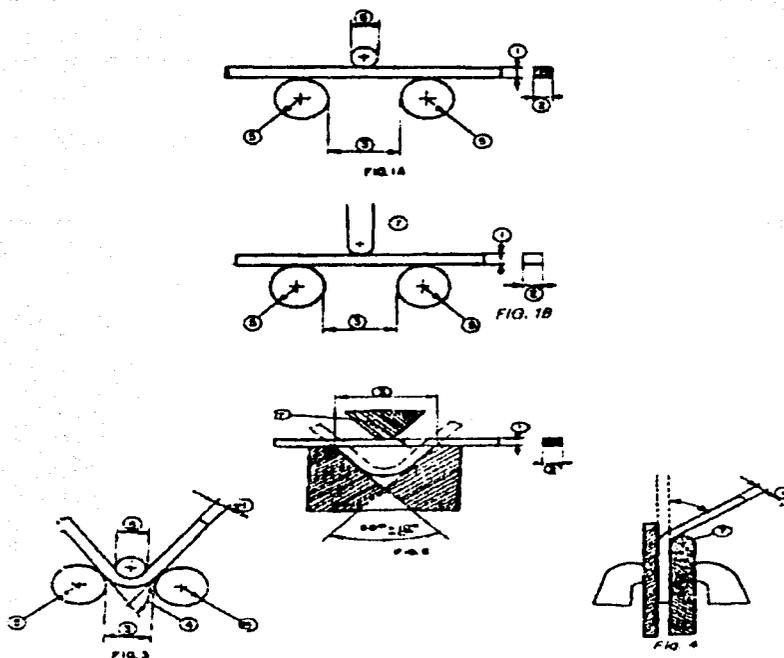
Dado que con este método es muy difícil mantener el radio de doblado especificado se debe seguir presionando, como se indica en la figura 6.

6.4 Doblado a 3.1416 rad. (180°).

6.4.1 Cuando el doblado se deba realizar a 3.1416 rad. (180°) es decir, que los dos extremos de las probetas queden paralelos entre sí, se debe proceder como se indica a continuación.

6.4.2 Primer Paso: Se procede según 6.1 ó 6.2 (véase figura 1 a 3).

FIG. 1B



6.4.3 Segundo Paso

a) Se inicia la prueba hasta que los extremos se toquen o se mantengan a una distancia dada. En este último caso se puede intercalar entre los dos extremos una pieza de espesor igual a la separación prefijada para asegurar que se consigue dicha separación (véase figura 7b).

b) La probeta se coloca en una prensa (véase figura 5) y se aplica una carga hasta que el ángulo de doblado alcance el $3.1416 \text{ rad. (} 180^\circ \text{)}$, (véase figura 8).

6.4.4 La carga se aplica en forma lenta y gradual. La velocidad esta en función del tipo de acero y de la máquina que se disponga; la prueba se debe iniciar en la velocidad más baja y aumentarla gradualmente.

6.4.5 El ángulo de doblado se especifica siempre y como valor mínimo. Cuando se especifica el radio interno "r" de doblado (véase figura 6), este se considera como valor máximo.

6.5 Especificaciones de prueba.

6.5.1 A menos que se especifique otra cosa, la prueba debe efectuarse a temperatura ambiente.

6.5.2 La forma de extracción de la probeta y la interpretación del aspecto superficial de la zona doblada externa de la misma, deben establecerse en la norma del producto.

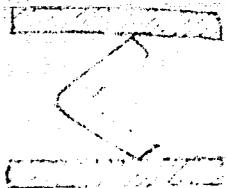


Fig. 5.

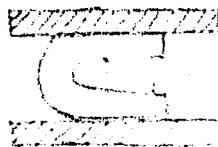


Fig. 6.

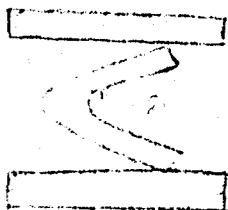


Fig. 6.

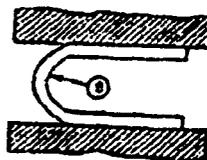


Fig. 7A.

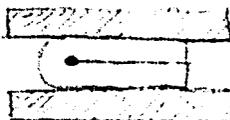


Fig. 8.

TESIS CON
FALLA DE ORICEN

ANEXO 3

NOM-B-172-1988

"METODOS DE PRUEBA MECANICOS PARA PRODUCTOS DE ACERO"

1. Objetivo y campo de aplicación.

1.0 Esta norma Oficial Mexicana establece los procedimientos para las pruebas mecánicas de productos de acero forjados y vaciados. Algunas de estas pruebas son aplicables a fundiciones de hierro. Las pruebas que se describen se emplean para determinar las propiedades mecánicas especificadas en las normas del producto.

En la determinación de las propiedades mecánicas del acero deben evitarse variaciones en los métodos de prueba y deben seguirse procedimientos normalizados, si se desea obtener resultados reproducibles y comparables.

Se incluye la siguiente prueba mecánica:

Tensión. Sección 9 de esta norma.

2. Referencias

3. Definición.

Para las definiciones de términos, tales como resistencia a la tensión, límite de fluencia, resistencia de fluencia, alargamiento y reducción de área, y otros relacionados con esta norma, debe consultarse la NOM-B-309.

4. Recomendaciones generales.

4.1 Ciertos procesos de fabricación, tales como doblado, formado, soldado u operaciones que involucren calentamiento, pueden afectar las propiedades del material bajo prueba. Así pues las normas del producto indican la etapa de proceso en la cual debe realizarse la prueba mecánica. Las propiedades determinadas al probar un material antes de la fabricación, no son necesariamente representativas del producto, una vez que esta terminado.

4.2 Las probetas con un maquinado o preparación inadecuado pueden conducir a resultados erróneos, por lo que debe tenerse cuidado para asegurar un buen acabado. Las probetas que no estén maquinadas correctamente deben descartarse y sustituirse.

4.3 Si cualquier probeta muestra defectos superficiales, debe tomarse en cuenta la posibilidad de una doble prueba, según lo indique la norma aplicable, ya que tales defectos pueden afectar los resultados de la prueba.

4.4 Si cualquier probeta, la falla ocurre debido a desperfectos mecánicos atribuibles al equipo de prueba, debe descartarse y sustituirse por otra.

5. Orientación de las probetas.

5.1 los términos prueba longitudinal y prueba transversal se usan únicamente en las normas de productos forjados, y no son aplicables a productos de acero vaciado.

Para el propósito de esta norma, cuando se hagan tales referencias con respecto a una probeta, deben aplicarse las siguientes definiciones.

5.1.1 Prueba longitudinal

Significa que el eje longitudinal de la probeta es paralelo a la dirección de mayor extensión del producto durante el laminado o forjado. El esfuerzo aplicado a una probeta para la prueba de tensión longitudinal es en dirección de su máxima extensión y el eje del mandril de doblado para una probeta longitudinal es normal a la dirección de máxima extensión (ver figuras 1, 2a y 2b).

5.1.2 Prueba transversal

Significa que el eje longitudinal o de mayor dimensión de la probeta es perpendicular a la dirección de máxima extensión del acero durante las operaciones de laminado o forjado. El esfuerzo aplicado a una probeta de tensión transversal, es perpendicular a su máxima extensión, y el eje del mandril de doblado para una probeta transversales paralelo a la dirección de máxima extensión (ver figura 1).

5.2 Los términos de prueba radial y prueba tangencial se usan en las normas de algunos productos de acero forjados redondos, y no se aplican a productos de acero vaciado. Cuando se hagan tales referencias con respecto a una probeta, deben aplicarse las siguientes definiciones:

5.2.1 Prueba radial.

Significa que el eje longitudinal de la probeta es perpendicular al eje del producto y coincide con uno de los radios de un círculo trazado, tomado como centro un punto del eje del producto (ver figura 2a).

5.2.2 Prueba tangencial.

Significa que el eje longitudinal de la probeta es perpendicular a un plano que contenga los ejes del producto y que sea tangente a un círculo trazado, tomando como centro el punto del eje del producto (ver figuras 2a, 2b y 2c).

6. Probetas.

6.1 Selección.

La muestra para pruebas debe de tomarse como se indique en la norma del producto.

6.1.1 Aceros laminados.

Los productos de acero laminados se prueban usualmente en dirección longitudinal, pero en algunos casos donde las dimensiones lo permitan y el servicio lo justifique, la prueba se realiza en la dirección transversal, radial o tangencial (ver figuras 1 y 2).

6.1.2 Aceros forjados.

Para forjas de dado abierto, el metal para la prueba de tensión usualmente se obtiene permitiendo salientes o prolongaciones a uno o ambos lados de las forjas, ya sea en todas o en un número representativo como lo indiquen las normas aplicables del producto. Las probetas normalmente se toman a medio radio. En algunas normas de producto permiten el uso de una barra representativa, o bien, la destrucción de una parte de la producción para propósitos de prueba. Para forjas en forma de anillo o de disco, el metal para la prueba se obtiene aumentando el diámetro, el espesor o la longitud de la forja. Los discos recalcados o anillos forjados que son trabajados o extendidos por la forja en una dirección perpendicular al eje del forjado, usualmente tienen su principal extensión a lo largo de círculos concéntricos; para tales forjas se obtienen probetas tangenciales del metal extra de la periferia o del extremo de la forja. Para algunas forjas, tales como rotores, se requiere efectuar pruebas radiales de tensión. En tales casos las probetas se cortan o se separan de lugares especificados.

6.1.3 Aceros vaciados.

Las muestras de acero vaciado de las cuales van a prepararse las probetas para prueba de tensión, deben vaciarse junto con la pieza cuando sea práctico. Si el diseño de la pieza fundida es tal que las muestras no puedan obtenerse simultáneamente. Las muestras deben vaciarse por separado (ver figura 3 y tabla 1).

6.2 Dimensiones y tolerancias.

Las dimensiones y tolerancias para las probetas normales deben ser tal y como se muestran en las figuras 4 a 8. La selección de las dimensiones y tipo de la probeta se indica en la norma del producto. Las probetas de sección completa deben probarse con una longitud calibrada de 200 mm, excepto cuando se indique otra cosa en la norma particular del producto.

6.3 Obtención de las probetas.

Las probetas deben obtenerse de porciones del material, ya sea cortando, aserrando, trepanando o cortando con soplete. Generalmente, se maquinan de manera que se obtenga una sección transversal reducida en la parte central de la muestra, a fin de obtener una distribución uniforme del esfuerzo sobre la sección transversal y localizar la zona de fractura.

Cuando las muestras son cortadas, aserradas o cortadas con soplete, deben tenerse cuidado de eliminar mediante el maquinado, todas las zonas distorsionadas de las áreas trabajadas en frío o afectadas por el calor, para que los resultados de la prueba no sean alterados.

6.4 Envejecimiento de las probetas.

A menos que se especifique otra cosa, debe permitirse envejecer las probetas. El ciclo de tiempo y temperatura empleado debe ser tal, que los efectos de los procesos previos no se modifiquen. Esto puede lograrse envejeciendo a temperatura ambiente entre 24 h y 48 h o un tiempo más corto a temperaturas moderadamente elevadas, las cuales se logran colocando la probeta en agua hirviendo, calentándola en aceite o en una estufa.

6.5 Dimensiones de las probetas.

6.5.1 Probetas estándar de sección rectangular para la prueba de tensión.

Esta forma de probetas se muestra en las figuras 4 y 5. Para determinar el área de la sección transversal, debe medirse el ancho en el centro con una aproximación de 0.13 mm para la longitud calibrada de 200 mm (ver figura 4) y 0.03 mm para la probeta de longitud calibrada de 50 mm que se muestra en la figura 5. El espesor de la parte central debe medirse con una aproximación de 0.03 mm para ambas probetas.

6.5.2 Probetas estándar de sección circular para la prueba de tensión.

6.5.2.1 Esta forma de probeta se muestra en las figuras 6 y 7. Para determinar el área de la sección transversal, debe medirse el diámetro en el centro de la longitud calibrada con una aproximación de 0.03 mm.

6.5.2.2 Las probetas deben ser de sección completa o maquinadas según se indiquen en la norma del producto.

6.5.2.3 Las probetas preparadas inadecuadamente, a menudo dan resultados erróneos. Es importante, por lo tanto, que se tenga el mayor cuidado en la preparación de las probetas, particularmente en el maquinado, para asegurar un buen acabado.

6.5.2.4 Para provocar la fractura, en el centro de la longitud calibrada, es conveniente tener la menor área transversal en este punto; esto se logra mediante el desvanecimiento que tienen cada una de las probetas descritas en las siguientes secciones.

6.5.2.5 Para materiales frágiles es conveniente tener un radio grande en la zona de transición entre la zona de sujeción y la longitud calibrada.

6.5.2 Probetas tipo plancha.

Las probetas estándar tipo plancha se muestran en la figura 4. Esta probeta se usa para probar materiales metálicos en forma de plancha, perfiles estructurales, barras con un

espesor nominal de 4.76 mm o mayor. Cuando las normas del producto lo permitan, pueden usarse otros tipos de probetas.

Cuando se indique en la norma del producto, puede usarse la probeta de la figura 4 con 200 mm de longitud calibrada, para lámina y tira.

6.5.3 Probetas tipo lámina.

Las probetas tipo lámina se muestran en la figura 5. Esta probeta se usa para probar materiales metálicos en forma de lámina, plancha, alambre plano, tira, bandas y fleje que tengan un espesor nominal que varíe de 0.127 mm a 15.87 mm. Cuando la norma del producto lo permita, puede usarse otro tipo de probeta, como se indica en 6.5.3.

6.5.4 Probetas de sección circular.

6.5.4.1 La probeta generalm de sección circular de 12.50 mm de diámetro que se muestra en la figura 6, se usa, generalmte, para la prueba de materiales metálicos, ya sea vaciados, laminados o forjados.

6.5.4.2 En la figura 6 se muestran probetas más pequeñas y proporcionales a la estándar, las cuales pueden usarse cuando es necesario probar material del cual la probeta estándar o las probetas que se muestran en las figuras 4 y 5 no pueden prepararse. Pueden utilizarse otras dimensiones para las probetas de sección circular más pequeña; en tales casos, la longitud calibrada debe ser cuatro veces el diámetro de la probeta (ver nota 4 de la figura 6).

6.5.4.3 La forma de los extremos de la probeta fuera de la longitud calibrada, debe ser adecuada al material de tal forma, que se ajuste a los mecanismos de sujeción de la máquina de prueba, a fin de que la carga pueda aplicarse axialmente.

La figura 7 muestra probetas con varios tipos de extremos de sujeción que han dado resultados satisfactorios.

7. Marcas de calibración

7.1 Las probetas que se muestran en la s figuras 4, 5, 6 y 7, deben marcarse mediante punzón, rayadores o algún otro medio adecuado. El propósito de estas marcas de calibración es determinar el por ciento de alargamiento. Las marcas efectuadas con punzón deben ser ligeras, agudas y la distancia entre ellas debe medirse con precisión. En las probetas duras las marcas de calibración pueden provocar fracturas.

7.1.1 Las marcas para medir el alargamiento, después de la fractura, deben efectuarse en el lado del plano o en el canto de la probeta plana para la prueba de tensión y dentro de la sección paralela, para la probeta de 200 mm de longitud calibrada (ver figura 4); opcionalmente, pueden usarse marcas intermedias de calibración a lo largo de la probeta.

8. Aparatos de prueba y operaciones.

8.1 Sistema de aplicación de la carga.

8.1.1 Existen dos tipos de sistema de aplicación de la carga: mecánico (tornillo de poder) e hidráulico. Estos sistemas difieren. Estos difieren principalmente en la variabilidad de la velocidad de aplicación de la carga. El más antiguo o sea el de tornillo de poder, está limitado a un pequeño número de diferentes velocidades entre cabezales. Algunos mecanismos más modernos de tornillo de poder y todas las máquinas hidráulicas permiten una variación continua de todo el intervalo de velocidad.

8.1.2 La máquina para pruebas de tensión debe mantenerse en buenas condiciones de operación; usarse únicamente en el intervalo adecuado de carga y calibrarse periódicamente con sistemas apropiados.

8.1.3 Algunas máquinas están equipadas con registradores autográficos de carga-deformación que permiten obtener curvas esfuerzo-deformación. Debe hacerse notar que algunos registradores tienen un dispositivo medidor de carga completamente independiente del de la máquina de prueba; tales registradoras se calibran por separado.

8.2 Aplicación de la carga

Una de las funciones de las mordazas o mecanismos de sujeción de la máquina de prueba, es el transmitir la carga por medio de cabezales de la máquina a la probeta bajo prueba. El requisito esencial es que la carga debe aplicarse axialmente. Esto implica que las mordazas estén alineadas, con el eje de la probeta al principio y durante la prueba, tanto como sea posible y que se reduzca a un mínimo el peligro de una aplicación no axial de la carga. La sujeción de la probeta esta restringida a la sección que queda fuera de la longitud calibrada; en el caso de algunos materiales que se prueben en sección completa, es inevitable una acción no axial que en tal caso es permisible.

8.3 Velocidad de prueba

8.3.1 La velocidad de prueba no debe ser mayor de aquella a la que puedan efectuarse las lecturas de carga y deformación cuando este realizándose la prueba; la velocidad se expresa comúnmente.

- a) En términos de velocidad de separación o acercamiento de los cabezales de la máquina (relación de movimiento del cabezal cuando no esta bajo carga).
- b) En términos de relación de separación de los cabezales de la máquina bajo carga.
- c) En relación de velocidad de aplicación de esfuerzo sobre la probeta.

La velocidad de prueba puede expresarse también en términos de relación de deformación de la probeta, lo cual no es práctico en máquinas que se usan (para probar) durante la producción. Se recomiendan las siguientes limitaciones a la velocidad de prueba como adecuadas para la mayoría de los productos de acero.

8.3.2 Hasta la mitad del límite de fluencia especificado puede usarse cualquier velocidad de prueba; cuando se llega a este punto, la velocidad de separación de los cabezales bajo carga debe ajustarse de manera que no exceda de 1.57 mm por minuto por cada 25.40 mm de longitud calibrada, o bien de la distancia entre mordazas para probetas a las que no se ha reducido su sección. Esta velocidad debe mantenerse a través de la zona de fluencia. Para determinar la resistencia a la tensión, las velocidades de separación bajo carga no deben exceder de 12.70 mm por minuto por cada 25.40 mm de longitud calibrada.

8.3.3 Se permite ajustar la velocidad de la máquina de prueba fijando la velocidad de separación entre los cabezales de la máquina sin carga, siempre y cuando la velocidad de separación de los cabezales bajo carga sea menor que los valores antes especificados de velocidad de separación sin carga.

8.3.4 Como una alternativa, si la máquina está equipada con un aparato que indique la velocidad de aplicación de la carga, la velocidad de la máquina puede ajustarse a partir de la mitad del límite de fluencia especificado para aplicar el esfuerzo, a una velocidad que no exceda de 686 Mpa (70 kgf / mm² por minuto), y la velocidad mínima para la aplicar el esfuerzo es 70 Mpa (7 kgf / mm² por minuto).

9. Determinación de las propiedades a la tensión.

9.1 Resistencia a la tensión

9.1.1 La prueba de tensión consiste en someter una probeta maquinada o con la sección original del producto, a una carga cuantificada y suficiente para causar una ruptura (ver figura 2).

9.1.2 La resistencia a la tensión debe calcularse dividiendo la carga máxima que soporta la probeta durante la prueba entre su área original transversal.

9.2 Límite de fluencia.

9.2.1 Para materiales que tienen un diagrama de esfuerzo- deformación bien definido y en los que se identifican fácilmente el límite de fluencia, este debe determinarse por alguno de los métodos que se describen en 9.2.1.1 y 9.2.1.2.

9.2.1.1 Caída de la viga o brazo indicador, o detención de la aguja indicadora.

Cuando se usa una máquina con nivel y contrapeso, se aplica a la probeta una carga creciente a una velocidad uniforme; el operador mantiene la viga en balance moviendo el contrapeso a una velocidad (aproximadamente) uniforme. Cuando se alcanza el límite de fluencia en el material, el aumento de la carga se interrumpe, pero el operador corre el contrapeso un poco más allá de la posición del balance, y la viga de la máquina cae por un breve pero apreciable intervalo de tiempo. Cuando se emplea una máquina equipada con carátula indicadora de carga, hay una detención de la aguja indicadora. Lo que corresponde a la caída de la viga. La carga en el momento de la caída de la viga o de la detención de la aguja indicadora se registra como la correspondiente al límite de fluencia.

9.2.1.2 Método del diagrama autográfico.

Cuando se obtiene un diagrama esfuerzo-deformación en el que se define bien la zona de fluencia, el esfuerzo correspondiente a la parte superior de la rodilla de la curva (ver figura 9) o el esfuerzo al cual la curva cae, se considera como el límite de fluencia.

9.2.2 Método de extensión total bajo la carga.

Cuando las probetas no exhiben una deformación desproporcionada que caracterice el límite de fluencia como se mide con la caída de la viga, o detención de la aguja indicadora, descritos en 9.2.1.1 y 9.2.1.2, puede obtenerse un valor equivalente al límite de fluencia, en su significado práctico, mediante alguno de los siguientes métodos: este valor puede considerarse como el límite de fluencia.

9.2.2.1 Método del alargamiento visible.

En este método, el operador, con un compás de alargamiento o aparato similar, anota los alargamientos detectables entre las dos marcas de calibración de la probeta. Cuando se observa un alargamiento ostensible, se registra la carga en ese instante, y el esfuerzo correspondiente a la carga se considera como el límite de fluencia. Las marcas de calibración seleccionadas para esta determinación no se encontraran espaciadas a más de 50 mm, aun en probetas de mayores longitudes calibradas.

9.2.2.2 Método del alargamiento especificado.

Se fija a la probeta un extensómetro adecuado y cuando la carga produce un alargamiento especificado, se habrá alcanzado el esfuerzo correspondiente a la carga que debe considerarse como límite de fluencia (ver figura 10).

Para aceros con un límite de fluencia especificado no mayor de 552 Mpa (56 kgf / mm²) es un valor apropiado 0.27 mm por cada 25.40 mm de longitud calibrada. Para valores mayores de 552 Mpa (57 Kg / mm²) este método no es valido a menos que el alargamiento total se tome en cuenta, y para tales materiales debe especificarse preferentemente el esfuerzo de fluencia.

9.3 Resistencia de fluencia.

La resistencia de fluencia debe determinarse por cualquiera de los métodos descritos en los siguientes incisos:

9.3.1 Método de extensión bajo la carga.

En las pruebas para determinar la aceptación o rechazo de materiales cuyos diagramas de esfuerzo-deformación son bien conocidos por pruebas previas en materiales similares y para los cuales se realizaron diagramas esfuerzo-deformación, la deformación total correspondiente al esfuerzo al cual ocurre la deformación especificada se conocerá dentro de límites satisfactorios. El esfuerzo en la probeta cuando se ha alcanzado esta deformación

total, es el valor correspondiente al esfuerzo de fluencia. La deformación total puede obtenerse satisfactoriamente mediante el uso de un extensómetro adecuado.

Se recomienda que este método aproximado sea usado únicamente cuando la norma particular del producto lo permita (ver figura 10).

9.3.2 Método de la deformación permanente especificada (Offset).

9.3.2.1 Para determinar la resistencia de fluencia por este método, es necesario contar con datos (gráfica automática o numérica), con los cuales pueda trazarse un diagrama esfuerzo-deformación, sobre el cual (figura 11) se trazará una línea "om" igual al valor especificado de deformación, trazando "mn" con la curva esfuerzo deformación, trazando "mn" con la curva esfuerzo-deformación R, esto indicará la carga "R" que es la correspondiente a la resistencia de fluencia.

Al informar los valores obtenidos por este método, debe especificarse la deformación que se empleo entre paréntesis, después del término resistencia de fluencia.

Ejemplo resistencia de fluencia (0.2% deformación) = 357 Mpa (36 kgf / mm²).

Cuando se usa este método, el extensómetro que se emplee debe ser lo suficientemente sensible.

Si la carga disminuye antes de alcanzar la deformación especificada, puede considerarse la carga máxima alcanzada antes de la deformación especificada como la correspondiente a la resistencia de fluencia.

El límite de proporcionalidad puede definirse como un valor especial de la resistencia de fluencia (ver NOM-B-309).

9.3.2.2 Un método alternativo para determinar la resistencia de fluencia en productos tubulares, mediante la prueba transversal, es el anillo hidráulico de expansión descrito en 14.3.1, de esta norma.

La magnitud apropiada de extensión bajo carga, variara conforme a las características particulares del acero bajo prueba.

En general, el valor de extensión bajo la carga, aplicable a aceros de cualquier nivel de resistencia a la tensión, puede determinarse de la suma de la deformación proporcional más la deformación plástica esperada, para la resistencia de fluencia especificada, y debe usarse la siguiente fórmula:

Extensión bajo carga en milímetros por milímetros de longitud calibrada es igual a:

$$R_f / E + r$$

En donde:

R_f = resistencia de fluencia especificada en Mpa (kgf / mm^2).

E = módulo de elasticidad en Mpa (kgf / mm^2).

r = deformación plástica limitada, en milímetros por milímetros.

9.4 Alargamiento.

9.4.1 Los extremos de la probeta fracturada deben ajustarse cuidadosamente, y la distancia entre las marcas de calibración debe medirse con una aproximación de 0.25 mm para longitudes calibradas de 50 mm y menores, con una aproximación hasta de 0.5% de la longitud calibrada para longitudes calibradas mayores de 50 mm.

El alargamiento es el aumento de la longitud de la zona calibrada expresado como un porcentaje de la longitud calibrada original. Para informar sobre los valores de alargamiento, deben citarse tanto el porcentaje de aumento, como la longitud calibrada original.

9.4.2 Si cualquier parte de la fractura se presenta fuera de las dos cuartas partes centrales de la longitud calibrada, en las marcas de calibración o fuera de la sección reducida, el valor de alargamiento puede no ser representativo del material. Si el alargamiento medido en estas condiciones satisface los requisitos mínimos especificados, no se requiere prueba posterior. Si no cumple con los requisitos mínimos especificados, esta prueba debe descartarse y efectuarse otra.

9.5 Reducción de área.

Los extremos de la probeta fracturada deben ajustarse cuidadosamente y el diámetro medio o el ancho y grueso de la más pequeña sección transversal deben medirse con la misma exactitud que las dimensiones originales. La diferencia de área así encontrada con respecto al área original transversal, expresada como porcentaje del área original, es la reducción del área.

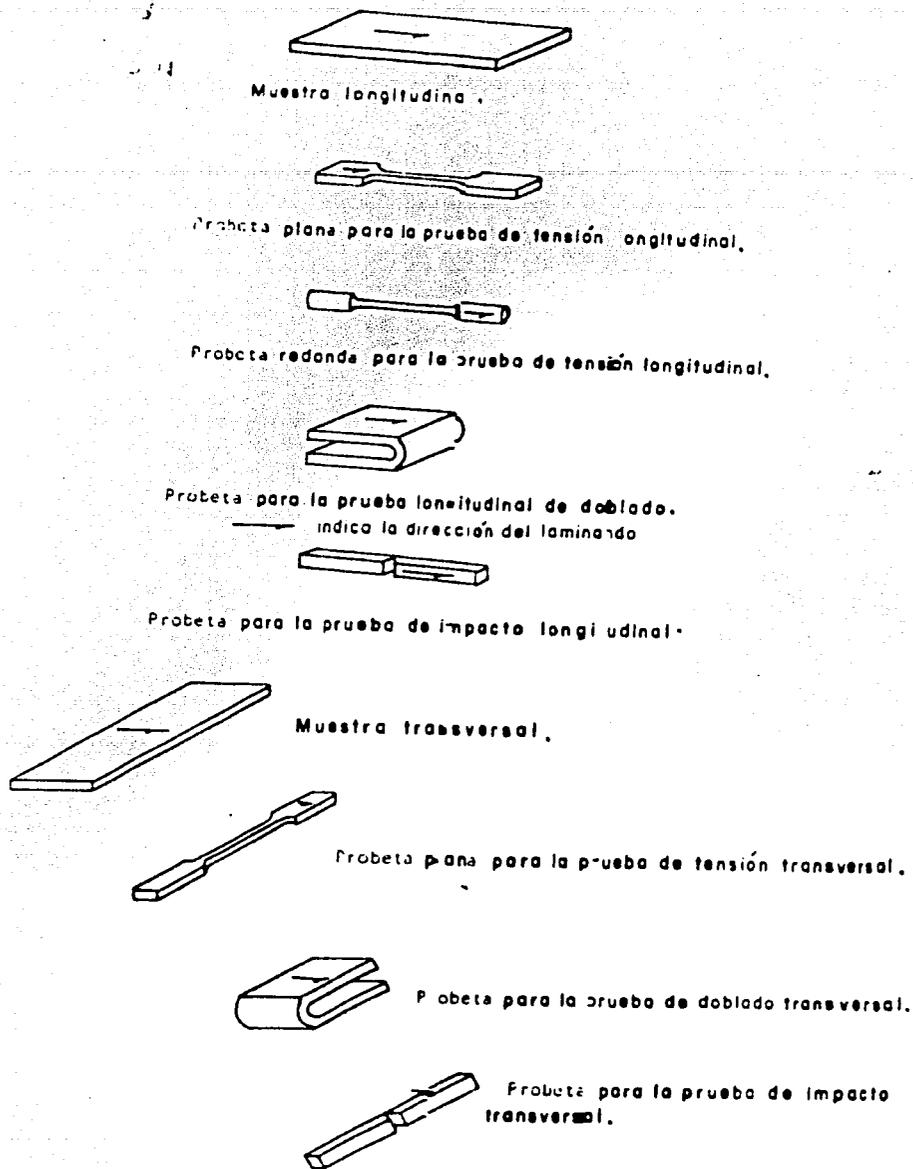


FIGURA 1.-Relación de las muestras y probetas conforme a la dirección del laminado (aplicable a productos forjados en general).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

SECOP - DGN

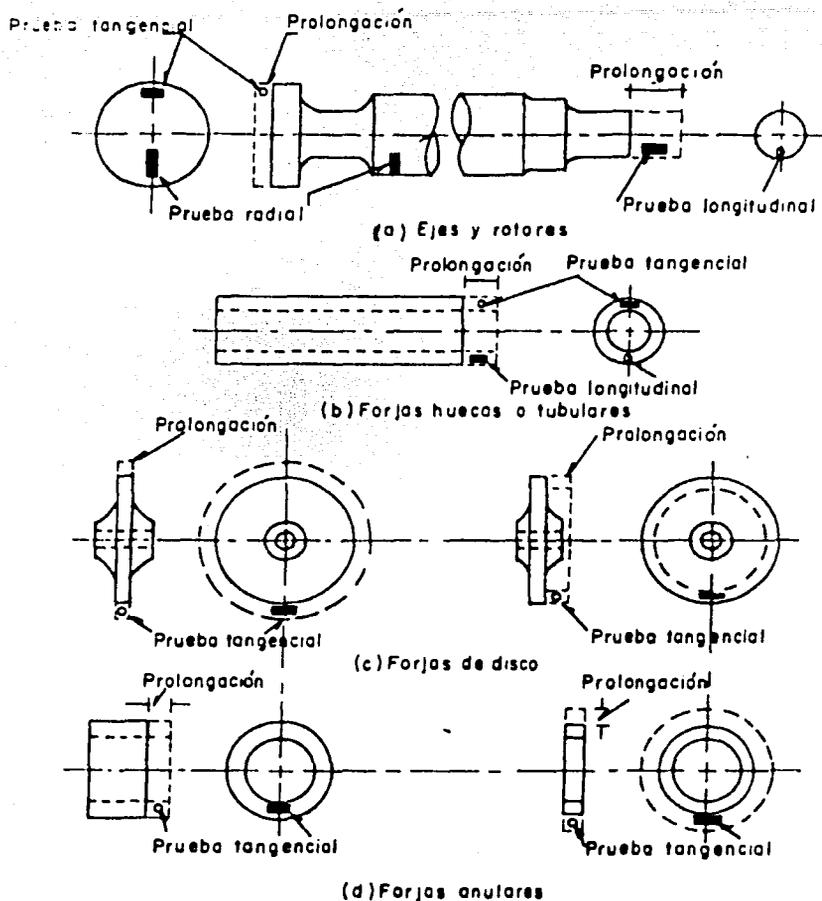
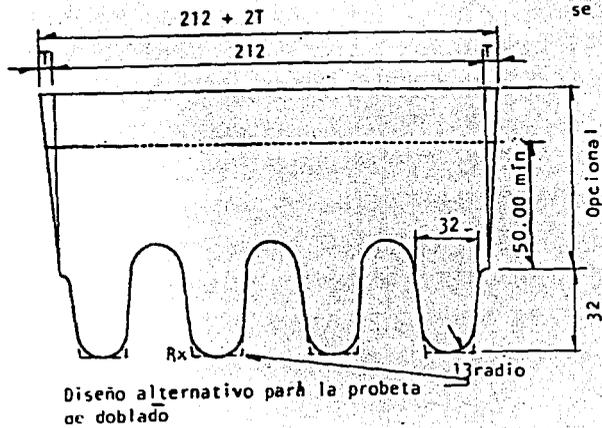
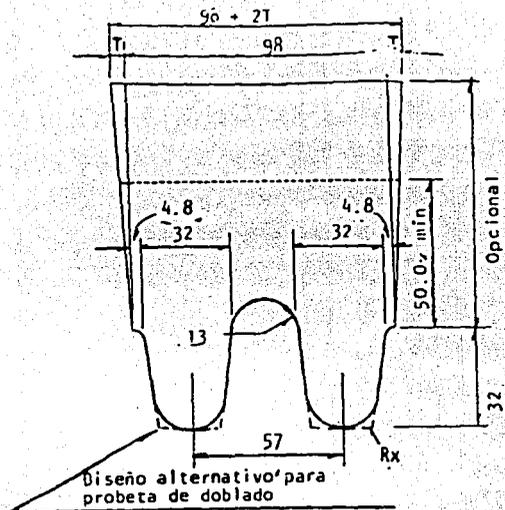
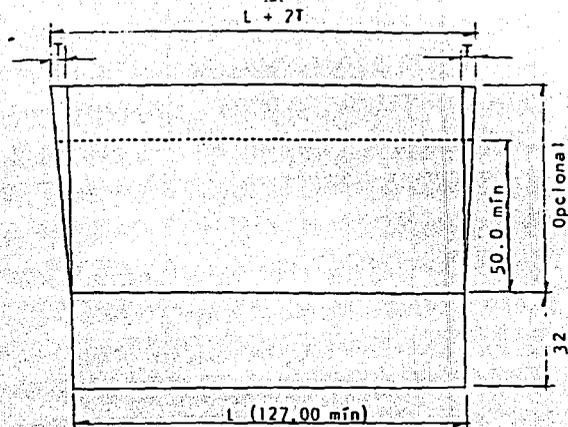


FIGURA 2-Localización de las probetas de varios tipos de forja.

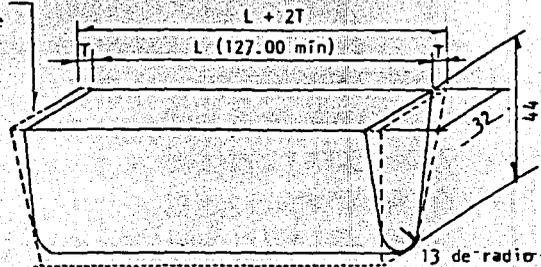


(b) Diseño para bloque de salientes



(a) Diseño del bloque de doble saliente

Excedente si se requiere



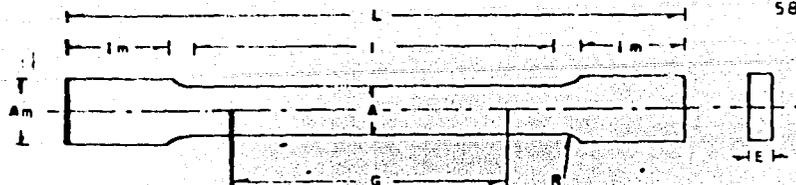
(c) Diseño de las salientes

DIMENSIONES, EN MILÍMETROS.

SECOH - DGN



58/91



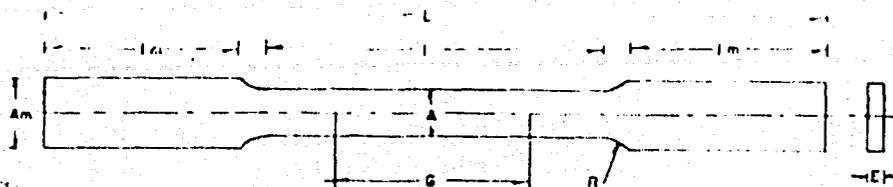
Dimensiones, en milímetros

G - Longitud calibrada (nota 1)	200 ± 0.25
A - Ancho (notas 2 y 3)	38 (+ 3; - 6)
E - Espesor	Espesor del material
R - Radio de la zona de transición (nota 4)	25 mínimo
L - Longitud total	460 mínimo
l - Longitud de la sección reducida	228 mínimo
l _m - Longitud de la zona de sujeción (nota 5)	76 mínimo
A _m - Ancho de la zona de sujeción (notas 1 y 6)	50 aproximado

FIGURA 4 - Probetas estiradas rectangulares de 200 mm de longitud calibrada para la prueba de tensión.

NOTAS DE LA FIGURA 4.-

- 1) Las marcas para medir el alargamiento después de la fractura, deben efectuarse en la parte plena o en la orilla de la probeta, y dentro de la sección reducida. Pueden usarse, ya sea un juego de nueve marcas - separadas entre sí 25 mm, o bien uno o más pares de marcas espaciadas a 200 mm.
- 2) La probeta puede modificarse haciendo que sus lados sean paralelos a lo largo de toda su longitud, el ancho y las tolerancias seguirán siendo los especificados en la figura 4.
Cuando sea necesario, puede usarse una probeta más delgada, en tal caso, el ancho será tan grande como el tamaño lo permita. Si el ancho del material es de 38 mm, los lados de la probeta pueden ser paralelos a lo largo de toda su longitud.
- 3) Los extremos de la sección reducida no deben diferir en su ancho en más de 0.102 mm. Puede existir un desván gradual en el ancho de la probeta, de sus extremos hacia el centro, pero no será mayor de la dimensión central de ancho en más de 0.38 mm.
- 4) Se permite un radio mínimo de 12.70 mm en los extremos de la sección reducida para probetas con una resistencia a la tensión menor de 587 MPa (70 kgf/mm²).
- 5) Cuando sea posible, es conveniente que la longitud de la zona de sujeción sea lo suficientemente grande para permitir que la probeta se extienda a las dos terceras partes, como mínimo, de la longitud de las mordazas.
- 6) Los extremos de la probeta serán simétricos, con la línea central de la sección reducida dentro de una tolerancia de 2.540 mm.



Dimensiones, en milímetros.

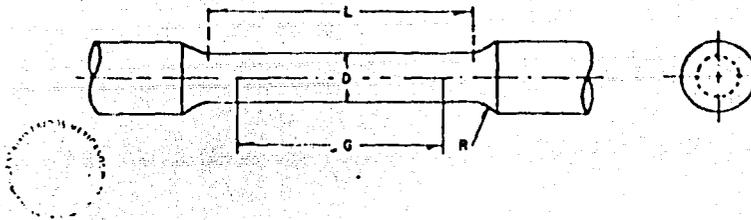
G - Longitud calibrada	50 ± 0.13
A - Ancho (notas 1 y 2)	13 ± 0.25
E - Espesor	(espesor del material)
R - Radio de la zona de transición	13 mínimo
L - Longitud total	200 mínimo
l - Longitud de la sección reducida	60 mínimo
lm - Longitud de la zona de sujeción (nota 3)	50 mínimo
Am - Ancho de la zona de sujeción (notas 1 y 4)	20 aproximado

FIGURA 5 - Probeta rectangular para prueba de tensión con una longitud calibrada de 50 mm.

NOTAS DE LA FIGURA 5.-

- 1) Las marcas para medir el alargamiento después de la fractura, deben efectuarse en la parte plana o en la orilla de la probeta y dentro de la sección reducida. Pueden usarse, ya sea un juego de nueve -- marcas separadas entre sí 25 mm o bien uno o más pares de marcas espaciadas a 200 mm.
- 2) Los extremos de la sección reducida no deben diferir en su ancho en más de 0.351 mm. Puede existir un desván gradual en el ancho de la probeta, de sus extremos hacia el centro, pero el ancho en cualquiera de los extremos no será mayor de la dimensión central del ancho en más de 0.127 mm.
- 3) Cuando sea posible, es conveniente que la longitud de la zona de sujeción sea lo suficientemente grande para permitir que la probeta se extienda a las dos terceras partes como, mínimo, de la longitud de las mordazas. Si el espesor de la probeta es mayor de 9.53 mm -- se necesitarán mordazas más largas y por tanto, la zona de sujeción debe ser más grande para evitar fallas en las mordazas.
- 4) Los extremos de la probeta serán simétricos, con la línea central -- de la sección reducida dentro de una tolerancia de 0.254 mm. Sin embargo, si los extremos son simétricos dentro de una tolerancia de 1.27 mm, debe considerarse que la probeta es satisfactoria para todo tipo de prueba, excepto las de tercera.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



SEC. 01 - DGN

	Dimensiones, en milímetros		
	Probeta estándar	Probetas de tamaño pequeño proporcionales al estándar	
	Redonda de 13	Redonda de 9	Redonda de 6
G - Longitud calibrada	50 ± 0.13	35 ± 0.13	25 ± 0.13
D - Diámetro (nota 1)	13 ± 0.25	9 ± 0.18	6 ± 0.13
R - Radio de la zona de transición	9.53	9.53	6.35
L - Longitud de la sección reducida mín. (nota 2)	58	44	30

FIGURA 6 - Probeta redonda estándar de 13 mm de diámetro y 50 mm de longitud calibrada y ejemplos de probetas pequeñas proporcionales a las estándar.

NOTAS DE LA FIGURA 6.-

- 1) La sección reducida puede tener un desvín gradual del centro hacia los extremos, pero éste no será mayor en más de 0.127 mm en su diámetro, - que la dimensión o diámetro central, ni mayor de 0.076 mm que la medida central para las probetas de tamaño menor.
- 2) Si se desea, en el caso de las probetas de tamaño menor, puede aumentarse la longitud de la sección reducida para acomodar un extensómetro. Sin embargo, las marcas de calibración para medir el alargamiento deben estar espaciadas a la longitud especificada.
- 3) La longitud calibrada y la zona de transición, deben ser como se indica en la figura 6, pero los extremos pueden ser de cualquier forma que se acomode a las mordazas de la máquina de prueba, a fin de que la carga sea axial (ver figura 7). Si los extremos de la probeta van a sujetarse con mordazas, es conveniente que la zona de sujeción de la probeta tenga una longitud cuando menos de las dos terceras partes de la longitud de la mordaza.
- 4) Para las probetas redondas estándar de las figuras 6 y 7, las longitudes calibradas son iguales a cuatro veces el diámetro. En las normas de algunos productos, se prevén otras probetas, pero a menos que se mantenga la relación de 4 a 1, los valores de alargamiento y reducción de área no son comparables a los obtenidos con probetas estándar de prueba.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

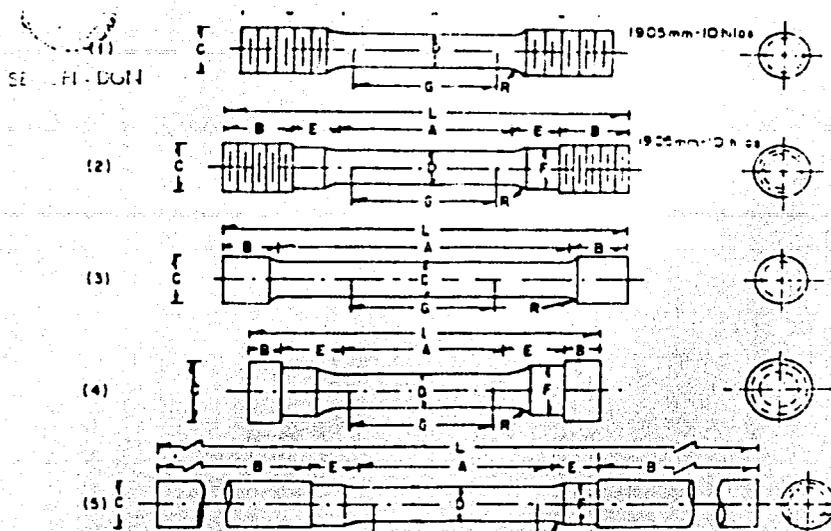


FIGURA 7 - Varios tipos de especímenes para probetas estándar de sección redonda para prueba de tensión.

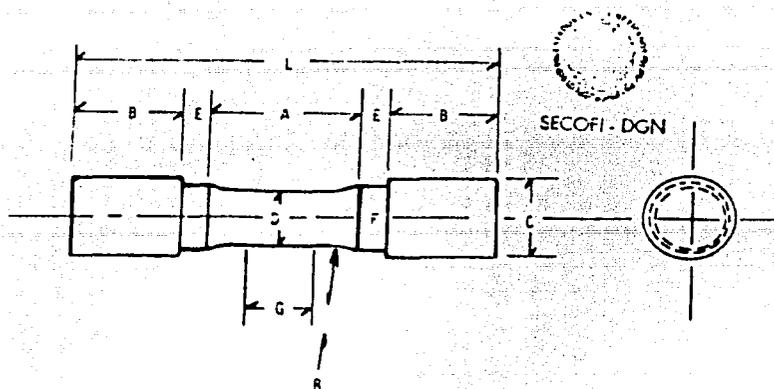
Dimensiones, en milímetros

	P R O B E T A				
	1	2	3	4	5
G Longitud Calibrada	50 ± 0.10				
D Diámetro (Nota 1)	13 ± 0.25				
R Radio de la zona de transición	10 mín.	10 mín.	2 mín.	10 mín.	10 mín.
A Longitud de la sección reducida	60 mín.	60 mín.	100 aprox.	60 mín.	60 mín.
L Longitud total	130 aprox.	140 aprox.	140 aprox.	120 aprox.	200 aprox.
B Longitud de la zona de sujeción (nota 2)	35 aprox.	25 aprox.	20 aprox.	13 aprox.	25 mín.
C Diámetro de la zona de sujeción	20	19	18	22	20
E Longitud del resalte más la zona de transición	...	16 aprox.	...	20 aprox.	16 aprox.
F Diámetro del resalte	...	16	...	16	15

NOTAS DE LA FIGURA 7.-

- 1) La sección reducida puede tener un desván gradual del centro hacia los extremos, pero éstos no deben ser mayores en más de 0.127 mm en su diámetro, que el centro.
- 2) Para la probeta 5, es deseable, si es posible, que la zona de sujeción tenga una longitud cuando menos de las dos terceras partes de la longitud de la mordaza.

62/91



Dimensiones en milímetros

	PROBETA 1	PROBETA 2	PROBETA 3
G - Longitud calibrada	IGUAL A, O MÁS GRANDE QUE EL DIÁMETRO "D"		
D - Diámetro	13 ± 0.25	20 ± 0.40	30 ± 0.60
R - Radio de la zona de transición, mínimo	25.0	25.0	50.0
A - Longitud de la sección reducida, mínima	30	40	60
L - Longitud total, mínima	95	100	160
B - Longitud de la zona de sujeción, aproximada	25.0	25.0	44
C - Diámetro en la zona de sujeción, aproximada	20	30	47
E - Longitud del resalte, mínima	6	6	8
F - Diámetro del resalte, mínimo	15 ± 0.40	25 ± 0.40	35 ± 0.40

NOTA: La sección reducida y los resaltes (dimensiones A, D, E, F, G y R) deben ser como se indica; sin embargo, los extremos pueden ser de cualquier forma que permita su sujeción en la máquina de prueba, de tal manera que la carga sea axial. Comúnmente los extremos son roscados y tienen las dimensiones B y C indicadas.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

FIGURA 8 - Probetas para pruebas de tensión de hierro colado.

NOM-B-1/2-1900
63/91

SECRETARÍA DE DGN

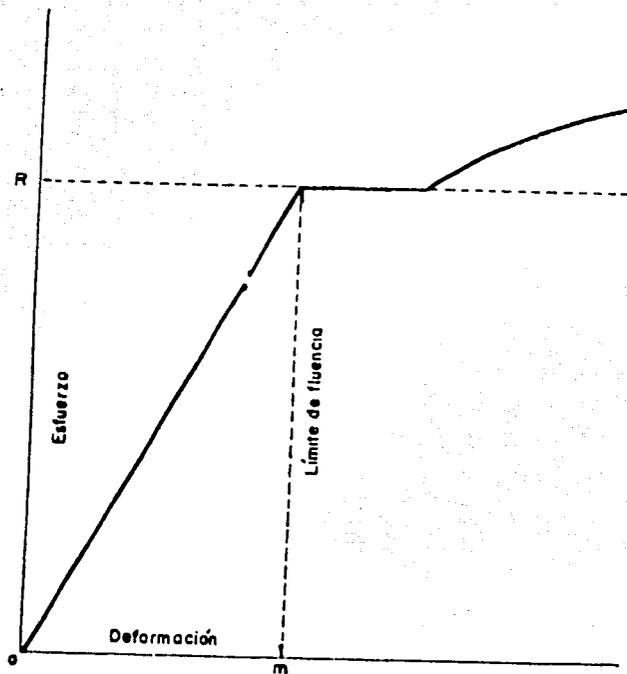


FIGURA 9 - Diagrama esfuerzo-deformación que muestra el límite de fluencia en la rodilla de la curva

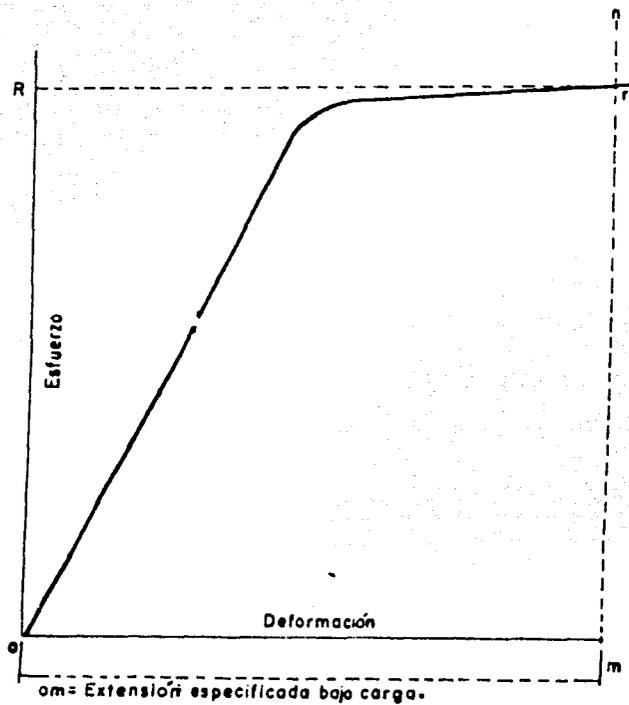
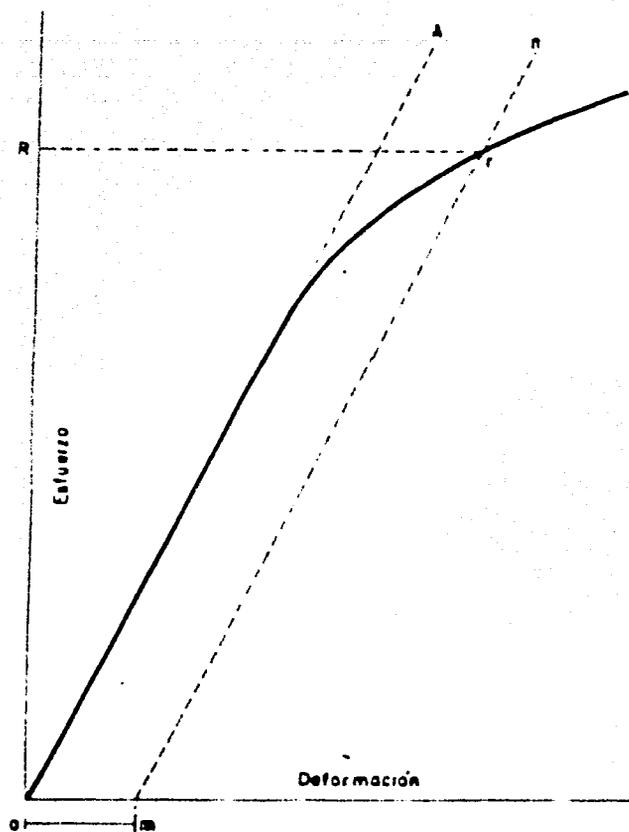
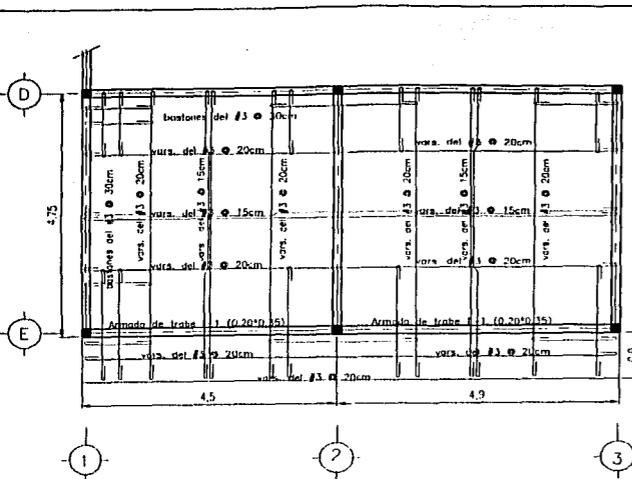
NOM-3-172-1988
64/91

FIGURA 10 - Diagrama esfuerzo-deformación que muestra el límite de fluencia o la resistencia de fluencia por el método de extensión bajo carga.

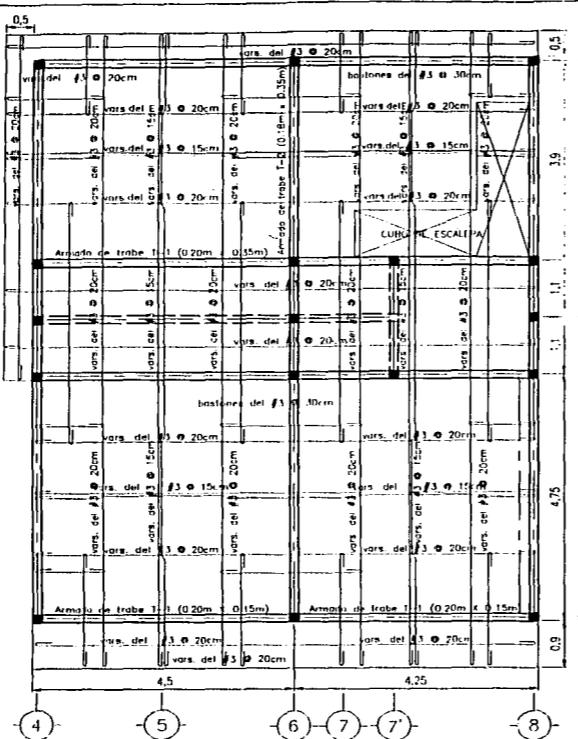


a_m = Deformación permanente especificada .

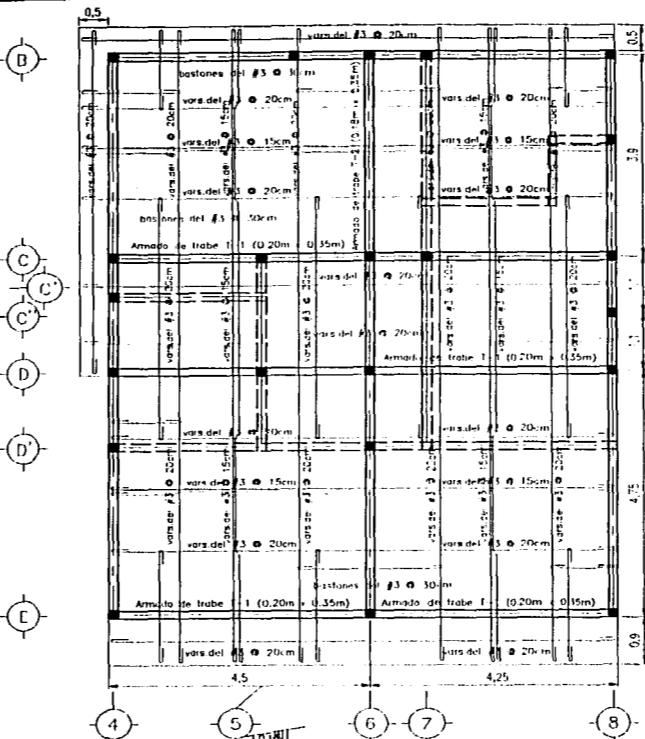
Fig. 11 - Diagrama esfuerzo-deformación para la determinación de la resistencia de fluencia por el método de la deformación permanente (offset).



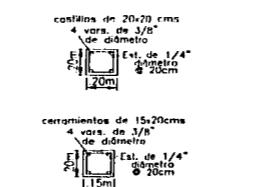
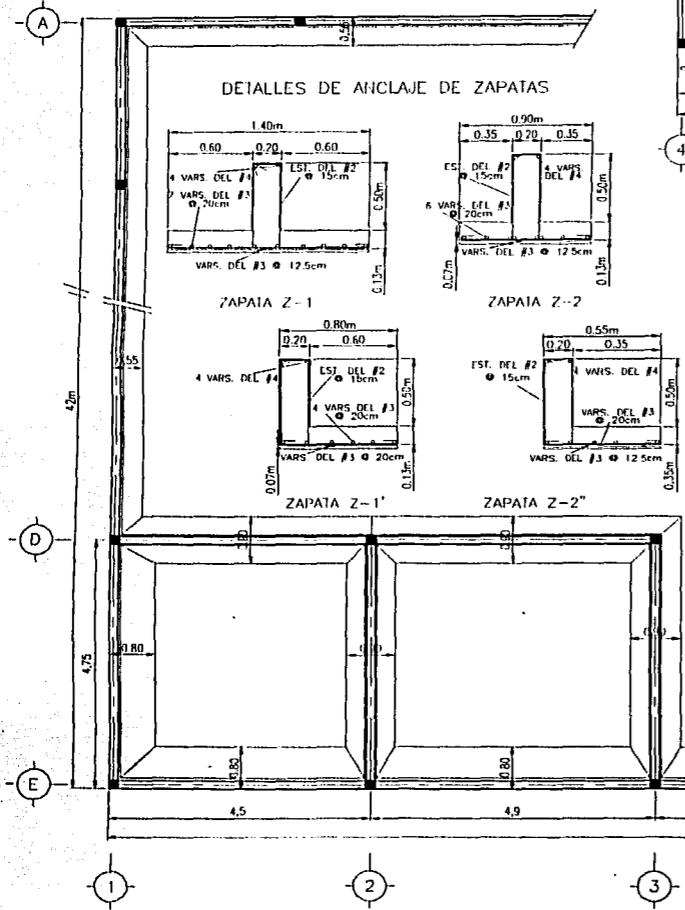
PLANTA BAJA ESTRUCTURAL LOSA DE AZOTEA



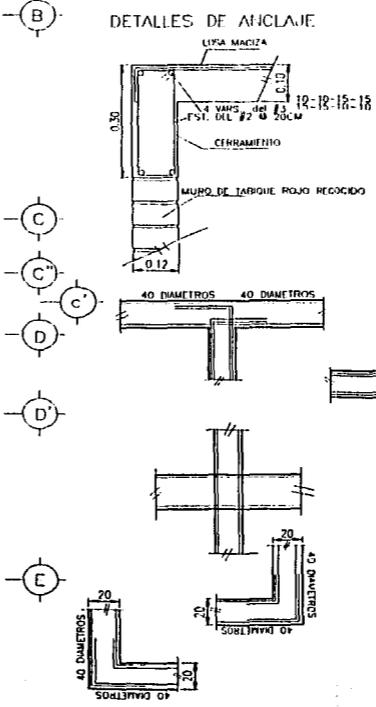
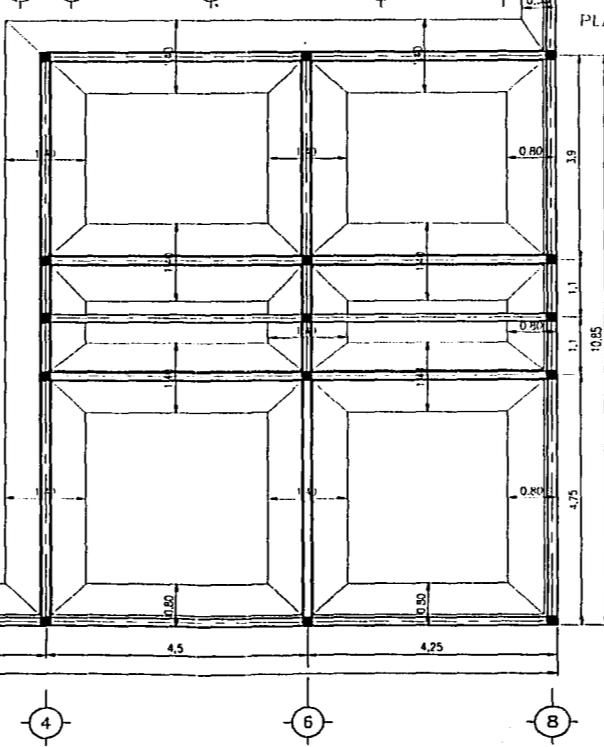
PLANTA BAJA ESTRUCTURAL



PLANTA ALTA ESTRUCTURAL LOSA DE AZOTEA



PLANTA DE CIMENTACION



ESPECIFICACIONES
 Acabados en metros
 Para dimensiones generales y detalles consulte los planos arquitectonicos y en caso de discrepancia solicite aclaración al proyecto de la estructura no se pueden modificar las dimensiones de los miembros estructurales sin la autorización del proyectista estructural.
MATERIALES
 Concreto $f_c = 2000 \text{ kg/cm}^2$ $f_c = 954 \text{ kg/cm}^2$
 Acero $f_y = 2000 \text{ kg/cm}^2$ $f_y = 4000 \text{ kg/cm}^2$
 Agregados: Gruesos de impurezas con un diámetro máximo de 19mm
RECURSIVOS
 Líneas (excepto cuando se indique otro valor)
 Condicionales y Zepatas: 3m
 Traves de luz: 2m
 Columnas: 2m
 Castillos: 2m
 Losas: 1.5m
ACERO DE FUEERZO
 Todas las varillas longitudinales deben anclarse en el miembro del apoyo extremo, por medio de una escuadra o 90° de una longitud no menor a 40 diámetros de la varilla.
 Los trapes de varillas longitudinales tendrán una longitud no menor que 30 veces el diámetro de la mayor varilla longitudinal.
 Indica anclaje perpendicular al plano del dibujo.
 Indica anclaje en el plano del dibujo entre otros casos se podrán modificar a su conveniencia el proceso constructivo.
 Indica corte de las varillas de un trazo hacia.
NOTA FINAL
 Antes de realizar la zapata de cimentación se deberá derribar la base de la tierra regular a una profundidad mínima de 30cm, después una sub base de lechada y proceder a compactar. Calcular una planilla de concreto pobre ($f_c = 1000 \text{ kg/cm}^2$).
DATOS DEL CALCULO
 Resistencia del terreno: 9000 kg/m^2
 Peso del concreto: 2400 kg/m^3
 Resistencia a la tracción del terreno: 21000 kg/m^2
NOTAS COMPLEMENTARIAS
 -Las losas tendrán una altura máxima de 10cm, los trapes mínimos en losas serán de 30 diámetros, se usaran las constantes: $f_c = 2000 \text{ kg/cm}^2$, $f_y = 2000 \text{ kg/cm}^2$ y $f_y = 4000 \text{ kg/cm}^2$.
 -Los castillos serán de $20 \times 20 \text{ cm}$ con 4 varas de $3/8"$ con estribos de $1/4" \# 20 \text{ cm}$.
 -Los cerchamientos en bordes serán de $15 \times 20 \text{ cm}$ con 4 varas de $1/4" \# 20 \text{ cm}$ los trapes serán de 40 diámetros.

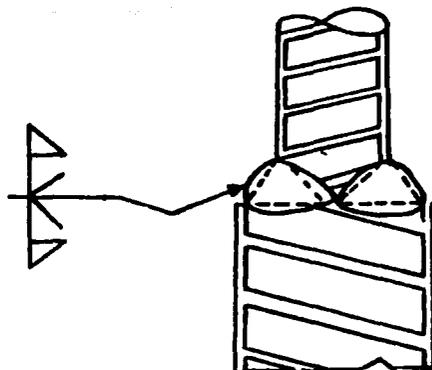
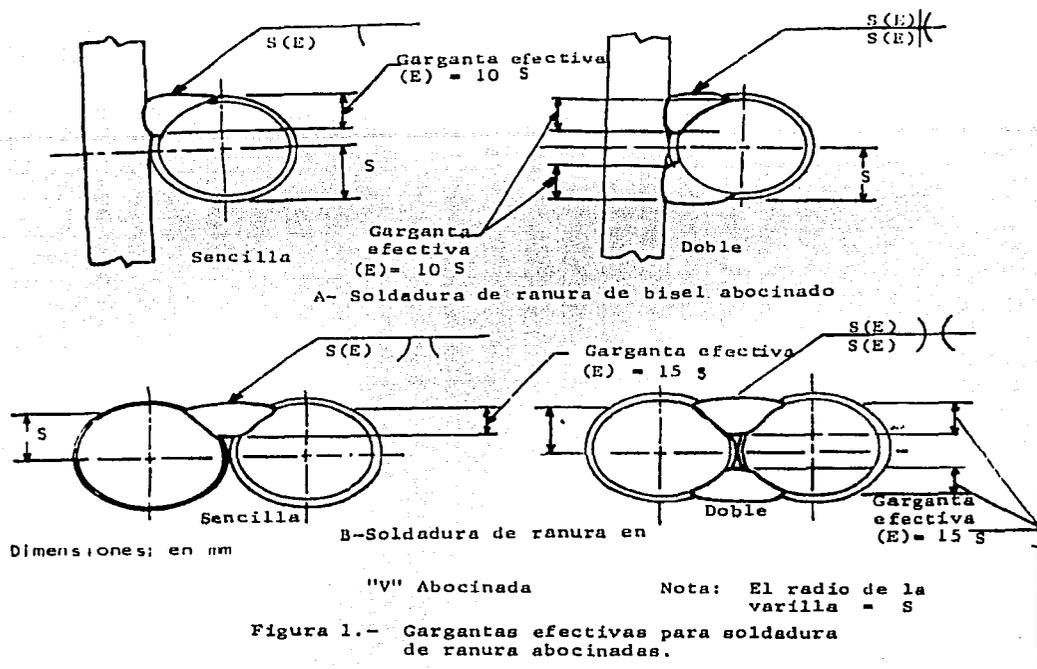
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES	
CAMPUS ARAGON		INGENIERIA CIVIL	
CALCULO:	PLANO ESTRUCTURAL	REVISADO:	01/09/2005
REVISADO:	MARTEZ HERRERA RICARDO	FECHA:	
DIBUJO:			
ESCALA:	1:50		
ANEXO 4		163	

TESIS C...
FALLA DE ORIGEN

ANEXO 5

NOM-H-121-1988

"PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA ESTRUCTURAL ACERO DE REFUERZO"



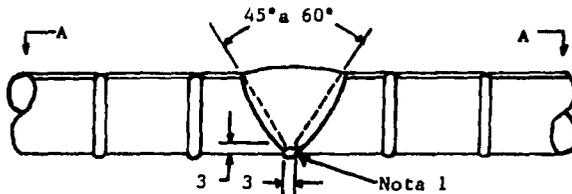
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Figura 2.- Uniones a tope directas mostrando la transición entre varillas de diferente diámetro.

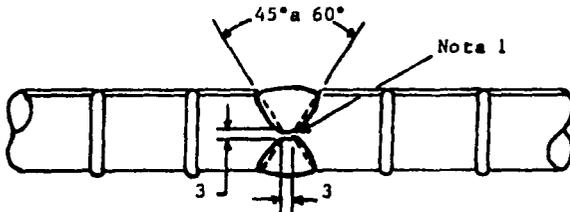
Uniones a tope directas, normalmente, usadas para varillas colocadas en posición vertical



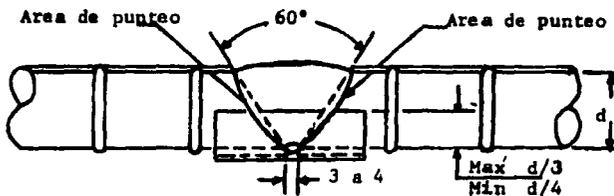
Sección A-A



A - Soldadura de ranura en "V" sencilla

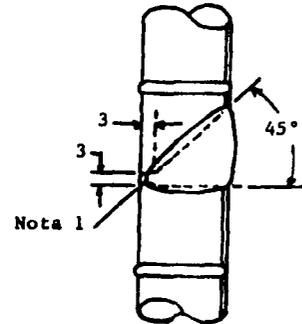


B - Soldadura de ranura en doble "V"

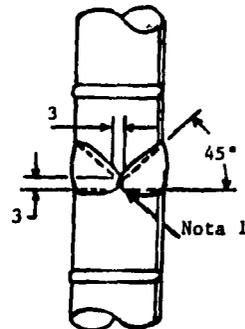


C - Soldadura de ranura en "V" sencilla con tubo de respaldo.

Uniones a tope, normalmente, usadas para varillas colocadas en posición vertical,



D - Soldadura de ranura de bisel sencillo.



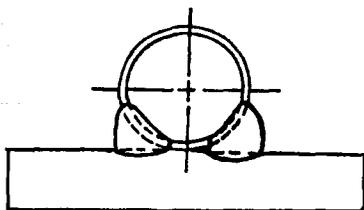
D - Soldadura de ranura de bisel doble.

NOTA 1. Maquinar, esmerilar o efectuar otra operación hasta encontrar metal sano.

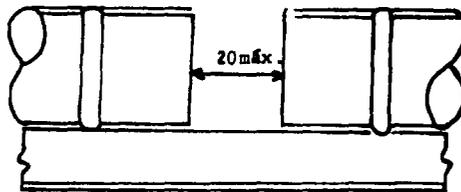
Detalles A, B y D para varillas mayores del 9.
Detalle C para varillas menores de 9

Fig.3. UNIONES A TOPE DIRECTAS

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

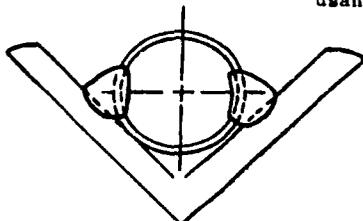


Soldadura de ranura doble bisel abocinada.

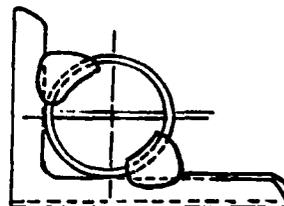


Espaciamiento de las varillas (similar para el detalle B).

A - Uniones a tope indirectas usando una plancha.

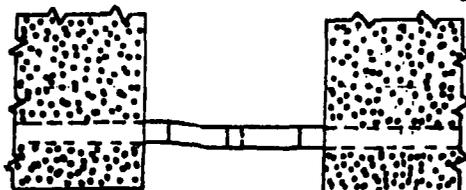


Soldadura de ranura de bisel abocinado

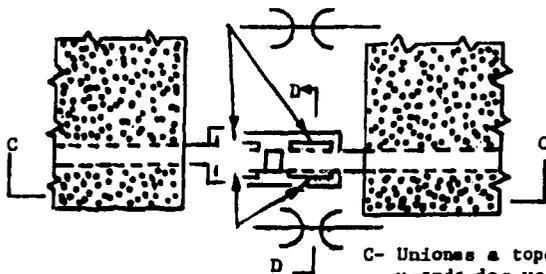


Soldadura de ranura de bisel abocinado.

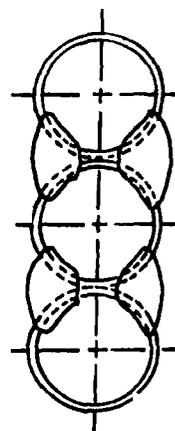
B - Uniones a tope indirectas usando un ángulo



Sección C-C



C- Uniones a tope indirectas usando dos varillas



Sección D-D (Soldadura de ranura en doble "V" abocinada).

Fig.4 UNIONES A TOPE INDIRECTAS

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

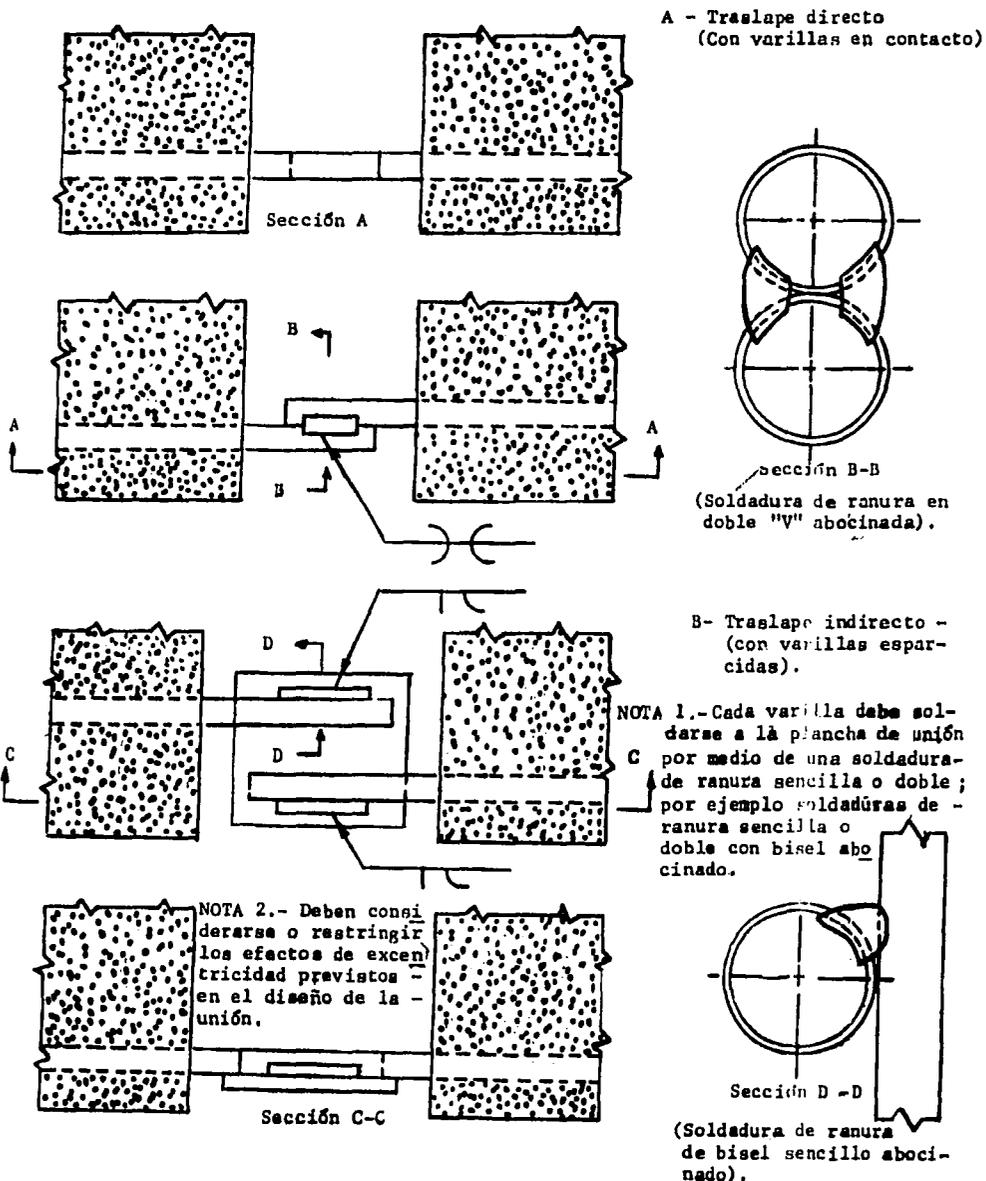
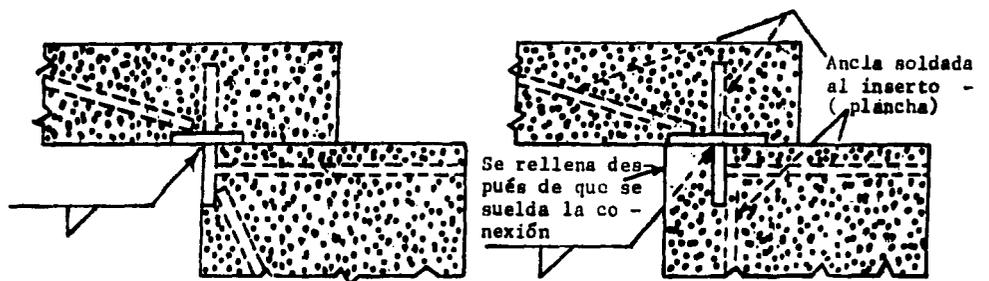


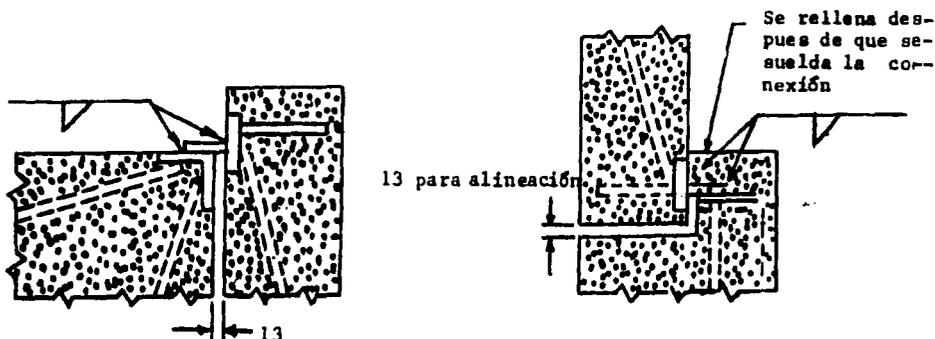
FIG.5 UNIONES TRASLAPADAS

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



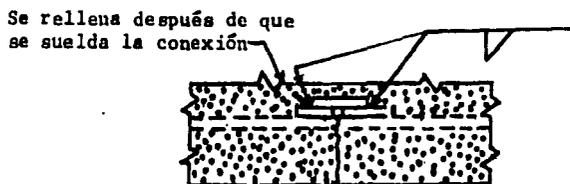
A - Conexión con exposición directa

B - Conexión directa hueca



C - Conexión indirecta expuesta a través de la plancha de unión

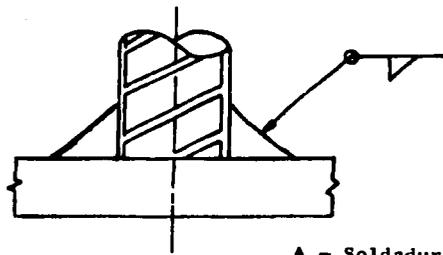
D - Conexión indirecta hueca a través de la plancha de unión.



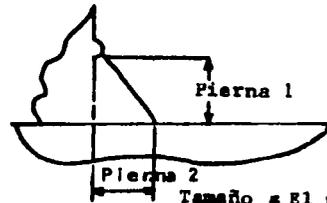
E - Conexión indirecta hueca a través de la plancha de unión

FIG. 6 CONEXIONES TÍPICAS DE INSERTOS CON PLANCHA

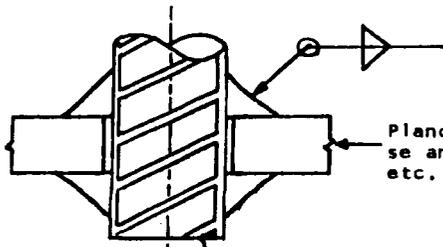
TESIS CON FALLA DE ORIGEN



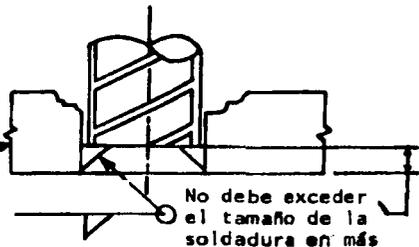
A - Soldadura de filete externa



Tamaño = El más pequeño de las dos piernas

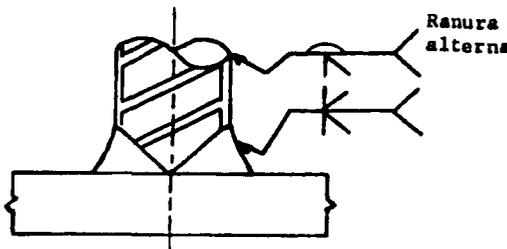


B- Soldadura de filete externa

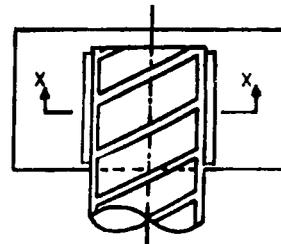


C - Soldadura de filete interna

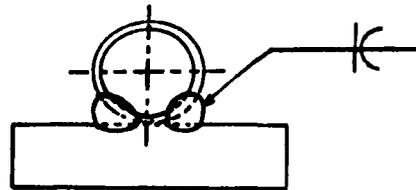
No debe exceder el tamaño de la soldadura en más de 3 mm



D - Soldadura de ranura con penetración completa de la junta.



Ancla de plancha, inserto, etc.



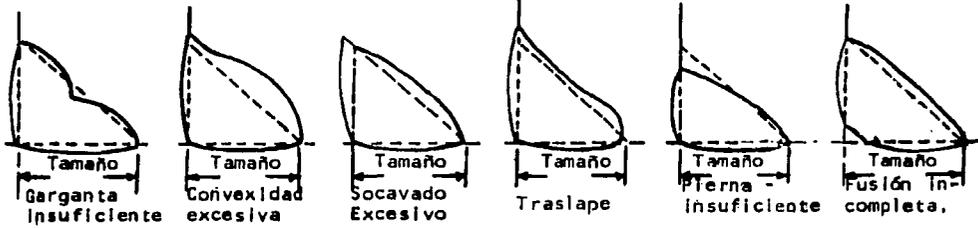
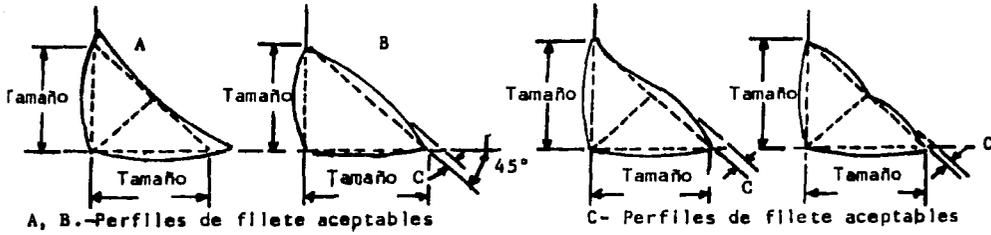
Sección X - X

E - Junta a traslape en una ancla usando soldadura de bisel abocinado.

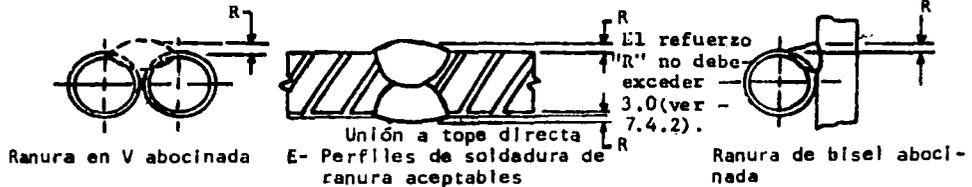
FIG. 7 DETALLES DE JUNTAS EN PLANCHAS BASE Y ANCLAS

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

La convexidad "C" no debe exceder de 6.



D - Perfiles de soldadura de filete Inaceptables



Ranuras de bisel abocinadas				
Ranuras en V abocinadas				
Uniones a tope directas				
	Convexidad excesiva	Garganta Insuficiente	Socavado excesivo	Traslape

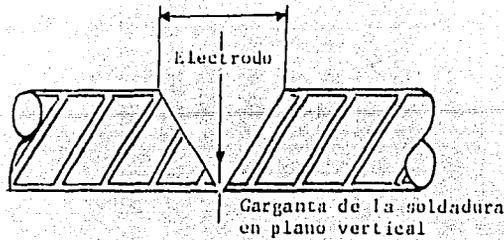
F.- Perfiles de soldadura de ranura inaceptables.

FIG.8 PERFILES DE SOLDADURA ACEPTABLES E INACEPTABLES.

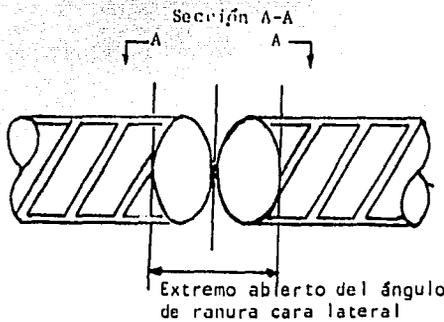
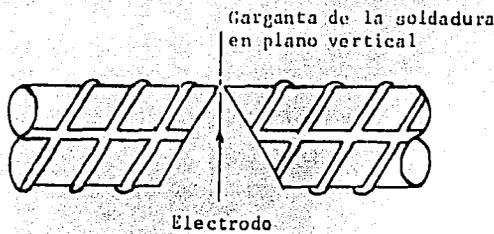
TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Varilla horizontal

Extremo abierto del ángulo de ranura cara superior

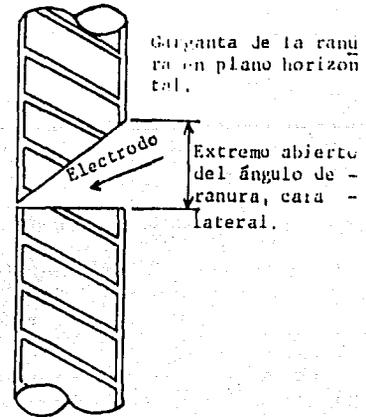


A - Posición de prueba 1 G



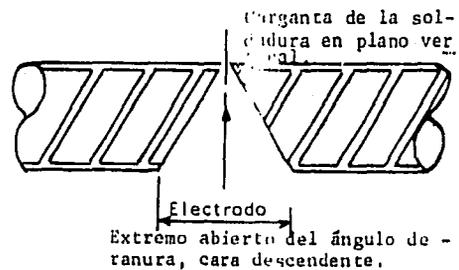
C - Posición de prueba 3 G

Varilla vertical



B - Posición de prueba 2 G

Varilla horizontal



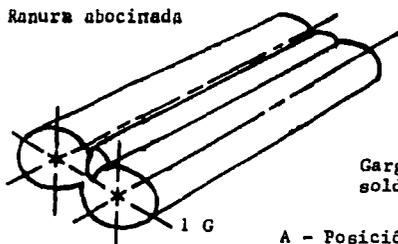
D - Posición de prueba 4 G

FIG.9

UNION A TOPE DIRECTA-POSICIONES DE PRUEBA PARA SOLDADURAS DE RANURA

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Ranura abocinada

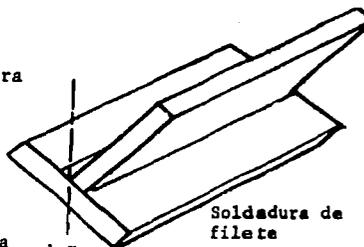


Eje de la soldadura horizontal

Garganta de la soldadura vertical

1 G

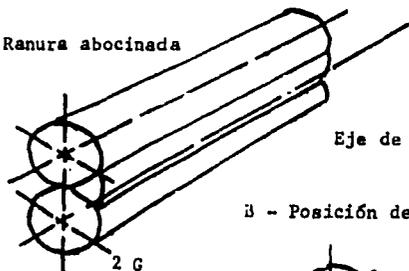
A - Posición de prueba: plana



Soldadura de filete

1 F

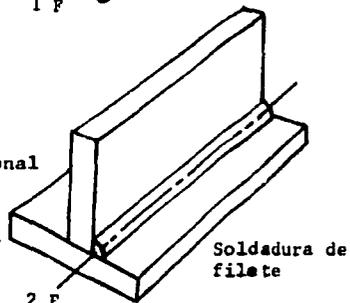
Ranura abocinada



Eje de la soldadura horizontal

B - Posición de prueba: horizontal

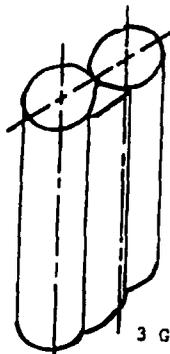
2 G



Soldadura de filete

2 F

Ranura abocinada



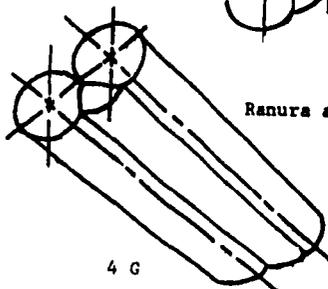
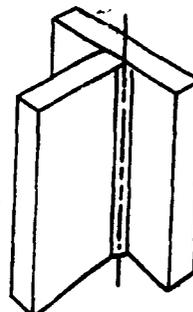
Eje de la soldadura vertical

3 G

C - Posición de prueba: vertical

Soldadura de filete

3 F

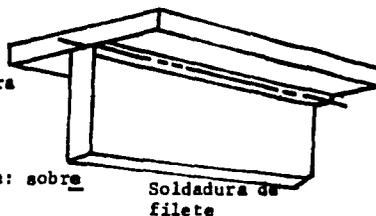


4 G

Ranura abocinada

Eje de la soldadura horizontal

D - Posición de prueba: sobre cabeza

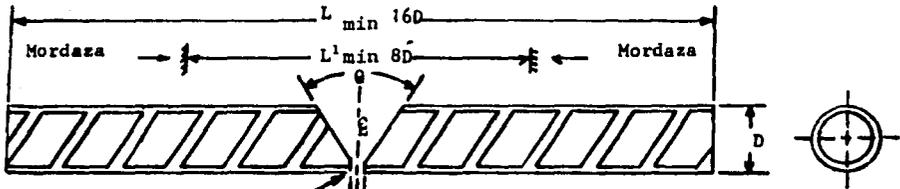


Soldadura de filete

4 F

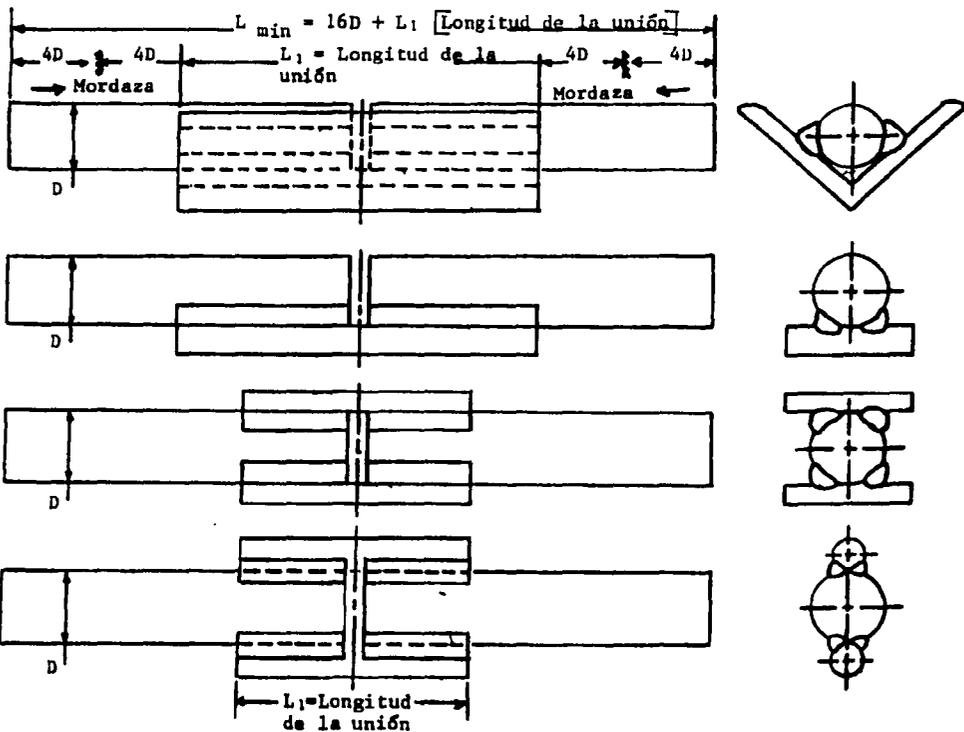
UNIONES A TOPE INDIRECTAS-POSICIONES DE PRUEBA PARA SOLDADURAS DE RANURA ABOCINADAS (LAS POSICIONES PARA SOLDADURAS DE FILETE SON UNICAMENTE COMO INFORMACION)

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



La configuración de la ranura se muestra unicamente para ilustración. La forma de la ranura usada debe ser conforme a la que se está calificando.

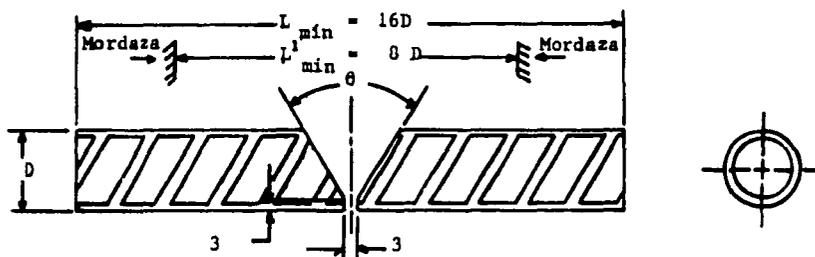
A - Ranura de penetración completa de la junta - unión a tope directa



B - Ranuras abocinadas - Uniones a tope indirectas

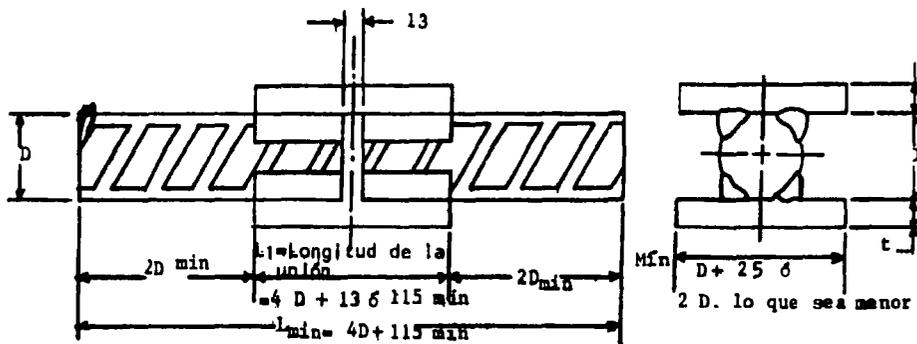
FIG.11 PRUEBA DE TENSION DE SECCION COMPLETA Y PROBETAS DE MACROATAQUE PARA PRUEBAS DE CALIFICACION DE PROCEDIMIENTO

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



- 1) Para varillas número 9 y mayores usar una soldadura sencilla en "V" o de ranura ($\theta = 45^\circ$).
- 2) Para varillas número 8 y más chicas usar soldadura en "V" con tubo de respaldo ($\theta = 60^\circ$ como se indica en la figura 3 C).
- 3) Para procesos de soldadura aluminotérmicos usar ranura cuadrada (como en la especificación del procedimiento).

A- Ranura de penetración completa de la junta - uniones a tope directas



B - Ranura de bisel abocinada - Uniones a tope indirectas

FIG.12 PROBETAS DE TENSION DE SECCION COMPLETA Y MACROATAQUE PARA PRUEBAS DE CALIFICACION AL SOLDADOR Y OPERADOR DE MAQUINAS DE SOLDAR.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

EMPRESA:
 OBRA:
 PLANO DE REFERENCIA:

ELABORO:
 REVISO:
 FECHA:

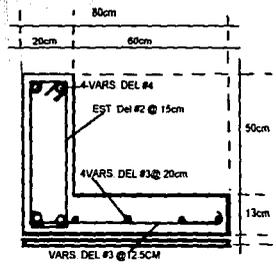
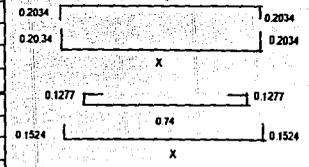
CUANTIFICACION DE ACERO:
 CONCEPTO:
 SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO EN: SUBESTRUCTURA CIMENTACION Z - 1'

LOCALIZACION		DIAMETRO (pulgadas)	LARGO (m)	GANCHO (m)	TRASLAPE (m)	LARGO TOTAL	NUMERO DE		2	2.5	3	4	5	6	
EJE	TRAMO						TIPO	VARILLA							ELEMENTO
1	E-D	1 o	1/2"	4.75	0.4064	5.1564	4	1							
1	E-D	2 o	3/8"	4.75	0.3048	5.055	4	1			11.26				
1	E-D	3	3/8"	0.74	0.2554	0.995	38	1			21.07				
1	E-D	4	1/4"	1.42		1.548	31.66	1	12.25						
								total	12.25		32.33	20.54			
E	1-2	1 o	1/2"	4.5	0.4064	4.9069	4	1				19.55			
E	1-2	2 o	3/8"	4.5	0.3048	4.8048	4	1			10.71				
E	1-2	3	3/8"	0.74	0.2554	0.9954	36	1			19.96				
E	1-2	4	1/4"	1.42		1.548	30	1	11.61						
								total	11.61		30.67	19.55			
E	2-3	1 o	1/2"	4.9	0.4064	5.3064	4	1				21.14			
E	2-3	2 o	3/8"	4.9	0.3048	5.2048	4	1			11.6				
E	2-3	3	3/8"	0.74	0.2554	0.9954	39.2	1			21.74				
E	2-3	4	1/4"	1.42		1.548	32.66	1	12.64						
								total	12.64		33.34	21.14			
E	3-4	1 o	1/2"	6.15	0.4064	6.56	4	1				26.12			
E	3-4	2 o	3/8"	6.15	0.3048	6.455	4	1			14.38				
E	3-4	3	3/8"	0.74	0.2554	0.9954	49.2	1			27.28				
E	3-4	4	1/4"	1.42		1.548	41	1	15.87						
								total	15.87		41.66	26.12			

UNIDAD
kg

HOJA: 1 DE: 30

CROQUIS:



ZAPATA Z-1'

Donde X es el largo de la zapata

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

EMPRESA:
 OBRA:
 PLANO DE REFERENCIA:

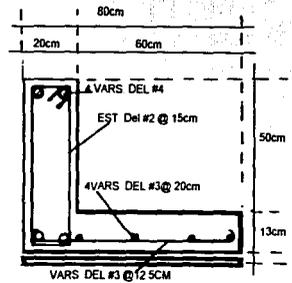
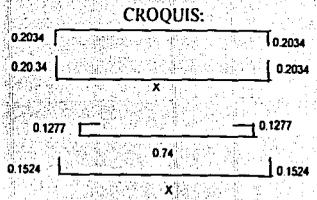
ELABORO:
 REVISO:
 FECHA:

CUANTIFICACION DE ACERO:
 CONCEPTO:
 SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO EN: SUBESTRUCTURA CIMENTACION Z-1'

UNIDAD
 KG

HOJA:2 DE:30

LOCALIZACION	EJE	TRAMO	TIPO	DIAMETRO (pulgadas)	LARGO (m)	GANCHO (m)	TRASLAPE (m)	LARGO TOTAL	NUMERO DE		2	2.5	3	4	5	6
									VARILLA	ELEMENTO						
E	4-6	1	o	1/2"	4.5	0.4064		4.91	4	1			19.55			
E	4-6	2	o	3/8"	4.5	0.3048		4.805	4	1		10.71				
E	4-6	3	o	3/8"	0.74	0.2554		0.9954	36	1		19.96				
E	4-6	4	o	1/4"	1.42		0.128	1.548	30	1	11.61					
									total		11.61	30.67	19.55			
E	6-8	1	o	1/2"	4.25	0.4064		4.656	4	1			18.55			
E	6-8	2	o	3/8"	4.25	0.3048		4.555	4	1		10.15				
E	6-8	3	o	3/8"	0.74	0.2554		0.9954	34	1		33.84				
E	6-8	4	o	1/4"	1.42		0.128	1.548	28.33	1	10.96					
									total		10.96	43.99	18.55			
8	E-D	1	o	1/2"	4.75	0.4064		5.1564	4	1			20.54			
8	E-D	2	o	3/8"	4.75	0.3048		5.0548	4	1		11.262				
8	E-D	3	o	3/8"	0.74	0.2554		0.9954	38	1		21.069				
8	E-D	4	o	1/4"	1.42		0.128	1.548	31.66	1	12.25					
									total		12.25	32.331	20.54			
8	D-C	1	o	1/2"	2.2	0.4064		2.6064	4	1			10.384			
8	D-C	2	o	3/8"	2.2	0.3048		2.5048	4	1		5.581				
8	D-C	3	o	3/8"	0.74	0.2554		0.9954	17.6	1		9.758				
8	D-C	4	o	1/4"	1.42		0.128	1.548	14.66	1	5.67					
									total		5.67	15.34	10.384			



ZAPATA Z-1'
 Donde X es el largo de la zapata

TESIS CON
 FALLA DE OF

EMPRESA:
 OBRA:
 PLANO DE REFERENCIA:

ELABORO:
 REVISO:
 FECHA:

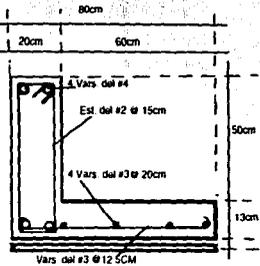
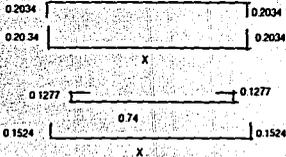
CUANTIFICACION DE ACERO:
 CONCEPTO:
 SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO EN: SUBESTRUCTURA CIMENTACION Z-1'

UNIDAD
kg

HOJA:3 DE:30

CROQUIS:

LOCALIZACION	DIAMETRO	LARGO	GANCHO	TRASLAPE	LARGO	NUMERO DE	2	2.5	3	4	5	6		
EJE	TRAMO	TIPO	(pulgadas)	(m)	(m)	TOTAL	VARILLA	ELEMENTO	0.25	0.384	0.557	0.996	1.56	2.25
8	C-B	1 o	1/2"	3.9	0.4064	4.3064	4	1			17.16			
8	C-B	2 o	3/8"	3.9	0.3048	4.2048	4	1		9.37				
8	C-B	3 o	3/8"	0.74	0.2554	0.9954	31.2	1		17.3				
8	C-B	4 o	1/4"	1.42		1.548	26	1	10.1					
								total	10.1	26.67	17.16			



ZAPATA Z-1'

Donde X es el largo de la zapata

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

EMPRESA:
OBRA:
PLANO DE REFERENCIA:

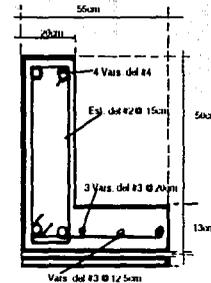
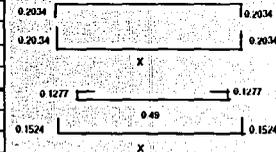
ELABORO:
REVISO:
FECHA:

CUANTIFICACION DE ACERO:
CONCEPTO:
SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO EN: SUBESTRUCTURA CIMENTACION Z-2' (BARDAS).

UNIDAD
KG

HOJA:4 DE:30

CROQUIS:



ZAPATA Z-2'

Donde X es el largo de la varilla

LOCALIZACION	DIAMETRO	LARGO	GANCHO	TRASLAPE	LARGO	NUMERO DE	2	2.5	3	4	5	6		
EJE	TRAMO	TIPO	(pulgadas)	(m)	(m)	TOTAL	VARILLA	ELEMENTO	0.25	0.384	0.557	0.996	1.56	2.25
8	B-A	1 o	1/2"	31.15	0.4064	31.5564	4	1			125.72			
8	B-A	2 o	3/8"	31.15	0.3048	31.4548	3	1		52.56				
8	B-A	3 c	3/8"	0.49	0.2554	0.7454	249.2	1		103.46				
8	B-A	4 c	1/4"	1.42		1.548	207.66	1	80.36					
								total	80.36	156.02	125.72			
1	D-B	1 o	1/2"	6.1	0.4064	6.5064	4	1			25.92			
1	D-B	2 o	3/8"	6.1	0.3048	6.4048	3	1		10.7				
1	D-B	3 c	3/8"	0.49	0.2554	0.7454	48.8	1		20.26				
1	D-B	4 c	1/4"	1.42		1.548	40.66	1	15.74					
								total	15.74	30.96	25.92			
1	B-A	1 o	1/2"	31.15	0.4064	31.5564	4	1			125.72			
1	B-A	2 o	3/8"	31.15	0.3048	31.4548	3	1		52.56				
1	B-A	3 c	3/8"	0.49	0.2554	0.7454	249.2	1		103.46				
1	B-A	4 c	1/4"	1.42		1.548	207.66	1	80.36					
								total	80.36	156.02	125.72			

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

EMPRESA:
 OBRA:
 PLANO DE REFERENCIA:

ELABORO:
 REVISO:
 FECHA:

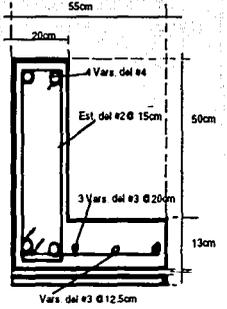
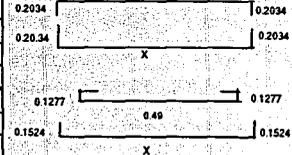
CUANTIFICACION DE ACERO:
 CONCEPTO:
 SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO EN: SUBESTRUCTURA CIMENTACION Z - 2'

UNIDAD
 KG

HOJA: 5 DE: 30

CROQUIS:

LOCALIZACION	DIAMETRO	LARGO	GANCHO	TRASLAPE	LARGO	NUMERO DE	2	2.5	3	4	5	6
EJE TRAMO TIPO	(pulgadas)	(m)	(m)	(m)	TOTAL	VARILLA ELEMENTO	0.25	0.384	0.557	0.996	1.56	2.25
A 1-2 1 o	1/2"	4.5	0.4064		4.9064	4 1			19.55			
A 1-2 2 o	3/8"	4.5	0.3048		4.8048	3 1		8.029				
A 1-2 3 o	3/8"	0.49	0.2554			36 1		14.95				
A 1-2 4 3	1/4"	1.42		0.128	1.548	30 1	11.61					
						total	11.61	22.98	19.55			
A 2-3 1 o	1/2"	4.9	0.4064		5.3064	4 1			21.14			
A 2-3 2 o	3/8"	4.9	0.3048		5.2048	3 1		8.697				
A 2-3 3 o	3/8"	0.49	0.2554		0.7454	39.2 1		16.27				
A 2-3 4 3	1/4"	1.42		0.128	1.548	32.66 1	12.64					
						total	12.64	24.967	21.14			
A 3-4 1 o	1/2"	6.15	0.4064		6.5564	4 1			26.12			
A 3-4 2 o	3/8"	6.15	0.3048		6.4548	3 1		10.79				
A 3-4 3 o	3/8"	0.49	0.2554		0.7454	49.2 1		20.43				
A 3-4 4 3	1/4"	1.42		0.128	1.548	41 1	15.87					
						total	15.87	31.22	26.12			
A 4-6 1 o	1/2"	4.5	0.4064		4.9064	4 1			19.55			
A 4-6 2 o	3/8"	4.5	0.3048		4.8048	3 1		8.029				
A 4-6 3 o	3/8"	0.49	0.2554		0.7454	36 1		14.95				
A 4-6 4 3	1/4"	1.42		0.128	1.548	30 1	11.61					
						total	11.61	22.98	19.55			
A 6-8 1 o	1/2"	4.25	0.4064		4.6564	4 1			18.55			
A 6-8 2 o	3/8"	4.25	0.3048		4.5548	3 1		7.61				
A 6-8 3 o	3/8"	0.49	0.2554		0.7454	34 1		14.12				
A 6-8 4 3	1/4"	1.42		0.128	1.548	28.33 1	10.97					
						total	10.97	21.73	18.55			



ZAPATA Z-2'

Donde X es el largo de la varilla

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

EMPRESA:
 OBRA:
 PLANO DE REFERENCIA:

ELABORO:
 REVISO:
 FECHA:

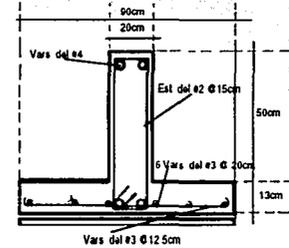
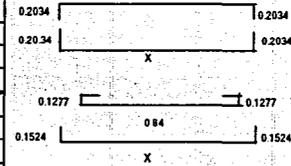
CUANTIFICACION DE ACERO:
 CONCEPTO:
 SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO EN: SUBESTRUCTURA CIMENTACION Z - 2

UNIDAD
 KG

HOJA:6 DE:30

LOCALIZACION	DIAMETRO	LARGO	GANCHO	TRASLAPE	LARGO	NUMERO DE	2	2.5	3	4	5	6		
EJE	TRAMO	TIPO	(pulgadas)	(m)	(m)	TOTAL	VARILLA	ELEMENTO	0.25	0.384	0.557	0.996	1.56	2.25
D	1-2	1 o	1/2"	4.5	0.4064	4.9064	4	1			19.55			
D	1-2	2 o	3/8"	4.5	0.3048	4.8048	6	1		16.06				
D	1-2	3 ↵	3/8"	0.84	0.2554	1.0954	36	1		21.96				
D	1-2	4 ☐	1/4"	1.42		1.548	30	1	11.61					
									total	11.61	38.02	19.55		
D	2-3	1 o	1/2"	4.9	0.4064	5.3064	4	1			21.14			
D	2-3	2 o	3/8"	4.9	0.3048	5.2048	6	1		17.39				
D	2-3	3 ↵	3/8"	0.84	0.2554	1.0954	39.2	1		23.92				
D	2-3	4 ☐	1/4"	1.42		1.548	32.66	1	12.64					
									total	12.64	41.31	21.14		
3	E-D	1 o	1/2"	4.75	0.4064	5.1564	4	1			20.64			
3	E-D	2 o	3/8"	4.75	0.3048	5.0548	6	1		16.89				
3	E-D	3 ↵	3/8"	0.84	0.2554	1.0954	38	1		23.19				
3	E-D	4 ☐	1/4"	1.42		1.548	31.66	1	12.25					
									total	12.25	40.08	20.64		

CROQUIS:



ZAPATA Z-2

Donde X es la longitud de la zapata

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

EMPRESA:
 OBRA:
 PLANO DE REFERENCIA:

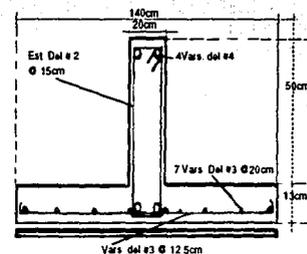
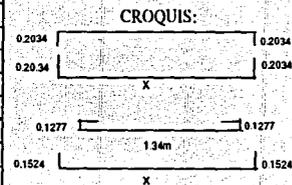
ELABORO:
 REVISO:
 FECHA:

CUANTIFICACION DE ACERO:
 CONCEPTO:
 SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO EN: SUBESTRUCTURA CIMENTACION Z-1

UNIDAD
 KG

HOJA:7 DE:30

LOCALIZACION		DIAMETRO (pulgadas)	LARGO (m)	GANCHO (m)	TRASLAPES (m)	LARGO TOTAL	NUMERO DE								
EJE	TRAMO						TIPO	VARILLA	ELEMENTO	2	2.5	3	4	5	6
4	E-B	1 o	1/2"	10.85	0.4064	11.2564	4	1					44.85		
4	E-B	2 o	3/8"	10.85	0.3048	11.1548	7	1			43.49				
4	E-B	3	3/8"	1.34	0.2554	1.5954	86.8	1			77.13				
4	E-B	4	1/4"	1.42		1.548	72.33	1		27.99					
								total		27.99	120.62	44.85			
6	E-B	1 o	1/2"	10.85	0.4064	11.2564	4	1					44.85		
6	E-B	2 o	3/8"	10.85	0.3048	11.1548	7	1			43.49				
6	E-B	3	3/8"	1.34	0.2554	1.5954	86.8	1			77.13				
6	E-B	4	1/4"	1.42		1.548	72.33	1		27.99					
								total		27.99	120.62	44.85			
C	4-8	1 o	1/2"	8.8	0.4064	9.21	4	1					36.68		
C	4-8	2 o	3/8"	8.8	0.3048	9.11	7	1			35.5				
C	4-8	3	3/8"	1.34	0.2554	1.5954	70.4	1			62.56				
C	4-8	4	1/4"	1.42		1.548	58.66	1		22.7					
								total		22.7	98.06	36.68			
D	4-8	1 o	1/2"	8.8	0.4064	9.21	4	1					36.68		
D	4-8	2 o	3/8"	8.8	0.3048	9.11	7	1			35.56				
D	4-8	3	3/8"	1.34	0.2554	1.5954	70.4	1			62.56				
D	4-8	4	1/4"	1.42		1.548	58.66	1		22.7					
								total		22.7	98.06	36.68			



ZAPATA Z-2

Donde X es la distancia de la zapata

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

EMPRESA:
 OBRA:
 PLANO DE REFERENCIA:

ELABORO:
 REVISO:
 FECHA:

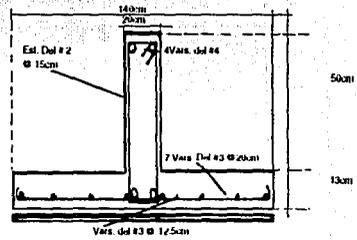
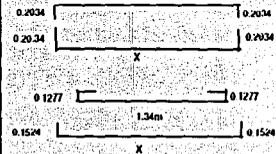
CUANTIFICACION DE ACERO:
 CONCEPTO:
 SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO EN: SUBESTRUCTURA CIMENTACION Z-1

UNIDAD
 KG

HOJA: 8 DE 30

LOCALIZACION	DIAMETRO	LARGO	GANCHO	TRASLAPE	LARGO	NUMERO DE	2	2.5	3	4	5	6			
EJE	TRAMO	TIPO	(pulgadas)	(m)	(m)	(m)	TOTAL	VARILLA	ELEMENTO	0.25	0.384	0.557	0.996	1.56	2.25
B	4-8	1	o	1/2"	8.8	0.4064	9.21	4	1				36.68		
B	4-8	2	o	3/8"	8.8	0.3048	9.11	7	1				32.5		
B	4-8	3	o	3/8"	1.34	0.2554	1.5954	70.4	1				62.56		
B	4-8	4	o	1/4"	1.42		1.548	58.66	1	22.7					
									total	22.7	98.06	36.68			
										#2	#3	#4			
							Suma total de la subestructura			502.7	1408.71	816.874			

CROQUIS:



ZAPATA Z-2

Donde X es la distancia de la zapata

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

EMPRESA:
 OBRA:
 PLANO DE REFERENCIA:

ELABORO:
 REVISO:
 FECHA:

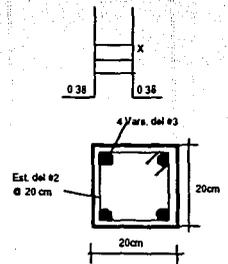
CUANTIFICACION DE ACERO:
 CONCEPTO:
 SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO EN: SUPERESTRUCTURA COLUMNAS EN PLANTA BAJA

UNIDAD
 KG

LOCALIZACION	DIAMETRO	LARGO	GANCHO	TRASLAPE	LARGO	NUMERO DE	2	2.5	3	4	5	6		
EJE	TRAMO	TIPO	(pulgadas)	(m)	(m)	TOTAL	VARILLA	ELEMENTO	0.25	0.38	0.557	0.996	1.56	2.25
D	1-3	1 o	3/8"	3.1	0.1524	0.38	3.6324	4	5			40.46		
D	1-3	2	1/2"	0.64		0.128	0.768	15.5	5	14.88				
								total		14.88		40.46		
D'	1'-2'	1 o	3/8"	3.1	0.1524	0.38	3.6324	4	3			24.28		
D'	1'-2'	2	1/2"	0.64		0.128	0.768	15.5	3	8.93				
								total		8.93		24.28		
E	1-3	1 o	3/8"	3.1	0.1524	0.38	3.6324	4	3			24.28		
E	1-3	2	1/2"	0.64		0.128	0.768	15.5	3	8.93				
								total		8.93		24.28		
B	4-8	1 o	3/8"	3.1	0.1524	0.38	3.6324	4	4					
B	4-8	2	1/2"	0.64		0.128	0.768	15.5	4	11.9		32.37		
								total		11.9		32.37		
C	4-8	1 o	3/8"	3.1	0.1524	0.38	3.6324	4	4					
C	4-8	2	1/2"	0.64		0.128	0.768	15.5	4	11.9		32.37		
								total		11.9		32.37		
C''	4-8	1 o	3/8"	3.1	0.1524	0.38	3.6324	4	3			24.28		
C''	4-8	2	1/2"	0.64		0.128	0.768	15.5	4	11.9				
								total		11.9		24.28		
D	4-8	1 o	3/8"	3.1	0.1524	0.38	3.6324	4	4			32.37		
D	4-8	2	1/2"	0.64		0.128	0.768	15.5	4	11.9				
								total		11.9		32.37		
E	4-8	1 o	3/8"	3.1	0.1524	0.38	3.6324	4	3			24.28		
E	4-8	2	1/2"	0.64		0.128	0.768	15.5	4	11.9				
								total		11.9		24.28		

HOJA:9 DE:30

CROQUIS:



Columnas 20 x 20

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

EMPRESA:
 OBRA:
 PLANO DE REFERENCIA:

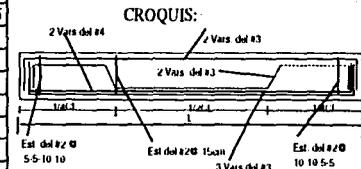
ELABORO:
 REVISO:
 FECHA:

CUANTIFICACION DE ACERO:
 CONCEPTO:
 SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO EN: SUPERESTRUCTURA CERRAMIENTOS Y TRABES T1 Y T2 EN PLANTA BAJA

UNIDAD
 KG

HOJA:10 DE:30

LOCALIZACION	DIAMETRO	LARGO	GANCHO	TRASLAPE	LARGO	NUMERO DE	2	2.5	3	4	5	6		
EJE	TRAMO	TIPO	(pulgadas)	(m)	(m)	TOTAL	VARILLA	ELEMENTO	0.25	0.384	0.557	0.996	1.56	2.25
E	1-2	1 o	3/8"	4.5	0.3048	4.8048	2	1		5.353				
E	1-2	2 o	3/8"	4.5	0.3048	4.8048	3	1		8.029				
E	1-2	3 o	1/2"	4.5	0.4064	4.9064	2	1			9.774			
E	1-2	4 o	3/8"	3.88	0.3048	0.8768	5.062	2	1		5.64			
E	1-2	5	1/4"	0.94		0.128	1.068	5.625	1	1.5				
E	1-2		1/4"	0.94		0.128	1.068	3.75	1	1				
E	1-2		1/4"	0.94		0.128	1.068	11.25	1	3				
E	1-2		1/4"	0.94		0.128	1.068	3.75	1	1				
E	1-2		1/4"	0.94		0.128	1.068	5.625	1	1.5				
							total	8	19.02	9.774				
E	2-3	1 o	3/8"	4.9	0.3048	5.2048	2	1		5.798				
E	2-3	2 o	3/8"	4.9	0.3048	5.2048	3	1		8.697	10.57			
E	2-3	3 o	1/2"	4.9	0.3048	5.3064	2	1						
E	2-3	4 o	3/8"	4.28	0.3048	0.8768	5.462	2	1		6.084			
E	2-3	5	1/4"	0.94		0.128	1.068	6.125	1	1.64				
E	2-3		1/4"	0.94		0.128	1.068	4.08	1	1.09				
E	2-3		1/4"	0.94		0.128	1.068	12.25	1	3.27				
E	2-3		1/4"	0.94		0.128	1.068	4.08	1	1.09				
E	2-3		1/4"	0.94		0.128	1.068	6.125	1	1.64				
							total	8.73	20.58	10.57				



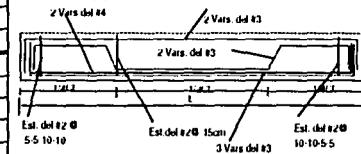
ARMADO DE TRABE T-1 (20cm x 35cm)

distancia

Est del #2 @ 10cm= 0.5625 Est del #2 @ 10cm= 0.6125
 Est. del #2 @ 15cm= 0.5625 Est. del #2 @ 15cm= 0.6125
 Est. Del#2 @ 20cm= 2.25 Est. Del#2 @ 20cm= 2.45
 Est. del #2 @ 15cm= 0.5625 Est. del #2 @ 15cm= 0.6125
 Est del #2 @ 10cm= 0.5625 Est del #2 @ 10cm= 0.6125

TRAMO 1- TRAMO 2-3

Gancho (1) A o G 90° = 6"
 Gancho (2) A o G 90° = 6"
 Gancho (3) A o G 90° = 6"
 Recubrimiento = 2cm



ARMADO DE TRABE T-2

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

EMPRESA:
 OBRA:
 PLANO DE REFERENCIA:

ELABORO:
 REVISO:
 FECHA:

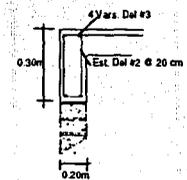
CUANTIFICACION DE ACERO:
 CONCEPTO:
 SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO EN: SUPERESTRUCTURA CERRAMIENTOS PLANTA BAJA

UNIDAD
 KG

HOJA:11 DE:30

CROQUIS:

LOCALIZACION			DIAMETRO	LARGO	GANCHO	TRASLAPE	LARGO	NUMERO DE	2	2.5	3	4	5	6	
EJE	TRAMO	TIPO	(pulgadas)	(m)	(m)	(m)	TOTAL	VARILLA	ELEMENTO	0.25	0.384	0.557	0.996	1.56	2.25
1	E-D	1 o	3/8"	4.75		0.76	5.51	4	1			12.28			
1	E-D	2 <input checked="" type="checkbox"/>	1/4"	0.84		0.128	0.968	23.75	1	5.75					
								total		5.75		12.28			
2	E-D	1 o	3/8"	4.75		0.76	5.51	4	1			12.28			
2	E-D	2 <input checked="" type="checkbox"/>	1/4"	0.84		0.128	0.968	23.75	1	5.75					
								total		5.75		12.28			
3	E-D	1 o	3/8"	4.75		0.76	5.51	4	1			12.28			
3	E-D	2 <input checked="" type="checkbox"/>	1/4"	0.84		0.128	0.968	23.75	1	5.75					
								total		5.75		12.28			
D	1-2	1 o	3/8"	4.5		0.76	5.26	4	1			11.72			
D	1-2	2 <input checked="" type="checkbox"/>	1/4"	0.84		0.128	0.968	22.5	1	5.445					
								total		5.445		11.72			
D	2-3	1 o	3/8"	4.9		0.76	5.66	4	1			12.61			
D	2-3	2 <input checked="" type="checkbox"/>	1/4"	0.84		0.128	0.968	24.5	1	5.93					
								total		5.93		12.61			



Traslape 40 diámetros,
 40φ(?)
 recubrimiento = 2 cm
 0.20m-0.04m=0.16m
 0.30m-0.04m=0.26m
 0.16m+0.16m+0.26m+0.26m=0.84m

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

EMPRESA:
 OBRA:
 PLANO DE REFERENCIA:

ELABORO:
 REVISO:
 FECHA:

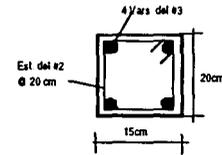
CUANTIFICACION DE ACERO:
 CONCEPTO:
 SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO EN: SUPERESTRUCTURA CERRAMIENTOS EN BARDAS.

UNIDAD
 KG

HOJA:12 DE:30

CROQUIS:

LOCALIZACION	DIAMETRO	LARGO	GANCHO	TRASLAPE	LARGO	NUMERO DE	2	2.5	3	4	5	6		
EJE	TRAMO	TIPO	(pulgadas)	(m)	(m)	TOTAL	VARILLA	ELEMENTO	0.25	0.384	0.557	0.996	1.56	2.25
1	D-B	1 o	3/8"	6.1		0.76	6.86	4	1			15.28		
1	D-B	2 <input checked="" type="checkbox"/>	1/4"	0.54		0.128	0.668	30.5	1	5.094				
								total		5.094		15.28		
1	B-A	1 o	3/8"	31.15		0.76	31.91	4	1			71.09		
1	B-A	2 <input checked="" type="checkbox"/>	1/4"	0.54		0.128	0.668	155.75	1	26.01				
								total		26.01		71.09		
8	B-A	1 o	3/8"	31.15		0.76	31.91	4	1					
8	B-A	2 <input checked="" type="checkbox"/>	1/4"	0.54		0.128	0.668	155.75	1	26.01		71.09		
								total		26.01		71.09		
A	1-2	1 o	3/8"	4.5		0.76	5.26	4	1			11.72		
A	1-2	2 <input checked="" type="checkbox"/>	1/4"	0.54		0.128	0.668	22.5	1	3.76				
								total		3.76		11.72		
A	2-3	1 o	3/8"	4.9		0.76	5.66	4	1			12.61		
A	2-3	2 <input checked="" type="checkbox"/>	1/4"	0.54		0.128	0.668	24.5	1	4.09				
								total		4.09		12.61		
A	3-4	1 o	3/8"	6.15		0.76	6.91	4	1			15.39		
A	3-4	2 <input checked="" type="checkbox"/>	1/4"	0.54		0.128	0.668	30.75	1	5.14				
								total		5.14		15.39		
A	4-6	1 o	3/8"	4.5		0.76	5.26	4	1			11.72		
A	4-6	2 <input checked="" type="checkbox"/>	1/4"	0.54		0.128	0.668	22.5	1	3.76				
								total		3.76		11.72		
A	6-8	1 o	3/8"	4.25		0.76	5.01	4	1			11.16		
A	6-8	2 <input checked="" type="checkbox"/>	1/4"	0.54		0.128	0.668	21.25	1	3.55				
								total		3.55		11.16		



Cerramientos en bardas de 15 x 20

Recubrimiento = 2cm
 $0.15m - 0.02m - 0.02m = 0.11m$
 $0.20m - 0.02m - 0.02m = 0.16m$
 $0.11m + 0.11m + 0.16m + 0.16m = 0.54m$

traslape = 10d
 $d = 6.4mm$

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

EMPRESA:
 OBRA:
 PLANO DE REFERENCIA:

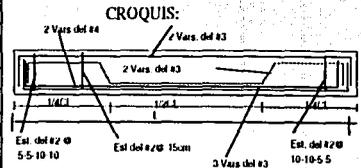
ELABORO:
 REVISO:
 FECHA:

CUANTIFICACION DE ACERO:
 CONCEPTO:
 SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO EN: SUPERESTRUCTURA TRABES TIPO I EN PLANTA BAJA TI

UNIDAD
 KG

HOJA: 13 DE: 30

LOCALIZACION		DIAMETRO		LARGO	GANCHO	TRASLAPÉ	LARGO	NUMERO DE		2	2.5	3	4	5	6
EJE	TRAMO	TIPO	(pulgadas)	(m)	(m)	(m)	TOTAL	VARILLA	ELEMENTO	0.25	0.384	0.557	0.996	1.56	2.25
E	4-6	1 o	3/8"	4.5	0.3048		4.8048	2	1		5.3525				
E	4-6	2 o	3/8"	4.5	0.3048		4.8048	3	1		8.028				
E	4-6	3 o	1/2"	4.5	0.4064		4.9064	2	1				9.774		
E	4-6	4 o	3/8"	3.88	0.3048	0.8768	5.062	2	1			5.64			
E	4-6	5	1/4"	0.94		0.128	1.068	5.625	1	1.5					
E	4-6		1/4"	0.94		0.128	1.068	3.75	1	1					
E	4-6		1/4"	0.94		0.128	1.068	11.25	1	3					
E	4-6		1/4"	0.94		0.128	1.068	3.75	1	1					
E	4-6		1/4"	0.94		0.128	1.068	5.625	1	1.5					
									total	8	19.02	9.774			
E	6-8	1 o	3/8"	4.25	0.3048		4.5548	2	1		5.074				
E	6-8	2 o	3/8"	4.25	0.3048		4.5548	3	1		7.611				
E	6-8	3 o	1/2"	4.25	0.4064		4.6564	2	1				9.275		
E	6-8	4 o	3/8"	3.63	0.3048	0.8768	4.812	2	1			5.36			
E	6-8	5	1/4"	0.94		0.128	1.068	5.3125	1	1.42					
E	6-8		1/4"	0.94		0.128	1.068	3.542	1	0.95					
E	6-8		1/4"	0.94		0.128	1.068	10.625	1	2.84					
E	6-8		1/4"	0.94		0.128	1.068	3.542	1	0.95					
E	6-8		1/4"	0.94		0.128	1.068	5.3125	1	1.42					
									total	7.58	18.045	9.275			



ARMADO DE TRABE T-1 (20cm x 35cm)

Gancho (1) A o G 90° = 6" Recubrimiento=2cm
 Gancho (2) A o G 90° = 6"
 Gancho (3) A o G 90° = 6"

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

EMPRESA:
 OBRA:
 PLANO DE REFERENCIA:

ELABORO:
 REVISO:
 FECHA:

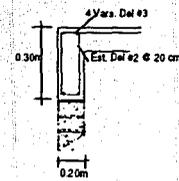
CUANTIFICACION DE ACERO:
 CONCEPTO:
 SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO EN: SUPERESTRUCTURA CERRAMIENTOS PLANTA BAJA

UNIDAD
 KG

HOJA:14 DE:30

CROQUIS:

LOCALIZACION			DIAMETRO	LARGO	GANCHO	TRASLAPE	LARGO	NUMERO DE		2	2.5	3	4	5	6
EJE	TRAMO	TIPO	(pulgadas)	(m)	(m)	(m)	TOTAL	VARILLA	ELEMENTO	0.25	0.384	0.557	0.996	1.56	2.25
4	E-B	1 o	3/8"	10.85		0.76	11.61	4	1					25.87	
4	E-B	2	1/4"	0.84		0.128	0.968	54.25	1	13.13					
									total	13.13				25.87	
6	E-C	1 o	3/8"	6.95		0.76	7.71	4	1					17.18	
6	E-C	2	1/4"	0.84		0.128	0.968	34.75	1	8.41					
									total	8.41				17.18	
8	E-B	1 o	3/8"	10.85		0.76	11.61	4	1					25.87	
8	E-B	2	1/4"	0.84		0.128	0.968	54.25	1	13.13					
									total	13.13				25.87	
D	4-8	1 o	3/8"	8.75		0.76	9.51	4	1					21.19	
D	4-8	2	1/4"	0.84		0.128	0.968	43.75	1	10.59					
									total	10.59				21.19	
C	6-8	1 o	3/8"	4.25		0.76	5.01	4	1					11.16	
C	6-8	2	1/4"	0.84		0.128	0.968	21.25	1	5.14					
									total	5.14				11.16	
B	4-6	1 o	3/8"	8.75		0.76	9.51	4	1					21.19	
B	4-6	2	1/4"	0.84		0.128	0.968	43.75	1	10.59					
									total	10.59				21.19	



Traslape 40 diámetros,
 40φ(2)
 recubrimiento = 2 cm
 0.20m-0.04m=0.16m
 0.30m-0.04m=0.26m
 0.16m+0.16m+0.26m+0.26m=0.84m

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

EMPRESA:
 OBRA:
 PLANO DE REFERENCIA:

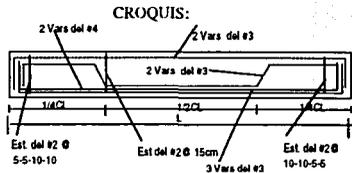
ELABORO:
 REVISO:
 FECHA:

CUANTIFICACION DE ACERO:
 CONCEPTO:
 SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO EN: SUPERESTRUCTURA TRABES TIPO T-1, T-2

UNIDAD
 KG

HOJA:15 DE:30

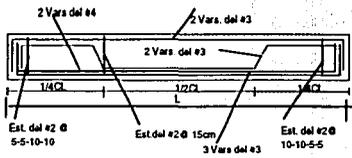
LOCALIZACION	DIAMETRO	LARGO	GANCHO	TRASLAPE	LARGO	NUMERO DE	2	2.5	3	4	5	6	
EJE	TRAMO	TIPO	(pulgadas)	(m)	(m)	VARILLA	ELEMENTO	0.25	0.384	0.557	0.996	1.56	2.25
C	4-6	1 o	3/8"	4.5	0.3048		4.8048	2	1		5.353		
C	4-6	2 o	3/8"	4.5	0.3048		4.8048	3	1		8.029		
C	4-6	3 o	1/2"	4.5	0.4064		4.9064	2	1			9.773	
C	4-6	4 o	3/8"	3.88	0.3048	0.8768	5.062	2	1		5.64		
C	4-6	5	1/4"	0.94		0.128	1.068	5.625	1	1.5			
C	4-6		1/4"	0.94		0.128	1.068	3.75	1	1			
C	4-6		1/4"	0.94		0.128	1.068	11.25	1	3			
C	4-6		1/4"	0.94		0.128	1.068	3.75	1	1			
C	4-6		1/4"	0.94		0.128	1.068	5.625	1	1.5			
								total	8	19.02	9.773		
6	C-B	1 o	3/8"	3.9	0.3048		4.2048	3	1		7.026		
6	C-B	2 o	3/8"	3.9	0.3048		4.2048	2	1		4.684		
6	C-B	3 o	1/2"	3.9	0.4064		4.3064	2	1			4.578	
6	C-B	4 o	1/2"	3.28	0.3048	3.8768	4.4616	1	1		2.485		
6	C-B	5	1/4"	0.9		0.128	1.0128	4.875	1	1.25			
6	C-B		1/4"	0.9		0.128	1.0128	3.25	1	0.84			
6	C-B		1/4"	0.9		0.128	1.0128	9.75	1	2.5			
6	C-B		1/4"	0.9		0.128	1.0128	3.25	1	0.84			
6	C-B		1/4"	0.9		0.128	1.0128	4.875	1	1.25			
								total	6.68	14.2	4.578		



ARMADO DE TRABE T-1 (20cm x 35cm)

Gancho (1) A o G 90° = 6"
 Gancho (2) A o G 90° = 6"
 Gancho (3) A o G 90° = 6"

Recubrimiento = 2cm



ARMADO DE TRABE T-2 /

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

EMPRESA:
 OBRA:
 PLANO DE REFERENCIA:

ELABORO:
 REVISO:
 FECHA:

CUANTIFICACION DE ACERO:
 CONCEPTO:
 SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO EN: SUPERESTRUCTURA LOSAS PLANTA BAJA

UNIDAD
 KG

HOJA:16 DE:30

CROQUIS:

NOTA
 Vease las losas del anexo 4 para el croquis de localizacion y distribución del acero según corresponda a su eje y tramo de losa

LOCALIZACION			DIAMETRO	LARGO	GANCIO	TRASLAPE	LARGO	NUMERO DE		2	2.5	3	4	5	6
EJE	TRAMO	TIPO	(pulgadas)	(m)	(m)	(m)	TOTAL	VARILLA	FLEMENTO	0.25	0.384	0.557	0.996	1.56	2.25
1-2	E-D	1	3/8"	5.65	0.254		5.904	5.625	1			18.49			
1-2	E-D	2	3/8"	5.51	0.254	0.198	5.962	7.5	1			24.91			
1-2	E-D	3	3/8"	5.65	0.254		5.904	7.5	1			24.66			
1-2	E-D	4	3/8"	5.65	0.254		5.904	5.625	1			18.49			
									total			86.55			
E-D	1-2	1	3/8"	4.5	0.3048		4.754	6	1			15.89			
E-D	1-2	2	3/8"	4.36	0.3048	0.198	4.812	8	1			21.44			
E-D	1-2	3	3/8"	4.5	0.3048		4.754	8	1			21.18			
E-D	1-2	4	3/8"	4.5	0.3048		4.754	6	1			15.89			
			3/8"	4.5	0.254		4.754	4.5	1			11.92			
									total						
2-3	E-D	1	3/8"	5.65	0.254		5.904	6.125	1			20.14			
2-3	E-D	2	3/8"	5.51	0.254	0.198	5.962	8.17	1			27.13			
2-3	E-D	3	3/8"	5.65	0.254		5.904	8.17	1			26.87			
2-3	E-D	4	3/8"	5.65	0.254		5.904	6.125	1			20.14			
									total			94.28			
E-D	2-3	1		4.9	0.254		5.154	6	1			18.43			
E-D	2-3	2		4.76	0.254	0.198	5.212	8	1			23.23			
E-D	2-3	3		4.9	0.254		5.154	8	1			22.97			
E-D	2-3	4		4.9	0.254		5.154	6	1			17.23			
				4.9	0.254		5.154	4.5	1			12.92			
									total			94.78			

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

EMPRESA:
 OBRA:
 PLANO DE REFERENCIA:

ELABORO:
 REVISO:
 FECHA:

CUANTIFICACION DE ACERO:
 CONCEPTO:
 SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO EN: SUPERESTRUCTURA LOSAS PLANTA BAJA

UNIDAD
 KG

Hoja:17 DE:30

CROQUIS:

LOCALIZACION			DIAMETRO	LARGO	GANCHO	TRASLAP	LARGO	NUMERO DE			2	2.5	3	4	5	6
EJE	TRAMO	TIPO	(pulgadas)	(m)	(m)	(m)	TOTAL	VARILLA	ELEMENTO		0.25	0.384	0.557	0.996	1.56	2.25
4-6	D-E	1	3/8"	5.65	0.254		5.904	5.625	1							18.49
4-6	D-E	2	3/8"	5.51	0.254	0.198	5.962	7.5	1							24.91
4-6	D-E	3	3/8"	5.65	0.254		5.904	7.5	1							24.66
4-6	D-E	4	3/8"	5.65	0.254		5.904	5.625	1							18.49
									total							86.55
E-D	4-6	1	3/8"	4.5	0.254		4.754	6	1							15.89
E-D	4-6	2	3/8"	4.36	0.254	0.198	4.812	8	1							21.44
E-D	4-6	3	3/8"	4.5	0.254		4.754	8	1							21.18
E-D	4-6	4	3/8"	4.5	0.254		4.754	6	1							15.89
			3/8"	4.5	0.254		4.754	4.5	1							11.92
									total							86.32
6-8	D-E	1	3/8"	5.65	0.254		5.904	5.313	1							17.47
6-8	D-E	2	3/8"	5.51	0.254	0.198	5.962	7.083	1							23.52
6-8	D-E	3	3/8"	5.65	0.254		5.904	7.083	1							23.29
6-8	D-E	4	3/8"	5.65	0.254		5.904	5.313	1							15.07
									total							79.35
E-D	6-8	1	3/8"	4.25	0.254		4.504	6	1							15.05
E-D	6-8	2	3/8"	4.11	0.254	0.198	4.562	8	1							20.33
E-D	6-8	3	3/8"	4.25	0.254		4.504	8	1							20.07
E-D	6-8	4	3/8"	4.25	0.254		4.504	6	1							15.05
			3/8"	4.25	0.254		4.504	4.5	1							11.29
									total							81.79

NOTA
 Vease las losas del anexo 4 para el croquis de localizacion y distribucion del acero

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

EMPRESA:
 OBRA:
 PLANO DE REFERENCIA:

ELABORO:
 REVISO:
 FECHA:

CUANTIFICACION DE ACERO:
 CONCEPTO:
 SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO EN: SUPERESTRUCTURA LOSAS EN PLANTA BAJA

UNIDAD
 KG

HOJA:18 DE:30

CROQUIS:

NOTA

Vease las losas del anexo 4 para el croquis de localizacion y distribución del acero

LOCALIZACION	DIAMETRO	LARGO	GANCHO	TRASLAPE	LARGO	NUMERO DE	2	2.5	3	4	5	6			
EJE	TRAMO	TIPO	(pulgadas)	(m)	(m)	(m)	TOTAL	VARILLA	ELEMENTO	0.25	0.384	0.557	0.996	1.56	2.25
4-6	D-B	1	3/8"	6.6	0.254		6.854	5.625	1			21.47			
4-6	D-B	2	3/8"	6.6	0.254	0.198	6.912	7.5	1			28.37			
4-6	D-B	3	3/8"	6.6	0.254		6.854	7.5	1			28.63			
4-6	D-B	4	3/8"	6.6	0.254		6.854	5.625	1			21.47			
		5	3/8"	6.6	0.254		6.854	2.5	1			9.54			
									total			109.48			
		1	3/8"	5	0.254		5.254	2.5	1			7.32			
D-B	4-6	2	3/8"	5	0.254		5.254	4.875	1			14.27			
D-B	4-6	3	3/8"	5	0.254		5.254	6.5	1			19.02			
D-B	4-6	4	3/8"	4.86	0.254	0.198	5.254	6.5	1			19.23			
D-B	4-6	5	3/8"	5	0.254		5.254	4.875	1			14.27			
C-D	4-6	6	3/8"	5	0.254		5.254	11	1			32.19			
									total			106.3			
6-8	D-B	1	3/8"	6.6	0.254		6.854	5.312	1			20.28			
6-8	D-B	3	3/8"	6.6	0.254		6.854	7.08	1			27.03			
6-8	D-B	2	3/8"	6.6	0.254	0.198	6.912	7.08	1			27.26			
6-8	D-B	4	3/8"	6.6	0.254		6.854	5.312	1			20.28			
									total			94.85			
B-D	6-8	1	3/8"	4.25	0.254		4.504	4.875	1			12.23			
B-D	6-8	2	3/8"	4.11	0.254	0.198	4.562	6.5	1			16.52			
B-D	6-8	3	3/8"	4.25	0.254		4.504	6.5	1			16.31			
B-D	6-8	4	3/8"	4.25	0.254		4.504	4.875	1			12.23			
C-D	6-8	5	3/8"	4.25	0.254		4.504	11	1			27.59			
		6	3/8"	4.25	0.254		4.504	2.5	1			6.27			
									total			91.15			

ANEXOS

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

EMPRESA:
 OBRA:
 PLANO DE REFERENCIA:

ELABORO:
 REVISO:
 FECHA:

CUANTIFICACION DE ACERO:
 CONCEPTO:
 SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO EN SUPERESTRUCTURA BASTONES PARA LOSAS PLANTA BAJA

UNIDAD
 KG

HOJA: 19 DE: 30

CROQUIS:

LOCALIZACION	DIAMETRO	LARGO	GANCHO	TRASLAP	LARGO	NUMERO DE	2	2.5	3	4	5	6			
EJE	TRAMO	TIPO	(pulgadas)	(m)	(m)	(m)	TOTAL	VARILLA	ELEMENTO	0.25	0.38	0.557	1	1.6	2.25
1	E-D	☰	3/8"	1.125	0.254		1.379	16	1				12.29		
2	E-D	☰	3/8"	2.35	0.254		2.604	16	1				23.21		
3	E-D	☰	3/8"	1.225	0.254		1.479	16	1				13.18		
D	1-3	☰	3/8"	1.2	0.254		1.454	31.33	1				45.55		
E	1-3	☰	3/8"	1.2	0.254		1.454	31.33	1				45.55		
									total				139.8		
4	E-D	☰	3/8"	1.125	0.254		1.379	16	1				12.29		
4	D-B	☰	3/8"	1.125	0.254		1.504	20.33	1				17.03		
6	E-B	☰	3/8"	2.19	0.254		2.444	36.33	1				49.46		
8	E-B	☰	3/8"	1.063	0.254		1.32	36.33	1				26.71		
B	1-3	☰	3/8"	1.1	0.254		1.354	29.16	1				21.99		
C	1-3	☰	3/8"	1.25	0.254		1.504	29.16	1				24.43		
D	1-3	☰	3/8"	1.475	0.254		1.73	29.16	1				28.11		
E	1-3	☰	3/8"	1.425	0.254		1.68	29.16	1				27.29		
									total				207.3		

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

EMPRESA:
 OBRA:
 PLANO DE REFERENCIA:

ELABORO:
 REVISO:
 FECHA:

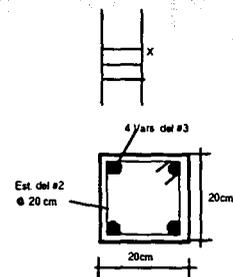
CUANTIFICACION DE ACERO:
 CONCEPTO:
 SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO EN SUPERESTRUCTURA COLUMNAS DE AZOTEA 1-ACCESORIOS

UNIDAD
 KG

HOJA:20 DE:30

LOCALIZACION	DIAMETRO	LARGO	GANCHO	TRASLAPE	LARGO	NUMERO DE	2	2.5	3	4	5	6		
EJE	TRAMO	TIPO	(pulgadas)	(m)	(m)	TOTAL	VARILLA	ELEMENTO	0.25	0.384	0.557	0.996	1.56	2.25
D	1-3	1 o	3/8"	0.9	0.38	1.28	4	5			14.26			
D	1-3	2	1/4"	0.64	0.128	0.768	4.5	5	4.32					
								total	4.32		14.26			
D	1-3	1 o	3/4"	0.9	0.38	1.28	4	3			8.55			
D	1-3	2	1/4"	0.64	0.128	0.768	4.5	3	2.592					
								total	2.592		8.55			

CROQUIS:



Columnas 20 x 20

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

EMPRESA:
 OBRA:
 PLANO DE REFERENCIA:

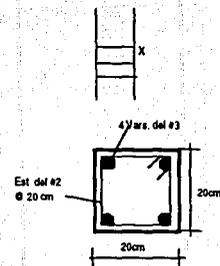
ELABORO:
 REVISO:
 FECHA:

CUANTIFICACION DE ACERO:
 CONCEPTO:
 SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO EN: SUPERESTRUCTURA COLUMNAS PLANTA ALTA

UNIDAD
 KG

HOJA:21 DE:30

CROQUIS:



Columnas 20 x 20

Traslapes 40 diámetros
 d=9.5mm

LOCALIZACION	DIAMETRO	LARGO	GANCHO	TRASLAPE	LARGO	NUMERO DE	2	2.5	3	4	5	6			
EJE	TRAMO	TIPO	(pulgadas)	(m)	(m)	(m)	TOTAL	VARILLA	ELEMENTO	0.25	0.384	0.557	0.996	1.56	2.25
8	E-B	1 o	3/8"	2.5		0.38	2.88	4	6			38.5			
8	E-B	2 [3]	1/4"	0.64		0.128	0.768	12.5	6	14.4					
									total	14.4		38.5			
7	E-B	1 o	3/8"	2.5		0.38	2.88	4	2			12.83			
7	E-B	2 [3]	1/4"	0.64		0.128	0.768	12.5	2	4.8					
									total	4.8		12.83			
6	E-C	1 o	3/8"	2.5		0.38	2.88	4	4			25.67			
6	E-C	2 [3]	1/4"	0.64		0.128	0.768	12.5	4	9.6					
									total	9.6		25.67			
5	D-C	1 o	3/8"	2.5		0.38	2.88	4	2			12.83			
5	D-C	2 [3]	1/4"	0.64		0.128	0.768	12.5	2	4.8					
									total	4.8		12.83			
4	E-C	1 o	3/8"	2.5		0.38	2.88	4	5			32.08			
4	E-C	2 [3]	1/4"	0.64		0.128	0.768	12.5	5	12					
									total	12		32.08			
B	4-8	1 o	3/8"	2.5		0.38	2.88	4	3			8.88			
B	4-8	2 [3]	1/4"	0.64		0.128	0.768	12.5	3	7.2					
									total	7.2		8.88			

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

EMPRESA:
OBRA:
PLANO DE REFERENCIA:

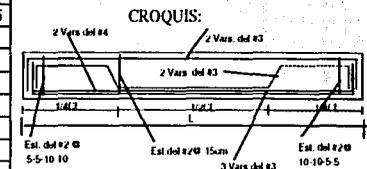
ELABORO:
REVISO:
FECHA:

CUANTIFICACION DE ACERO:
CONCEPTO:
SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO EN: SUPERESTRUCTURA CERRAMIENTOS Y TRABES T-1

UNIDAD
KG

HOJA:22 DE:30

LOCALIZACION	DIAMETRO	LARGO	GANCHO	TRASLAPE	LARGO	NUMERO DE	2	2.5	3	4	5	6
EJE TRAMO TIPO	(pulgadas)	(m)	(m)	(m)	TOTAL	VARILLA ELEMENTO	0.25	0.384	0.557	0.996	1.56	2.25
E 4-6 1 o	3/8"	4.5	0.3042		4.8042	2	1					
E 4-6 2 o	3/8"	4.5	0.3042		4.8042	3	1		8.028			
E 4-6 3 o	1/2"	4.5	0.4064		4.9064	2	1			9.773		
E 4-6 4 o	3/8"	3.88	0.3042	0.8768	5.0616	2	1		5.64			
E 4-6 5	1/4"	0.94		0.128	1.068	5.625	1	1.5				
E 4-6	1/4"	0.94		0.128	1.068	3.75	1	1				
E 4-6	1/4"	0.94		0.128	1.068	11.25	1	3				
E 4-6	1/4"	0.94		0.128	1.068	3.75	1	1				
E 4-6	1/4"	0.94		0.128	1.068	5.625	1	1.5				
						total		8	19.02	9.773		
E 6-8 1 o	3/8"	4.25	0.3042		4.5542	2	1		5.073			
E 6-8 2 o	3/8"	4.25	0.3042		4.5542	3	1		7.61			
E 6-8 3 o	1/2"	4.25	0.4064		4.6564	2	1			9.275		
E 6-8 4 o	3/8"	3.63	0.3042	0.8768	4.8116	2	1		5.36			
E 6-8 5	1/4"	0.94		0.128	1.068	5.3125	1	1.42				
E 6-8	1/4"	0.94		0.128	1.068	3.542	1	0.95				
E 6-8	1/4"	0.94		0.128	1.068	10.625	1	2.84				
E 6-8	1/4"	0.94		0.128	1.068	3.542	1	0.95				
E 6-8	1/4"	0.94		0.128	1.068	5.3125	1	1.42				
						total		7.58	18.04	9.275		



ARMADO DE TRABE T-1 (20cm x 35cm)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

EMPRESA:
 OBRA:
 PLANO DE REFERENCIA:

ELABORO:
 REVISO:
 FECHA:

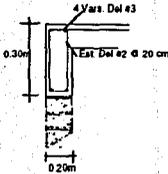
CUANTIFICACION DE ACERO:
 CONCEPTO:
 SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO EN: SUPERESTRUCTURA CERRAMIENTOS

UNIDAD
 KG

HOJA:23 DE:30

CROQUIS:

LOCALIZACION	DIAMETRO	LARGO	GANCHO	TRASLAPE	LARGO	NUMERO DE	2	2.5	3	4	5	6
EJE	TRAMO	TIPO	(pulgadas)	(m)	(m)	TOTAL	0.25	0.384	0.557	0.996	1.56	2.25
4	E-B	1 o	3/8"	10.85		0.76	11.61			1		25.87
4	E-B	2	1/4"	0.84		0.128	0.968	54.25		1	13.13	
										total	13.13	25.87
B	4-8	1 o	3/8"	8.75		0.76	9.51			4		21.19
B	4-8	2	1/4"	0.84		0.128	0.968	43.75		1	10.59	
										total	10.59	21.19
8	E-B	1 o	3/8"	10.85		0.76	11.61			4		25.87
8	E-B	2	1/4"	0.84		0.128	0.968	54.25		1	13.13	
										total	13.13	25.87
C	6-8	1 o	3/8"	4.25		0.76	5.01			4		11.16
C	6-8	2	1/4"	0.84		0.128	0.968	21.25		1	5.14	
										total	5.14	11.16
D	4-6	1 o	3/8"	4.5		0.76	5.26			4		11.72
D	4-6	2	1/4"	0.84		0.128	0.968	22.5		1	5.44	
										total	5.44	11.72
6	E-C	1 o	3/8"	6.95		0.76	7.71			4		17.18
6	E-C	2	1/4"	0.84		0.128	0.968	34.75		1	8.41	
										total	8.41	17.18



Traslape 40 diámetros,
 40φ(2)
 recubrimiento = 2 cm
 0.20m-0.04m=0.16m
 0.30m-0.04m=0.26m
 0.16m+0.16m+0.26m+0.26m=0.84m

ANEXOS

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

EMPRESA:
 OBRA:
 PLANO DE REFERENCIA:

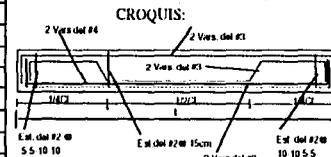
ELABORO:
 REVISO:
 FECHA:

CUANTIFICACION DE ACERO:
 CONCEPTO:
 SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO EN: SUPERESTRUCTURA TRABES TIPO T-1 EN PLANTA-ALTA

UNIDAD
 KG

HOJA:24 DE:30

LOCALIZACION		DIAMETRO	LARGO	GANCHO	TRASLAP	LARGO	NUMERO DE	2	2.5	3	4	5	6		
EJE	TRAMO	TIPO	(pulgadas)	(m)	(m)	(m)	TOTAL	VARILLA	ELEMENTO	0.25	0.384	0.557	0.996	1.56	2.25
D	6-8	1 o	3/8"	4.25	0.3042		4.5542	2	1		5.073				
D	6-8	2 o	3/8"	4.25	0.3042		4.5542	3	1		7.61				
D	6-8	3 o	1/2"	4.25	0.4064		4.6564	2	1			9.275			
D	6-8	4 o	3/8"	3.63	0.3042	0.8768	4.8116	2	1		5.36				
D	6-8	5	1/4"	0.94		0.128	1.068	5.3125	1	1.42					
D	6-8		1/4"	0.94		0.128	1.068	3.542	1	0.95					
D	6-8		1/4"	0.94		0.128	1.068	10.625	1	2.84					
D	6-8		1/4"	0.94		0.128	1.068	3.542	1	0.95					
D	6-8		1/4"	0.94		0.128	1.068	5.3125	1	1.42					
									total	7.58	18.04	9.275			
C	4-6	1 o	3/8"	4.5	0.3042		4.8042	2	1		5.352				
C	4-6	2 o	3/8"	4.5	0.3042		4.8042	3	1		8.028				
C	4-6	3 o	1/2"	4.5	0.4064		4.9064	2	1			9.773			
C	4-6	4 o	3/8"	3.88	0.3042	0.8768	5.0616	2	1		5.64				
C	4-6	5	1/4"	0.94		0.128	1.068	5.625	1	1.5					
C	4-6		1/4"	0.94		0.128	1.068	3.75	1	1					
C	4-6		1/4"	0.94		0.128	1.068	11.25	1	3					
C	4-6		1/4"	0.94		0.128	1.068	3.75	1	1					
C	4-6		1/4"	0.94		0.128	1.068	5.625	1	1.5					
									total	8	19.02	9.773			



ARMADO DE TRABE T-1 (20cm x 35cm)

distancia

Est del #2 @ 10cm = 0.5625 Est del #2 @ 10cm = 0.6125
 Est. del #2 @ 15cm = 0.5625 Est. del #2 @ 15cm = 0.6125
 Est. Del#2 @ 20cm = 2.25 Est. Del#2 @ 20cm = 2.45
 Est. del #2 @ 15cm = 0.5625 Est. del #2 @ 15cm = 0.6125
 Est del #2 @ 10cm = 0.5625 Est del #2 @ 10cm = 0.6125

TRAMO 1- TRAMO 2-3

Gancho (1) A o G 90° = 6"
 Gancho (2) A o G 90° = 6"
 Gancho (3) A o G 90° = 6"

Recubrimiento = 2cm

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

EMPRESA:
 OBRA:
 PLANO DE REFERENCIA:

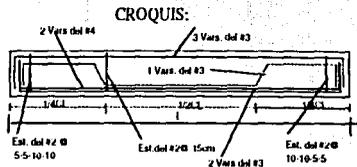
ELABORO:
 REVISO:
 FECHA:

CONCEPTO: CUANTIFICACION DE ACERO:
 SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO EN: SUPERESTRUCTURA TRABES TIPO T-2 EN PLANTA ALTA

UNIDAD
 KG

HOJA:25 DE:30

LOCALIZACION		DIAMETRO (pulgadas)	LARGO (m)	GANCHO (m)	TRASLAPE (m)	LARGO TOTAL	NUMERO DE		2	2.5	3	4	5	6
EJE	TRAMO						TIPO	VARILLA						
6	C-B	1	o	3/8"	3.9	0.3042	4.2042	3	1	7.025				
6	C-B	2	o	3/8"	3.9	0.3042	4.2042	2	1	4.683				
6	C-B	3	o	1/2"	3.9	0.4064	4.3064	2	1		8.578			
6	C-B	4	o	1/2"	3.28	0.3042	0.8768	4.461	1	1	2.485			
6	C-B	5	o	1/4"	0.9		0.128	1.028	4.875	1	1.253			
6	C-B			1/4"	0.9		0.128	1.028	3.25	1	0.835			
6	C-B			1/4"	0.9		0.128	1.028	9.75	1	2.506			
6	C-B			1/4"	0.9		0.128	1.028	3.25	1	0.835			
6	C-B			1/4"	0.9		0.128	1.028	4.875	1	1.253			
							total		6.24	14.193	8.578			



ARMADO DE TRABE T-2 (18cm x 35cm)

- Gancho (1) A o G 90° = 6"
- Gancho (2) A o G 90° = 6"
- Gancho (3) A o G 90° = 6"

Recubrimiento = 2cm

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

EMPRESA:
 OBRA:
 PLANO DE REFERENCIA:

ELABORO:
 REVISO:
 FECHA:

CUANTIFICACION DE ACERO:
 CONCEPTO:
 SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO EN: SUPERESTRUCTURA LOSAS EN PLANTA ALTA

UNIDAD
 KG

HOJA:26 DE:30

CROQUIS:

LOCALIZACION	DIAMETRO	LARGO	GANCHO	TRASLAPE	LARGO	NUMERO DE	2	2.5	3	4	5	6		
EJE	TRAMO	TIPO	(pulgadas)	(m)	(m)	TOTAL	VARILLA	ELEMENTO	0.25	0.384	0.557	0.996	1.56	2.25
4-6	D-E	1	3/8"	5.65	0.254	5.904	5.625	1			18.49			
4-6	D-E	2	3/8"	5.51	0.254	0.198	5.962	7.5	1		24.91			
4-6	D-E	3	3/8"	5.65	0.254		5.904	7.5	1		24.66			
4-6	D-E	4	3/8"	5.65	0.254		5.904	5.625	1		18.49			
								total			86.55			
E-D	4-6	1	3/8"	4.5	0.254		4.754	6	1		15.89			
E-D	4-6	2	3/8"	4.36	0.254	0.198	4.812	8	1		21.44			
E-D	4-6	3	3/8"	4.5	0.254		4.754	8	1		21.18			
E-D	4-6	4	3/8"	4.5	0.254		4.754	6	1		15.89			
			3/8"	4.5	0.254		4.754	4.5			11.92			
								total			86.32			
6-8	D-E	1	3/8"	5.65	0.254		5.904	5.313	1		17.47			
6-8	D-E	2	3/8"	5.51	0.254	0.198	5.962	7.083	1		23.52			
6-8	D-E	3	3/8"	5.65	0.254		5.904	7.083	1		23.29			
6-8	D-E	4	3/8"	5.65	0.254		5.904	5.313	1		15.07			
								total			79.35			
E-D	6-8	1	3/8"	4.25	0.254		4.504	6	1		15.05			
E-D	6-8	2	3/8"	4.11	0.254	0.198	4.562	8	1		20.33			
E-D	6-8	3	3/8"	4.25	0.254		4.504	8	1		20.07			
E-D	6-8	4	3/8"	4.25	0.254		4.504	6	1		15.05			
			3/8"	4.25	0.254		4.504	4.5			11.29			
								total			81.79			

NOTA
 Verse las losas del anexo 4 para el croquis
 de localizacion y distribución del acero

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

EMPRESA:
 OBRA:
 PLANO DE REFERENCIA:

ELABORO:
 REVISO:
 FECHA:

CUANTIFICACION DE ACERO:
 CONCEPTO:
 SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO EN: SUPERESTRUCTURA LOSAS EN PLANTA ALTA

UNIDAD
 KG

HOJA:27 DE:30

CROQUIS:

LOCALIZACION			DIAMETRO	LARGO	GANCHO	TRASLAPE	LARGO	NUMERO DE		2	2.5	3	4	5	6
EJE	TRAMO	TIPO	(pulgadas)	(m)	(m)	(m)	TOTAL	VARILLA	ELEMENTO	0.25	0.384	0.557	0.996	1.56	2.25
4-6	D-B	1	3/8"	6.6	0.254		6.854	5.625	1			21.47			
4-6	D-B	2	3/8"	6.6	0.254	0.198	6.912	7.5	1			28.87			
4-6	D-B	3	3/8"	6.6	0.254		6.854	7.5	1			28.63			
4-6	D-B	4	3/8"	6.6	0.254		6.854	5.625	1			21.47			
4-6	D-B	5	3/8"	6.6	0.254		6.854	2.5	1			9.54			
									total			109.98			
		1	3/8"	5	0.254		5.254	2.5	1			7.32			
D-B	4-6	2	3/8"	5	0.254	0.198	5.254	4.875	1			14.27			
D-B	4-6	3	3/8"	5	0.254		5.254	6.5	1			19.02			
D-B	4-6	4	3/8"	5	0.254		5.13	6.5	1			19.23			
D-B	4-6	5	3/8"	5	0.254		5.254	4.875	1			14.27			
C-B	4-6	6	3/8"	5	0.254		5.254	11	1			32.19			
									total			106.3			
6-8	D-B	1	3/8"	6.6	0.254		6.854	5.312	1			20.28			
6-8	D-B	2	3/8"	6.6	0.254		6.854	7.08	1			27.03			
6-8	D-B	3	3/8"	6.6	0.254	0.198	6.912	7.08	1			27.26			
6-8	D-B	4	3/8"	6.6	0.254		6.854	5.312	1			20.28			
									total			94.85			
B-D	6-8	1	3/8"	4.25	0.254		4.504	4.875	1			12.23			
B-D	6-8	2	3/8"	4.11	0.254	0.198	4.562	6.5	1			16.52			
B-D	6-8	3	3/8"	4.25	0.254		4.504	6.5	1			16.31			
B-D	6-8	4	3/8"	4.25	0.254		4.504	4.875	1			12.23			
C-D	6-8	5	3/8"	4.25	0.254		4.504	11	1			27.59			
			3/8"	4.25	0.254		4.504	2.5	1			6.27			
									total			91.15			

NOTA
 Vease las losas del anexo 4 para el croquis de localizacion y distribución del acero

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

EMPRESA:
 OBRA:
 PLANO DE REFERENCIA:

ELABORO:
 REVISO:
 FECHA:

UNIDAD
 KG

CUANTIFICACION DE ACERO:
 CONCEPTO:
 SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO EN: SUPERESTRUCTURA BASTONES PARA LOSAS DE PLANTA

HOJA:28 DE:30

CROQUIS:

LOCALIZACION	DIAMETRO	LARGO	GANCHO	TRASLAPE	LARGO	NUMERO DE	2	2.5	3	4	5	6			
EJE	TRAMO	TIPO	(pulgadas)	(m)	(m)	(m)	TOTAL	VARILLA	ELEMENTO	0.25	0.384	0.557	0.996	1.56	2.25
4	E-D		3/8"	1.125	0.254		1.379	16	1			12.29			
4	D-B		3/8"	1.125	0.254		1.504	20.33	1			17.03			
6	E-B		3/8"	2.19	0.254		2.444	36.33	1			49.46			
8	E-B		3/8"	1.063	0.254		1.32	36.33	1			26.71			
B	1-3		3/8"	1.1	0.254		1.354	29.16	1			21.99			
C	1-3		3/8"	1.25	0.254		1.504	29.16	1			24.43			
D	1-3		3/8"	1.475	0.254		1.73	29.16	1			28.11			
E	1-3		3/8"	1.425	0.254		1.68	29.16	1			27.29			
												207.31			

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

EMPRESA:
 OBRA:
 PLANO DE REFERENCIA:

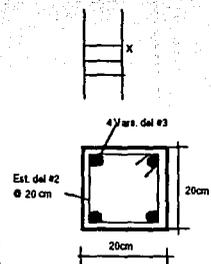
ELABORO:
 REVISO:
 FECHA:

CUANTIFICACION DE ACERO:
 CONCEPTO:
 SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO EN: SUPERESTRUCTURA COLUMNAS DE AZOTEA

UNIDAD
 KG

HOJA: 29 DE: 30

CROQUIS:



Columnas 20 x 20

LOCALIZACION		DIAMETRO		LARGO		GANCHO		TRASLAPE		LARGO		NUMERO DE		2	2.5	3	4	5	6
EJE	TRAMO	TIPO	(pulgadas)	(m)	(m)	(m)	(m)	TOTAL	VARILLA	ELEMENTO	0.25	0.384	0.557	0.996	1.56	2.25			
4	D-C	1	3/8"	0.9			0.38	1.28	4	5							14.26		
4	D-C	2	1/4"	0.64			0.128	0.768	4.5	5	4.32								
										total	4.32		14.26						
E	4-8	1	3/8"	0.9			0.38	1.28	4	3						8.55			
E	4-8	2	1/4"	0.64			0.128	0.768	4.5	3	2.6								
										total	2.6		8.55						
8	D-C	1	3/8"	0.9			0.38	1.28	4	3						8.55			
8	D-C	2	1/4"	0.64			0.128	0.768	4.5	3	2.6								
										total	2.6		8.55						
B	4-8	1	3/8"	0.9			0.38	1.28	4	5						14.26			
B	4-8	2	1/4"	0.64			0.128	0.768	4.5	5	4.32								
										total	4.32		14.26						

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

ANEXO 7

ANALISIS DE COSTO HORARIO

MAQUINARIA: <u>Cortadora electrica de 1"</u>	HOJA: _____ DE _____		
MARCA: <u>Espamex</u>	REFERENCIA: _____		
MODELO: <u>CRM-35 DE 1"</u>	FECHA: _____		
EMPRESA: _____	CLAVE: _____		
	FORMULO: _____		
DATOS GENERALES			
Va = Valor de adquisición	\$108,400	Pn = Potencia nominal	HP
Vll = Valor de llantas	\$	Tipo de combustible	
Vn = Valor neto	\$108,400	Pa = Precio combustible	\$ /kg
Vr = Valor de rescate %	\$21,680	Po = Precio combustible	\$ /m3
Ti = Tasa de interés	25% / año	Fo = Factor de operación (Grupo)	
Ps = Prima de seguros	2% / año	Cc = Capacidad de cárter	litros
Fm = Factor de mantenimiento	0.8	Tc = Tiempo entre cambio de aceite	horas
Ve = Vida economica	10000 horas	Fl = Factor de lubricante	litro
Ha = Tiempo trabajado por año	2000 horas	Pa = Precio aceite	litro
(las horas corresponden a tiempo efectivo de trabajo)		Hv = Vida económica de llantas	horas
CARGOS FIJOS			
		ACTIVA	
Depreciación	$D = (Vn - Vr) / Ve$	8.672	
Inversión	$I = ((Vn + Vr) / 2Ha) Ti$	8.13	
Seguro	$S = ((Vn + Vr) / 2Ha) Ps$	0.6504	
Mantenimiento	$M = Fm \times D$	6.938	
		Subtota	24.39
CARGOS POR CONSUMOS			
Combustibles	$Co = Fo \times Pn \times Pc$	0	
Lubricantes	$L = (Cc / Tc + (Fo \times Fl) Pn) Pa$	0	
Llantas	$V = Vll / Hv$	0	
Otras fuentes de energía o aditamentos			
Electricidad	PM x Precio KWH		
Potencia del motor = 2.2 KW	Electricidad = 2.2 KW X \$1.75	3.85	
Precio del KWH = \$1.75		Subtota	3.85
CARGOS POR OPERACION			
Operador	\$277.29 Turno		
Ayudante	\$159.61		
Suma de So	\$436.90 Turno		
Operación =	$O = So / \text{horas}$		
		Subtota	\$54.61
		ACTIVA	
COSTO DIRECTO HORA MAQUINA			\$82.85

Nota: los datos obtenidos para este ejemplo son los proporcionados por el fabricante

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ANALISIS DE COSTO HORARIO

MAQUINARIA: <u>Dobladora electrica de 1"</u>	HOJA: _____ DE _____		
MARCA: <u>Espumex</u>	REFERENCIA: _____		
MODELO: <u>DAR 35-s 1"</u>	FECHA: _____		
EMPRESA: _____	CLAVE: _____		
FORMULO: _____			
DATOS GENERALES			
Va = Valor de adquisición	\$99,200	Pn = Potencia nominal	HP
VII = Valor de llantas	\$	Tipo de combustible	
Vn = Valor neto	\$99,200	Pa = Precio combustible	\$ /kg
Vr = Valor de rescate %	\$19,840	Po = Precio combustible	\$ /m3
Ti = Tasa de interés	25% / año	Fo = Factor de operación (Grupo)	
Ps = Prima de seguros	2% / año	Cc = Capacidad de cárter	litros
Fm = Factor de mantenimiento	0.8	Tc = Tiempo entre cambio de aceite	horas
Ve = Vida economica	10000 horas	Fl = Factor de lubricante	litro
Ha = Tiempo trabajado por año	2000 horas	Pa = Precio aceite	litro
(las horas corresponden a tiempo efectivo de trabajo)		Hv = Vida económica de llantas	horas
CARGOS FIJOS		ACTIVA	
Depreciación	$D = (Vn - Vr) / Ve$	7.936	
Inversión	$I = ((Vn + Vr) / 2Ha) \cdot Ti$	7.44	
Seguro	$S = ((Vn + Vr) / 2Ha) \cdot Ps$	0.5952	
Mantenimiento	$M = Fm \times D$	6.35	
	Subtota	22.32	
CARGOS POR CONSUMOS			
Combustibles	$Co = Fo \times Pn \times Pc$	0	
Lubricantes	$L = (Cc / Tc + (Fo \times Fl) \cdot Pn) \cdot Pa$	0	
Llantas	$V = VII / Hv$	0	
Otras fuentes de energía o aditamentos			
Electricidad	PM x Precio KWH		
Potencia del motor = 2.2 KW	Electricidad = 2.2 KW X \$1.75	3.85	
Precio del KWH = \$1.75	Subtota	3.85	
CARGOS POR OPERACIÓN			
Operador	\$277.29 Turno		
Ayudante	\$159.61 Turno		
Suma de So	\$436.90 Turno		
Operación =	O = So / horas		
	Subtota	\$54.61	
		ACTIVA	
COSTO DIRECTO HORA MAQUINA		\$80.78	

Nota: los datos obtenidos para este ejemplo son los proporcionados por el fabricante

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



INDUSTRIAL REINFORCING STEEL BARS EQUIPMENT
MACHINES INDUSTRIELLES POUR LE FER A BETON

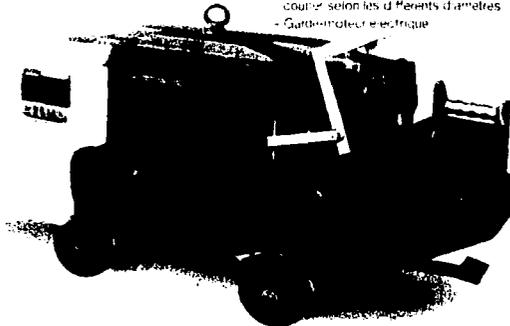
CIZALLAS ELECTRICAS
ELECTRIC CROPPERS
CISAILLES ELECTRIQUES

MAQUINAS
PARA FERRALLA
INDUSTRIAL

CRM-35
CRM-45
CRM-55

- Gran robustez y altísima fiabilidad.
Grande resistencia para entornos de trabajo.
Grande capacidad de corte.
- Mantenimiento mínimo y económico.
Inexistencia de puntos de lubricación.
Imposibilidad de desajustes internos.
Mecanismos.
Cuchillas de corte asistidas de corte.
- Manejo sencillo y racional.
Accionamiento del corte manual o por pedal.
Por cada orden de accionamiento un solo corte.
- Opciones:
- Apoyo lateral de barras regulable en altura.
- Diferentes anchos de barras a cortar.
- Guardamotor.
- Great ruggedness and reliability.
Cast steel monoblock body.
Great demultiplication of effort.
- Minimum and cheap maintenance.
Nonexistence of special greasing points.
Impossibility of inner machine cut mismatches.
Blades with light cutting edges.
- Simple and rational handling.
Hand or pedal operated cutting operation.
One only cut for each cutting sequence.
- Options:
- Lateral bars support, adjustable to the different diameters of the bars to be cut.
- Motor shield.

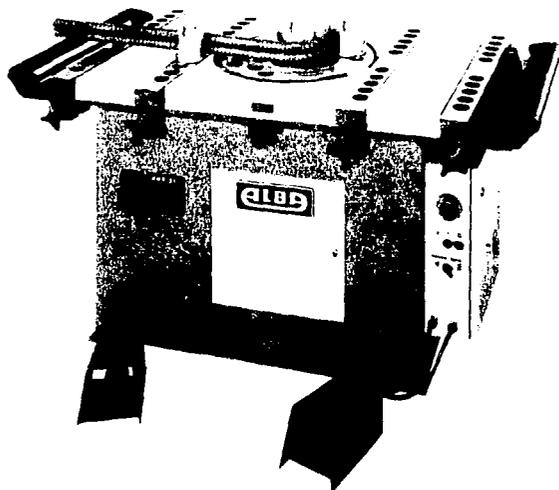
- Grande Robustesse et Fiabilité.
Corps à une seule pièce en acier coulé.
Grande démultiplication de l'effort.
- Entretien minimum et économique.
Absence de points de graissage.
Impossibilité de dérèglages mécaniques internes.
Lames à bords de coupe.
Actionnement simple et rationnel.
Actionnement de coupe manuel ou par pédale.
Une seule coupe pour chaque ordre d'actionnement de coupe.
- Optionnement:
- Appui latéral réglable pour les matériaux à couper selon les différents diamètres.
- Gardemoteur électrique.



ACERO REDONDO (límite elástico) ROUND STEEL (elastic limit) ACIER ROND (limite élastique)	CRM-35 1/4"				CRM-45 3/8"				CRM-55 2/3"				
	NUMERO DE BARRAS + NUMBER OF BARS + NOMBRE DE BARRES												
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
250 N/mm ² Max.	Ø mm	35	25	20	18	45	32	25	20	55	40	32	28
450 N/mm ² Max.	Ø mm	32	22	18	16	40	28	22	20	50	35	28	22
500 N/mm ² Max.	Ø mm	28	20	16	14	35	25	20	18	40	28	25	20
Numero de cortes por minuto Cut per minute Nombre de coupes par minute		37				31				33			
Potencia del motor Motor power Puissance du moteur	kW	2,2				2,2				3			
	CV	3				3				4			
Peso neto / Net weight / Poids net	kg	400				750				1.000			
Dimensiones de embalaje manilmo y peso Saworthy packing dimensions and weight Dimens. avec emballage manilmo et poids	mm	360 x 660 x 740				670 x 710 x 880				2 040 x 820 x 1.020			
	kg	440				900				1.075			

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

DOBLADORAS AUTOMATICAS • AUTOMATIC BENDERS • CINTREUSE AUTOMATIQUES



DAR-35-E
DAR-45
DAR-55

Mods. DAR-35-E, DAR-45 y DAR-55

Ajustadas al R.D. 1495 del 26.05.96 y a normas CE con cuadro eléctrico de baja tensión (48V).

- Gran rendimiento y calidad de trabajo gracias a:
 - Dos velocidades de rotación (rápida para diámetros pequeños, Pre-programación de 3 ángulos distintos). Rodillos laterales abatibles.
 - Cuatro reglas desplazables para mayor funcionalidad y precisión. Pedales independientes. Dos sentidos de giro. Escudera basculante y equipo completo de bujes y casquillos.
- Enorme robustez de construcción y muy seguras.
 - Inversión temporizada del plato en evitación de averías. Defensa enclavada de a mesa. Robusto protector del pedal.

Dispositivos opcionales sobre demanda para Estrucos por quales: Estrucos circulares. Curvado de varillas gruesas. Dobladuras dobles con rega y brazo. Ejes con ruedas de transporte.

Mod. DAR-35-S

Se diferencia del modelo DAR-35-E, en que tiene: Dos reglas fijas, en lugar de 4 deslizables. Una velocidad del plato, en vez de 2. Rodillos laterales fijos, y no abatibles.

DAR-35-E, DAR-45 & DAR-55 Models

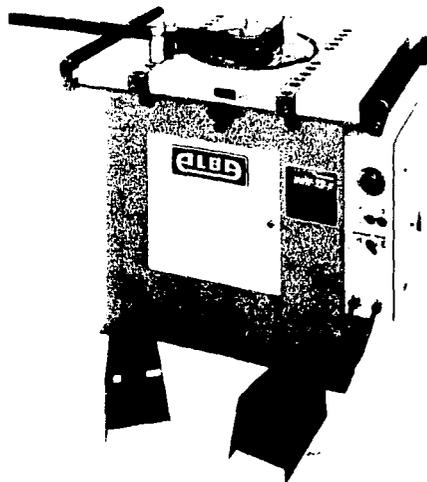
According to Royal Decree 1495 of 26.05.96 and to European Community Standards, with low voltage switchboard (48V).

- Work great efficiency and quality due to:
 - Two bonding speeds (the quickes for small diameters). Pre-setting of 3 different angles.
 - Lowerable lateral rollers. Four slideable rulers for better service and accuracy.
 - Independent pedals. Two directions of rotation. Swive mounted square and complete equipment of pins and bushings.
- Great construction ruggedness and very safe.
 - Time reversal of plate to avoid failures. Table top guard. Ruggedized quard for the pedal.

Optional special attachments: For the manufacturing of stirrups. For producing spirals. For producing rings and large berds with thick rods. For producing large double bends, with inner and bending arms. (Set of transport wheels).

DAR-35-S Model

The differences between this model and the DAR 35-E model are: Two fixed rulers, instead of four sliding ones. One bending speed, instead of two ones. Side rollers, with only one working position.



DAR-35-S

Mods. DAR-35-E, DAR-45 y DAR-55

Ces machines tiennent au RD 1495 du 26.05.96 et à la Normative Européenne, avec boîtier électrique de basse tension (48V).

- Grand rendement et qualité de travail due à:
 - 2 Vitesses de rotation (rapide pour les petits diamètres. Pré-programation de trois différents angles. Rouleaux lateraux abatibles.
 - Règles mobiles pour une fonctionnalité et précision plus efficaces. 4 Pieds de commande indépendents avec une très robuste carcasse de protection. Double sens de rotation. Etréneur d'arrêt au matériel pivotante, et équipement complet des boulons et des bagues de centrage.
- Très robustes et Fiables.
 - Inversion temporisée du plateau en évitation des accidents. Table de la machine avec 4 protections.

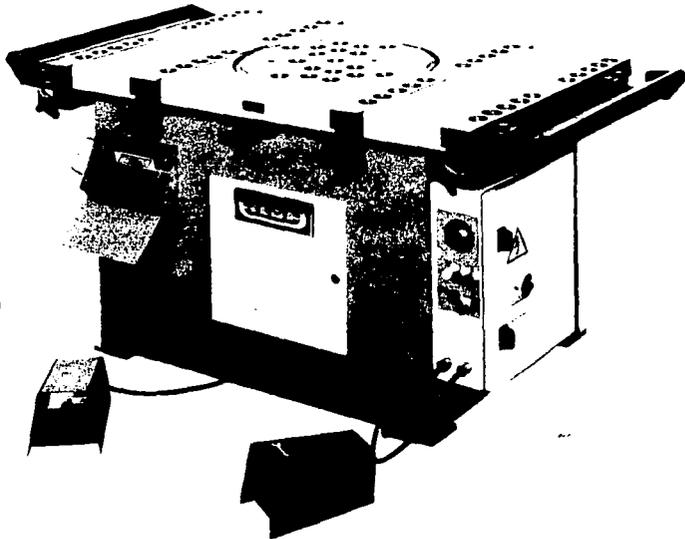
Dispositifs optionnels sur demande pour: Etriers por quales. Etriers circulares. Centraje de grosses barres. Doubles entracos, avec règle et bras. 2 axes complets avec roues de transport.

Mod. DAR-35-S

Diferencias avec le modèle DAR-35-E: Deux règles fixes, contre 4 règles réglables. Une vitesse du plateau, en lieu de 2. Rouleaux lateraux fixes et non abatibles.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

DOBLADORAS CON PROGRAMADOR ELECTRONICO
BENDERS WITH ELECTRONIC PROGRAMMER
CINTREUSE AVEC PROGRAMMATEUR ELECTRONIQUE



DAR-35-EP
DAR-45-P
DAR-55-P

TRES SISTEMAS DE TRABAJO

1. Programación automática: 300 formas posibles con 10 ángulos cada una, memorizables.
Corrector de ángulos.
Corrector de piezas dobladas.
2. Selección manual de ángulos por medio de clavijas.
3. Trabajo en continuo para producción de espirales automática.

THREE WORKING SYSTEMS

1. Automatic programming, 300 possible shapes with 10 angles each, storable.
Angles corrector.
Counter of bent pieces.
2. Manual selection of angles by means of pins.
3. Continuous operation to produce spirals (automatic).

TROIS SYSTEMES DE TRAVAIL

1. Programmation automatique: 300 formes possibles avec 10 angles chacune mémorisables.
Correcteur d'angles.
Correcteur de pièces façonnées.
2. Sélection d'angle manuel par moyen de goupilles.
3. Travail continu pour la production de spirales (automatique).

CARACTERISTICAS • CHARACTERISTICS • CARACTERISTIQUES
CAPACIDADES • CAPACITIES • RENDEMENT

ACERO REDONDO (límite elástico) ROUND STEEL (elastic limit) ACIER ROND (limite élastique)		DAR-35-S		DAR-35-E DAR-35-EP		DAR-45		DAR-45-P		DAR-55		DAR-55-P													
		NUMERO DE BARRAS • NUMBER OF BARS • NOMBRE DE BARRES																							
		1	2	3	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5											
250 N/mm ² Max.	Ø mm	35	32	28	25	22	20	45	38	35	32	28	25	22	20	55	45	40	38	35	32	28	25	22	20
430 N/mm ² Max.	Ø mm	28	25	22	20			40	35	32	28	25	22	20		45	40	38	35	32	28	25	22	20	
500 N/mm ² Max.	Ø mm	28	25	20	20			35	32	28	25	22	20		45	38	35	32	28	28	25	22	20		
Velocidad de plato / Turntable speeds Vitesse du plateau		13		10-20				8-16				5-10													
Potencia motor freno Motor power	Kw	2,2		2,2				3				4													
Puissance moteur-frein	CV	3		3				4				5,3													
Peso neto / Net weight / Poids net	Kg	380		390				640				1050													
Dimens. embalaje máximo peso Seaworthy packing dimensions weight Dimens. avec emballage maximum poids	mm / Kg	1400 x 1100 x 300		1200 x 1100				1520 x 1030 x 930				1600 x 1070 x 1050													
	Kg	410		420				690				1120													

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

DOBLADORA DE ESTRIBOS**PARA LA FABRICACION DE TODA CLASE DE ESTRIBOS**

(Segun R.D. 1495, sobre seguridad en maquinas)

Gran rendimiento y producción: 700 a 1.000 estribos por hora en standard sizes

Selector de 3 ángulos diferentes de doblado: previamente programado

Mando eléctrico - según normas internacionales. Mando por pedal

Interruptor automático magnetotérmico - sin fusibles - para la protección del circuito de mando

Corrector aplicable a los ángulos más comunes de 15, 90 y 180 grados. Para suprimir las diferencias en el ángulo de doblado debido a la elasticidad del material y número de barras a doblar

Plato elevado.

Bidireccional alimentación a la izquierda y a la derecha

STIRRUP BENDER**FOR THE MANUFACTURING OF STIRRUPS**

(In accordance with R.D. 1495, about security in machines)

High efficiency: Production of 700 to 1,000 stirrups per hour in standard sizes

Selector of three different bending angles - previously programmed

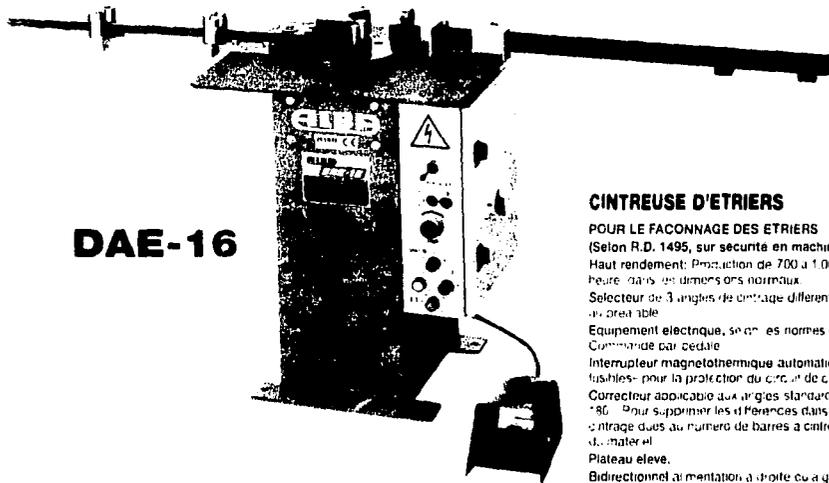
Electrics per international Standards - foot pedal command

Automatic magnetothermal switch - without fuses - for protection of the control circuit

Corrector, relative to normal angles of 15, 90 and 180 - to suppress the differences in the bending angle due to the elasticity and number of bars to be bent

Elevated bending table

Two-way ground or left-hand bend

**DAE-16****CINTREUSE D'ETRIERS****POUR LE FACONNAGE DES ETRIERES**

(Selon R.D. 1495, sur sécurité en machines)

Haut rendement: Production de 700 à 1.000 étriers par heure dans les dimensions normales

Selecteur de 3 angles de cintrage différents, programmés au préalable

Équipement électrique, selon les normes internationales. Commande par pédale

Interrupteur magnétothermique automatique - sans fusibles - pour la protection du circuit de commande

Correcteur applicable aux angles standards de 15, 90 et 180 - pour supprimer les différences dans l'angle de cintrage dues au nombre de barres à cintrer et l'élasticité du matériel

Plateau élevé.

Bidirectionnel alimentation à droite ou à gauche.

ACERO REDONDO (límite elástico)
ROUND STEEL (elastic limit)
ACIER ROND (limite élastique)250 N/mm² Max100 N/mm² Max150 N/mm² Max

Número de RPM - Number of RPM

Número de RPM

Potencia de motor

Motor power

Puissance du moteur

Peso neto - Net weight - Poids net

Dimensiones embalaje marítimo y terrestre

Seaworth, packing dimensions and weight

Dimensions d'emballage maritime et poids

DAE-16 5,8'

NUMERO DE BARRAS - NUMBER OF BARS - NOMBRE DE BARRES

	1	2	3	4	5	8	10
Ø mm	16 - 14	12	-	10	-	8	8
Ø mm	14 - 12	-	10	-	8	-	6
Ø mm	12	10	-	8	-	-	6
Number of RPM	25						
Motor power	0,75						
Puissance du moteur	1						
Poids net	140						
Dimensions	850 x 740 x 1.050						
Poids	205						

Este producto es el resultado de un trabajo de investigación, desarrollo e innovación tecnológica. We are aware of making a difference to our products, we reserve the right to modify the characteristics of the product without notice. Nous sommes conscients de la différence de nos produits, nous réservons le droit de modifier les caractéristiques relatives

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

BIBLIOGRAFIA

1. Aburto. Rafael. Los Costos en La Construcción, Fundación para la enseñanza de la construcción, (FUNDEC), 1990.
2. Aceros AZA. www. acerosaza.com.mx
3. Acero Preformado, Av. A. López Mateos no. 14-f, Col Santa Cruz del Monte C.P. 53110, Naucalpan Edo. De México.
4. BIMSA. GRUPO CMD, Publicación Febrero del 2001.
5. DEACERO, México, D.F. Unión No.30, Col. Tlatilco, Del. Azcapotzalco C.P. 02860.
6. Departamento del Distrito Federal. Normas Técnicas Complementarias Para Diseño Y Construcción De Estructuras De Concreto, Gaceta oficial del Departamento del Distrito Federal Núm. 48, México D.F. 26 de Nov. de 1987, 96 pp.
7. Díaz Infante Luis Armando. Curso De Edificación, México, Trillas, 1995, pp.
8. Diccionario Enciclopédico Salvat, 12v. (México, Salvat, 1983), V; 1983, pp. 20-22
9. ESPAMEX DISTRIBUCIONES Y REPRESENTACIONES, S.A DE C.V. Manuel Ma. Contreras No. 80, Col. San Rafael, México, D.F.C.P. 06470.
10. Fitzgerald, Robert. Mecánica de Materiales. 2ª ed; México, Alfaomega, 1990.
11. González Cuevas, Oscar y Robles F. Francisco. "Aspectos fundamentales del concreto reforzado". 3ª reimpresión; México, Limusa, 1990.
12. González Sandoval Federico, "Manual de supervisión de obras de concreto", México, Limusa, 1987.
13. HYLSA S.A. DE C.V. División alambión y varilla.
14. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto (IMCYC), Manual para habilitar acero de refuerzo para el concreto, "Espaciamento, doblez, silletas", México, IMCYC, 1994, 103 PP.
15. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto (IMCYC), "Detalles y detallado del acero de refuerzo del concreto ACI-315", México, IMCYC, 1992, 134 pp.
16. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto (IMCYC), "Diseño de estructuras de concreto conforme al Reglamento ACI-318-95", 1ª ed; México, IMCYC, 1995, pp
17. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto (IMCYC), "Acero de refuerzo de alta resistencia, (Informe del Comité ACI-439)", México, IMCYC, 1975, 79 pp.
18. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto (IMCYC), "Criterios generales para el proyecto básico de estructuras de concreto", 1ª reimpresión; México, IMCYC, 1992, 117 pp.
19. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto (IMCYC), "Suplemento 1975 al Reglamento de las construcciones del concreto reforzado ACI-318-71 y Comentarios", México, IMCYC, 1975, 55 pp.
20. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto (IMCYC), "Especificaciones para el concreto estructural en edificaciones ACI-301-89", 1ª ed; México, IMCYC, 1994, 68 pp.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

21. McCormac, Jack. Estructuras, análisis y diseño, "Estructuras de acero método LRFD", Tomo II. Colombia, Alfaomega, 1994, 557 pp.
22. Merritt, Frederick S. "Manual del Ingeniero Civil", 3ª ed; Tomo II, México, McGraw-Hill, 1995, 13-47 pp.
23. Nawy, Edward G, "Concreto reforzado un enfoque básico". México, Prentice Hall, 1988.
24. Reglamento de construcciones para el Distrito Federal y Disposiciones complementarias, 17ª ed; México, Porrúa, 1995, 218 pp.
25. Secretaria de Comercio y Fomento Industrial. Norma Oficial Mexicana NOM-B18-1988, "Varillas Corrugadas Y Lisas De Acero Procedentes De Riel Para Refuerzo De Concreto". México, Impresiones de la Dirección General de Normas; 1988, 9 pp.
26. Secretaria de Comercio y Fomento Industrial. Norma Oficial Mexicana NOM-B-32-1988, "Varillas Corrugadas Y Lisas De Acero Procedentes De Ejes Para Refuerzo De Concreto". México, Impresiones de la Dirección General de Normas; 1988, 10 pp.
27. Secretaria de Comercio y Fomento Industrial. Norma Oficial Mexicana NMX-B-113-1981, "Acero-Método De Prueba- Doblado De Productos Terminados" México, Impresiones de la Dirección General de Normas; 1981, 6 pp.
28. Secretaria de Comercio y Fomento Industrial. Proyecto de la Norma Oficial Mexicana NOM-123-SCFI-1996, "Varilla Corrugada De Acero Para Refuerzo De Concreto- Especificaciones De Seguridad Y Métodos De Prueba". México, Impresiones de la Dirección General de Normas; 1996, 9 pp.
29. Secretaria de Comercio y Fomento Industrial. Norma Oficial Mexicana NOM-B-172-1988, "Métodos De Prueba Mecánicos Para Productos De Acero". México, Impresiones de la Dirección General de Normas; 1988, 91 pp.
30. Secretaria de Comercio y Fomento Industrial. Norma Oficial Mexicana NOM-B-294-1986, "Varillas Corrugadas De Acero Torcidas En Frío Procedentes De Lingote o Palanquilla Para Refuerzo De Concreto", México, Impresiones de la Dirección General de Normas; 1986, 9 pp.
31. Secretaria de Comercio y Fomento Industrial. Norma Oficial Mexicana NOM-B-434-1969, "Peso Unitario Y El Área Transversal De Las Varillas Lisas Y Corrugadas Para Refuerzo De Concreto". México, Impresiones de la Dirección General de Normas; 1969, 2 pp.
32. Secretaria de Comercio y Fomento Industrial. Norma Oficial Mexicana NOM-B-457-1988, "Varillas Corrugadas De Baja Aleación Procedentes De Lingote o Palanquilla". México, Impresiones de la Dirección General de Normas; 1988, 15 pp.
33. Secretaria de comercio y fomento industrial. Norma oficial mexicana NOM-H-121-1988, "Procedimiento de soldadura estructural acero de refuerzo". México, Impresiones de la dirección General de Normas, 1988, 43 pp.
34. Secretaria de Comercio y Fomento Industrial. Norma Oficial Mexicana NOM-B-6-1988, "Varillas Corrugadas Procedentes De Lingote o Palanquilla Para Refuerzo De Concreto". México, Impresiones de la Dirección General de Normas; 1988, 14 pp.
35. SICARTSA, Siderúrgica Lázaro Cárdenas- Las truchas México, Av. Insurgentes Sur No. 1685 Segundo piso Col. Guadalupe Inn, C.P. 01020, México, D.F.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

36. Suárez, Carlos. "La Determinación del precio en la obra privada y pública del Gobierno del Distrito Federal", 11ª ed; México, Limusa, 2000, 256 pp.
37. Suárez, Carlos, "Costo y tiempo en edificación", 3ª ed; México, Limusa, 1999, 451 pp.
38. Tecnología De La Construcción, Enciclopedia CEAC, (Del delineante/ Dibujo Técnico), 4ª ed; España, CEAC, 1984, pp.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN