

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



**ESTUDIO TEÓRICO EXPERIMENTAL DE POSTES TRONCO
CÓNICOS DE CONCRETO ARMADO**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
CIVIL**

MIGUEL ANGEL FLORES AVILA

LIMA-PERU

2009

INDICE

RESUMEN

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE CUADROS

LISTA DE GRÁFICAS

LISTA DE TABLAS

LISTA DE FOTOS

INTRODUCCIÓN 1

CAPÍTULO 1 1

1.0 CONSIDERACIONES GENERALES 2

1.1 Generalidades 2

1.2 Uso de postes de concreto en redes de distribución eléctrica 3

1.2.1 Especificaciones técnicas de los fabricantes

1.2.2 Características y diseños básicos

1.3 Aspectos básicos del diseño último de elementos de concreto armado en flexión 9

CAPÍTULO 2 16

2.0 DISEÑO ESTRUCTURAL DE POSTES DE CONCRETO ARMADO DE SECCIÓN VARIABLE 16

2.1 Introducción 16

2.2 Características de los postes 17

2.2.1 Dimensiones

2.2.2 Cargas

2.3 Modelamiento para el cálculo de la resistencia a la rotura 19

2.4 Modelamiento para el cálculo de deflexiones 21

2.5 Resultados 25

CAPÍTULO 3	62
3.0 PRUEBAS Y ENSAYOS	62
3.1 Prueba de poste de 7m de altura	65
3.2 Prueba de poste de 8m de altura	67
3.3 Prueba de poste de 9m de altura	69
3.4 Prueba de poste de 11m de altura	70
3.5 Resultados	72
CAPÍTULO 4	72
4.0 OPTIMIZACION DEL DISEÑO	72
4.1 Evaluación de los resultados teóricos y experimentales	72
4.2 Caracterización de los materiales utilizados	76
4.2.1 Ensayo de compresión de probetas de concreto	
4.2.2 Ensayo de tracción de probetas de acero	
4.3 Ajustes en el modelamiento de la resistencia a la rotura	83
4.4 Evaluación de los resultados teóricos ajustados	92
CONCLUSIONES	102
RECOMENDACIONES	103
BIBLIOGRAFÍA	104
ANEXOS	105

RESUMEN

Inicialmente se fabricaban los postes con un acero de refuerzo por encima de lo mínimo exigido por las empresas eléctricas; sin embargo, con el paso del tiempo y las exigencias del mercado por la competencia de costos, los proveedores se vieron en la necesidad de hacer ajustes a la armadura de los postes, con el fin de ser más competitivos en el mercado.

Al realizar los ensayos de los elementos de prueba fabricados según los diseños tradicionales, se verificó que los momentos último calculados correspondientes a la de la primera cedencia eran menores que los momentos últimos alcanzados en los ensayos, lo cual significa que la memoria de cálculo no muestra el factor de seguridad mínimo exigido en las especificaciones técnicas, y se aprecia que la estructura aún está con un acero de refuerzo elevado.

Por lo tanto se modifica el modelo que calcula la resistencia última del elemento de concreto considerando que el concreto alcanza su estado de rotura y que los aceros pueden alcanzar esfuerzos mayores a la fluencia en la zona de endurecimiento.

Estos nuevos criterios de falla requieren la determinación experimental de las relaciones esfuerzo-deformación, tanto para el concreto como el acero a fin de tener valores reales de los parámetros de estos materiales, que permitan mejorar los modelos anteriores e iterarlos con la hoja de cálculo obtenida para poder encontrar la resistencia última del elemento. La gráfica Momento curvatura, ayuda a entender cómo se comporta internamente la estructura de concreto armado, con el fin de predecir las etapas de cedencia hasta la rotura de la estructura; de tal forma se podría optimizar el acero de refuerzo cumpliendo con las especificaciones técnicas mínimas exigidas por las empresas eléctricas del medio.

Palabras clave: postes de concreto, concreto reforzados, momento curvatura, agrietamiento, rotura, flexión.

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1

Figura 1.1. Deformación del concreto en la fibra extrema	13
Figura 1.2. Curva momento deformación de una viga	14
Figura 1.3. Curva idealizada momento-curvatura	15

Capítulo 2

Figura 2.1. Plano típico de deflexiones	18
Figura 2.2. Modelamiento para cálculo de resistencia ultima	20
Figura 2.3. Modelamiento para cálculo de deflexiones	21
Figura 2.4. Método de la viga conjugada	21
Figura 2.5. Distribución lineal de deformaciones	23
Figura 2.6. Concreto en compresión	24
Figura 2.7. Acero en compresión y tracción	25

Capítulo 4

Figura 4.1. Deformación de un elemento a flexión	74
Figura 4.2. Diagrama momento curvatura	75
Figura 4.3. Deflexión debido a deformación por flexión	75
Figura 4.4. Inicio del agrietamiento	86
Figura 4.5. Estado de Fluencia del acero	87
Figura 4.6. Fluencia y resistencia última	89
Figura 4.7. Resistencia última	90
Figura 4.8. Comportamiento interno de la sección del poste	91

LISTA DE CUADROS

Capítulo 2

Cuadro 2.1. Estructura inicial de postes	16
Cuadro 2.2. Tipos y características de postes	17

Cuadro 2.3. Estructura a mejorar	19
Cuadro 2.4. Momento resistente para poste de 7m	40
Cuadro 2.5. Deflexión poste de 7m	51
Cuadro 2.6. Momento resistente para poste de 8m	52
Cuadro 2.7. Deflexión poste de 8m	53
Cuadro 2.8. Momento resistente para poste de 9m	54
Cuadro 2.9. Deflexión poste de 9m	55
Cuadro 2.10. Momento resistente para poste de 11m	56
Cuadro 2.11. Deflexión poste de 11m	57
Cuadro 2.12. Momento resistente para poste de 13m	58
Cuadro 2.13. Deflexión poste de 13m	59
Cuadro 2.14. Estructura final de postes mejorados	60

Capítulo 3

Cuadro 3.1. Comparación de deflexiones	72
--	----

Capítulo 4

Cuadro 4.1. Momento resistente mejorado para poste de 7m	92
Cuadro 4.2. Deflexión mejorada poste de 7m	93
Cuadro 4.3. Momento resistente mejorado para poste de 8m	94
Cuadro 4.4. Deflexión mejorada poste de 8m	95
Cuadro 4.5. Momento resistente mejorado para poste de 9m	96
Cuadro 4.6. Deflexión mejorada poste de 9m	97
Cuadro 4.7. Momento resistente mejorado para poste de 11m	98
Cuadro 4.8. Deflexión mejorada poste de 11m	99
Cuadro 4.9. Comparación de deflexiones	101

LISTA DE GRÁFICAS

Capítulo 3

Grafica 3.1. Fuerza vs Deformación para poste de 7m	66
Grafica 3.2. Fuerza vs Deformación para poste de 8m	68

Grafica 3.3. Fuerza vs Deformación para poste de 9m	69
Grafica 3.4. Fuerza vs Deformación para poste de 11m	71

Capítulo 4

Grafica 4.1. Fuerza vs Tiempo, ensayo de compresión	78
Grafica 4.2. Esfuerzo vs Deformación, ensayo de compresión	79
Grafica 4.3. Esfuerzo vs Deformación, probeta 1	82
Grafica 4.4. Esfuerzo vs Deformación, probeta 2	82
Grafica 4.5. Esfuerzo vs Deformación, probeta 3	83
Grafica 4.6. Gráfica momento curvatura para una sección	91

LISTA DE TABLAS

Capítulo 2

Tabla 2.1. Factor de seguridad y falla por flexión	60
Tabla 2.2. Deflexión máxima experimental	61

Capítulo 4

Tabla 4.1. Factor de seguridad y falla por flexión	100
Tabla 4.2. Deflexión máxima experimental	101

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Capítulo 3

Foto 3.1. Manipuleo y almacenamiento de poste	62
Foto 3.2. Empotramiento del poste	63
Foto 3.3. Colocación del dinamómetro	63
Foto 3.4. Anclaje del tecele	64
Foto 3.5. Aplicación de carga y deformación del poste	63

Capítulo 4

Foto 4.1a. Colocación de strain gage	77
Foto 4.1b. Prueba de ensayo de compresión	77
Foto 4.2. Colocación de anillos y potenciómetro lineal	77
Foto 4.3. Probetas para ensayo	78
Foto 4.4. Colocación de soportes y calibración	80
Foto 4.5. Colocación de reloj comparador	81
Foto 4.6. Ensayo de tracción	81

INTRODUCCION

Por años los postes utilizados para el soporte de cables eléctricos, de telecomunicación y los apilados utilizados en la construcción de subestructuras o cimientos fueron producidos de acero y madera. Ahora el concreto armado de sección circular es introducido como un material aceptable. Se utiliza mucho el concreto centrifugado para la fabricación de elementos de sección hueca variable por su sistema de construcción, el cual compacta el concreto y remueve el agua a la parte interna, dándole características de impermeabilidad, así como alta resistencia mecánica (hasta un 20% más), seguridad contra agentes externos y durabilidad en el tiempo.

El presente trabajo de investigación tiene por objeto presentar los resultados de la mejora continua del diseño de un conjunto de postes de concreto armado utilizados por las empresas eléctricas locales (Edeldor, Edelsur) en sus instalaciones de alta y baja tensión. Las dimensiones y características estructurales se describen en los capítulos siguientes.

La verificación estructural de los nuevos postes ha comprendido el cálculo de los momentos flectores de rotura, de las deflexiones en la punta correspondientes a los ensayos de carga de rotura y carga de trabajo (50% de la carga de rotura).

Los criterios y procedimientos de cálculo son los establecidos en las normas técnicas peruanas y norteamericanas (ACI) para el diseño de elementos de concreto armado; de igual forma, los ensayos de los materiales fueron realizados de acuerdo a los procedimientos de la ASTM.

CAPITULO 1

1.0 CONSIDERACIONES GENERALES

1.1 GENERALIDADES

Actualmente las empresas eléctricas dedicadas a las redes de distribución y líneas aéreas requieren de sus proveedores de postes la presentación de un expediente técnico para ofertar su suministro.

Dicho expediente debe contar con una memoria de cálculo que muestre que los diseños presentados satisfagan, en lo que se refiere a las dimensiones y armadura de refuerzo de los postes, la resistencia última exigida en las especificaciones técnicas establecidas para dicho suministro.

De acuerdo a la teoría del diseño de elementos de concreto armado sometido a flexión, la resistencia última es el estado límite que se alcanza cuando se produce la primera cedencia en el acero, dado que a partir de dicha condición al cesar las cargas se tendrán deformaciones permanentes en el elemento.

Esta condición de primera cedencia no corresponde por lo tanto la condición de falla definida en el ensayo de rotura, según la cual tanto el acero como el concreto han alcanzado sus límites de resistencia y el poste no tiene mayor capacidad de carga.

Esta situación origina que los cálculos del momento último de la primera cedencia sean menores al momento último alcanzado en el ensayo de rotura, lo cual haría que en algunos casos la memoria de cálculo no muestre que se alcanza el factor de seguridad mínimo exigido en las especificaciones técnicas.

Se requiere por lo tanto modificar el modelo que calcula la resistencia última del elemento de concreto considerando que el concreto alcanza su estado de rotura y que los aceros pueden admitir esfuerzos mayores a la fluencia, como consecuencia del endurecimiento.

Estos nuevos criterios de falla requieren la determinación experimental de las relaciones esfuerzo-deformación, tanto para el concreto como el acero, a fin de

tener valores reales de los parámetros de estos materiales que permitan mejorar los modelos anteriores.

Otra alternativa sería modificar el concepto de resistencia última o de rotura indicada en la norma, en función de deformaciones permanentes admisibles, lo cual significa en principio modificar los alcances del ensayo de rotura. En esta alternativa se tendrá que aceptar coeficientes de seguridad menores a los establecidos en la norma, dado que los momentos últimos calculados estarían en base a valores nominales de la resistencia de acero y del concreto, que además de ser menores que los valores reales obtenidos experimentalmente no tendrían la variabilidad de estos.

1.2 USO DE POSTES DE CONCRETO EN REDES DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA

1.2.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS FABRICANTES

- Condiciones de servicio

Los postes, materia de la presente especificación, serán instalados en un área cuyo ambiente es altamente corrosivo con una gran humedad relativa y alto grado de salinidad. Estas condiciones ambientales disminuyen considerablemente la vida de los postes de concreto. Además, se suma a esto la falta de mantenimiento (lavado con agua).

Características del clima:

- Viento predominante	Hasta 75 Km/h
- Temperatura ambiente	Fluctúa entre 10° C - 30° C
- Humedad relativa	70% a 99% (según zona)
- Presencia en el ambiente	Cloruros, sulfatos y dióxido de carbono
- Luz Solar	Radiación UV
- Base de apoyo del poste	Directamente en el terreno o con cimentación de concreto (diferentes calidades de suelo)

- Condiciones de operación

- Tensión Nominal del Sistema

Media tensión : 10 ó 22,9 KV

Baja tensión : 0,22 KV

- Frecuencia : 60 Hz

- Condiciones y requerimientos técnicos para nuevos proveedores

Las condiciones que Luz de Sur solicita para que un fabricante pueda registrarse como proveedor de postes de concreto y pueda registrarse en la lista de materiales técnicamente aceptables son:

Catálogo de las características técnicas de los postes.

Evaluación de la parte comercial por una empresa acreditada.

Visita a la planta para certificar su capacidad de producción, equipos idóneos y área de almacenamiento.

Presentación de diseños y cálculos estructurales en formatos adecuados, además los archivos digitales, que deberán ser diseñados y dibujados por un ingeniero civil colegiado.

Evaluación técnica en planta del fabricante, para lo cual deberá preparar prototipos, 2 por cada lote de postes, de acuerdo a lo establecido en diseño y fabricación de la presente especificación técnica, los mismos que se evaluarán según el procedimiento de control de calidad al estado endurecido.

El proveedor o fabricante deberá cumplir con todos los requerimientos técnicos y aprobar los ensayos de control de calidad. La empresa eléctrica se reserva el derecho de enviar a un representante para el seguimiento de dicha evaluación.

1.2.2 CARACTERÍSTICAS Y DISEÑOS BÁSICOS

Responsabilidad del diseño

El diseño estructural del poste será responsabilidad del fabricante. El diseño se efectuará en base a las cargas de trabajo, al factor de seguridad, la deformación, las dimensiones diametrales, agujeros requeridos y rotulados.

El cálculo de la armadura interior del poste y en conjunto la armadura embebida en el concreto deberá considerar una condición normal de trabajo para soportar las diferentes cargas de servicio estáticas, dinámicas, verticales, transversales, simétricas y asimétricas con respecto a su eje vertical. Dichas cargas provienen del peso de los conductores, accesorios, peso propio del poste, cargas correspondientes al tiro en el conductor, tanto en fuerza como en dirección, otras cargas tales como la de viento y sismo. Por esta razón, es necesario que el fabricante o proveedor, además de la carga de servicio horizontal equivalente, disponga del diagrama de las cargas antes mencionadas para un mejor diseño estructural.

En el cálculo respectivo deberá considerarse los efectos adicionales dinámicos y de impacto que puedan sufrir los postes durante su transporte y montaje.

Carga crítica generadora de pandeo

El fabricante deberá indicar cuál es la carga máxima (F2) que genera la máxima deformación para líneas aéreas instaladas en forma vertical y con retenida.

Armadura

Los postes solo podrán ser fabricados utilizando varillas de acero corrugado de grado 60 como elementos de refuerzo embebidos en el concreto.

Coefficiente de seguridad

El coeficiente de seguridad es el cociente entre la carga de rotura nominal y la carga de trabajo. Los postes deberán tener un coeficiente de seguridad de 2 como mínimo.

Esta varía según las exigencias de las empresas eléctricas. Algunas de estas solicitan un factor de seguridad de 2 y otras solicitan un factor de seguridad de 2.5.

Dimensiones diametrales

Los diámetros exteriores e interiores de los postes serán según se establezcan en los planos respectivos y los orificios interiores deben quedar sin obstáculo alguno a lo largo de toda la longitud.

Recubrimiento mínimo de concreto para el acero de refuerzo

El recubrimiento de la armadura es un requisito fundamental para garantizar la durabilidad de los postes, que en conjunto con un concreto de alto grado de compactación y la materia prima seleccionada, permitan que el poste tenga una mayor vida útil.

Los recubrimientos mínimos recomendados para condiciones de servicio son los siguientes:

-15 mm para los postes de 6.7 y 8.7 metros de altura.

-20 mm para los postes de 9, 10, 11.5, 13 y 15 metros de altura.

Para lograr estos recubrimientos se deben usar separadores de concreto con igual resistencia a la compresión del poste.

Calidad del concreto para ensayos de compresión y porcentaje de volumen de poros permeables

La calidad del concreto está en función de la relación agua-cemento y de una adecuada compactación en el método del centrifugado para impedir el ingreso de oxígeno necesario en el proceso de corrosión.

Por lo expuesto, el fabricante o proveedor deberá tener presente que:

La resistencia mínima de compresión del concreto deberá ser de 350 kg/cm².

Agujeros requeridos y rotulado del poste

Se exigirá que cada uno de los postes sea suministrado con los agujeros correspondientes a su utilización.

El acabado de los agujeros deberá ser uniforme y resistente a la fijación de los accesorios de líneas aéreas. El rotulado del fabricante indicará:

- Marca del fabricante
- Día, mes, año de fabricación
- Carga de trabajo nominal (kg)
- Longitud del poste (m)
- Señalización de referencia (m)
- Señalización del nivel de empotramiento directo y/o con cimentación
- Centro de gravedad (CG)

Todas las marcas necesariamente serán en bajo relieve y con pintura indeleble de color negro.

e.- Procedimiento del ensayo mecánico de trabajo

El ensayo se desarrollará siguiendo como mínimo los siguientes pasos:

Verificar el estado del dinamómetro, fecha de la calibración.

Inspección visual del lote de los postes y de las muestras para la evaluación (uniformidad en el acabado a lo largo de su eje vertical, verificar en la base la excentricidad de los postes.

La edad de los postes para realizar los ensayos deberá ser de 28 días como mínimo cuando el poste es curado con métodos naturales, en el caso de un curado con un método artificial la edad de los postes será de responsabilidad del fabricante.

Colocar el poste en el banco de prueba en forma aleatoria, donde se verificará un empotramiento mínimo de 1/10 (un décimo) de su longitud total y se podrá realizar el empotramiento hasta 1/10+50 (un décimo más

50 cm) el mismo que dependerá del inspector al momento de realizar la prueba.

El poste para el ensayo debe estar bien fijado en su base y colocado sobre un apoyo rodante metálico a una distancia con respecto a la cima correspondiente al 20% de la altura total del poste, este apoyo deberá deslizarse sobre una plancha metálica totalmente plana, para no oponer resistencia al comportamiento elástico del poste.

En el ensayo de carga de trabajo y determinación de la flecha, el poste será sometido a una carga progresiva aplicada en dirección normal a su eje y se registrarán las flechas correspondientes a incrementos del 10% de la carga nominal de rotura para cada clase de poste, hasta llegar por ciclos sucesivos de 2 minutos por cada incremento de carga hasta el 50% de dicha carga.

Llegando al 50% de la carga, se reducirá gradualmente la carga hasta cero y se someterá al poste a una serie de oscilaciones, efectuados manualmente, con no más 15cm de amplitud a cada lado del eje del poste deformado para vencer los esfuerzos que actúan en los apoyos deslizantes.

Una vez estabilizado el poste, pero debido a los esfuerzos sometidos, ya no regresa exactamente al punto inicial, sino a un punto llamado punto de deformación permanente, el cual debe ser medido y no debe exceder el 5% de la flecha máxima. La flecha máxima no debe exceder el 6% de la longitud útil del poste.

En el caso de que el factor de seguridad sea igual a 3, la deformación permanente no debe exceder el 5% de la flecha máxima alcanzada durante el ensayo, tampoco deberá ser mayor que 4% de la longitud útil del poste.

f.- Procedimiento del ensayo mecánico de carga de rotura

Para aplicar la carga durante el ensayo se procederá a colocar un grillete a 15 cm como mínimo respecto a la punta del poste.

Antes de dar inicio a la aplicación de la cargas, colocar una regla para medir la flecha, la misma que debe estar fija y señalizada con una línea de referencia durante el ensayo.

En el ensayo de carga de trabajo, el poste será sometido a unas cargas que se incrementan en un 10% hasta llegar al 50% de la carga. Con esta última carga se procederá a medir la flecha máxima alcanzada y luego de descargar se determinará la deformación permanente.

Luego de tomar las mediciones correspondientes se seguirá con el ensayo hasta que el poste falle.

La falla ocurre cuando existe incapacidad de admitir más carga experimentando una deformación permanente en las varillas de la armadura, con un agrietamiento en la zona traccionada y desprendimiento del concreto en la zona comprimida.

1.3 ASPECTOS BÁSICOS DEL DISEÑO ÚLTIMO DE ELEMENTOS DE CONCRETO ARMADO EN FLEXIÓN

1.3.1 SUPOSICIONES BÁSICAS DEL COMPORTAMIENTO

Al desarrollar una teoría general de la resistencia a flexión de las secciones de concreto reforzado se hacen cuatro suposiciones básicas:

1. Las secciones planas antes de la flexión permanecen planas después de la flexión.
2. Se conoce la curva teórica esfuerzo-deformación para el acero.
3. Se puede desprestigiar la resistencia a tensión del concreto.
4. Se conoce la curva esfuerzo-deformación para el concreto, que define la magnitud y distribución del esfuerzo a compresión.

Varios de los primeros estudios sobre los miembros de concreto reforzado se basaron en teorías de resistencia máxima. Sin embargo alrededor de 1900 se aceptó en forma general la teoría de la línea recta (elástica) de Coignet y Tudesco, en parte principalmente debido a que la teoría elástica era el método convencional de diseño para otros materiales y en parte a que se pensaba que la variación lineal del esfuerzo conducía a una formulación matemática más sencilla. Además, las pruebas habían mostrado que la utilización de la teoría elástica con valores elegidos cuidadosamente para los esfuerzos permisibles de trabajo conducían a una estructura que mostraba comportamiento satisfactorio bajo las cargas de servicio y que tenía un margen adecuado de seguridad contra el colapso. En consecuencia, la teoría elástica fue la base del diseño del concreto armado durante muchos años.

Después de más de medio siglo de experiencia práctica y pruebas de laboratorio, se conoce mejor el comportamiento del concreto estructural, a la vez que se han manifestado las deficiencias del diseño de elástico (esfuerzo de trabajo). Esto ha dado como resultado el ajuste del método de diseño por esfuerzo de trabajo, aunque cada vez es más evidente que el método de diseño se debe basar en las propiedades inelásticas reales del concreto y el acero. Por tanto el diseño basado en la resistencia máxima se aceptó como una alternativa al diseño por esfuerzos de trabajo en los códigos de construcción para el concreto armado del Instituto Norteamericano del Concreto (ACI) en 1956 y del Reino Unido en 1957. Se pueden resumir estos dos enfoques del diseño como sigue:

Diseño por esfuerzo de trabajo (teoría elástica). Las secciones de los miembros de la estructura se diseñan suponiendo una variación lineal para la relación esfuerzo-deformación, lo que asegura que bajo las cargas de servicio los esfuerzos del acero y del concreto no exceden los esfuerzos permisibles. Los esfuerzos permisibles se consideran como fracciones fijas de la resistencia máxima o de la resistencia de cedencia de los materiales; por ejemplo, para la compresión por flexión se puede suponer 0.45 de la resistencia nominal de cilindros del concreto. Los momentos flexionantes y otras acciones en las estructuras estáticamente indeterminadas se calculan suponiendo comportamiento elástico lineal.

Diseño por resistencia máxima. Las secciones de los miembros de las estructuras se diseñan tomando en cuenta las deformaciones inelásticas para alcanzar la resistencia cuando se aplica una carga a la estructura igual a la suma de cada carga de servicio multiplicada por su respectivo factor de carga. Los momentos flexionantes y fuerzas que actúan en las estructuras estáticamente indeterminadas bajo carga máxima se calculan suponiendo comportamiento elástico lineal de la estructura hasta la carga máxima. En forma alterna, los momentos flexionantes y fuerzas se calculan tomando parcialmente en cuenta la redistribución de las acciones y deformaciones en los miembros bajo cargas elevadas.

Algunas de las razones para la tendencia hacia el diseño por resistencia máxima son las siguientes:

1. Las secciones de concreto armado se comportan inelásticamente bajo cargas elevadas. En consecuencia, la teoría elástica no puede dar una predicción segura de la resistencia máxima de los miembros, ya que las deformaciones inelásticas no se toman en consideración y por tanto para las estructuras diseñadas por el método del esfuerzo de trabajo, se desconoce el factor exacto de carga (carga máxima / carga de servicio), el que varía de estructura a estructura.
2. El diseño por resistencia última permite una selección más racional de los factores de carga. Por ejemplo, se puede utilizar un factor de carga bajo para cargas conocidas con mayor precisión, tales como cargas muertas, y un factor de carga más elevado para cargas conocidas con menos precisión, las cargas vivas por ejemplo.
3. La curva esfuerzo-deformación para el concreto es no lineal y depende del tiempo. Por ejemplo, las deformaciones por flujo plástico para el concreto bajo esfuerzo sostenido constante pueden ser varias veces mayores que la deformación elástica inicial. En consecuencia, el valor de la relación modular (relación del módulo elástico de acero al del concreto) utilizada en el diseño por esfuerzo de trabajo es una aproximación burda. Las deformaciones por flujo plástico pueden provocar una redistribución apreciable del esfuerzo en las secciones de concreto armado, lo que

implica que los esfuerzos que existen realmente bajo cargas de servicio a menudo tienen poca relación con los esfuerzos de diseño. Por ejemplo, el acero en compresión en las columnas pueden alcanzar la resistencia de cedencia durante la aplicación prolongada de cargas de servicio, aunque este efecto no es evidente del análisis elástico si se utilizan los valores recomendados normalmente para la relación modular. El diseño por resistencia máxima no requiere conocer la relación modular.

4. El diseño por resistencia máxima utiliza reservas de resistencia resultantes de una distribución más eficiente de los esfuerzos permitidos por las deformaciones inelásticas; en ocasiones indica que el método elástico es muy conservador.

Por ejemplo, el acero de compresión de las vigas doblemente reforzadas por lo general alcanza la resistencia de cedencia bajo carga máxima. Sin embargo, la teoría elástica puede indicar un esfuerzo bajo en el acero.

5. El diseño por resistencia máxima utiliza con mayor eficiencia el refuerzo de alta resistencia, y se pueden utilizar peraltes más pequeños en vigas sin acero de compresión.
6. El diseño por resistencia máxima permite al diseñador evaluar la ductilidad de la estructura en el rango inelástico. Este es un aspecto importante cuando se considera la redistribución posible de los momentos de flexión en el diseño por cargas de gravedad y en el diseño por cargas sísmicas o de explosiones.

1.3.2 DEFORMACIONES DEL CONCRETO EN LA RESISTENCIA MAXIMA A FLEXION

La práctica norteamericana es recomendar una deformación utilizable máxima de 0.003 en la fibra extrema a compresión del concreto al determinar la resistencia a flexión de la sección. Muchos investigadores han medido la deformación máxima. En la figura 1.1 se muestran los valores obtenidos por Rusch en muestras no confinadas. La figura indica que 0.003 es un valor

razonablemente conservador. A esta deformación, el concreto comprimido en un miembro a flexión normalmente no muestra grietas visibles, aunque la deformación es mayor que la correspondiente al esfuerzo máximo. Un cilindro cargado axialmente por lo general se agrieta mucho si se deforma más allá del esfuerzo máximo, pero en las pruebas a flexión las grietas no se hacen visibles debido a la presencia del material menos deformado más próximo al eje neutro.

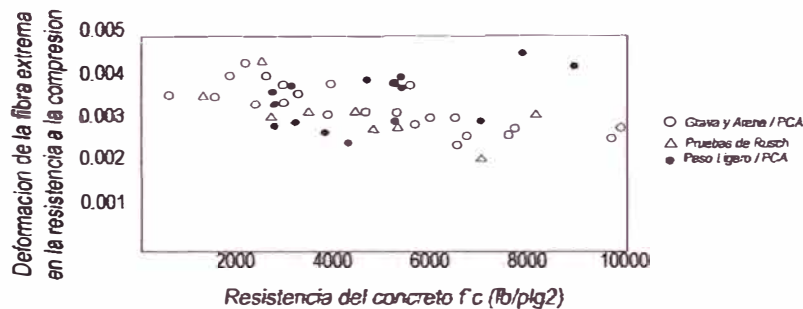


Figura 1.1. Deformación del concreto en la fibra extrema en compresión en la resistencia a flexión de una sección rectangular; comparación de los valores del ACI con los resultados de prueba de Rusch y Asociación de Cemento Portland

La resistencia calculada a flexión de una viga de concreto reforzado generalmente no es sensible al valor de la deformación máxima supuesta para el concreto. La figura 1.2, tomada de Blume, Newmark y Corning, destaca claramente esta cuestión: para una sección transversal de una viga de concreto reforzado simplemente y para 2 cuantías de acero a tensión distintas, se ha graficado la relación del momento resistente calculado de una curva esfuerzo-deformación para el concreto al momento resistente calculado de acuerdo con el código ACI contra la deformación de la fibra extrema a compresión. La curva esfuerzo deformación utilizada provino de cilindros que tenían una resistencia de aproximadamente 253 kg/cm². El área bajo la curva esfuerzo-deformación y su centroide se determinaron para distintas deformaciones y se calcularon las capacidades de momentos de la sección, para las 2 cuantías de acero, para distintas deformaciones en la fibra extrema y se compararon con la resistencia a flexión, calculada de acuerdo con el código ACI. A una deformación en la fibra extrema de 0.007, la disminución en el momento resistente fue inferior a 1% para $\rho=0.005$ y menor que 6% para $\rho=0.0025$. En consecuencia, el valor elegido para la deformación de la fibra extrema del concreto tiene poca influencia en la resistencia a flexión de las vigas.

En cambio, es evidente que la curvatura máxima en una sección depende mucho del valor que se tome para la deformación de la fibra extrema. Para el cálculo de la curvatura última. Algunos investigadores Blume, Newmark y Coming recomiendan usar un valor de 0.004 para cálculos de curvatura última en concreto no confinado.

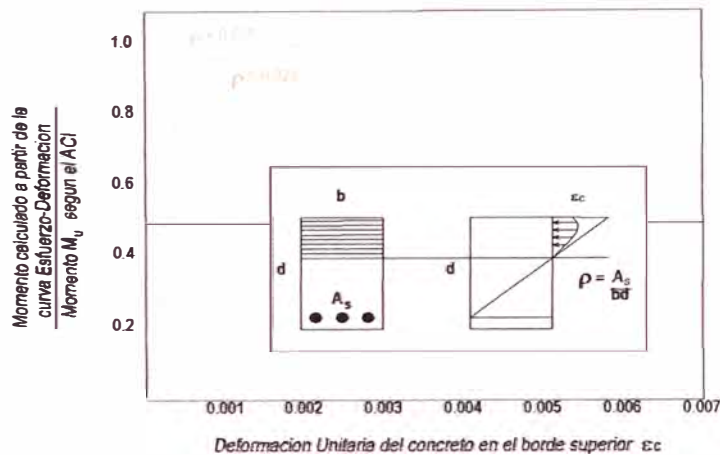


Figura 1.2. Curva Momento Deformación para una viga de concreto simplemente Reforzada en base a las pruebas de Compresion de cilindros

1.3.3 RELACIONES MOMENTO - CURVATURA

Es posible deducir curvas momento - curvatura para secciones de concreto armado con flexión y carga axial, en base a suposiciones semejantes a las utilizadas para la determinación de la resistencia a flexión. Se supone que las secciones planas antes de la flexión permanecen planas después de la flexión y que se conocen las curvas esfuerzo – deformación para el concreto y el acero. Las curvaturas asociadas con un rango de momentos flexionantes y cargas axiales pueden determinarse utilizando estas suposiciones y a partir de los requerimientos de compatibilidad de deformaciones y equilibrio de las fuerzas.

La relación momento – curvatura para una viga, se puede idealizar por la relación trilineal presentada en la figura 1.3. El primer punto característico corresponde al agrietamiento, el segundo a la cedencia del acero a tensión y el tercero al límite de la deformación útil en el concreto.

La figura 1.3a muestra una curva virgen idealizada que representa el comportamiento de la primera carga. Una vez que desarrollan las grietas, como

sucede en la mayoría de las vigas bajo cargas de servicio, la relación $M - \phi$ es casi lineal desde la carga cero hasta el inicio o arranque de la cedencia. En consecuencia, las curvas bilineales de las figuras 1.3b y 1.3c son buenas aproximaciones para vigas inicialmente agrietadas.

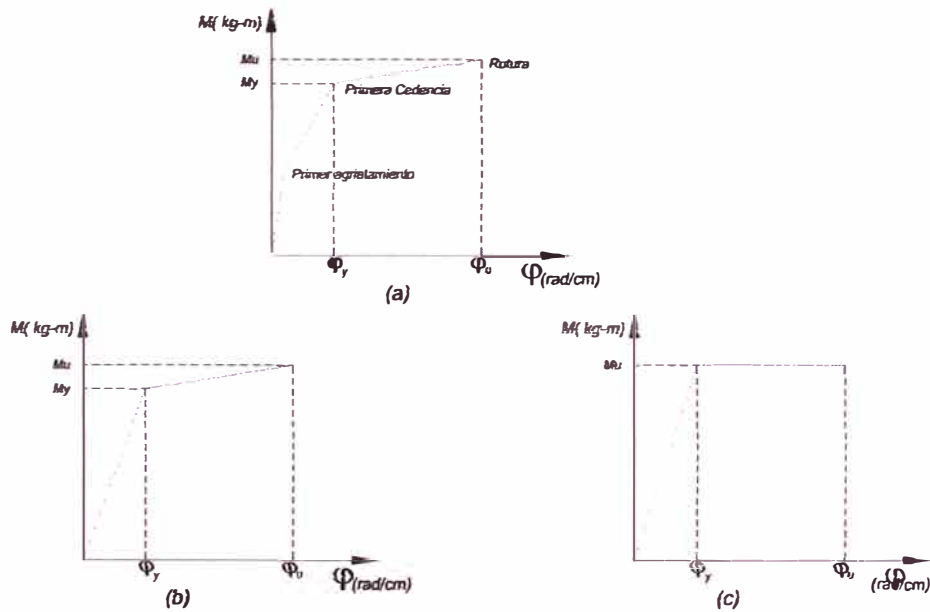


Figura 1.3. Curvas idealizadas momento–curvatura para una sección simplemente reforzada que falla a tensión

CAPITULO 2

2.0 DISEÑO ESTRUCTURAL DE POSTES DE CONCRETO ARMADO DE SECCION VARIABLE

2.1 INTRODUCCION

Este diseño fue realizado de acuerdo a requerimientos establecidos por las Especificaciones Técnicas de las empresas de electrificación, para postes de concreto armado centrifugado correspondientes a los ensayos de carga de trabajo y de carga de rotura.

La verificación estructural de los postes comprendió el cálculo de los momentos flectores de rotura y de las deflexiones en la punta para las cargas correspondientes de rotura y de trabajo (50% de la carga de rotura).

Los criterios y procedimientos de cálculo son los establecidos en las normas técnicas peruanas, ASTM y ACI para el diseño de elementos de concreto armado.

En el cuadro 2.1 podemos apreciar la estructura de los postes que fabricaban tradicionalmente los proveedores de elementos de concreto centrifugado. En el anexo se puede apreciar al detalle las características, ensayos y planos de los postes descritos a continuación.

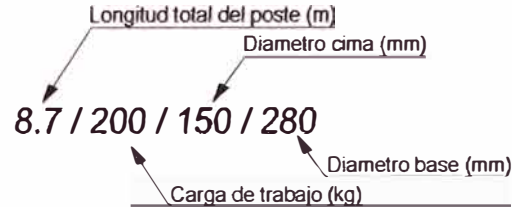
DESCRIPCION	ACERO DE REFUERZO
Poste 7/200/120/225	8 ϕ 3/8"x7000mm+4 ϕ 3/8"x6000mm
Poste 8/200/120/240	8 ϕ 3/8"x8000mm+4 ϕ 3/8"x7000mm
Poste 9/200/120/255	8 ϕ 3/8"x9000mm+4 ϕ 3/8"x8000mm
Poste 11/200/150/315	8 ϕ 12mmx11000mm+4 ϕ 3/8"x9000mm

Cuadro 2.1. Estructura tradicional de postes

2.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS POSTES

2.2.1 DIMENSIONES

Los materiales han sido clasificados para su facilidad de identificación en lotes, ítem y características, los mismos que deben consignarse en el cuadro 2.1 en el cual se indican los diversos tipos y nomenclaturas para los postes por ejemplo:



LOTE	ITEM	CARACTERÍSTICAS
1	1	Postes de concreto para líneas aéreas de baja tensión (y/o alumbrado público en red aérea) 8,7/200/150/280
	2	8,7/300/150/280
2	1	Postes de concreto para líneas aéreas de baja tensión (y/o alumbrado público en red aérea) 9/200/150/284
	2	9/300/150/284
3	1	Postes de concreto para líneas aéreas de baja tensión (y/o alumbrado público en red aérea) 10/300/150/300
	2	10/40/150/300
4	1	Postes de concreto para líneas aéreas hasta 22,9kv (B.T. y 10kv ò B.T. y 22,9KV) 11,5/200/150/323
	2	11,5/400/180/353
	3	11,5/500/180/353
5	1	Postes de concreto para líneas aéreas hasta 22,9kv (B.T. y 10kv ò B.T. y 22,9KV) 13/300/180/375
	2	13/400/180/375
	3	13/500/180/375
6	1	Postes de concreto para líneas aéreas hasta 22,9kv (B.T. y 10kv ò B.T. y 22,9KV) 15/400/210/435
	2	15/500/210/435
7	1	Postes de concreto para subestaciones aéreas monopostes 9/400/180/315
8	1	Postes de concreto para apoyo de subestaciones aéreas monopostes (tipo silla) 6,5/300/150/247

Cuadro 2.2. Tipos y características de los postes de fabricación.

2.2.2 CARGAS

Las cargas aplicadas serán:

Carga de trabajo. Es el 50% de la carga máxima (carga crítica) a la que puede someterse el poste en forma vertical para líneas aéreas instalado (figura 2.1) con esta carga se puede comparar la deflexión admisible, solicitada en las especificaciones técnicas.

Carga crítica. Es la carga axial máxima aplicada la cual genera la deflexión máxima del poste.

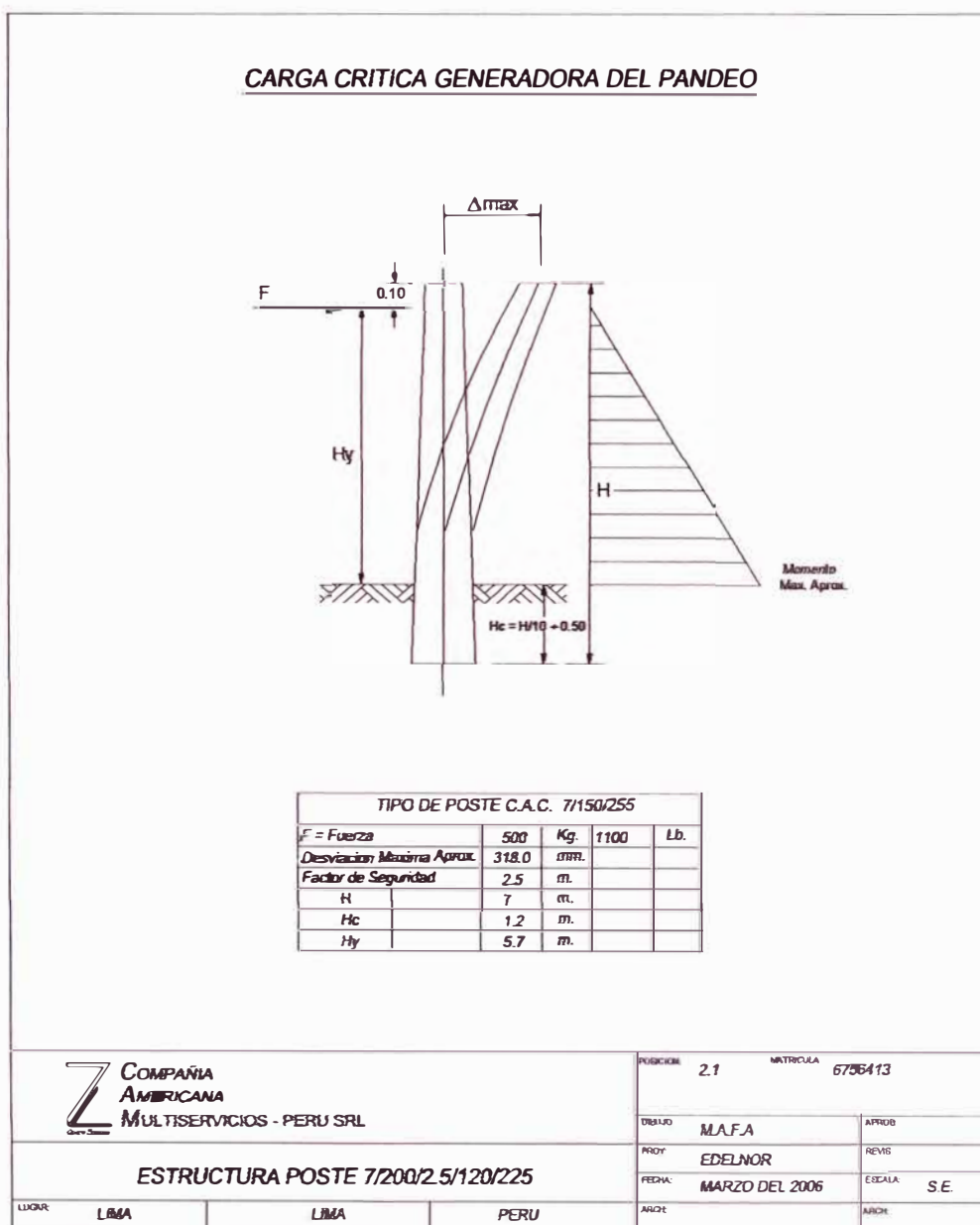


Figura 2.1. Plano típico de deflexión del poste generado por la carga crítica

Teniendo en cuenta las cargas de trabajo, se efectuará el modelamiento de cada tipo de poste para optimizar la estructura. A continuación se muestra el cuadro 2.3 donde se aprecia la estructura inicialmente mejorada con respecto a la tradicional. En el anexo se indican las características y planos de los postes descritos a continuación.

Se desea optimizar tanto la estructura como la hoja de cálculo de estos postes, los cuales son elementos típicos requeridos por las empresas eléctricas.

DESCRIPCION	ACERO DE REFUERZO
Poste 7/200/120/225	6φ 3/8"x7000mm+4 φ 3/8"x6000mm+2 φ 3/8"x4500mm
Poste 8/200/120/240	6φ 3/8"x8000mm+4 φ 3/8"x7000mm+2 φ 3/8"x4500mm
Poste 9/200/120/255	6φ 3/8"x9000mm+4 φ 3/8"x8000mm+2 φ 3/8"x4500mm
Poste 11/200/150/315	2φ 3/8"x11000mm+4 φ 3/8"x9000mm+4 φ 12mmx11000mm 4φ 12mmx11000mm

Cuadro 2.3. Estructura inicial de postes mejorados

2.3 MODELAMIENTO PARA EL CÁLCULO DE LA RESISTENCIA A LA ROTURA

En primer lugar fue necesario determinar las direcciones principales para las secciones transversales de cada poste correspondiente a cada distribución diferente de las armaduras de refuerzo, especialmente para aquellos en los que las armaduras no están dispuestas en forma simétrica.

De ambas direcciones principales se selecciona aquella que corresponde al momento de inercia mínimo. Los cálculos tanto de resistencia a la rotura como de máximas deflexiones se harán para las direcciones con inercia mínima, las cuales, corresponderán en principio a las de menor momento flector de rotura y máximas deflexiones.

Considerando que las propiedades de las secciones transversales de los postes varían con el diámetro exterior y el diámetro interior a lo largo de su altura, así como por la variación de la armadura de refuerzo longitudinal, se realizaron los cálculos del momento de rotura para la sección base de empotramiento (SB), para las secciones correspondientes a cada décimo de la longitud efectiva (S1,

S2... S10) y para las secciones donde ocurre el cambio de la armadura (SA, SB').

Se supone que las secciones rectas del poste permanecen rectas hasta la falla, lo que implica una distribución lineal de deformaciones unitarias, con un valor máximo en la falla de $\epsilon_c=0.003$ para la fibra extrema en compresión del concreto. Las deformaciones unitarias se hacen nulas en el eje neutro, situado a una distancia (c) de la fibra extrema en compresión.

Por debajo del eje neutro el concreto se encuentra totalmente agrietado sin resistencia alguna y solamente trabajan las armaduras de acero de refuerzo (Figura 2.2).

El centro de gravedad queda determinado a partir del equilibrio entre las fuerzas axiales resultantes de compresión en el concreto y las armaduras superiores y la resultante de las fuerzas de tracción en las armaduras ($F_c = F_t$).

En el estado último de falla por flexión se supone que la distribución de esfuerzos de compresión en el concreto es uniforme igual a $0.85 f'_c$ en un bloque de altura $a=0.80c$, así como los esfuerzos en las barras de acero tanto en compresión como en tracción quedarán determinados por sus deformaciones unitarias multiplicadas por el módulo de elasticidad del acero y **serán iguales al esfuerzo de falla del acero cuando $\epsilon_s \geq 0.002$** .

El momento flector resistente en la rotura será igual a la suma de los momentos de las fuerzas resultantes en compresión del concreto y de los momentos de las fuerzas en las barras de acero en compresión y tracción, $M_R = F_c \cdot h = F_t \cdot d$ (Figura 2.2).

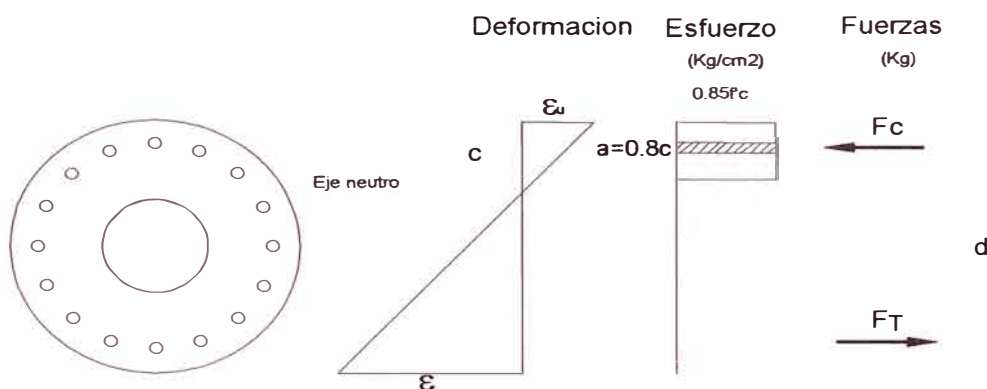


Figura 2.2. Modelamiento para el cálculo de resistencia última

2.4 MODELAMIENTO PARA EL CÁLCULO DE DEFLEXIONES

El cálculo de las deflexiones en el extremo libre del poste se realizara a partir de la teoría de vigas y considerando al poste como una viga empotrada en voladizo, de inercia variable y sometida a una carga transversal en su extremo (figura 2.3).

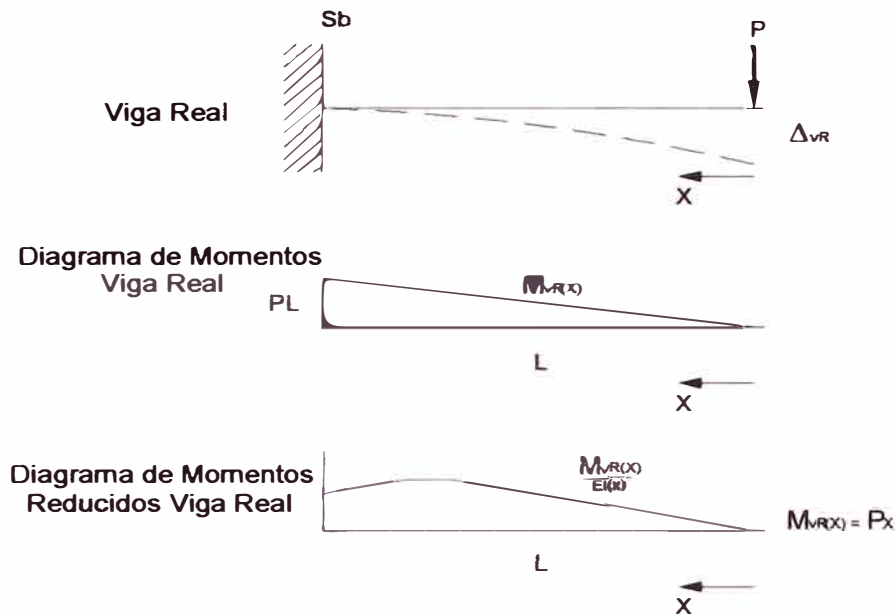


Figura 2.3. Modelamiento para el cálculo de deflexiones

Se utilizó el método de la viga conjugada para calcular la flecha en el extremo:

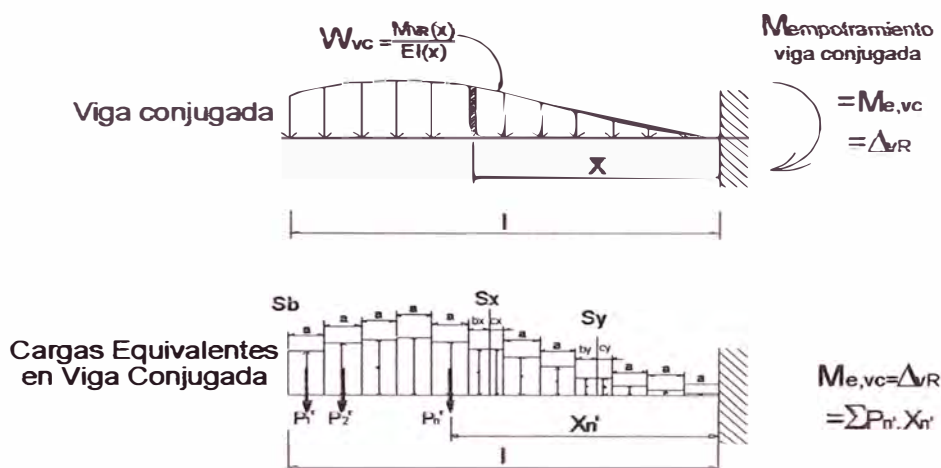


Figura 2.4. Metodo viga conjugada

La flecha Δ_{vR} en el extremo libre de la viga en voladizo es el momento flector de empotramiento en el extremo derecho de la viga conjugada es decir:

$$\Delta_{vr}(x=0) = M_{vc}(x=0) = \int_0^{\ell} \frac{M_{vc}(x)}{EI(x)} x dx \dots\dots\dots 2.1$$

A fin de calcular el valor de esta integral se ha procedió a reemplazar el diagrama de carga variable de la viga conjugada por cargas de valor constante en cada tramo de longitud $a = 0.1L$ efectiva y longitudes b_x, C_x, b_y, C_y en las zonas donde hay cambio de armaduras. El valor de la carga por cada tramo será el valor de $\frac{M_{vr}(x)}{EI(x)}$ calculado en el punto medio de cada tramo, es decir en las secciones designadas como S_1, S_2, \dots, S_{10} .

El momento flector en el extremo $X = 0$ de la viga conjugada será la suma de los momentos producidos por las cargas resultantes en cada tramo respecto al empotramiento, es decir:

$$M_{vc}(x=0) = \sum \frac{M_i(x)}{EI_i(x)} \times a \times X_i \sum P_i X_{i'} = \Delta_{vr}(x=0) \dots\dots\dots 2.2$$

Para los tramos donde hay cambio de armadura, el segmento de longitud (a) se ha subdividió en dos partes de longitudes b y c, donde $b + c = a$

Las expresiones anteriores corresponden a una viga de un material uniforme linealmente elástico.

Se adopto el procedimiento mediante el cual se toma para el módulo de elasticidad E el valor E_c del concreto despreciando la contribución del acero, y para I un valor llamado Inercia Efectiva I_{eff} que resulta de aplicar la ecuación empírica de Branson.

$$I_{eff} = \left(\frac{M_{cr}}{M} \right)^3 I_g + \left[1 - \left(\frac{M_{cr}}{M} \right)^3 \right] I_{cr} \dots\dots\dots 2.3$$

Donde: $M_{cr} = f_r I_g / y_z$: es el momento de agrietamiento de la sección y f_r es el módulo de ruptura o esfuerzo máximo de tracción del concreto.

I_g : momento de inercia de la sección bruta.

Y_z : distancia del eje neutro de la sección bruta (centro del círculo) a la fibra extremo en tracción.

M: es el momento actuante en la sección en consideración.

I_{cr} : es el momento de inercia de la sección agrietada.

El problema principal radica en calcular el momento de inercia de la sección agrietada I_{cr} . Para este efecto se supone que las secciones permanecen planas por si tiene una distribución lineal de deformaciones unitarias, tal como se indica en la Figura 2.5

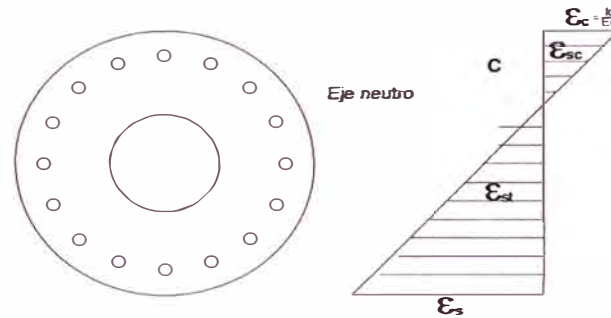


Figura 2.5. Distribución lineal de deformaciones

Esta distribución lineal de deformaciones corresponde a una sección agrietada, suponiendo que en la zona de tracción el concreto no resiste esfuerzo y solamente trabajan las armaduras de refuerzo. La posición del eje neutro corresponde a la que determina que los primeros momentos de las áreas del acero y del concreto en compresión son iguales al de las barras de acero en la zona de tracción. Con tal fin las áreas de acero son convertidas en áreas equivalentes de concreto multiplicando las áreas de acero por la relación de módulos de elasticidad entre el acero y el concreto $n = E_s/E_c$. Conociéndose la posición del eje neutro es posible calcular el momento de inercia de la sección agrietada I_{cr} como la suma de los segundos momentos de las áreas en compresión y de las áreas en tracción.

Teniendo todas estas consideraciones, se divide la sección en 20 partes de ancho b_n y peralte $a/20$ y de la figura 2.6 de la sección en compresión obtenemos las siguientes relaciones para obtener la fuerza de compresión del concreto:

$Y_{n1}=(n-0.5).a/20$	2.4
$Y_n=(R_2-c)+Y_{n1}$	2.5
$b_n=2\sqrt{R^2-Y_n^2}$	2.6
$\Delta A_n=b_n.a/20$	2.7
$f_{cn}=0.85f_c$	2.8
$\Delta F_n=\Delta A_n.f_{cn}$	2.9
$Y_{en}=Y_{n1}+(c-a)$	2.10

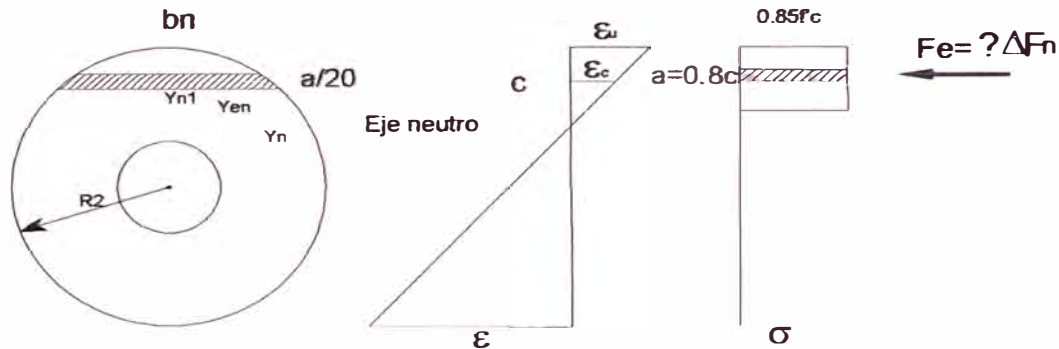


Figura 2.6. Concreto en Compresión

De igual forma de la figura 2.7 podemos obtener las ecuaciones y relaciones para obtener la fuerza de tracción del acero tal como se indica a continuación.

Si, $\sigma_s < 0.002$ Entonces:

$f_{stm} = E_s \cdot \sigma_{stm}$	2.11
$f_{scm} = E_s \cdot \sigma_{scm}$	2.11

Si, $\sigma_s < 0.002$ Entonces:

$F_s = 4200$	2.12
--------------	------

$F_{sc} = \sum A_{sm} \cdot f_{scm}$	2.13
--------------------------------------	------

$F_s = F_{st} - F_{sc}$	2.14
-------------------------	------

$M_s = \sum F_{scm} \cdot Y_m + \sum F_{stm} \cdot Y_m$	2.15
---	------

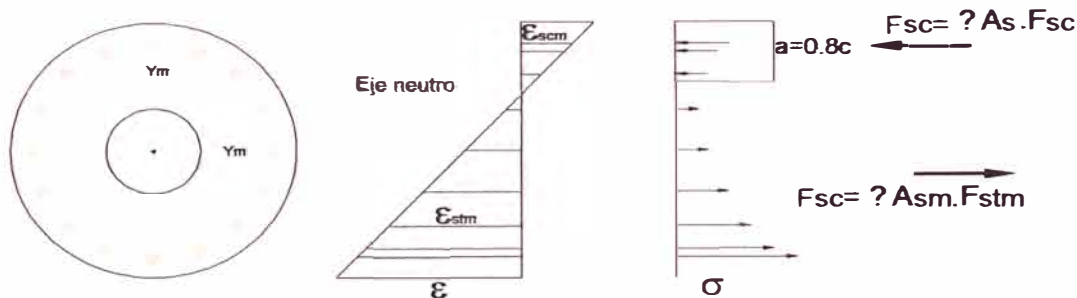


Figura 2.7. Acero en Compresión y en Tracción

2.5 RESULTADOS

Con las iteraciones preferentes, se itera para diferentes valores de “c” y de “a=0.80c”, hasta que $\sum \Delta F_n = \sum F_s$, es decir la resultante de las fuerzas de compresión es igual a la resultante de las fuerzas de tracción del acero. En las tablas se muestran los cálculos que corresponden a esta condición de equilibrio. Igualmente se muestran en las tablas los momentos de las fuerzas de compresión y de tracción respecto al eje neutro. La capacidad de rotura a la flexión para cada sección del poste estará dada por la suma de los momentos resultantes de las fuerzas de compresión y de tracción.

Se muestra el cuadro resumen de los cálculos realizados para determinar la capacidad de rotura a la flexión de todas las secciones transversales de cálculo de cada tipo de poste, así como el factor de seguridad.

El cálculo de las deflexiones máximas, de acuerdo al procedimiento indicado en 2.4, basado en la teoría de la viga conjugada, requiere calcular el momento de inercia de la sección agrietada para las secciones transversales correspondientes a los puntos medios de los tramos en que se ha dividido cada tipo de poste ($S_1, S_2, \dots S_{10}$). Este momento de inercia es respecto al eje que pasa por el centro de gravedad de la sección agrietada y paralelo al eje principal de inercia mínima. La posición del eje neutro está definida por la distancia Y_o al centro geométrico de la sección circular, siendo calculada mediante un proceso iterativo, teniendo como base las hojas de cálculo que permiten calcular el primer momento del área de concreto en compresión y de las barras de acero situadas tanto en la zona de compresión como en la zona de tracción y cuyos resultados se muestran en las tablas siguientes:

Se presentan primero los cálculos para el poste de 7/200/2.5/150/225, que se resumen en el cuadro 2.4.

1.- Sección en la base para el concreto (S_{base}):

n	yn	yn0	bn	Delta An	fcn	Delta Fn	yen	Momento al eje neutro
1.00	74.71	1.12	183.97	413.15	2.98	1229.11	12.35	15181.50
2.00	76.95	3.37	180.23	404.74	2.98	1204.11	14.60	17576.94
3.00	79.20	5.61	176.29	395.91	2.98	1177.83	16.84	19838.33
4.00	81.45	7.86	172.15	386.61	2.98	1150.16	19.09	21955.26
5.00	83.69	10.11	167.79	376.81	2.98	1121.00	21.33	23916.22
6.00	85.94	12.35	163.18	366.47	2.98	1090.24	23.58	25708.39
7.00	88.18	14.60	158.32	355.54	2.98	1057.74	25.83	27317.36
8.00	90.43	16.84	153.17	343.97	2.98	1023.33	28.07	28726.70
9.00	92.67	19.09	147.70	331.70	2.98	986.80	30.32	29917.48
10.00	94.92	21.33	141.88	318.63	2.98	947.92	32.56	30867.55
11.00	97.17	23.58	135.66	304.67	2.98	906.38	34.81	31550.48
12.00	99.41	25.83	128.99	289.68	2.98	861.81	37.05	31934.15
13.00	101.66	28.07	121.79	273.51	2.98	813.69	39.30	31978.43
14.00	103.90	30.32	113.96	255.92	2.98	761.35	41.55	31631.56
15.00	106.15	32.56	105.35	236.60	2.98	703.87	43.79	30824.06
16.00	108.39	34.81	95.77	215.08	2.98	639.85	46.04	29457.37
17.00	110.64	37.05	84.88	190.62	2.98	567.08	48.28	27380.74
18.00	112.89	39.30	72.09	161.89	2.98	481.61	50.53	24335.65
19.00	115.13	41.55	56.11	126.00	2.98	374.86	52.78	19783.42
20.00	117.38	43.79	32.55	73.10	2.98	217.46	55.02	11965.10
						fuerza en el bloque=	17316.21	511846.70

Sección de la base para el acero (S_{base}):

e/c = 5.34E-05

	Areas de acero	distancia al centro(mm)	ym (mm)	es	fs (Kg/cm ²)	Fs (Kg)	Momento de varillas(Kg-cm)
1	0.71	92.50	30.14	1.61E-03	3221.42	2287.21	68945.31
2	0.71	77.82	15.46	8.26E-04	1652.16	1173.04	18134.89
3	0.71	38.43	-23.93	-1.28E-03	2557.39	-1815.75	43451.28
4	0.71	-13.16	-75.52	-4.04E-03	4300.00	-3053.00	230563.41
5	0.71	-60.57	-122.93	-6.57E-03	4300.00	-3053.00	375307.65
6	0.71	-88.75	-151.11	-8.07E-03	4300.00	-3053.00	461336.56
7	0.71	-88.75	-151.11	-8.07E-03	4300.00	-3053.00	461336.56
8	0.71	-60.57	-122.93	-6.57E-03	4300.00	-3053.00	375307.65
9	0.71	-13.16	-75.52	-4.04E-03	4300.00	-3053.00	230563.41
10	0.71	38.43	-23.93	-1.28E-03	2557.39	-1815.75	43451.28
11	0.71	77.82	15.46	8.26E-04	1652.16	1173.04	18134.89
						-17316.21	2326532.88

2.- Sección de la base para el concreto (S1):

n	yn	yn0	bn	Delta An	fcn	Delta Fn	yen	Momento al eje neutro
1.00	70.56	1.12	179.66	402.31	2.98	1196.88	12.32	14741.39
2.00	72.80	3.36	176.05	394.23	2.98	1172.83	14.56	17071.57
3.00	75.04	5.60	172.24	385.71	2.98	1147.50	16.80	19272.55
4.00	77.28	7.84	168.24	376.74	2.98	1120.81	19.03	21334.09
5.00	79.51	10.08	164.01	367.28	2.98	1092.65	21.27	23244.87
6.00	81.75	12.32	159.54	357.28	2.98	1062.90	23.51	24992.32
7.00	83.99	14.56	154.82	346.70	2.98	1031.44	25.75	26562.27
8.00	86.23	16.80	149.82	335.49	2.98	998.09	27.99	27938.62
9.00	88.47	19.03	144.50	323.59	2.98	962.67	30.23	29102.81
10.00	90.71	21.27	138.83	310.90	2.98	924.93	32.47	30033.14
11.00	92.95	23.51	132.78	297.34	2.98	884.58	34.71	30703.76
12.00	95.19	25.75	126.27	282.77	2.98	841.24	36.95	31083.22
13.00	97.43	27.99	119.24	267.03	2.98	794.42	39.19	31132.28
14.00	99.67	30.23	111.60	249.90	2.98	743.46	41.43	30800.38
15.00	101.91	32.47	103.19	231.08	2.98	687.46	43.67	30019.62
16.00	104.15	34.71	93.82	210.10	2.98	625.04	45.91	28693.78
17.00	106.39	36.95	83.17	186.24	2.98	554.05	48.15	26675.68
18.00	108.63	39.19	70.64	158.20	2.98	470.63	50.39	23713.12
19.00	110.87	41.43	54.99	123.15	2.98	366.38	52.63	19280.61
20.00	113.11	43.67	31.91	71.45	2.98	212.58	54.86	11662.94
fuerza en el bloque=						16890.53		498059.04

Sección de la base para el acero (S1):

$ec/c = 5,36E-05$

	Areas de acero	distancia al centro(mm)	ym (mm)	es	fs (Kg/cm2)	Fs (Kg)	Momento de varillas(Kg-cm)
1	0,71	88,23	29,98	1,61E-03	3213,49	2281,58	68411,08
2	0,71	74,22	15,98	8,56E-04	1712,49	1215,87	19427,92
3	0,71	36,65	-21,59	-1,16E-03	2313,97	-1642,92	35472,18
4	0,71	-12,56	-70,80	-3,79E-03	4300,00	-3053,00	216142,17
5	0,71	-57,78	-116,02	-6,22E-03	4300,00	-3053,00	354196,88
6	0,71	-84,65	-142,89	-7,66E-03	4300,00	-3053,00	436249,86
7	0,71	-84,65	-142,89	-7,66E-03	4300,00	-3053,00	436249,86
8	0,71	-57,78	-116,02	-6,22E-03	4300,00	-3053,00	354196,88
9	0,71	-12,56	-70,80	-3,79E-03	4300,00	-3053,00	216142,17
10	0,71	36,65	-21,59	-1,16E-03	2313,97	-1642,92	35472,18
11	0,71	74,22	15,98	8,56E-04	1712,49	1215,87	19427,92
						-16890,53	2191389,11

3.- Sección de la base para el concreto (SA):

n	yn	yn0	bn	Delta An	fcn	Delta Fn	yen	Momento al eje neutro
1.00	67.48	1.12	176.26	394.72	2.98	1174.28	12.27	14413.22
2.00	69.71	3.35	172.75	386.86	2.98	1150.90	14.51	16694.70
3.00	71.95	5.58	169.05	378.57	2.98	1126.25	16.74	18850.58
4.00	74.18	7.81	165.15	369.83	2.98	1100.25	18.97	20870.76
5.00	76.41	10.04	161.03	360.60	2.98	1072.79	21.20	22744.06
6.00	78.64	12.27	156.67	350.85	2.98	1043.77	23.43	24458.08
7.00	80.87	14.51	152.06	340.52	2.98	1013.04	25.66	25998.85
8.00	83.10	16.74	147.17	329.56	2.98	980.46	27.90	27350.52
9.00	85.34	18.97	141.97	317.92	2.98	945.81	30.13	28494.80
10.00	87.57	21.20	136.42	305.50	2.98	908.87	32.36	29410.33
11.00	89.80	23.43	130.49	292.22	2.98	869.36	34.59	30071.67
12.00	92.03	25.66	124.12	277.95	2.98	826.89	36.82	30447.91
13.00	94.26	27.90	117.23	262.51	2.98	780.98	39.05	30500.47
14.00	96.49	30.13	109.72	245.71	2.98	731.00	41.29	30179.66
15.00	98.73	32.36	101.47	227.24	2.98	676.02	43.52	29418.80
16.00	100.96	34.59	92.27	206.63	2.98	614.73	45.75	28123.38
17.00	103.19	36.82	81.80	183.19	2.98	544.99	47.98	26148.95
18.00	105.42	39.05	69.50	155.63	2.98	462.99	50.21	23247.97
19.00	107.65	41.29	54.11	121.17	2.98	360.48	52.44	18904.87
20.00	109.88	43.52	31.40	70.31	2.98	209.18	54.68	11437.11
fuerza en el bloque=						16593.05		487766.70

Sección de la base para el acero (SA):

ec/c = 5,38E-05

	Areas de acero	distancia al centro(mm)	ym (mm)	es	fs (Kg/cm2)	Fs (Kg)	Momento de varillas(Kg-cm)
1	0,71	85,00	29,79	1,60E-03	3203,87	2274,75	67768,10
2	0,71	71,51	16,30	8,76E-04	1752,74	1244,45	20282,00
3	0,71	35,31	-19,90	-1,07E-03	2139,93	-1519,35	30232,39
4	0,71	-12,10	-67,31	-3,62E-03	4300,00	-3053,00	205483,10
5	0,71	-55,66	-110,87	-5,96E-03	4300,00	-3053,00	338491,32
6	0,71	-81,56	-136,77	-7,35E-03	4300,00	-3053,00	417544,91
7	0,71	-81,56	-136,77	-7,35E-03	4300,00	-3053,00	417544,91
8	0,71	-55,66	-110,87	-5,96E-03	4300,00	-3053,00	338491,32
9	0,71	-12,10	-67,31	-3,62E-03	4300,00	-3053,00	205483,10
10	0,71	35,31	-19,90	-1,07E-03	2139,93	-1519,35	30232,39
11	0,71	71,51	16,30	8,76E-04	1752,74	1244,45	20282,00
						-16593,05	2091835,56

4.- Sección de la base para el concreto (S2):

n	yn	yn1	bn	Delta An	fcn	Delta Fn	yen	Momento al eje neutro
1.00	66.67	1.11	174.86	388.08	2.98	1154.55	12.21	14093.30
2.00	68.89	3.33	171.38	380.37	2.98	1131.60	14.43	16324.64
3.00	71.11	5.55	167.72	372.23	2.98	1107.40	16.65	18433.29
4.00	73.33	7.77	163.85	363.65	2.98	1081.86	18.86	20409.35
5.00	75.55	9.99	159.77	354.59	2.98	1054.90	21.08	22241.87
6.00	77.77	12.21	155.45	345.00	2.98	1026.39	23.30	23918.72
7.00	79.99	14.43	150.88	334.86	2.98	996.20	25.52	25426.21
8.00	82.21	16.65	146.03	324.09	2.98	964.18	27.74	26748.81
9.00	84.43	18.86	140.87	312.65	2.98	930.13	29.96	27868.64
10.00	86.65	21.08	135.37	300.45	2.98	893.83	32.18	28764.79
11.00	88.87	23.30	129.49	287.39	2.98	854.99	34.40	29412.35
12.00	91.09	25.52	123.17	273.36	2.98	813.24	36.62	29781.06
13.00	93.30	27.74	116.33	258.19	2.98	768.11	38.84	29833.19
14.00	95.52	29.96	108.89	241.67	2.98	718.97	41.06	29520.09
15.00	97.74	32.18	100.70	223.50	2.98	664.91	43.28	28776.51
16.00	99.96	34.40	91.57	203.24	2.98	604.64	45.50	27509.99
17.00	102.18	36.62	81.19	180.19	2.98	536.06	47.72	25579.18
18.00	104.40	38.84	68.97	153.08	2.98	455.41	49.94	22741.90
19.00	106.62	41.06	53.70	119.19	2.98	354.58	52.16	18493.73
20.00	108.84	43.28	31.16	69.16	2.98	205.77	54.38	11188.61
						fuerza en el bloque=	16317.72	477066.22

Sección de la base para el acero (S2):

ec/c = 5,41E-05

	Areas de acero	distancia al centro(mm)	ym (mm)	es	fs (Kg/cm ²)	Fs (Kg)	Momento de varillas(Kg-cm)
1	0,71	83,95	29,49	1,59E-03	3188,44	2263,79	66748,55
2	0,71	70,62	16,16	8,74E-04	1747,33	1240,60	20046,27
3	0,71	34,87	-19,59	-1,06E-03	2118,47	-1504,11	29466,58
4	0,71	-11,95	-66,41	-3,59E-03	4300,00	-3053,00	202756,06
5	0,71	-54,98	-109,44	-5,92E-03	4300,00	-3053,00	334121,24
6	0,71	-80,55	-135,01	-7,30E-03	4300,00	-3053,00	412198,28
7	0,71	-80,55	-135,01	-7,30E-03	4300,00	-3053,00	412198,28
8	0,71	-54,98	-109,44	-5,92E-03	4300,00	-3053,00	334121,24
9	0,71	-11,95	-66,41	-3,59E-03	4300,00	-3053,00	202756,06
						-16317,72	2014412,57

5.- Sección de la base para el concreto (S3):

n	yn	yn1	bn	Delta An	fcn	Delta Fn	yen	Momento al eje neutro
1.00	64.52	1.06	167.38	353.27	2.98	1050.97	11.61	12199.58
2.00	66.63	3.17	164.04	346.22	2.98	1030.00	13.72	14129.93
3.00	68.74	5.28	160.52	338.79	2.98	1007.89	15.83	15953.83
4.00	70.85	7.39	156.81	330.95	2.98	984.57	17.94	17662.71
5.00	72.96	9.50	152.89	322.68	2.98	959.96	20.05	19247.16
6.00	75.07	11.61	148.75	313.93	2.98	933.95	22.16	20696.69
7.00	77.18	13.72	144.36	304.68	2.98	906.41	24.27	21999.52
8.00	79.29	15.83	139.71	294.86	2.98	877.21	26.38	23142.24
9.00	81.40	17.94	134.77	284.43	2.98	846.18	28.49	24109.42
10.00	83.51	20.05	129.50	273.31	2.98	813.10	30.60	24883.00
11.00	85.63	22.16	123.86	261.42	2.98	777.72	32.71	25441.49
12.00	87.74	24.27	117.81	248.64	2.98	739.69	34.82	25758.77
13.00	89.85	26.38	111.26	234.82	2.98	698.60	36.93	25802.22
14.00	91.96	28.49	104.14	219.79	2.98	653.86	39.04	25529.84
15.00	94.07	30.60	96.30	203.25	2.98	604.67	41.16	24885.27
16.00	96.18	32.71	87.57	184.82	2.98	549.83	43.27	23788.60
17.00	98.29	34.82	77.63	163.84	2.98	487.43	45.38	22117.70
18.00	100.40	36.93	65.95	139.19	2.98	414.08	47.49	19663.25
19.00	102.51	39.04	51.34	108.36	2.98	322.38	49.60	15989.28
20.00	104.62	41.16	29.79	62.88	2.98	187.07	51.71	9672.90
						fuerza en el bloque=	14845.58	412673.40

Sección de la base para el acero (S3):

ec/c = 5,69E-05

	Areas de acero	distancia al centro(mm)	ym (mm)	es	fs (Kg/cm2)	Fs (Kg)	Momento de varillas(Kg-cm)
1	0,71	79,68	26,76	1,52E-03	3043,39	2160,80	57829,68
2	0,71	61,03	8,12	4,62E-04	923,67	655,81	5326,89
3	0,71	13,84	-39,08	-2,22E-03	4300,00	-3053,00	119300,67
4	0,71	-39,84	-92,75	-5,27E-03	4300,00	-3053,00	283164,09
5	0,71	-74,87	-127,78	-7,27E-03	4300,00	-3053,00	390118,34
6	0,71	-74,87	-127,78	-7,27E-03	4300,00	-3053,00	390118,34
7	0,71	-39,84	-92,75	-5,27E-03	4300,00	-3053,00	283164,09
8	0,71	13,84	-39,08	-2,22E-03	4300,00	-3053,00	119300,67
9	0,71	61,03	8,12	4,62E-04	923,67	655,81	5326,89
						-14845,58	1653649,66

6.- Sección de la base para el concreto (S4):

n	yn	yn1	bn	Delta An	fcn	Delta Fn	yen	Momento al eje neutro
1.00	60.41	1.05	162.87	342.33	2.98	1018.44	11.56	11773.16
2.00	62.52	3.15	159.67	335.60	2.98	998.40	13.66	13640.01
3.00	64.62	5.25	156.29	328.49	2.98	977.25	15.76	15405.02
4.00	66.72	7.36	152.71	320.98	2.98	954.91	17.87	17059.83
5.00	68.82	9.46	148.94	313.04	2.98	931.29	19.97	18595.22
6.00	70.92	11.56	144.94	304.63	2.98	906.29	22.07	20000.92
7.00	73.03	13.66	140.70	295.73	2.98	879.79	24.17	21265.41
8.00	75.13	15.76	136.20	286.27	2.98	851.67	26.27	22375.62
9.00	77.23	17.87	131.42	276.22	2.98	821.74	28.37	23316.48
10.00	79.33	19.97	126.31	265.48	2.98	789.81	30.48	24070.38
11.00	81.43	22.07	120.84	253.99	2.98	755.61	32.58	24616.40
12.00	83.53	24.17	114.96	241.62	2.98	718.83	34.68	24929.10
13.00	85.64	26.27	108.60	228.25	2.98	679.05	36.78	24976.75
14.00	87.74	28.37	101.67	213.68	2.98	635.70	38.88	24718.50
15.00	89.84	30.48	94.04	197.65	2.98	588.00	40.99	24099.58
16.00	91.94	32.58	85.53	179.76	2.98	534.78	43.09	23042.37
17.00	94.04	34.68	75.84	159.39	2.98	474.19	45.19	21428.28
18.00	96.15	36.78	64.44	135.43	2.98	402.91	47.29	19054.18
19.00	98.25	38.88	50.18	105.46	2.98	313.75	49.39	15497.06
20.00	100.35	40.99	29.12	61.21	2.98	182.10	51.49	9376.94
						fuerza en el bloque=	14414.52	399241.19

Sección de la base para el acero (S4):

ec/c = 5,71E-05

	Areas de acero	distancia al centro(mm)	ym (mm)	es	fs (Kg/cm2)	Fs (Kg)	Momento de varillas(Kg-cm)
1	0,71	75,40	26,55	1,52E-03	3031,14	2152,11	57128,65
2	0,71	57,76	8,91	5,08E-04	1016,85	721,97	6429,24
3	0,71	13,09	-35,76	-2,04E-03	4083,50	-2899,28	103682,71
4	0,71	-37,70	-86,55	-4,94E-03	4300,00	-3053,00	264251,13
5	0,71	-70,85	-119,71	-6,83E-03	4300,00	-3053,00	365466,70
6	0,71	-70,85	-119,71	-6,83E-03	4300,00	-3053,00	365466,70
7	0,71	-37,70	-86,55	-4,94E-03	4300,00	-3053,00	264251,13
8	0,71	13,09	-35,76	-2,04E-03	4083,50	-2899,28	103682,71
9	0,71	57,76	8,91	5,08E-04	1016,85	721,97	6429,24
						-14414,52	1536788,21

7.- Sección de la base para el concreto (S5):

n	yn	yn1	bn	Delta An	fcn	Delta Fn	yen	Momento al eje neutro
1.00	56.50	1.04	157.99	329.11	2.98	979.11	11.46	11217.60
2.00	58.59	3.12	154.93	322.73	2.98	960.12	13.54	13000.01
3.00	60.67	5.21	151.69	315.98	2.98	940.03	15.62	14686.23
4.00	62.75	7.29	148.26	308.84	2.98	918.78	17.71	16268.17
5.00	64.84	9.37	144.63	301.27	2.98	896.29	19.79	17736.92
6.00	66.92	11.46	140.78	293.26	2.98	872.45	21.87	19082.58
7.00	69.00	13.54	136.70	284.76	2.98	847.16	23.96	20294.04
8.00	71.09	15.62	132.36	275.72	2.98	820.27	26.04	21358.69
9.00	73.17	17.71	127.74	266.10	2.98	791.64	28.12	22262.04
10.00	75.25	19.79	122.81	255.81	2.98	761.05	30.20	22987.14
11.00	77.34	21.87	117.52	244.79	2.98	728.26	32.29	23513.88
12.00	79.42	23.96	111.82	232.93	2.98	692.97	34.37	23817.79
13.00	81.50	26.04	105.65	220.09	2.98	654.76	36.45	23868.44
14.00	83.58	28.12	98.93	206.08	2.98	613.09	38.54	23626.61
15.00	85.67	30.20	91.53	190.66	2.98	567.20	40.62	23039.74
16.00	87.75	32.29	83.26	173.43	2.98	515.97	42.70	22033.44
17.00	89.83	34.37	73.84	153.81	2.98	457.60	44.79	20494.05
18.00	91.92	36.45	62.75	130.72	2.98	388.89	46.87	18226.94
19.00	94.00	38.54	48.88	101.81	2.98	302.89	48.95	14827.04
20.00	96.08	40.62	28.37	59.10	2.98	175.82	51.04	8973.17
						fuerza en el bloque=	13884.34	381314.53

Sección de la base para el acero (S5):

ec/c = 5,76E-05

	Areas de acero	distancia al centro(mm)	ym (mm)	es	fs (Kg/cm2)	Fs (Kg)	Momento de varillas(Kg-cm)
1	0,71	71,13	26,08	1,50E-03	3004,44	2133,15	55626,14
2	0,71	54,48	9,44	5,44E-04	1087,26	771,96	7284,90
3	0,71	12,35	-32,70	-1,88E-03	3767,18	-2674,70	87455,41
4	0,71	-35,56	-80,61	-4,64E-03	4300,00	-3053,00	246103,85
5	0,71	-66,84	-111,88	-6,45E-03	4300,00	-3053,00	341580,74
6	0,71	-66,84	-111,88	-6,45E-03	4300,00	-3053,00	341580,74
7	0,71	-35,56	-80,61	-4,64E-03	4300,00	-3053,00	246103,85
8	0,71	12,35	-32,70	-1,88E-03	3767,18	-2674,70	87455,41
9	0,71	54,48	9,44	5,44E-04	1087,26	771,96	7284,90
						-13884,34	1420475,95

8.- Sección de la base para el concreto (S6):

n	yn	yn1	bn	Delta An	fcn	Delta Fn	yen	Momento al eje neutro
1.00	52.61	1.03	153.02	315.80	2.98	939.50	11.35	10664.07
2.00	54.67	3.10	150.10	309.77	2.98	921.56	13.41	12362.37
3.00	56.73	5.16	147.00	303.38	2.98	902.56	15.48	13970.10
4.00	58.80	7.22	143.72	296.61	2.98	882.41	17.54	15479.45
5.00	60.86	9.29	140.24	289.43	2.98	861.06	19.61	16881.83
6.00	62.93	11.35	136.55	281.81	2.98	838.39	21.67	18167.68
7.00	64.99	13.41	132.63	273.72	2.98	814.30	23.73	19326.30
8.00	67.05	15.48	128.45	265.10	2.98	788.67	25.80	20345.57
9.00	69.12	17.54	124.00	255.91	2.98	761.33	27.86	21211.54
10.00	71.18	19.61	119.24	246.08	2.98	732.10	29.92	21907.94
11.00	73.24	21.67	114.13	235.54	2.98	700.73	31.99	22415.45
12.00	75.31	23.73	108.63	224.18	2.98	666.93	34.05	22710.62
13.00	77.37	25.80	102.66	211.87	2.98	630.31	36.12	22764.23
14.00	79.44	27.86	96.15	198.43	2.98	590.33	38.18	22538.74
15.00	81.50	29.92	88.97	183.62	2.98	546.27	40.24	21983.81
16.00	83.56	31.99	80.95	167.07	2.98	497.03	42.31	21028.21
17.00	85.63	34.05	71.81	148.20	2.98	440.90	44.37	19563.22
18.00	87.69	36.12	61.04	125.97	2.98	374.77	46.44	17402.71
19.00	89.75	38.18	47.55	98.14	2.98	291.95	48.50	14159.44
20.00	91.82	40.24	27.61	56.98	2.98	169.51	50.56	8570.85
fuerza en el bloque=						13350.62		363454.13

Sección de la base para el acero (S6):

$ec/c = 5,81E-05$

	Areas de acero	distancia al centro(mm)	ym (mm)	es	fs (Kg/cm ²)	Fs (Kg)	Momento de varillas(Kg-cm)
1	0,71	66,85	25,59	1,49E-03	2976,43	2113,26	54088,05
2	0,71	51,21	9,95	5,79E-04	1157,64	821,92	8181,95
3	0,71	11,61	-29,65	-1,72E-03	3447,69	-2447,86	72571,90
4	0,71	-33,43	-74,68	-4,34E-03	4300,00	-3053,00	227999,35
5	0,71	-62,82	-104,07	-6,05E-03	4300,00	-3053,00	317737,56
6	0,71	-62,82	-104,07	-6,05E-03	4300,00	-3053,00	317737,56
7	0,71	-33,43	-74,68	-4,34E-03	4300,00	-3053,00	227999,35
8	0,71	11,61	-29,65	-1,72E-03	3447,69	-2447,86	72571,90
9	0,71	51,21	9,95	5,79E-04	1157,64	821,92	8181,95
						-13350,62	1307069,57

9.- Sección de la base para el concreto (S7):

n	yn	yn0	bn	Delta An	fcn	Delta Fn	yen	Momento al eje neutro
1	48,72	1,02	147,9456201	302,385	2,975	899,5943595	11,24	10112,69838
2	50,76	3,07	145,1708784	296,713	2,975	882,7223357	13,29	11727,22111
3	52,81	5,11	142,2246162	290,692	2,975	864,8073689	15,33	13256,78723
4	54,85	7,15	139,0959347	284,297	2,975	845,7831881	17,37	14693,85044
5	56,89	9,20	135,7722237	277,504	2,975	825,5731161	19,42	16030,12056
6	58,94	11,24	132,2387784	270,282	2,975	804,0877388	21,46	17256,40719
7	60,98	13,29	128,4782954	262,596	2,975	781,2218417	23,50	18362,41754
8	63,03	15,33	124,4701986	254,403	2,975	756,850311	25,55	19336,49022
9	65,07	17,37	120,1897183	245,655	2,975	730,8225319	27,59	20165,23735
10	67,11	19,42	115,6066025	236,287	2,975	702,9545547	29,64	20833,05174
11	69,16	21,46	110,6832633	226,224	2,975	673,0178241	31,68	21321,40921
12	71,20	23,50	105,3720224	215,369	2,975	640,7224281	33,72	21607,84778
13	73,25	25,55	99,61085036	203,594	2,975	605,6911928	35,77	21664,41411
14	75,29	27,59	93,31645093	190,729	2,975	567,4176284	37,81	21455,18154
15	77,33	29,64	86,37232548	176,536	2,975	525,1933565	39,86	20932,03616
16	79,38	31,68	78,60647107	160,663	2,975	477,9725005	41,90	20026,93153
17	81,42	33,72	69,74493581	142,551	2,975	424,0892755	43,94	18636,02958
18	83,47	35,77	59,2985239	121,200	2,975	360,5690901	45,99	16581,68471
19	85,51	37,81	46,20447916	94,437	2,975	280,949776	48,03	13494,41908
20	87,55	39,86	26,83231153	54,842	2,975	163,1558683	50,08	8170,082165
						fuerza en el bloque	12813,19629	345664,3176

Sección de la base para el acero (S7):

ec/c = 5,87E-05

	Areas de acero	distancia al centro(mm)	ym (mm)	es	fs (Kg/cm2)	Fs (Kg)	Momento de varillas(Kg-cm)
1	0,71	62,58	25,10	1,47E-03	2947,00	2092,37	52512,75
2	0,71	47,94	10,46	6,14E-04	1227,95	871,85	9117,32
3	0,71	10,87	-26,61	-1,56E-03	3124,83	-2218,63	59041,48
4	0,71	-31,29	-68,77	-4,04E-03	4300,00	-3053,00	209940,26
5	0,71	-58,80	-96,28	-5,65E-03	4300,00	-3053,00	293939,79
6	0,71	-58,80	-96,28	-5,65E-03	4300,00	-3053,00	293939,79
7	0,71	-31,29	-68,77	-4,04E-03	4300,00	-3053,00	209940,26
8	0,71	10,87	-26,61	-1,56E-03	3124,83	-2218,63	59041,48
9	0,71	47,94	10,46	6,14E-04	1227,95	871,85	9117,32
						-12813,20	1196590,46

10.- Sección de la base para el concreto (SB):

n	yn	yn1	bn	Delta An	fcn	Delta Fn	yen	Momento al eje neutro
1.00	45.25	1.01	143.32	290.29	2.98	863.63	11.14	9621.27
2.00	47.28	3.04	140.68	284.95	2.98	847.72	13.17	11161.15
3.00	49.30	5.06	137.87	279.26	2.98	830.79	15.19	12621.07
4.00	51.33	7.09	134.88	273.20	2.98	812.77	17.22	13993.73
5.00	53.35	9.12	131.70	266.76	2.98	793.60	19.24	15271.11
6.00	55.38	11.14	128.31	259.89	2.98	773.18	21.27	16444.33
7.00	57.40	13.17	124.70	252.58	2.98	751.42	23.29	17503.46
8.00	59.43	15.19	120.84	244.77	2.98	728.19	25.32	18437.26
9.00	61.46	17.22	116.72	236.42	2.98	703.34	27.35	19232.85
10.00	63.48	19.24	112.30	227.46	2.98	676.70	29.37	19875.19
11.00	65.51	21.27	107.54	217.83	2.98	648.06	31.40	20346.48
12.00	67.53	23.29	102.41	207.43	2.98	617.12	33.42	20625.14
13.00	69.56	25.32	96.83	196.14	2.98	583.52	35.45	20684.33
14.00	71.58	27.35	90.74	183.79	2.98	546.79	37.47	20489.58
15.00	73.61	29.37	84.01	170.16	2.98	506.22	39.50	19994.75
16.00	75.63	31.40	76.47	154.89	2.98	460.81	41.52	19134.63
17.00	77.66	33.42	67.86	137.46	2.98	408.95	43.55	17809.75
18.00	79.69	35.45	57.71	116.90	2.98	347.78	45.58	15850.00
19.00	81.71	37.47	44.98	91.11	2.98	271.04	47.60	12901.75
20.00	83.74	39.50	26.13	52.92	2.98	157.44	49.63	7812.91
fuerza en el bloque=						12329.06		329810.73

Sección de la base para el acero (SB):

$ec/c = 5,92E-05$

	Areas de acero	distancia al centro(mm)	ym (mm)	es	fs (Kg/cm2)	Fs (Kg)	Momento de varillas(Kg-cm)
1	0,710	58,75	24,64	1,46E-03	2919,37	2072,75	51070,32
2	0,710	45,01	10,89	6,45E-04	1290,79	916,46	9983,96
3	0,710	10,20	-23,91	-1,42E-03	2832,91	-2011,37	48090,23
4	0,710	-29,38	-63,49	-3,76E-03	4300,00	-3053,00	193822,99
5	0,710	-55,21	-89,32	-5,29E-03	4300,00	-3053,00	272687,91
6	0,710	-55,21	-89,32	-5,29E-03	4300,00	-3053,00	272687,91
7	0,710	-29,38	-63,49	-3,76E-03	4300,00	-3053,00	193822,99
8	0,710	10,20	-23,91	-1,42E-03	2832,91	-2011,37	48090,23
9	0,710	45,01	10,89	6,45E-04	1290,79	916,46	9983,96
						-12329,06	1100240,50

9.- Sección de la base para el concreto (S7):

n	yn	yn1	bn	Delta An	fcn	Delta Fn	yen	Momento al eje neutro
1.00	48.72	1.02	147.95	302.38	2.98	899.59	11.24	10112.70
2.00	50.76	3.07	145.17	296.71	2.98	882.72	13.29	11727.22
3.00	52.81	5.11	142.22	290.69	2.98	864.81	15.33	13256.79
4.00	54.85	7.15	139.10	284.30	2.98	845.78	17.37	14693.85
5.00	56.89	9.20	135.77	277.50	2.98	825.57	19.42	16030.12
6.00	58.94	11.24	132.24	270.28	2.98	804.09	21.46	17256.41
7.00	60.98	13.29	128.48	262.60	2.98	781.22	23.50	18362.42
8.00	63.03	15.33	124.47	254.40	2.98	756.85	25.55	19336.49
9.00	65.07	17.37	120.19	245.65	2.98	730.82	27.59	20165.24
10.00	67.11	19.42	115.61	236.29	2.98	702.95	29.64	20833.05
11.00	69.16	21.46	110.68	226.22	2.98	673.02	31.68	21321.41
12.00	71.20	23.50	105.37	215.37	2.98	640.72	33.72	21607.85
13.00	73.25	25.55	99.61	203.59	2.98	605.69	35.77	21664.41
14.00	75.29	27.59	93.32	190.73	2.98	567.42	37.81	21455.18
15.00	77.33	29.64	86.37	176.54	2.98	525.19	39.86	20932.04
16.00	79.38	31.68	78.61	160.66	2.98	477.97	41.90	20026.93
17.00	81.42	33.72	69.74	142.55	2.98	424.09	43.94	18636.03
18.00	83.47	35.77	59.30	121.20	2.98	360.57	45.99	16581.68
19.00	85.51	37.81	46.20	94.44	2.98	280.95	48.03	13494.42
20.00	87.55	39.86	26.83	54.84	2.98	163.16	50.08	8170.08
fuerza en el bloque=						12813.20		345664.32

Sección de la base para el acero (S7):

ec/c = 5,87E-05								
	Areas de acero	distancia al centro(mm)	ym (mm)	es	fs (Kg/cm2)	Fs (Kg)	Momento de varillas(Kg-cm)	
1	0,71	62,58	25,10	1,47E-03	2947,00	2092,37	52512,75	
2	0,71	47,94	10,46	6,14E-04	1227,95	871,85	9117,32	
3	0,71	10,87	-26,61	-1,56E-03	3124,83	-2218,63	59041,48	
4	0,71	-31,29	-68,77	-4,04E-03	4300,00	-3053,00	209940,26	
5	0,71	-58,80	-96,28	-5,65E-03	4300,00	-3053,00	293939,79	
6	0,71	-58,80	-96,28	-5,65E-03	4300,00	-3053,00	293939,79	
7	0,71	-31,29	-68,77	-4,04E-03	4300,00	-3053,00	209940,26	
8	0,71	10,87	-26,61	-1,56E-03	3124,83	-2218,63	59041,48	
9	0,71	47,94	10,46	6,14E-04	1227,95	871,85	9117,32	
						-12813,20	1196590,46	

12.- Sección de la base para el concreto (S9):

n	yn	yn1	bn	Delta An	fcn	Delta Fn	yen	Momento al eje neutro
1.00	46.48	0.86	130.29	224.13	2.98	666.78	9.46	6308.76
2.00	48.20	2.58	127.76	219.79	2.98	653.86	11.18	7311.33
3.00	49.92	4.30	125.09	215.19	2.98	640.20	12.90	8259.84
4.00	51.64	6.02	122.27	210.33	2.98	625.74	14.62	9149.72
5.00	53.36	7.74	119.27	205.19	2.98	610.43	16.34	9975.97
6.00	55.08	9.46	116.10	199.73	2.98	594.20	18.06	10733.01
7.00	56.80	11.18	112.74	193.94	2.98	576.99	19.78	11414.60
8.00	58.52	12.90	109.16	187.79	2.98	558.68	21.50	12013.62
9.00	60.24	14.62	105.36	181.24	2.98	539.19	23.22	12521.93
10.00	61.96	16.34	101.29	174.24	2.98	518.36	24.94	12929.99
11.00	63.68	18.06	96.92	166.74	2.98	496.04	26.66	13226.47
12.00	65.40	19.78	92.23	158.66	2.98	472.00	28.38	13397.63
13.00	67.12	21.50	87.14	149.91	2.98	445.99	30.10	13426.31
14.00	68.84	23.22	81.60	140.37	2.98	417.61	31.83	13290.47
15.00	70.56	24.94	75.49	129.87	2.98	386.36	33.55	12960.53
16.00	72.28	26.66	68.67	118.14	2.98	351.47	35.27	12394.63
17.00	74.00	28.38	60.91	104.78	2.98	311.71	36.99	11528.82
18.00	75.72	30.10	51.76	89.04	2.98	264.91	38.71	10253.61
19.00	77.44	31.83	40.32	69.35	2.98	206.33	40.43	8341.09
20.00	79.16	33.55	23.40	40.26	2.98	119.77	42.15	5048.01
fuerza en el bloque=						9456.60		214486.34

Sección de la base para el acero (S9):

	Areas de acero	distancia al centro(mm)	ym (mm)	es	fs (Kg/cm2)	Fs (Kg)	Momento de varillas(Kg-cm)
1	0,710	54,03	17,01	1,19E-03	2372,67	1684,60	28649,67
2	0,710	27,01	-10,01	-6,98E-04	1395,92	-991,10	9916,60
3	0,710	-27,01	-64,03	-4,47E-03	4300,00	-3053,00	195485,58
4	0,710	-54,03	-91,04	-6,35E-03	4300,00	-3053,00	277954,74
5	0,710	-27,01	-64,03	-4,47E-03	4300,00	-3053,00	195485,58
6	0,710	27,01	-10,01	-6,98E-04	1395,92	-991,10	9916,60
						-9456,60	717408,76

13.- Sección de la base para el concreto (S10):

n	yn	yn1	bn	Delta An	fcn	Delta Fn	yen	Momento al eje neutro
1.00	42.37	0.86	125.58	214.96	2.98	639.50	9.41	6020.41
2.00	44.08	2.57	123.20	210.88	2.98	627.38	11.13	6980.22
3.00	45.80	4.28	120.68	206.56	2.98	614.53	12.84	7889.15
4.00	47.51	5.99	118.00	201.98	2.98	600.90	14.55	8742.74
5.00	49.22	7.70	115.16	197.12	2.98	586.44	16.26	9536.10
6.00	50.93	9.41	112.15	191.96	2.98	571.08	17.97	10263.81
7.00	52.64	11.13	108.94	186.47	2.98	554.74	19.68	10919.80
8.00	54.35	12.84	105.52	180.62	2.98	537.35	21.40	11497.16
9.00	56.07	14.55	101.88	174.38	2.98	518.78	23.11	11987.99
10.00	57.78	16.26	97.98	167.71	2.98	498.92	24.82	12383.06
11.00	59.49	17.97	93.79	160.54	2.98	477.60	26.53	12671.41
12.00	61.20	19.68	89.28	152.81	2.98	454.62	28.24	12839.73
13.00	62.91	21.40	84.38	144.44	2.98	429.70	29.95	12871.48
14.00	64.62	23.11	79.04	135.29	2.98	402.49	31.67	12745.36
15.00	66.34	24.82	73.15	125.21	2.98	372.49	33.38	12432.88
16.00	68.05	26.53	66.56	113.93	2.98	338.95	35.09	11893.68
17.00	69.76	28.24	59.05	101.08	2.98	300.70	36.80	11066.19
18.00	71.47	29.95	50.20	85.93	2.98	255.63	38.51	9845.04
19.00	73.18	31.67	39.11	66.94	2.98	199.16	40.22	8011.04
20.00	74.89	33.38	22.71	38.87	2.98	115.64	41.94	4849.62
fuerza en el bloque=						9096.60		205446.86

Sección de la base para el acero (S10):

$ec/c = 7,01E-05$

	Areas de acero	distancia al centro(mm)	ym (mm)	es	fs (Kg/cm2)	Fs (Kg)	Momento de varillas(Kg-cm)
1	0,710	49,75	16,79	1,18E-03	2354,48	1671,68	28071,36
2	0,710	24,88	-8,08	-5,67E-04	1133,30	-804,64	6503,68
3	0,710	-24,88	-57,83	-4,05E-03	4300,00	-3053,00	176563,29
4	0,710	-49,75	-82,71	-5,80E-03	4300,00	-3053,00	252506,67
5	0,710	-24,88	-57,83	-4,05E-03	4300,00	-3053,00	176563,29
6	0,710	24,88	-8,08	-5,67E-04	1133,30	-804,64	6503,68
						-9096,60	646711,99

Cuadro 2.4. Momento resistente para poste de 7m

CAPACIDAD DE ROTURA A LA FLEXION

ESTRUCTURA POSTE 7/200/2.5/150/255

Longitud del poste =	7000	mm
Long. Empotramiento =	1200	mm
Long. Efectiva	5700	mm

	D. Interior	D. exterior	
Bese	125	255	mm
Tope	40	150	mm
Delta O	0.012	0.015	mm / mm

Sección	Sbase	S1	SA	S2	S3	S4	S5	S6	S7	SB	S8	S9	S10
Distancia a la base (mm)	1200	1770	2200	2340	2910	3480	4050	4620	5190	5700	5760	6330	6900
D ext. (mm)	237.00	228.46	222.00	219.90	211.35	202.80	194.25	185.70	177.15	169.50	168.60	160.05	151.50
D int. (mm)	110.43	103.51	98.29	96.59	89.66	82.74	75.82	68.90	61.98	55.79	55.06	48.14	41.21
R1 (mm)	55.21	51.75	49.14	48.29	44.83	41.37	37.91	34.45	30.99	27.89	27.53	24.07	20.61
R2 (mm)	118.50	114.23	111.00	109.95	105.68	101.40	97.13	92.85	88.58	84.75	84.30	80.03	75.75
R3 (mm)	92.60	88.23	85.00	83.95	79.68	75.40	71.13	66.85	62.58	58.75	58.30	54.03	49.75
# de barras =	11	11	11	9	9	9	9	9	9	9	6	6	6
ángulo entre barras =	33	33	33	40	40	40	40	40	40	40	60	60	60

c (mm) =	56.14	55.98	55.78	55.48	52.76	52.58	52.08	51.58	51.10	50.84	43.22	43.01	42.79
a (mm) =	44.92	44.79	44.63	44.38	42.21	42.04	41.66	41.28	40.88	40.51	34.58	34.41	34.23

Fuerza en el bloque (Ka)	17316	16891	16593	16318	14846	14415	13884	13351	12813	12329	9813	9457	9097
Fuerzas de las varillas (Kg)	-17316	-16891	-16593	-16318	-14846	-14415	-13884	-13351	-12813	-12329	-9813	-9457	-9097
Δ =	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Momento en el concreto (Kg-m)	511847	498059	487787	477066	412673	399241	381315	363454	345664	329811	223529	214488	205447
Momento de varillas (Kg-m)	2326533	2191389	2091836	2014413	1653650	1536788	1420476	1307070	1196590	1100240	789486	717409	646712
Mto. resistente nominal (Kg-m)	2838	2688	2580	2491	2068	1938	1802	1671	1542	1430	1013	852	852
Distancia (cm)	570	513	470	456	399	342	285	228	171	120	114	57	0

P1 =	200	Kg
------	-----	----

Mto. Actante	1140	1026	940	912	798	684	570	456	342	240	228	114	0
Factor de Seguridad	2.5	2.62	2.74	2.73	2.59	2.83	3.16	3.66	4.51	5.96	4.44	8.17	

Para el caso de deformaciones tenemos las ecuaciones obtenidas de las figuras 2.3 y 2.4. Iterando con dichas fórmulas se determina la ubicación del eje neutro, luego del cual se podrá calcular el momento de inercia y la deformación permisible. Los resultados para las distintas secciones se resumen en el cuadro 2.5.

1.- Sección de la base para el concreto (SB):

$$y_1 = 50.41$$

n	yn	yn1	bn	Δ An	1er Momento	Mom. Inercia
1	52.11	1.70	176.35	600.41	1022	2320
2	55.52	5.11	209.38	712.85	3640	19280
3	58.92	8.51	205.63	700.07	5959	51392
4	62.32	11.92	201.57	686.27	8178	98106
5	65.73	15.32	197.20	671.38	10286	158233
6	69.13	18.73	192.49	655.33	12271	230411
7	72.54	22.13	187.41	638.04	14120	313078
8	75.94	25.53	181.93	619.40	15816	404445
9	79.35	28.94	176.03	599.29	17343	502453
10	82.75	32.34	169.64	577.55	18680	604722
11	86.16	35.75	162.72	553.98	19804	708474
12	89.56	39.15	155.19	528.36	20686	810433
13	92.97	42.56	146.96	500.35	21293	906661
14	96.37	45.96	137.91	469.53	21580	992324
15	99.77	49.37	127.86	435.32	21490	1061290
16	103.18	52.77	116.55	396.82	20940	1105416
17	106.58	56.18	103.58	352.64	19809	1113140
18	109.99	59.58	88.20	300.28	17890	1066201
19	113.39	62.98	68.83	234.32	14759	929782
20	116.80	66.39	40.03	136.27	9047	600760
				10368.44	294613	11678918

Sección de la base para el acero (SB):

	Areas de acero	distancia al eje x	ym	1er momento	Inercia eje x	distancia al eje y	xm	Inercia eje y	ym	Inercia a
1	71	93.74	43.33	23021	4668519	0.00	-50.41	0.00	43.33	997477
2	71	78.86	28.45	15115	3303946	50.68	0.27	1364572.95	28.45	429992
3	71	38.94	-11.47	-6094	805645	85.27	34.86	3862874.08	-11.47	69887
4	71	-13.34	-63.75	-33871	94554	92.78	42.37	4573964.72	-63.75	2159236
5	71	-61.39	-111.79	-59398	2002060	70.84	20.43	2666459.05	-111.79	6640307
6	71	-89.94	-140.35	-74570	4297963	26.41	-24.00	370555.42	-140.35	10465812
7	71	-89.94	-140.35	-74570	4297963	-26.41	-76.82	370555.42	-140.35	10465812
8	71	-61.39	-111.79	-59398	2002060	-70.84	-121.25	2666459.05	-111.79	6640307
9	71	-13.34	-63.75	-33871	94554	-92.78	-143.19	4573964.72	-63.75	2159236
10	71	38.94	-11.47	-6094	805645	-85.27	-135.68	3862874.08	-11.47	69887
11	71	78.86	28.45	15115	3303946	-50.68	-101.09	1364572.95	28.45	429992
				-294613	25676852			25676852.42		40527947

2.- Sección de la base para el concreto (S1):

$y_1 = 47.31$

n	yn	yn1	bn	ΔAn	1er Momento	Mom. Inercia
1	48.99	1.67	172.98	578.72	968	2159
2	52.33	5.02	203.06	679.38	3409	17744
3	55.68	8.36	199.47	667.36	5582	47309
4	59.02	11.71	195.59	654.36	7662	90334
5	62.37	15.06	191.39	640.32	9640	145733
6	65.71	18.40	186.86	625.16	11503	212258
7	69.06	21.75	181.97	608.80	13239	288475
8	72.40	25.09	176.69	591.14	14833	372741
9	75.75	28.44	170.99	572.06	16268	463162
10	79.10	31.78	164.82	551.41	17526	557544
11	82.44	35.13	158.12	529.02	18584	653327
12	85.79	38.47	150.84	504.64	19416	747487
13	89.13	41.82	142.87	477.98	19989	836391
14	92.48	45.17	134.09	448.62	20262	915574
15	95.82	48.51	124.34	415.99	20180	979370
16	99.17	51.86	113.36	379.26	19668	1020255
17	102.52	55.20	100.76	337.09	18608	1027547
18	105.86	58.55	85.81	287.09	16808	984367
19	109.21	61.89	66.97	224.06	13868	858547
20	112.55	65.24	38.95	130.33	8502	554812
				9902.78	276517	10775137

Sección de la base para el acero (S1):

	Areas de acero	distancia al eje x	ym	1er momento	Inercia eje x	distancia al eje y	xm	Inercia eje y	ym	Inercia a
1	71	94.46	47.15	25051	4741014	0.00	-47.31	0	47.15	1181171
2	71	79.47	32.15	17084	3355251	51.07	3.76	1385763	32.15	549325
3	71	39.24	-8.07	-4289	818155	85.93	38.61	3922859	-8.07	34615
4	71	-13.44	-60.76	-32281	96022	93.50	46.19	4644992	-60.76	1961245
5	71	-61.86	-109.17	-58005	2033149	71.39	24.08	2707865	-109.17	6332547
6	71	-90.64	-137.95	-73294	4364704	26.61	-20.70	376310	-137.95	10110857
7	71	-90.64	-137.95	-73294	4364704	-26.61	-73.93	376310	-137.95	10110857
8	71	-61.86	-109.17	-58005	2033149	-71.39	-118.70	2707865	-109.17	6332547
9	71	-13.44	-60.76	-32281	96022	-93.50	-140.81	4644992	-60.76	1961245
10	71	39.24	-8.07	-4289	818155	-85.93	-133.24	3922859	-8.07	34615
11	71	79.47	32.15	17084	3355251	-51.07	-98.38	1385763	32.15	549325
				-276517	26075577			26075577		39158348

3.- Sección de la base para el concreto (S2):

$y_1 = 47.63$

n	yn	yn1	bn	ΔAn	1er Momento	Mom. Inercia
1	49.19	1.56	196.66	612.77	955	1983
2	52.31	4.67	193.42	602.67	2817	13652
3	55.42	7.79	189.92	591.75	4610	36385
4	58.54	10.91	186.14	579.99	6325	69445
5	61.65	14.02	182.07	567.31	7954	111989
6	64.77	17.14	177.69	553.66	9488	163047
7	67.89	20.25	172.98	538.97	10916	221511
8	71.00	23.37	167.90	523.15	12225	286113
9	74.12	26.48	162.43	506.09	13404	355396
10	77.23	29.60	156.51	487.66	14435	427674
11	80.35	32.72	150.11	467.70	15301	500983
12	83.47	35.83	143.14	446.01	15981	573007
13	86.58	38.95	135.54	422.31	16448	640964
14	89.70	42.06	127.18	396.26	16668	701439
15	92.81	45.18	117.89	367.34	16596	750100
16	95.93	48.30	107.46	334.81	16170	781199
17	99.04	51.41	95.48	297.50	15295	786571
18	102.16	54.53	81.30	253.30	13812	753323
19	105.28	57.64	63.43	197.64	11393	656868
20	108.39	60.76	36.89	114.93	6983	424379

Sección de la base para el acero (S2):

	Areas de acero	distancia al eje x	ym	1er momento	Inercia eje x	distancia al eje y	xm	Inercia eje y	ym	Inercia a
1	71	90.19	42.55	22610	4321605	0.00	-47.63	0	42.55	962129
2	71	69.09	21.45	11399	2536022	57.97	10.34	1785583	21.45	244554
3	71	15.66	-31.97	-16988	130312	88.82	41.18	4191293	-31.97	543136
4	71	-45.09	-92.73	-49267	1080401	78.10	30.47	3241204	-92.73	4568432
5	71	-84.75	-132.38	-70337	3816073	30.85	-16.79	505532	-132.38	9311302
6	71	-84.75	-132.38	-70337	3816073	-30.85	-78.48	505532	-132.38	9311302
7	71	-45.09	-92.73	-49267	1080401	-78.10	-125.74	3241204	-92.73	4568432
8	71	15.66	-31.97	-16988	130312	-88.82	-136.45	4191293	-31.97	543136
9	71	69.09	21.45	11399	2536022	-57.97	-105.60	1785583	21.45	244554
				-227776	19447222			19447222		30296976

4.- Sección de la base para el concreto (S3):

$y_1 = 44.51$

n	yn	yn1	bn	ΔAn	1er Momento	Mom. Inercia
1	46.04	1.53	190.24	581.82	890	1814
2	49.10	4.59	187.16	572.39	2626	12492
3	52.15	7.65	183.82	562.18	4298	33303
4	55.21	10.70	180.21	551.14	5900	63580
5	58.27	13.76	176.32	539.24	7421	102557
6	61.33	16.82	172.12	526.39	8854	149351
7	64.39	19.88	167.59	512.55	10189	202952
8	67.45	22.94	162.71	497.61	11414	262201
9	70.50	26.00	157.43	481.49	12517	325765
10	73.56	29.05	151.73	464.06	13483	392100
11	76.62	32.11	145.55	445.16	14295	459406
12	79.68	35.17	138.83	424.59	14933	525557
13	82.74	38.23	131.48	402.11	15373	587999
14	85.80	41.29	123.39	377.37	15581	643597
15	88.85	44.35	114.41	349.89	15516	688369
16	91.91	47.40	104.29	318.97	15121	717034
17	94.97	50.46	92.69	283.47	14305	722087
18	98.03	53.52	78.93	241.40	12920	691678
19	101.09	56.58	61.60	188.38	10659	603213
20	104.15	59.64	35.82	109.57	6534	389775
				8429.79	212829	7574828

Sección de la base para el acero (S3):

	Areas de acero	distancia al eje x	ym	1er momento	Inercia eje x	distancia al eje y	xm	Inercia eje y	ym	Inercia a
1	71	85.91	41.40	21999	3921616	0.00	-44.51	0	41.40	910859
2	71	65.81	21.30	11320	2301299	55.22	10.72	1620317	21.30	241165
3	71	14.92	-29.59	-15721	118251	84.61	40.10	3803365	-29.59	465180
4	71	-42.96	-87.46	-46471	980404	74.40	29.89	2941212	-87.46	4064542
5	71	-80.73	-125.24	-66541	3462874	29.38	-15.12	458742	-125.24	8333599
6	71	-80.73	-125.24	-66541	3462874	-29.38	-73.89	458742	-125.24	8333599
7	71	-42.96	-87.46	-46471	980404	-74.40	-118.91	2941212	-87.46	4064542
8	71	14.92	-29.59	-15721	118251	-84.61	-129.12	3803365	-29.59	465180
9	71	65.81	21.30	11320	2301299	-55.22	-99.73	1620317	21.30	241165
				-212829	17647272			17647272		27119832

5.- Sección de la base para el concreto (S4):

$y_1 = 35.71$

n	yn	yn1	bn	Δ An	1er Momento	Mom. Inercia
1	37.35	1.64	152.95	502.39	825	1807
2	40.63	4.93	170.23	559.18	2755	14078
3	43.92	8.21	182.79	600.43	4931	41029
4	47.20	11.50	179.49	589.57	6778	78455
5	50.49	14.78	175.88	577.71	8539	126742
6	53.77	18.07	171.94	564.77	10203	184840
7	57.06	21.35	167.65	550.69	11758	251530
8	60.34	24.64	162.98	535.36	13189	325399
9	63.63	27.92	157.91	518.69	14482	404808
10	66.91	31.21	152.38	500.53	15619	487847
11	70.19	34.49	146.35	480.72	16580	572278
12	73.48	37.77	139.75	459.05	17340	655442
13	76.76	41.06	132.50	435.23	17870	734140
14	80.05	44.34	124.48	408.90	18132	804426
15	83.33	47.63	115.54	379.52	18076	861289
16	86.62	50.91	105.44	346.33	17633	898063
17	89.90	54.20	93.79	308.09	16698	905279
18	93.19	57.48	79.95	262.61	15096	867978
19	96.47	60.77	62.45	205.13	12465	757659
20	99.76	64.05	36.35	119.41	7648	490009
				8904.31	246619	9463097

Sección de la base para el acero (S4):

	Areas de acero	distancia al eje x	ym	1er momento	Inercia eje x	distancia al eje y	xm	Inercia eje y	ym	Inercia a
1	71	81.64	45.93	-18971	3541048	0.00	-35.71	0	-35.71	677349
2	71	62.54	26.83	8910	2077972	52.48	16.77	1463076	16.77	149432
3	71	14.18	-21.53	23746	106776	80.40	44.69	3434272	44.69	1061243
4	71	-40.82	-76.52	18593	885262	70.70	35.00	2655786	35.00	650678
5	71	-76.71	-112.42	-4135	3126824	27.92	-7.78	414224	-7.78	32188
6	71	-76.71	-112.42	-33806	3126824	-27.92	-63.63	414224	-63.63	2150958
7	71	-40.82	-76.52	-56535	885262	-70.70	-106.41	2655786	-106.41	6015592
8	71	14.18	-21.53	-61687	106776	-80.40	-116.10	3434272	-116.10	7161999
9	71	62.54	26.83	-46852	2077972	-52.48	-88.18	1463076	-88.18	4131417
				-246619	23958886			22074733		30880272

6.- Sección de la base para el concreto (S5):

$y_1 = 38.40$

n	yn	yn1	bn	Δ An	1er Momento	Mom. Inercia
1	39.87	1.47	177.13	520.05	763	1494
2	42.81	4.40	174.36	511.93	2255	10297
3	45.74	7.34	171.36	503.10	3693	27467
4	48.68	10.28	168.09	493.51	5071	52468
5	51.62	13.21	164.55	483.11	6383	84679
6	54.55	16.15	160.71	471.86	7620	123381
7	57.49	19.08	156.57	459.68	8773	167748
8	60.42	22.02	152.08	446.51	9832	216827
9	63.36	24.96	147.22	432.25	10787	269519
10	66.30	27.89	141.96	416.79	11625	324549
11	69.23	30.83	136.24	399.99	12331	380429
12	72.17	33.76	130.00	381.68	12887	435394
13	75.10	36.70	123.17	361.62	13271	487326
14	78.04	39.64	115.64	339.51	13457	533618
15	80.98	42.57	107.26	314.91	13406	570961
16	83.91	45.51	97.81	287.18	13069	594960
17	86.85	48.44	86.96	255.32	12369	599371
18	89.78	51.38	74.08	217.50	11175	574333
19	92.72	54.32	57.83	169.79	9222	501047
20	95.66	57.25	33.65	98.78	5656	323866
				7565.07	183645	6279733

Sección de la base para el acero (S5):

	Areas de acero	distancia al eje x	ym	1er momento	Inercia eje x	distancia al eje y	xm	Inercia eje y	ym	Inercia a
1	71	77.36	38.96	-20405	3179899	0.00	-38.40	0	-38.40	783650
2	71	59.28	20.86	8018	1866041	49.73	11.32	1313858	11.32	68119
3	71	13.43	-24.97	20074	95886	76.19	37.78	3084014	37.78	758460
4	71	-38.68	-77.09	15192	794975	67.00	28.59	2384924	28.59	434387
5	71	-72.70	-111.10	-6347	2807922	26.46	-11.95	371978	-11.95	75812
6	71	-72.70	-111.10	-34463	2807922	-26.46	-64.86	371978	-64.86	2235442
7	71	-38.68	-77.09	-56002	794975	-67.00	-105.40	2384924	-105.40	5902761
8	71	13.43	-24.97	-60884	95886	-76.19	-114.59	3084014	-114.59	6976866
9	71	59.26	20.86	-46826	1866041	-49.73	-88.13	1313858	-88.13	4126896
				-183645	14309546			14309546		21362393

7.- Sección de la base para el concreto (S6):

$y_1 = 22.96$

n	yn	yn1	bn	ΔAn	1er Momento	Mom. Inercia
1	24.71	1.75	130.99	457.74	800	1863
2	28.20	5.24	137.36	479.99	2516	13676
3	31.70	8.74	147.55	515.62	4505	39877
4	35.19	12.23	171.85	600.51	7345	90439
5	38.69	15.73	168.81	589.91	9276	146473
6	42.18	19.22	165.43	578.10	11111	214131
7	45.67	22.71	161.68	564.98	12833	292061
8	49.17	26.21	157.52	550.46	14427	378664
9	52.66	29.70	152.94	534.44	15875	472063
10	56.16	33.20	147.88	516.77	17156	570044
11	59.65	36.69	142.31	497.28	18246	669989
12	63.15	40.19	136.14	475.74	19118	768772
13	66.64	43.68	129.31	451.86	19737	862604
14	70.14	47.18	121.69	425.24	20061	946800
15	73.63	50.67	113.13	395.33	20031	1015387
16	77.12	54.16	103.40	361.33	19571	1060408
17	80.62	57.66	92.12	321.92	18561	1070549
18	84.11	61.15	78.64	274.80	16805	1027938
19	87.61	64.65	61.51	214.95	13896	898553
20	91.10	68.14	35.86	125.30	8538	581920
				8932.26	270406	11122212

Sección de la base para el acero (S6):

	Areas de acero	distancia al eje x	ym	1er momento	Inercia eje x	distancia al eje y	xm	Inercia eje y	ym	Inercia a
1	71	73.09	50.13	26633	2838171	0.00	-22.96	0	-22.96	280108
2	71	55.99	33.03	17548	1665507	46.98	24.02	1172664	24.02	306521
3	71	12.69	-10.27	-5456	85581	71.98	49.02	2752590	49.02	1276539
4	71	-36.54	-59.50	-31616	709543	63.30	40.33	2128628	40.33	864397
5	71	-68.68	-91.64	-48690	2506168	25.00	2.04	332003	2.04	2204
6	71	-68.68	-91.64	-48690	2506168	-25.00	-47.96	332003	-47.96	1222019
7	71	-36.54	-59.50	-31616	709543	-63.30	-86.26	2128628	-86.26	3953077
8	71	12.69	-10.27	-5456	85581	-71.98	-94.94	2752590	-94.94	4788857
9	71	55.99	33.03	17548	1665507	-46.98	-69.94	1172664	-69.94	2599024
10		73.09	50.13	0	0	0.00	-22.96	0	-22.96	0
11		55.99	33.03	0	0	46.98	24.02	0	24.02	0
12		12.69	-10.27	0	0	71.98	49.02	0	49.02	0
				-270406	19203192			17693033		21334442

8.- Sección de la base para el concreto (S7):

$y_1 = 32.53$

n	yn	yn1	bn	ΔAn	1er Momento	Mom. Inercia
1	33.93	1.40	163.64	458.58	643	1200
2	36.73	4.20	161.20	451.74	1899	8278
3	39.53	7.01	158.53	444.25	3112	22096
4	42.34	9.81	155.60	436.06	4277	42236
5	45.14	12.61	152.42	427.14	5387	68208
6	47.94	15.41	148.96	417.44	6434	99442
7	50.74	18.22	145.20	406.90	7412	135278
8	53.55	21.02	141.12	395.46	8312	174954
9	56.35	23.82	136.68	383.03	9124	217586
10	59.15	26.62	131.86	369.52	9838	262147
11	61.95	29.43	126.61	354.81	10440	307434
12	64.75	32.23	120.87	338.72	10916	352020
13	67.56	35.03	114.57	321.07	11247	394189
14	70.36	37.83	107.61	301.57	11409	431825
15	73.16	40.63	99.86	279.84	11371	462242
16	75.96	43.44	91.10	255.31	11090	481871
17	78.77	46.24	81.03	227.07	10499	485638
18	81.57	49.04	69.05	193.51	9490	465531
19	84.37	51.84	53.93	151.12	7835	406281
20	87.17	54.65	31.39	87.95	4806	262707
				6701.11	155541	5081164

Sección de la base para el acero (S7):

	Areas de acero	distancia al eje x	ym	1er momento	Inercia eje x	distancia al eje y	xm	Inercia eje y	ym	Inercia a
1	71	68.81	-32.53	-17282	2515863	0.00	-32.53	0	-32.53	562147
2	71	52.71	11.70	6219	1476369	44.23	11.70	1039494	11.70	72787
3	71	11.95	35.24	18723	75863	67.77	35.24	2440001	35.24	659808
4	71	-34.41	27.07	14381	628966	59.59	27.07	1886897	27.07	389225
5	71	-64.66	-8.99	-4778	2221563	23.54	-8.99	294300	-8.99	42961
6	71	-64.66	-56.06	-29787	2221563	-23.54	-56.06	294300	-56.06	1669933
7	71	-34.41	-92.12	-48945	628966	-59.59	-92.12	1886897	-92.12	4508864
8	71	11.95	-100.29	-53288	75863	-67.77	-100.29	2440001	-100.29	5344488
9	71	52.71	-76.76	-40783	1476369	-44.23	-76.76	1039494	-76.76	3130495
				-156641	11321385			11321385		16380709

9.- Sección de la base para el concreto (S8):

$y_1 = 34.91$

n	yn	yn1	bn	Δ An	1er Momento	Mom. Inercia
1	36.14	1.23	152.32	376.17	464	765
2	38.61	3.70	149.87	370.13	1371	5267
3	41.08	6.17	147.22	363.59	2245	14044
4	43.55	8.64	144.36	356.51	3082	26817
5	46.02	11.11	141.26	348.86	3877	43263
6	48.49	13.58	137.92	340.60	4626	63011
7	50.96	16.05	134.31	331.68	5324	85638
8	53.43	18.52	130.41	322.06	5965	110654
9	55.90	20.99	126.20	311.67	6543	137497
10	58.37	23.46	121.65	300.42	7048	165516
11	60.84	25.93	116.71	288.22	7474	193951
12	63.31	28.40	111.33	274.94	7808	221904
13	65.78	30.87	105.45	260.41	8039	248298
14	68.25	33.34	98.97	244.42	8149	271805
15	70.72	35.81	91.77	226.64	8116	290744
16	73.19	38.28	83.67	206.63	7910	302883
17	75.66	40.75	74.37	183.66	7484	305048
18	78.13	43.22	63.33	156.41	6760	292229
19	80.60	45.69	49.43	122.07	5577	254877
20	83.07	48.16	28.75	71.01	3419	164708
				5456.11	111282	3198919

Sección de la base para el acero (S8):

	Areas de acero	distancia al eje x	ym	1er momento	Inercia eje x	distancia al eje y	xm	Inercia eje y	ym	Inercia a
1	71	64.54	29.63	-18547	2212976	0.00	-34.91	0	-34.91	647433
2	71	32.27	-2.64	11149	553244	55.89	20.98	1659732	20.98	233940
3	71	-32.27	-67.18	11149	553244	55.89	20.98	1659732	20.98	233940
4	71	-64.54	-99.45	-18547	2212976	0.00	-34.91	0	-34.91	647433
5	71	-32.27	-67.18	-48243	553244	-55.89	-90.80	1659732	-90.80	4380391
6	71	32.27	-2.64	-48243	553244	-55.89	-90.80	1659732	-90.80	4380391
				-111282	6638927			6638927.00		10523528

10.- Sección de la base para el concreto (S9):

$y_1 = 31.87$

n	yn	yn1	bn	Δ An	1er Momento	Mom. Inercia
1	33.07	1.20	145.75	350.95	423	678
2	35.48	3.61	143.46	345.46	1248	4674
3	37.89	6.02	140.98	339.47	2044	12467
4	40.29	8.43	138.28	332.98	2806	23813
5	42.70	10.84	135.36	325.95	3532	38429
6	45.11	13.24	132.20	318.33	4216	55990
7	47.52	15.65	128.78	310.10	4854	76120
8	49.93	18.06	125.08	301.20	5440	98385
9	52.33	20.47	121.08	291.57	5968	122288
10	54.74	22.88	116.75	281.12	6431	147250
11	57.15	25.28	112.04	269.78	6821	172594
12	59.56	27.69	106.90	257.42	7128	197522
13	61.97	30.10	101.28	243.88	7341	221071
14	64.37	32.51	95.08	228.95	7443	242061
15	66.78	34.92	88.19	212.36	7415	258990
16	69.19	37.32	80.42	193.65	7228	269865
17	71.60	39.73	71.49	172.16	6840	271855
18	74.01	42.14	60.90	146.65	6180	260488
19	76.41	44.55	47.54	114.48	5100	227241
20	78.82	46.96	27.66	66.60	3127	146879
				5103.07	101583	2848659

Sección de la base para el acero (S9):

	Areas de acero	distancia al eje x	ym	1er momento	Inercia eje x	distancia al eje y	xm	Inercia eje y	ym	Inercia a
1	71	60.26	28.40	-16930	1929508	0.00	-31.87	0	-31.87	539493
2	71	30.13	-1.73	10798	482377	52.19	20.32	1447131	20.32	219460
3	71	-30.13	-62.00	10798	482377	52.19	20.32	1447131	20.32	219460
4	71	-60.26	-92.13	-16930	1929508	0.00	-31.87	0	-31.87	539493
5	71	-30.13	-62.00	-44659	482377	-52.19	-84.05	1447131	-84.05	3753788
6	71	30.13	-1.73	-44659	482377	-52.19	-84.05	1447131	-84.05	3753788
				-101583	5788525			5788524.90		9025483

11.- Sección de la base para el concreto (S10):

$y_1 = 29.41$

n	yn	yn1	bn	ΔAn	1er Momento	Mom. Inercia
1	30.58	1.18	140.24	330.22	389	610
2	32.94	3.53	138.09	325.15	1148	4206
3	35.29	5.89	135.74	319.63	1882	11223
4	37.65	8.24	133.19	313.61	2585	21445
5	40.00	10.60	130.41	307.08	3254	34619
6	42.36	12.95	127.41	300.00	3885	50453
7	44.71	15.31	124.15	292.32	4474	68610
8	47.07	17.66	120.61	284.00	5015	88703
9	49.42	20.01	116.79	274.99	5504	110282
10	51.78	22.37	112.63	265.21	5932	132825
11	54.13	24.72	108.11	254.57	6294	155725
12	56.49	27.08	103.18	242.96	6579	178257
13	58.84	29.43	97.78	230.23	6776	199554
14	61.19	31.79	91.81	216.19	6872	218548
15	63.55	34.14	85.18	200.56	6847	233881
16	65.90	36.50	77.69	182.93	6676	243751
17	68.26	38.85	69.08	162.66	6319	245597
18	70.61	41.21	58.86	138.58	5711	235373
19	72.97	43.56	45.95	108.20	4713	205369
20	75.32	45.92	26.74	62.96	2891	132765
				4812.03	93747	2571796

Sección de la base para el acero (S10):

	Areas de acero	distancia al eje x	ym	1er momento	Inercia eje x	distancia al eje y	xm	Inercia eje y	ym	Inercia a
1	71	56.74	27.33	14521	1710381	0.00	-29.41	0	-29.41	459473
2	71	28.37	-1.04	-552	427595	49.14	19.73	1282785	19.73	206804
3	71	-28.37	-57.78	-30697	427595	49.14	19.73	1282785	19.73	206804
4	71	-56.74	-86.14	-45770	1710381	0.00	-29.41	0	-29.41	459473
5	71	-28.37	-57.78	-30697	427595	-49.14	-78.54	1282785	-78.54	3277713
6	71	28.37	-1.04	-552	427595	-49.14	-78.54	1282785	-78.54	3277713
				-93747	5131142			5131142		7887980

Cuadro 2.5. Deflexion poste de 7m

7/200/2,5/150/255

Longitud del poste = 7000 mm L efectiva = 5700 mm
Long. Empotramiento = 1200 mm

D. exterior D. Interior f_c = 350 kg/cm²
Base 265 125 mm E = 280624 kg/cm²
Tope 150 40 mm f_r = 37.42 kg/cm²
Delta D 0.0150 0.012 mm / mm

Sección	Sbase	S1	S2	S3 (Sx1)	S4 (Sx2)	S5	S6	S7	S8	S9 (Sy1)	S10 (Sy2)
Distancia de la base (mm)	1200	1770	2340	2910	3480	4050	4620	5190	5760	6330	6800
D ext. (mm)	237.00	228.45	219.90	211.35	202.80	194.25	185.70	177.15	168.60	160.05	153.00
D int. (mm)	110.43	103.51	96.59	89.66	82.74	75.82	68.90	61.98	55.06	48.14	42.43
R1 (mm)	56.21	51.75	48.29	44.83	41.37	37.91	34.45	30.99	27.53	24.07	21.21
R2 (mm)	118.50	114.23	109.95	105.68	101.40	97.13	92.85	88.58	84.30	80.03	76.50
R3 (mm)	93.74	84.48	80.19	75.91	71.64	67.36	63.09	58.81	54.54	50.26	46.74
# de barras =	11	11	9	9	9	9	9	9	6	6	6
ángulo entre barras =	33	33	40	40	40	40	40	40	60	60	60

c =	68.09	68.91	62.32	61.17	66.09	51.72	69.89	66.05	49.39	48.16	47.09
-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Area en el bloque	294612.9	276517.4	227775.7	212829.2	246618.6	183645.2	270408.2	155540.6	111282.0	101582.8	93747.0
Areas de las varillas	-294612.9	-276517.4	-227775.7	-212829.2	-246618.6	-183645.2	-270408.2	-155540.6	-111282.0	-101682.8	-93747.0
Δ =	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I _{cr} (mm ⁴) =	52206865	49933485	38553004	34694661	40343369	27642126	32456654	21461873	13722447	11874143	11697279
I _g (mm ⁴) =	147569024	128068521	110509311	94771404	80730405	68267509	57267508	47618774	39213285	31946504	26739893
Mto. Cr (kg-cm) ² =	48595	41951	37807	35558	29799	26299	23079	20118	17405	14937	13079
Distancia (cm) =	570	513	456	399	342	285	228	171	114	57	10

F1 =	250.00 Kg
------	-----------

Δ _{ief} (mm) =	0	570	570	204	366	570	570	570	570	239	331
	142500.00	128250.00	114000.00	99750.00	85500.00	71250.00	57000.00	42750.00	28500.00	14250.00	2500.00
(Mcr / Mb) ³ =	0.0350	0.0350	0.0359	0.0381	0.0423	0.0503	0.0684	0.1042	0.2278	1.1517	143.1748
I _{efec} (cm ⁴) =	5554.08	8268.80	4113.62	3698.17	4205.15	2968.52	3410.33	2418.69	1952.82	3499.19	217963.85
E _{iefec} (kg-cm ²) =	1558609178	1477991676	1154381738	1037796664	1180068812	833038851.6	957020199.1	678743249	548008748.2	981956939.2	61165954366
θ (rad) =	0	0.00494807	0.005628987	0.001980789	0.002651795	0.004876223	0.003394913	0.003590091	0.002964369	0.000346833	1.35288E-06
f _{parcial} (cm) =	0.00	2.54	2.57	0.78	0.91	1.39	0.77	0.61	0.34	0.02	0.00

f (mm) = 98.29
% L efectiva = 1.74

De igual forma para el poste de 8/200/2.5/150/270 se obtienen el cuadro 2.6 y el cuadro 2.7 para el momento resistente y las deformaciones, respectivamente:

Cuadro 2.6. Momento resistente para poste de 8m

CAPACIDAD DE ROTURA A LA FLEXION

ESTRUCTURA POSTE 8/200/2.5/150/270

Longitud del poste =	8000	mm
Long. Empotramiento =	1300	mm
Long. Efectiva	6600	mm

	D. interior	D. exterior	
Base	140	270	mm
Topo	40	150	mm
Delta D	0.0125	0.015	mm / mm

Sección	8base	81	82	8A	84	85	86	87	88	89	8B	810	811	812	813
Distancia a la base (mm)	1300	1980	2620	3200	3280	3940	4600	5280	5920	6100	6200	6300	6580	7240	7900
D ext. (mm)	250.50	240.80	230.70	222.00	220.80	210.90	201.00	191.10	181.20	176.50	177.00	175.50	171.30	161.40	151.50
D int. (mm)	123.75	115.50	107.25	100.00	99.00	90.75	82.50	74.25	68.00	63.75	62.50	61.25	57.75	49.50	41.25
R1 (mm)	61.88	57.75	53.63	50.00	49.50	45.38	41.25	37.13	33.00	31.88	31.25	30.83	28.86	24.75	20.63
R2 (mm)	125.25	120.30	115.35	111.00	110.40	105.45	100.50	95.55	90.80	89.25	88.50	87.75	85.85	80.70	75.75
R3 (mm)	99.25	94.30	89.35	85.00	84.40	79.45	74.50	69.55	64.80	63.25	62.50	61.75	59.85	54.70	49.75
# de barras =	11	11	11	11	9	9	9	9	9	9	9	8	6	6	6
ángulo entre barras =	33	33	33	33	40	40	40	40	40	40	40	60	60	60	60

c (mm) =	57.18	58.83	56.30	58.17	52.08	52.30	52.53	52.79	52.25	52.04	51.92	44.39	44.21	43.80	43.38
a (mm) =	45.74	45.47	45.04	44.93	41.87	41.84	42.02	42.23	41.80	41.63	41.54	35.51	35.37	35.04	34.70

Fuerza en el bloque (Kg)	18341	17773	17285	16695	14941	14640	14334	14024	13402	13208	13101	10428	10228	9753	9275
Fuerzas de las varillas (Kg)	-18341	-17773	-17285	-16695	-14941	-14640	-14334	-14024	-13402	-13208	-13101	-10428	-10228	-9753	-9275
Δ =	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Momento en el concreto (Kg-m)	551864	531791	512574	494127	409745	403305	398921	390800	389728	382988	359218	243907	236365	225332	212397
Momento de varillas (Kg-m)	2705959	2538449	2376974	2230625	1883588	1749736	1816339	1463363	1348251	1309154	1286686	893402	655583	767953	681902
Mto. resistente nominal (Kg-m)	3258	3070	2890	2725	2293	2153	2013	1874	1718	1672	1648	1137	1094	993	884
Distancia (cm)	660	594	528	470	462	396	330	284	198	180	170	160	132	68	0

F1 =	200	Kg.
------	-----	-----

Mto. Actuante	1320	1168	1058	940	924	792	680	528	398	360	340	320	284	132	-
Factor de Seguridad	2.47	2.58	2.74	2.90	2.48	2.72	3.05	3.55	4.33	4.84	4.65	3.55	4.14	7.52	-

Cuadro 2.7. Deflexion del poste - poste 8m

8/200/2,5/150/270

Longitud del poste = 8000 mm
Long. Empotramiento = 1300 mm

L efectiva = 6600 mm
Sx = 4700 mm
Sy = 6200 mm

D. exterior D. interior P_c = 350 kg/cm²
Base 270 140 mm E = 280624 kg/cm²
Tope 150 40 mm fr = 37.42 kg/cm²
Delta D 0.0150 0.0125 mm / mm

Sección	Sbase	S1	S2	S3 (SX1)	S4 (SX2)	S5	S6	S7	S8	S9 (SY1)	S10 (SY2)	S11
Distancia de la base (mm)	1300	1630	2290	2898	3254.5	3865.5	4578.5	5291.5	6004.5	6480.5	6837	7430.5
D ext. (mm)	250.50	245.55	235.65	226.53	221.18	212.02	201.32	190.63	179.93	172.79	167.45	158.54
D int. (mm)	123.75	119.63	111.38	103.78	99.32	91.68	82.77	73.86	64.94	58.99	54.54	47.12
R1 (mm)	61.88	59.81	55.69	51.89	49.66	45.84	41.38	36.93	32.47	29.50	27.27	23.56
R2 (mm)	125.25	122.78	117.83	113.27	110.59	106.01	100.66	95.31	89.97	86.40	83.72	79.27
R3 (mm)	100.49	103.01	98.06	93.50	90.83	86.25	80.90	75.55	70.20	66.63	63.96	59.51
# de barras =	11	11	11	11	9	9	9	9	9	6	6	6
ángulo entre barras =	33	33	33	33	40	40	40	40	40	60	60	

c =	69.90	69.25	67.93	66.85	69.48	61.28	73.06	58.17	56.50	49.66	49.23	17.22
-----	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Area en el bloque	323513.15	312800.83	291617.49	272412.39	296611.99	213987.97	314382.44	177595.46	160032.64	114347.35	109959.89	8095.41
Areas de las varillas	-323513.15	-312800.83	-291617.49	-272412.39	-296611.99	-213987.97	-314382.44	-177595.46	-160032.64	-114347.35	-109959.89	-8095.41
Δ =	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Icr (mm ⁴) =	60591828	60374681	54196473	48827686	52099341	34987870	40487031	28260645	22408833	15867519	15714533	12353602
Ig (mm ⁴) =	181774189	168403262	143816930	123569578	112706101	95719349	78334140	63359902	50579511	43184650	38154304	30771677
Mto. Cr (kg-cm) =	54302	51322	46671	40821	38132	33785	29117	24873	21036	18694	17052	14524
Distancia (cm) =	660	627	561	500.2	464.55	403.45	332.15	260.85	189.55	141.95	106.3	46.95

F1 =	250.00 Kg
------	------------------

Δlef (mm) =	0	660	660	204	456	660	660	660	660	239	421	660
(Mcr / Mb) ³ =	0.0358	0.0351	0.0345	0.0348	0.0354	0.0376	0.0431	0.0555	0.0875	0.1462	0.2642	1.8948
I efec (cm ⁴) =	6491.14	6416.63	5729.11	5142.76	5424.46	3727.03	4211.88	2831.91	2487.31	1985.76	2164.23	4725.28
Elefec (kg-cm ²) =	1821572300	1800663578	1607727491	1443182357	1522234762	1045894207	1181956890	794702799	697998882.9	557252803.8	607336906.6	1326029281
Θ (rad) =	0	0.005745382	0.005757506	0.001767635	0.00347901	0.006364817	0.004636781	0.005415893	0.004480774	0.001522022	0.001842153	0.000584207
f parcial (cm) =	0.00	3.60	3.23	0.88	1.62	2.57	1.54	1.41	0.85	0.22	0.20	0.03

f (mm) = **161.42**
% L efectiva = **2.45**

De igual forma para el poste de 9/200/2.5/150/285 se obtiene los cuadros de resúmenes para el momento resistente y deformaciones:

Cuadro 2.8. Momento resistente para poste de 9m

CAPACIDAD DE ROTURA A LA FLEXION

ESTRUCTURA POSTE 9/200/2.5/150/285

Longitud del poste =	9000	mm
Long. Empotramiento =	1400	mm
Long. Efectiva	7500	mm

	D. Interior	D. exterior	
Base	155	285	mm
Topo	40	150	mm
Delta D	0.013	0.015	mm / mm

Sección	§base	§1	§2	§A	§3	§4	§5	§6	§7	§8	§9	§10	§11	§12	
Distancia a la base (mm)	1400	2150	2900	3200	3650	4400	5150	5900	6000	6200	6400	6650	7400	8150	8900
D ext. (mm)	264.00	252.75	241.50	237.00	230.25	219.00	207.75	196.50	195.00	192.00	189.00	185.25	174.00	162.75	151.50
D int. (mm)	137.11	127.53	117.94	114.11	108.36	98.78	89.19	79.61	78.33	75.78	73.22	70.03	60.44	50.86	41.28
R1 (mm)	68.56	63.76	58.97	57.06	54.18	49.39	44.60	39.81	39.17	37.89	36.61	35.01	30.22	25.43	20.64
R2 (mm)	132.00	126.38	120.75	118.50	115.13	109.50	103.88	98.25	97.50	98.00	94.50	92.63	87.00	81.38	75.75
R3 (mm)	106.00	100.38	94.75	92.50	89.13	83.50	77.88	72.25	71.50	70.00	68.50	66.63	61.00	55.38	49.75
# de barras =	12	12	12	12	12	10	10	10	10	10	10	6	6	6	6
ángulo entre barras =	30	30	30	30	30	36	36	36	36	36	36	60	60	60	60

c (mm) =	59.49	82.43	81.93	61.98	60.95	58.37	58.10	56.86	56.89	58.60	58.30	48.38	47.50	46.59	45.55
a (mm) =	47.59	49.94	49.54	49.59	48.76	46.70	46.48	45.49	45.52	45.28	45.04	38.70	38.00	37.27	36.44

Fuerza en el bloque (Kg)	19998	20908	20302	19951	19883	17502	16867	15836	15780	15524	15267	12163	11433	10698	9939
Fuerzas de las varillas (Kg)	-19998	-20908	-20302	-19951	-19883	-17502	-16867	-15836	-15780	-15524	-15267	-12163	-11433	-10698	-9939
Δ =	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Momento en el concreto (Kg-m)	825985	687520	862601	651939	658987	538706	517174	475422	474081	484088	454087	310172	286490	263088	239202
Momento de varillas (Kg-m)	3073693	3455351	3228028	3129930	3008088	2361907	2229514	1971649	2007528	1966270	1905382	1154789	1038344	925199	815868
Mto. resistente nominal (Kg-m)	3700	4143	3889	3782	3687	2901	2747	2447	2482	2420	2359	1485	1325	1188	1055
Distancia (cm)	750	675	600	570	525	450	375	300	290	270	250	225	150	75	0

F1 =	200	Kg.
------	-----	-----

Mto. Actuante	1500	1350	1200	1140	1080	900	750	600	580	540	500	450	300	150	-
Factor de Seguridad	2.5	3.07	3.24	3.32	3.49	3.22	3.66	4.08	4.28	4.48	4.72	3.26	4.42	7.92	-

Cuadro 2.9. Deflexion poste de 9m

9/200/2.5/150/285

Longitud del poste =	9000	mm	L efectiva =	7500	mm	
Long. Empotramiento =	1400	mm	Sx =	6400	mm	
			Sy =	10200	mm	
	D. exterior	D. interior		fc =	350	kg/cm ²
Base	285	155	mm	E =	282495	kg/cm ²
Tope	150	40	mm	fr =	37.42	kg/cm ²
Delta D	0.0150	0.0128	mm / mm			

Sección	S0	S1	S2	S3	S4	S5 (SX1)	S6 (SX2)	S7	S8	S9	S10 (SY1)
Distancia de la base (mm)	1400	2150	2900	3650	4400	5150	5900	6650	7400	8150	8600
D ext. (mm)	264.00	252.75	241.50	230.25	219.00	207.75	196.50	185.25	174.00	162.75	153.00
D int. (mm)	137.11	127.53	117.94	108.36	98.78	89.19	79.61	70.03	60.44	50.86	42.56
R1 (mm)	68.56	63.76	58.97	54.18	49.39	44.60	39.81	35.01	30.22	25.43	21.28
R2 (mm)	132.00	126.38	120.75	115.13	109.50	103.88	98.25	92.63	87.00	81.38	76.50
R3 (mm)	107.24	101.61	95.99	90.36	84.74	79.11	73.49	67.86	62.24	56.61	51.74
# de barras =	12	12	12	12	10	10	10	6	6	6	6
ángulo entre barras =	30	30	30	30	36	36	36	60	60	60	60

c =	73.23	71.16	70.22	68.62	63.86	62.24	60.54	51.53	50.05	48.47	47.02
-----	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Area en el bloque	372198	339351	320059	294567	240930	219735	199018	130146	117010	104192	93372
Areas de las varillas	-372198	-339351	-320059	-294567	-240930	-219735	-199018	-130146	-117010	-104192	-93372
Δ =	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Icr (mm ⁴) =	74212091	69412845	58466688	51355919	38904735	33631796	28777280	16540045	13864025	11443106	11060023
Ig (mm ⁴) =	221095122	187341306	157470954	131196798	108240507	88332683	71212862	56629513	44340041	34110783	26737960
Mto. Cr (kg-cm) =	62671	55467	48795	42640	36986	31818	27120	22876	19070	15684	13078
Distancia (cm) =	750	675	600	525	450	375	300	225	150	75	10

F1 =	250.00 Kg
------	------------------

Δlef (mm) =	0	750	750	750	965	890	75	965	965	965	830
Mb (kg-cm) =	187500.00	168750.00	150000.00	131250.00	112500.00	93750.00	75000.00	56250.00	37500.00	18750.00	2500.00
(Mcr / Mb) ³ =	0.0373	0.0355	0.0344	0.0343	0.0355	0.0391	0.0473	0.0673	0.1315	0.5853	143.1441
I efec (cm ⁴) =	7969.71	7360.07	6187.48	5409.36	4136.86	3577.03	3078.37	1923.65	1787.16	2471.09	225526.72
Elefec (kg-cm ²) =	2251403647	2079185270	1747932596	1528117395	1168643148	1010492686	869623776	543422719.8	504865380.3	698069675.8	63710201109
θ (rad) =	0	0.00608712	0.006436175	0.00644175	0.009289619	0.008257111	0.000646831	0.009988771	0.007167752	0.002591969	3.25694E-06
f parcial (cm) =	0.00	4.11	3.86	3.38	4.18	3.10	0.19	2.25	1.08	0.19	0.00

f (cm) =	22.34
% L efectiva =	2.98

De igual forma para el poste de 11/200/2.5/150/315 se obtiene los cuadros de resúmenes para el momento resistente y deformaciones:

Cuadro 2.10. Momento resistente para poste de 11m

CAPACIDAD DE ROTURA A LA FLEXION

ESTRUCTURA POSTE 11/200/150/315

Longitud del poste =	11000	mm
Long. Empotramiento =	1100	mm
Long. Efectiva	9200	mm

	D. interior	D. exterior	
Base	185	315	mm
Topo	40	150	mm
Delta D	0.013181818	0.015	mm / mm

Sección	S _{base}	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13
Distancia a la base (mm)	1600	2520	3440	4360	4700	5280	6200	7000	7200	7400	8040	8960	9880	10800
D ext. (mm)	291.00	277.20	263.40	249.60	244.50	235.80	222.00	210.00	207.00	204.00	194.40	180.60	166.80	153.00
D int. (mm)	163.91	151.78	139.65	127.53	123.05	115.40	103.27	92.73	90.09	87.45	79.02	66.89	54.76	42.64
R1 (mm)	81.95	75.89	69.83	63.76	61.52	57.70	51.64	46.38	45.05	43.73	39.51	33.45	27.38	21.32
R2 (mm)	145.50	138.60	131.70	124.80	122.25	117.90	111.00	105.00	103.50	102.00	97.20	90.30	83.40	76.50
R3 (mm)	119.50	112.60	105.70	98.80	96.25	91.90	85.00	79.00	77.50	76.00	71.20	64.30	57.40	50.50
# de barras =	12	12	12	12	10	10	10	10	10	6	6	6	6	6
ángulo entre barras =	30	30	30	30	36	38	36	38	36	60	80	60	80	60

c (mm) =	60.58	60.46	60.34	60.24	58.58	56.24	55.81	55.40	55.30	48.54	48.19	47.79	47.40	47.00
a (mm) =	48.47	48.37	48.28	48.19	45.25	44.19	44.65	44.32	44.24	38.83	38.55	38.23	37.92	37.60

Fuerza en el bloque (Kg)	21677	21035	20385	19728	17812	17798	16545	15860	15688	12911	12432	11782	11121	10449
Fuerzas de las varillas (Kg)	-21677	-21035	-20385	-19728	-17812	-17798	-16545	-15860	-15688	-12911	-12432	-11782	-11121	-10449
Δ =	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Momento en el concreto (Kg-m)	690404	668882	647362	625844	530261	540813	486548	463288	457479	329954	315590	296892	278215	259555
Momento de varillas (Kg-m)	4427852	4124990	3825257	3528677	2782654	2848726	2381151	2173083	2121732	1468456	1335821	1176820	1021942	871251
Mto. resistente nominal (Kg-m)	9118	4794	4473	4155	3313	3190	2868	2638	2579	1798	1651	1474	1300	1131
Distancia (cm)	920	828	736	644	610	552	460	380	360	340	276	184	92	0

F1 =	200	Kg.
------	-----	-----

Mto. Actante	1840	1656	1472	1288	1220	1104	920	780	720	680	552	368	184	-
Factor de Seguridad	2.78	2.89	3.04	3.23	2.72	2.89	3.12	3.47	3.58	2.64	2.99	4.00	7.07	-

Cuadro 2.11. Deflexion poste de 11m

11/200/2.5/150/315

Longitud del poste = 11000 mm
Long. Empotramiento = 1800 mm

L efectiva = 9200 mm
Sx = 6400 mm
Sy = 10200 mm

D. exterior D. interior f_c = 350 kg/cm²
Base 315 185 mm E = 282495 kg/cm²
Tope 150 40 mm f_r = 37.42 kg/cm²
Delta D 0.0150 0.0132 mm / mm

Sección	S _B	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅ (S _{X1})	S ₆ (S _{X2})	S ₇	S ₈	S ₉	S ₁₀ (S _{Y1})
Distancia de la base (mm)	1800	2520	3440	4360	5280	6200	7120	8040	8960	9880	10700
D ext. (mm)	291.00	277.20	263.40	249.60	235.80	222.00	208.20	194.40	180.60	166.80	154.50
D int. (mm)	163.91	151.78	139.65	127.53	115.40	103.27	91.15	79.02	66.89	54.78	43.95
R1 (mm)	81.95	75.89	69.83	63.78	57.70	51.64	45.57	39.51	33.45	27.38	21.98
R2 (mm)	145.50	138.60	131.70	124.80	117.90	111.00	104.10	97.20	90.30	83.40	77.25
R3 (mm)	120.74	113.84	106.94	100.04	93.14	86.24	79.34	72.44	65.54	58.64	52.49
# de barras =	12	12	12	12	10	10	10	8	8	8	8
ángulo entre barras =	30	30	30	30	36	36	36	60	60	60	60

c =	82.48	80.54	78.56	76.47	74.70	72.32	69.80	62.66	50.93	55.20	47.25
-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Area en el bloque	517483	478717	438330	398838	363232	325228	288371	141040	124681	144718	95018
Areas de las varillas	-517483	-478717	-438330	-398838	-363232	-325228	-288371	-141040	-124681	-144718	-95018
Δ =	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I _{cr} (mm ⁴) =	128802825	111638328	97500585	84407005	68137304	57673158	48169244	18908768	15402824	18152290	16107013
I _g (mm ⁴) =	318588454	283777174	217811302	177540143	143050243	113645395	88848834	68192242	51237744	37555909	27788219
Mto. Cr (kg-cm) =	81408	71210	61824	53229	45398	38308	31934	26250	21231	16849	13458
Distancia (cm) =	920	828	736	644	552	480	388	278	184	92	10

F1 =	250.00 Kg
------	-----------

Δ _{ef} (mm) =	0	920	920	920	985	890	75	965	985	965	830
M _b (kg-cm) =	230000.00	207000.00	184000.00	161000.00	138000.00	115000.00	92000.00	69000.00	48000.00	23000.00	2500.00
(M _{cr} / M _b) ² =	0.0443	0.0407	0.0379	0.0361	0.0356	0.0370	0.0418	0.0551	0.0983	0.3931	156.0145
I _{efec} (cm ⁴) =	13521.78	11783.00	10205.88	8777.28	7080.44	5974.21	4987.04	2182.05	1892.80	2578.08	183823.23
E _{l_{efec}} (kg-cm ²) =	3819830032	3328840324	2883055328	2479533827	2000189379	1687888472	1408815446	810789064.4	534849898.2	728289228.7	51929188489
Θ (rad) =	0	0.005721255	0.005871549	0.005973704	0.00685787	0.008084515	0.009489773	0.010901829	0.008302833	0.003047553	3.99583E-06
f parcial (cm) =	0.00	4.74	4.32	3.85	3.68	2.79	0.18	3.01	1.53	0.28	0.00

f (mm) = 243.68
% L efectiva = 2.65

De igual forma para el poste de 13/400/2.5/180/375 se obtiene los cuadros de resúmenes para el momento resistente y deformaciones:

Cuadro 2.12. Momento resistente para poste de 13m

CAPACIDAD DE ROTURA A LA FLEXION

ESTRUCTURA POSTE 13/400/180/375

Longitud del poste =	13000	mm
Long. Empotramiento =	1800	mm

	D. interior	D. exterior
Base	215	375 mm
Topo	40	180 mm

Sección	§8	§1	§2	§3	§4	§5	§6	§7	§8	§9	§9	§10	§11	§12
Distancia a la base (mm)	1800	2800	4000	5100	6200	7300	8400	9500	10800	11000	11200	11400	11700	12800
D ext. (mm)	348.00	331.80	315.00	298.50	282.00	265.50	249.00	232.50	216.00	210.00	207.00	204.00	198.80	183.00
D int. (mm)	190.77	175.80	161.58	146.35	131.54	116.23	101.92	87.12	72.31	66.82	64.23	61.54	57.84	42.88
R1 (mm)	95.38	87.98	80.68	73.17	65.77	58.37	50.98	43.58	36.15	33.48	32.12	30.77	28.78	21.35
R2 (mm)	174.00	186.75	157.50	149.25	141.00	132.75	124.50	116.25	108.00	105.00	103.50	102.00	98.75	81.50
R3 (mm)	149.00	139.75	131.50	123.25	115.00	106.75	98.50	90.25	82.00	79.00	77.50	76.00	73.75	65.50
# de barras =	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	8	8	8	8
Ángulo entre barras =	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	45	45	45	45

c (mm) =	84.86	84.16	83.02	82.87	80.49	81.10	80.28	78.78	78.56	75.72	84.28	83.99	83.54	73.88
a (mm) =	67.89	67.32	68.41	68.14	64.39	64.88	64.22	63.03	61.25	60.58	51.43	51.19	50.83	58.85

Fuerza en el bloque (Kg)	38816	37405	36118	34340	33579	31215	29825	27700	26461	24848	19424	18133	18685	21807
Fuerzas de las varillas (Kg)	-38816	-37405	-36118	-34340	-33579	-31215	-29825	-27700	-26461	-24848	-19424	-18133	-18685	-21807
Δ =	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Momento en el concreto (Kg-m)	1739271	1658871	1588823	1497816	1484578	1337820	1258048	1165510	1033123	888387	660130	647342	628238	854083
Momento de varillas (Kg-m)	8162183	8497400	7873534	7228152	6865137	6018824	5431884	4839534	4261220	4044424	2480182	2414198	2316438	3668619
Mto. resistente nominal (Kg-m)	10891	10158	8454	8727	8150	7365	6890	5895	5284	5034	3140	3082	2845	4413
Distancia (cm)	1100	880	880	770	880	550	440	330	220	180	180	140	110	0

#1 =	400 Kg
------	--------

Mto. Actuarial	4400	3890	3520	3080	2640	2200	1780	1320	880	720	640	580	440	-
Factor de Seguridad	2.5	2.58	2.89	2.83	3.08	3.34	3.80	4.54	6.00	6.88	4.81	5.47	6.18	-

Cuadro 2.13. Deflexion poste de 13m

13/400/180/375

Longitud del poste = 13000 mm L efectiva = 11000 mm
Long. Empotramiento = 1800 mm

D. exterior D. Interior f_c = 350 kg/cm²
Base 375 215 mm E = 280624 kg/cm²
Tope 180 40 mm f_r = 37.42 kg/cm²
Delta D 0.0150 0.0135 mm/mm

Sección	SB	S1'	S2'	S3'	S4'	S5'	S6'	S7' (SX1)	S8' (SX2)	S9'	S10' (SY1)
Distancia de la base (mm)	1800	2900	4000	5100	6200	7300	8400	9500	10800	11700	12700
D ext. (mm)	348.00	331.50	315.00	298.50	282.00	265.50	249.00	232.50	216.00	199.50	184.50
D int. (mm)	190.77	175.98	161.15	146.35	131.54	116.73	101.92	87.12	72.31	57.50	44.04
R1 (mm)	95.38	87.98	80.58	73.17	65.77	58.37	50.96	43.56	36.15	28.75	22.02
R2 (mm)	174.00	165.75	157.50	149.25	141.00	132.75	124.50	116.25	108.00	99.75	92.25
R3 (mm)	149.24	140.99	132.74	124.49	116.24	107.99	99.74	91.49	83.24	74.99	67.49
# de barras =	14	14	14	14	14	14	14	10	10	6	6
ángulo entre barras =	25.7	25.7	25.7	25.7	25.7	25.7	25.7	36	36	60	60

c =	98.76	96.49	94.09	91.55	88.91	86.12	83.18	74.04	71.21	60.41	58.07
-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Area en el bloque	892499	821618	752230	684551	617932	553221	490683	357235	311409	199771	173549
Areas de las varillas	-892499	-821618	-752230	-684551	-617932	-553221	-490683	-357235	-311409	-199771	-173549
Δ =	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I _{cr} (mm ⁴) =	250988222	221303435	193669297	168068572	144440016	127909026	103088386	65917185	53713404	29164476	28010298
I _g (mm ⁴) =	654910919	545735509	450186817	367198904	295736508	234795051	183400629	140810023	105510891	77220770	56694821
Mto. Cr (kg-cm) ^m	140831	123195	106949	92056	78478	66179	55118	45257	36554	28966	22995

Distancia (cm) =	1100	990	880	770	660	550	440	330	220	110	10
------------------	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----

F1 =	500.00 Kg
------	-----------

Δ _{ief} (mm) ^m	0	1100	1100	1100	1100	1100	1100	800	300	1100	800
M _b (kg-cm) ^m	550000.00	495000.00	440000.00	385000.00	330000.00	275000.00	220000.00	165000.00	110000.00	55000.00	5000.00
(M _{cr} / M _b) ³ =	0.0188	0.0154	0.0144	0.0137	0.0134	0.0139	0.0157	0.0208	0.0387	0.1481	97.2777
I _{efec} (cm ⁴) =	25776.93	22830.48	19735.30	17078.87	14647.49	3079.23	10435.14	8745.85	5561.42	3818.42	281837.32
E _{iefec} (kg-cm ²) =	7233834121	8350861986	5538205589	4792746780	4110441280	864107234	2928353244	1893049224	1580870051	1015415633	78090402298
Θ (rad) =	0	0.008573909	0.008739293	0.008836289	0.008831169	0.035007229	0.00826403	0.008972877	0.002114478	0.005958151	5.0575E-06
f parcial (cm) =	0.00	8.49	7.69	6.80	5.83	19.25	3.64	2.30	0.47	0.66	0.00

f (mm) = 625.42
% L efectiva = 5.69

A continuación se muestra el cuadro 2.14 donde se aprecia el acero de refuerzo por poste calculado. Los planos al detalle de los postes mejorados se muestran en el anexo adjunto. De dicho cuadro se puede concluir que se optimizó el acero de refuerzo que se encontraba en exceso, tal como lo muestra en cuadro 2.1.

POSTE	ACERO DE REFUERZO
7/200/120/225	6 ϕ 3/8"x7000mm+3 ϕ 3/8"x5500mm+2 ϕ 3/8"x2000mm
8/200/120/240	6 ϕ 3/8"x8000mm+3 ϕ 3/8"x6000mm+2 ϕ 3/8"x2000mm
9/200/120/255	6 ϕ 3/8"x9000mm+4 ϕ 3/8"x6000mm+2 ϕ 3/8"x3000mm
11/200/150/315	4 ϕ 12mmx11000mm+2 ϕ 3/8"x11000mm+4 ϕ 3/8"x7000m 2 ϕ 12mmx4500mm

Cuadro 2.14. Estructura final de postes mejorados

En la Tabla 2.1 se muestran las flechas máximas (cm) en el extremo libre de los cinco tipos de postes y también su equivalencia como porcentaje de la longitud efectiva de los postes. Los resultados muestran que las flechas máximas son menores al 6% de la longitud efectiva. Por lo tanto, los resultados de los ensayos con las cargas de trabajo deben ser satisfactorios.

Tabla 2.1. Deflexión máxima

POSTE TIPO	fmax. (cm)	$\frac{fmax}{L_{efectiva}} \times \%$
7/200/150/255	9.92	1.74
8/200/150/270	16.14	2.45
9/200/150/285	22.34	2.98
11/200/150/315	24.37	2.65
13/400/180/375	37.50	3.41

En la tabla 2.2 se indican los momentos flectores resistentes, los momentos flectores por las cargas de trabajo aplicadas en el extremo libre de los postes y los factores de seguridad de estas cargas respecto a la falla por flexión. Dichos

valores muestran claramente que se cumple con el factor de seguridad mínimo exigido en las especificaciones técnicas.

Tabla 2.2. Factores de seguridad respecto a falla por flexión

	SECCION	S8	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13
Poste N°1 7/200/150/255	Momento actuante (kg-m)	1140.00	1026.00	940.00	912.00	684.00	570.00	456.00	342.00	240.00	228.00	114.00			
	Momento ultimo (kg-m)	2838.38	2689.45	2579.60	2491.48	1936.03	1801.79	1670.52	1542.25	1430.05	1013.02	931.90			
	Factor de seguridad	2.49	2.62	2.74	2.73	2.83	3.16	3.66	4.51	5.96	4.44	8.17			
Poste N°2 8/200/150/270	Momento actuante (kg-m)	1320.00	1188.00	1056.00	940.00	924.00	792.00	660.00	528.00	396.00	360.00	340.00	320.00	264.00	132
	Momento ultimo (kg-m)	3257.84	3070.24	2889.55	2724.75	2293.33	2153.04	2013.26	1873.98	1715.98	1672.12	1647.91	1137.31	1093.96	993.28
	Factor de seguridad	2.47	2.58	2.74	2.90	2.48	2.72	3.05	3.55	4.33	4.64	4.85	3.55	4.14	7.52
Poste N°3 9/200/150/285	Momento actuante (kg-m)	1500.00	1350.00	1200.00	1140.00	1050.00	900.00	750.00	600.00	580.00	540.00	500.00	450.00	300.00	150
	Momento ultimo (kg-m)	3699.68	4142.87	3888.63	3781.87	3667.08	2900.61	2746.69	2447.07	2481.62	2420.34	2359.47	1464.96	1324.83	1188.3
	Factor de seguridad	2.47	3.07	3.24	3.32	3.49	3.22	3.66	4.08	4.28	4.48	4.72	3.26	4.42	7.92
Poste N°4 11/200/150/315	Momento actuante (kg-m)	1840.00	1656.00	1472.00	1288.00	1220.00	1104.00	920.00	760.00	720.00	680.00	552.00	368.00	184.00	
	Momento ultimo (kg-m)	5118.26	4793.87	4472.62	4154.52	3312.91	3189.54	2867.70	2636.37	2579.21	1798.41	1651.41	1473.71	1300.16	
	Factor de seguridad	2.78	2.89	3.04	3.23	2.72	2.89	3.12	3.47	3.58	2.64	2.99	4.00	7.07	
Poste N°5 13/400/180/375	Momento actuante (kg-m)	4400.00	3960.00	3520.00	3080.00	2640.00	2200.00	1760.00	1440.00	1320.00	880.00	720.00	640.00	560.00	440
	Momento ultimo (kg-m)	10891.43	10156.07	9454.36	8727.07	8149.72	7354.64	6690.04	4654.27	4522.17	4045.23	3874.70	2440.21	2386.83	2307.2
	Factor de seguridad	2.48	2.56	2.69	2.83	3.09	3.34	3.80	3.23	3.43	4.60	5.38	3.81	4.26	5.24

CAPITULO 3

3.0 PRUEBAS Y ENSAYOS

Los postes fabricados según las especificaciones técnicas y conforme el diseño estructural fueron ensayados, de acuerdo a las exigencias de las empresas eléctricas, se escogió un poste representativo del lote de postes fabricados y se realizaron los ensayos a cargo de los proveedores y bajo la responsabilidad de la sección de normalización de Edelnor ò Luz del Sur. Las pruebas consistieron en:

- Inspección visual.
- Verificación de dimensiones.
- Ensayo de trabajo.
- Ensayo de rotura.
- Registro de la estructura del poste.

A continuación se ilustra el procedimiento para el ensayo del poste tal cómo se describe en el capítulo I:

En la foto 3.1 se muestra el adecuado traslado del poste escogido al azar por las empresas eléctricas. El traslado debe hacerse apoyado en 2 puntos, tal como se muestra en la foto.

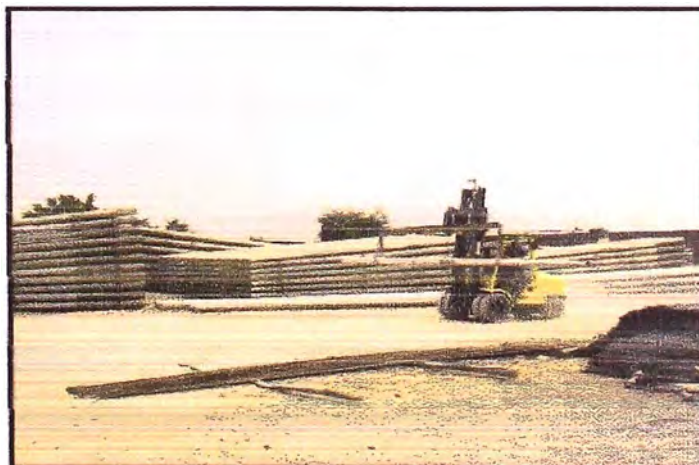


Foto 3.1. Manipuleo y almacenamiento de poste

En la foto 3.2 se puede apreciar la instalación del poste en un apoyo fijo y la colocación del grillete a 15 cm de la cima del poste para dar inicio a la prueba de carga.

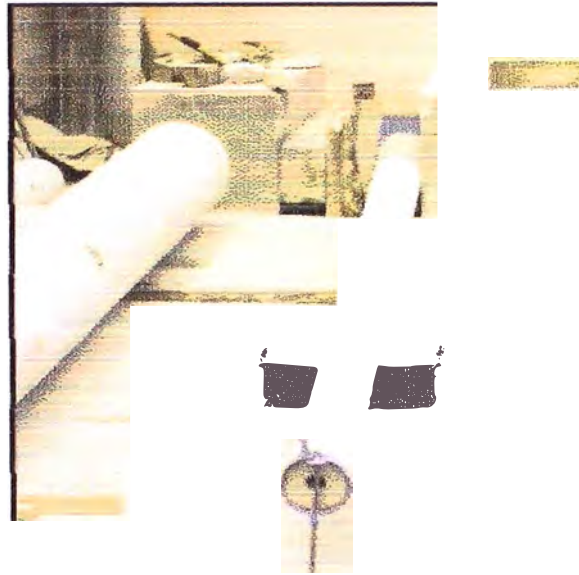


Foto 3.2. Empotramiento del poste

En la foto 3.3 se aprecia la colocación y calibración del dinamómetro el cual medirá el incremento de carga. También se puede apreciar la instalación de la regla milimetrada para poder medir las deformaciones, tanto las máximas como las deformaciones permanentes del poste.



Foto 3.3. Colocación del dinamómetro

En la foto 3.4 se aprecia la colocación del equipo mecánico de carga (tecle) y también se aprecia el anclaje en la losa armada.



Foto 3.4. Anclaje del tecle

En la foto 3.5 se aprecia claramente el procedimiento de ensayo, por un lado el operador incrementado la carga y por otro lado el personal que mide la carga.



Foto 3.5. Aplicación de carga y deformación del poste

3.1. PRUEBA DE POSTES DE 7M DE ALTURA

Siguiendo los procedimientos en las especificaciones técnicas, se efectúa el ensayo del poste elegido obteniendo el reporte de prueba el cual incluye:

- a) Montaje de prueba.
- b) Inspección visual.
- c) Inspección dimensional verificada.
- d) Prueba de carga de trabajo.
- e) Prueba de carga de rotura.
- f) Tipo de fabricación.
- g) Diseño estructural.
- h) Condiciones del poste.

En el anexo adjunto se encuentra el reporte de prueba completo. A continuación se presentan los cuadros más importantes para cada poste en estudio:

D) PRUEBA DE CARGA DE TRABAJO

% CARGA NOMINAL DE ROTURA	CARGA (Lb)	DEFLEXION (mm)		OBSERVACIONES
		ELASTICA	PERMANENTE	
10%	110	22		
20%	220	44		
30%	330	66		
40%	440	115		
50%	550	168	9	

Condiciones a cumplir:

a) Deflexión elástica al 50% : < 5% de la longitud útil del poste (mm)
168 < 285

b) Deflexión permanente : < 5% de la deflexión elástica al 50% (mm)
9 < 14.25

E) PRUEBA DE CARGA DE ROTURA

% CARGA NOMINAL DE ROTURA	50	60	70	80	90	100	110	120	130
CARGA (Lb)	550		770		990	1100	1210	1320	1550
DEFORMACION ELASTICA (mm)	180		266		359	418		521	790

G) DISEÑO ESTRUCTURAL

6Ø3/8" x 7m + 3Ø3/8" x 5.5m + 2Ø3/8"mm x 2m

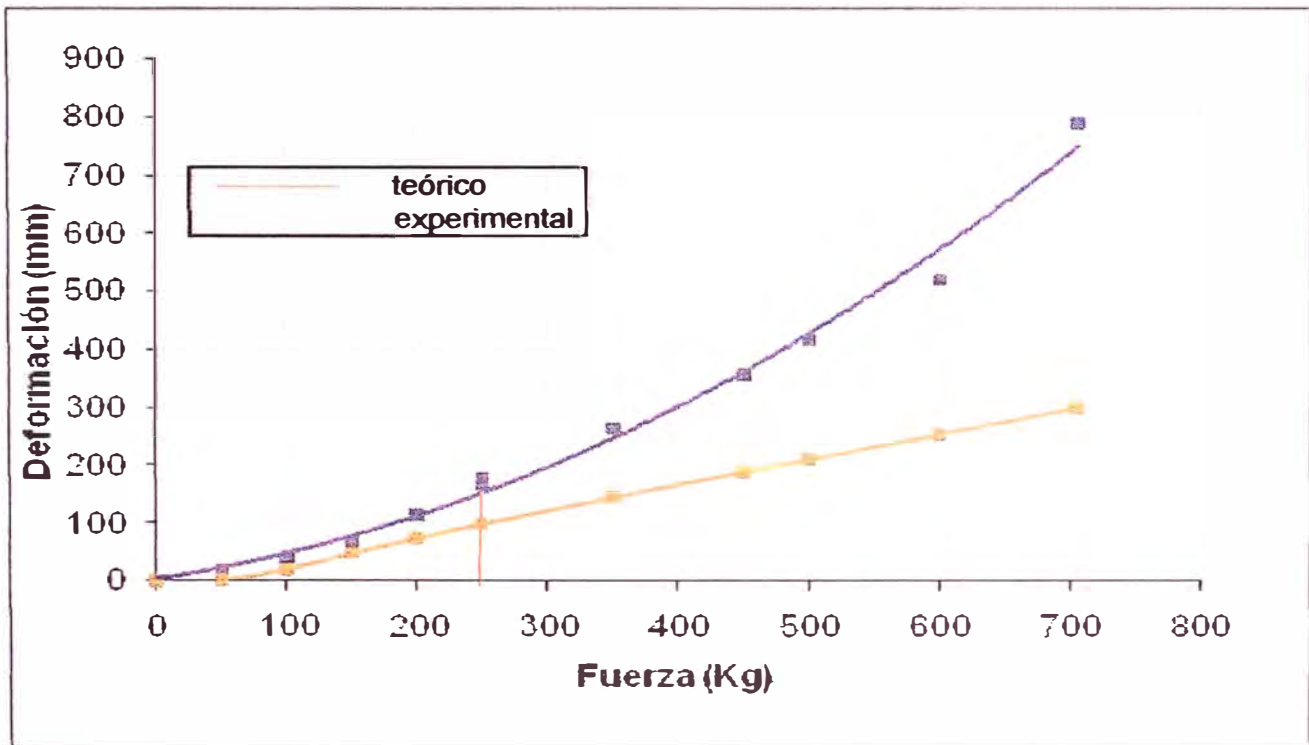
Luego de hacer los ensayos

comparamos los resultados

obtenidos con los resultados esperados según el diseño estructural efectuado para la fabricación del lote de postes y obtenemos el grafico siguiente, en el cual, apreciamos la fuerza a la cual se somete versus la deformación del poste.

ENSAYO	Fuerza (Kg)	Deformacion (mm)
7/200/150/255	0	0
6 ϕ 3/8" (7m)	50	22
3 ϕ 3/8" (5,5m)	100	44
2 ϕ 3/8" (2m)	150	66
	200	115
	250	168
	250	180
	350	266
	450	359
	500	418
	600	521
	705	790

TEORICO	Fuerza (Kg)	Deformacion (mm)
7/200/150/255	0	0,00
6 ϕ 3/8" (7m)	50	2,40
3 ϕ 3/8" (5,5m)	100	20,80
2 ϕ 3/8" (2m)	150	48,20
	200	74,60
	250	99,30
	350	145,70
	450	190,30
	500	212,30
	600	255,90
	705	301,40



Grafica 3.1. Fuerza vs Deformación, poste de 7m

3.2. PRUEBA DE POSTES DE 8M DE ALTURA

D) PRUEBA DE CARGA DE TRABAJO

% CARGA NOMINAL DE ROTURA	CARGA (Lb)	DEFLEXION (mm)		OBSERVACIONES
		ELASTICA	PERMANENTE	
10%	110	50		
20%	220	90		
30%	330	136		
40%	440	193		
50%	550	249	5	

Condiciones a cumplir:

- a) Deflexión elástica al 50% : < 5% de la longitud util del poste (mm)
168 < 330
- b) Deflexión permanente : < 5% de la deflexión elástica al 50% (mm)
9 < 16.50

E) PRUEBA DE CARGA DE ROTURA

% CARGA NOMINAL DE ROTURA	50	60	70	80	90	100	110	120	130
CARGA (Lb)	550		770		990	1100	1210	1320	1550
DEFORMACION ELASTICA (mm)	255		347		448	512		612	890

G) DISEÑO ESTRUCTURAL

6Ø3/8" x 8m + 3Ø3/8" x 6m + 2Ø3/8" x 2m

Luego de hacer los ensayos comparamos los resultados obtenidos con los resultados esperados según el diseño estructural efectuado para la fabricación del lote de postes y obtenemos el grafico siguiente, en el cual, apreciamos la fuerza versus la deformación del poste.

ENSAYO

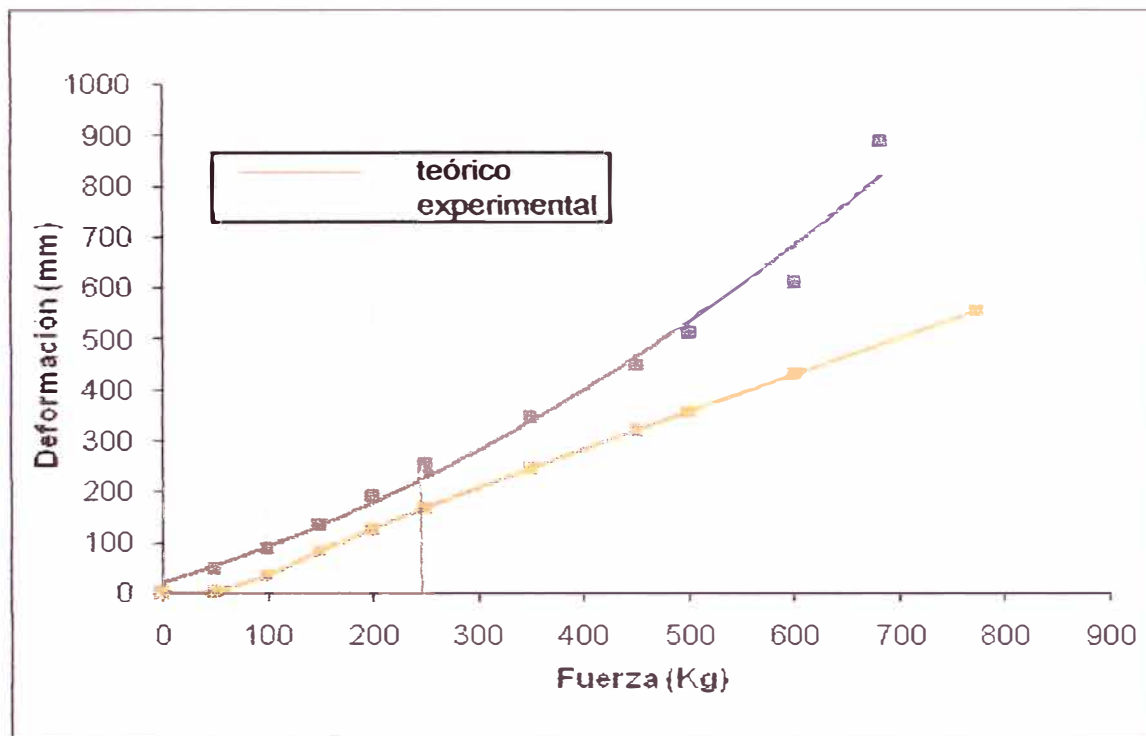
8/200/2,5/150/270
6 φ 3/8" (7m)
3 φ 3/8" (6,0m)
2 φ 3/8" (3m)

Fuerza (Kg)	Deformacion (mm)
0	0
50	50
100	90
150	136
200	193
250	249
250	255
350	347
450	448
500	512
600	612
682	890

TEORICO

8/200/2,5/150/270
6 φ 3/8" (7m)
3 φ 3/8" (6,0m)
2 φ 3/8" (3m)

Fuerza (Kg)	Deformacion (mm)
0	0
50	4,0
100	35,3
150	81,6
200	126,0
250	167,2
350	244,6
450	319,2
500	355,9
600	429,0
773	554,4



Gráfica 3.2. Fuerza vs Deformación, poste de 8m

3.3. PRUEBA DE POSTES DE 9M DE ALTURA

D) PRUEBA DE CARGA DE TRABAJO

% CARGA NOMINAL DE ROTURA	CARGA (Lb)	DEFLEXION (mm)		OBSERVACIONES
		ELASTICA	PERMANENTE	
10%	110	44		
20%	220	88		
30%	330	135		
40%	440	187		
50%	550	251	7	

Condiciones a cumplir:

- a) Deflexión elástica al 50% : < 5% de la longitud útil del poste (mm)
168 < 375
- b) Deflexión permanente : < 5% de la deflexión elástica al 50% (mm)
9 < 18.75

E) PRUEBA DE CARGA DE ROTURA

% CARGA NOMINAL DE ROTURA	50	60	70	80	90	100	110	120	130
CARGA (Lb)	550		770		990	1100	1210	1320	1550
DEFORMACION ELASTICA (mm)	252		340		459	512	588	665	756

G) DISEÑO ESTRUCTURAL

6Ø3/8" x 9m + 4Ø3/8" x 6m + 2Ø3/8"mm x 3m

ENSAYO

9/200/2,5/150/285

6 φ 3/8" (9m)
4 φ 3/8" (6,0m)
2 φ 3/8" (3m)

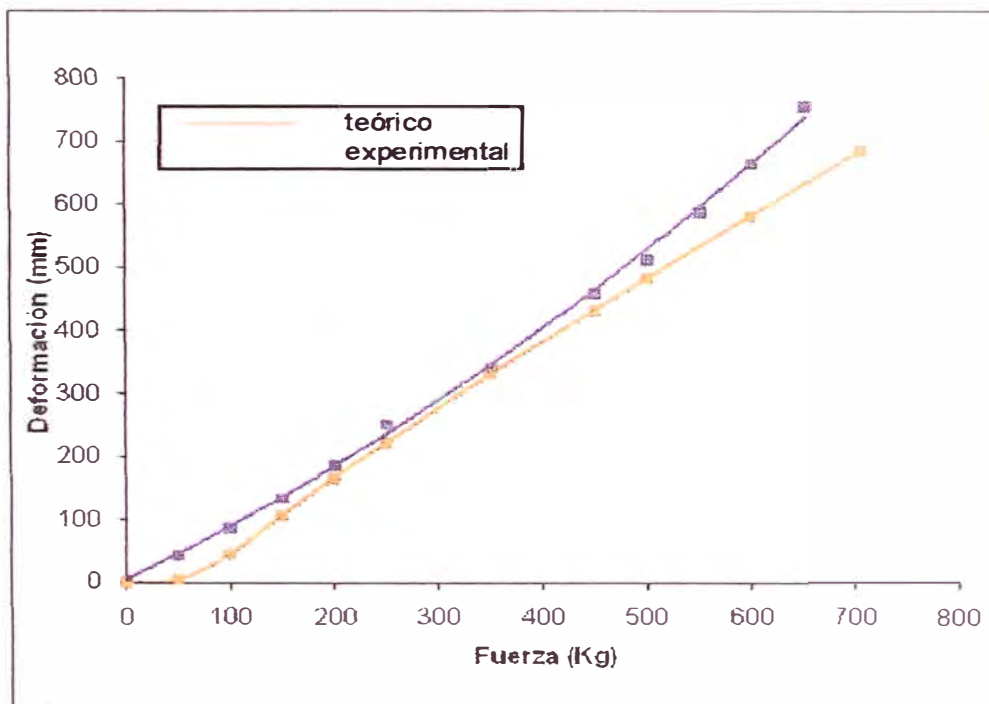
Fuerza (Kg)	Deformacion (mm)
0	0
50	44
100	88
150	135
200	187
250	252
250	252
350	340
450	459
500	512
550	588
600	665
650	756

TEORICO

9/200/2,5/150/285

6 φ 3/8" (9m)
4 φ 3/8" (6,0m)
2 φ 3/8" (3m)

Fuerza (Kg)	Deformacion (mm)
0	0
50	5,04
100	45,28
150	106,61
200	166
250	220,4
350	329,6
450	431,32
500	481,4
600	580,66
705	684,18



Grafica 3.3. Fuerza vs Deformación, poste de 9m

3.4. PRUEBA DE POSTES DE 11M DE ALTURA

D) PRUEBA DE CARGA DE TRABAJO

% CARGA NOMINAL DE ROTURA	CARGA (Lb)	DEFLEXION (mm)		OBSERVACIONES
		ELASTICA	PERMANENTE	
10%	110	62		
20%	220	118		
30%	330	171		
40%	440	235		
50%	550	315	5	

Condiciones a cumplir:

- a) Deflexión elástica al 50% : < 5% de la longitud util del poste (mm)
168 < 460
- b) Deflexión permanente : < 5% de la deflexión elástica al 50% (mm)
9 < 23.0

E) PRUEBA DE CARGA DE ROTURA

% CARGA NOMINAL DE ROTURA	50	60	70	80	90	100	110	120	130
CARGA (Lb)	550		770		990	1100	1210	1320	1550
DEFORMACIÓN ELASTICA (mm)	320		418	475	535	590		695	1100

G) DISEÑO ESTRUCTURAL

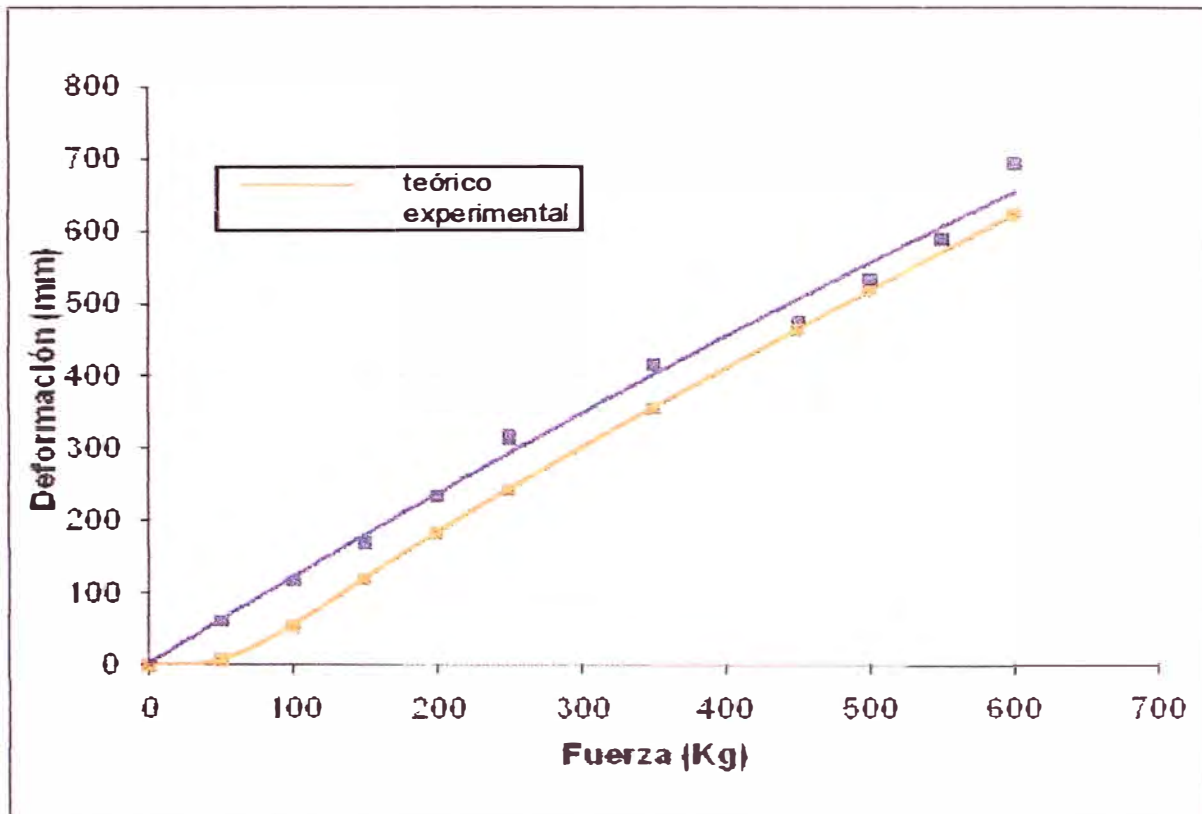
4Ø12mm x 11m + 2Ø3/8" x 11m + 4Ø3/8" x 7m + 2Ø12mm x 4.5m

ENSAYO

	Fuerza (Kg)	Deformacion (mm)
11/200/2,5/150/315	0	0
4 φ 12mm (11m)	50	62
2 φ 3/8" (11m)	100	118
4 φ 3/8" (7m)	150	171
2 φ 12mm (4,5m)	200	235
	250	315
	250	320
	350	418
	450	475
	500	535
	550	590
	600	695

TEORICO

	Fuerza (Kg)	Deformacion (mm)
11/200/2,5/150/315	0	0
4 φ 12mm (11m)	50	6,84
2 φ 3/8" (11m)	100	54,49
4 φ 3/8" (7m)	150	120,36
2 φ 12mm (4,5m)	200	183,95
	250	243,68
	350	356,18
	450	464,41
	500	517,8
	600	623,83



Grafica 3.4. Fuerza vs Deformación, poste de 11m

3.5. RESULTADOS

En las gráficas se muestra el comportamiento real de los postes cuando son sometidos a una carga variable desde el inicio hasta la falla, en comparación con el diseño teórico, que es en general conservador, tanto en el factor de seguridad como en las deflexiones.

Comparando las deflexiones al 50% del diseño con las deflexiones obtenidas en el ensayo, según las especificaciones técnicas de las empresas eléctricas, se nota que el diseño adoptado es muy conservador y no simula el comportamiento real del poste, teniendo una variación como se indica a continuación:

Cuadro 3.1. Comparacion de deflexiones

POSTE TIPO	fmax. Real (mm)	fmax. Teorico (cm)	Variacion
7/200/150/255	168.0	99.2	41.0%
8/200/150/270	246.0	161.4	34.4%
9/200/150/285	252.0	223.4	11.3%
11/200/150/315	315.0	243.7	22.6%

Luego de optimizar la estructura con el método convencional de diseño, que no refleja con certeza el comportamiento real del poste desde el inicio hasta el agrietamiento y produce resultados conservadores, se requiere optimizar el diseño con el fin de reflejar lo que experimenta el poste cuando se le somete al ensayo.

De igual forma se requiere predecir con mayor exactitud el inicio del agrietamiento y poder conocer cómo se comportan realmente las secciones del poste bajo cargas elevadas. Se usaran otros criterios y consideraciones más exactas para poder optimizar las estructuras y poder predecir mejor el comportamiento de las secciones del poste conforme se realiza el ensayo.

CAPITULO 4

4.0 OPTIMIZACION DEL DISEÑO

Es evidente que el diseño se debe basar en las propiedades inelásticas reales del concreto y del acero. Por lo tanto, este diseño se basará en la resistencia máxima, para encontrar el momento resistente máximo el cual puede admitir la estructura. Para estimar las deflexiones se tendrá como base la gráfica momento curvatura.

4.1 EVALUACION DE LOS RESULTADOS TEORICOS Y EXPERIMENTALES

Las secciones de los miembros de las estructuras se diseñaran tomando en cuenta las deformaciones inelásticas para alcanzar la resistencia máxima. Algunas de las razones para la tendencia hacia el diseño por resistencia máxima son las siguientes:

- El diseño por resistencia máxima utiliza reservas de resistencia resultantes de una distribución más eficiente de los esfuerzos permitidos por las deformaciones inelásticas y en ocasiones indica que el método elástico es muy conservador. Por ejemplo, el acero de compresión en las vigas doblemente reforzadas por lo general alcanza la resistencia de cedencia bajo carga máxima, sin embargo, la teoría elástica puede indicar un esfuerzo bajo en este acero.
- El diseño por resistencia máxima permite al diseñador evaluar la ductilidad de la estructura en el rango inelástico.

4.1.2. RELACION MOMENTO CURVATURA

En la figura 1 se observa un elemento de concreto armado inicialmente recto con momentos y fuerzas axiales en los extremos. De esta grafica se puede obtener lo siguiente:

$$\frac{dx}{R} = \frac{\xi_c dx}{kd} \Rightarrow \frac{1}{R} = \frac{\xi_c}{kd} \dots\dots\dots(4.1)$$

Donde:

R: es la

$$\varphi = \frac{\xi_c}{kd} \dots\dots\dots(4.2)$$

Donde:

φ : es la curvatura del elemento

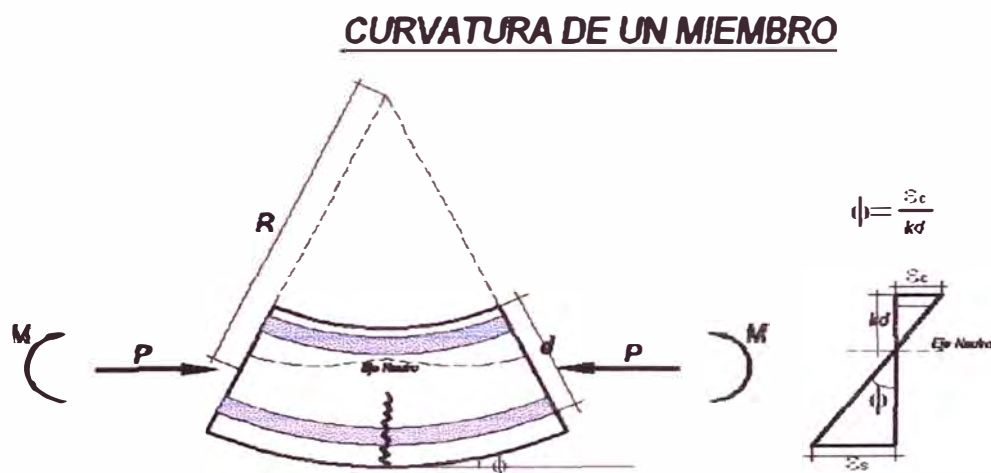


Figura 4.1. Deformación de un miembro a flexión.

Es posible deducir curvas teóricas momento-curvatura para secciones de concreto armado sometidas a flexión conociendo las curvas esfuerzo-deformación para el concreto y el acero. Los puntos que se estudiarán para generar la gráfica momento – curvatura tal como se muestra en la figura 4.2 corresponden a los siguientes estados:

1. Inicio del agrietamiento.
2. Fluencia del acero.
3. Resistencia última.

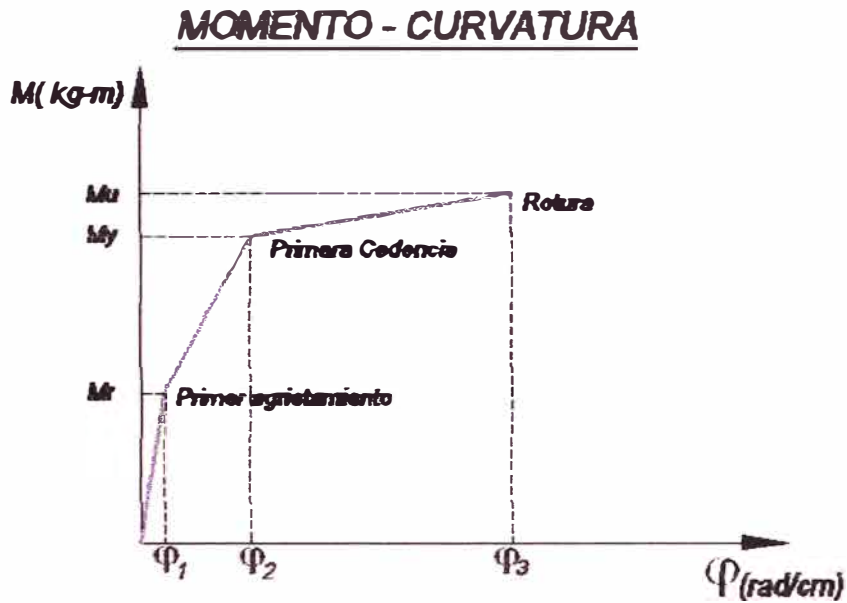


Figura 4.2. Diagrama de momento curvatura

4.1.3. DEFORMACIONES DE FLEXION DE LOS ELEMENTOS

Se puede calcular las deflexiones de un elemento integrando las curvaturas a lo largo del elemento como se ilustra en la figura 4.3.

La ecuación 4.3 consecuencia de los teoremas del área de momento, se puede utilizar para calcular las rotaciones y deflexiones de los miembros a flexión, cuando se conocen las relaciones momento-curvatura.

$$\Delta_{AB} = \int_A^B x \varphi dx \dots \dots \dots (4.3)$$

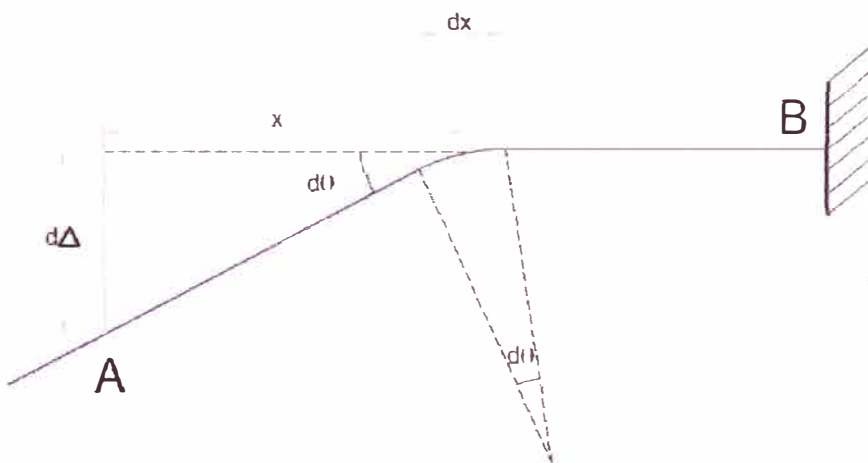


Figura 4.3. Deflexión debido a deformación por flexión.

4.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES UTILIZADOS

Según se planteó anteriormente, el diseño se debe basar en el comportamiento real de los materiales, en este caso del concreto y el acero. Por ese motivo se realizaron ensayos de los 2 materiales con el fin de encontrar la curva esfuerzo-deformación para cada material y poder relacionar estas gráficas con el diseño planteado.

4.2.1 ENSAYO DE COMPRESION DE PROBETAS DE CONCRETO

Para evaluar el comportamiento real de la sección es conveniente tener información precisa del comportamiento esfuerzo-deformación del concreto. Las deformaciones máximas (ϵ_c) supuestas son conservadoras, según los ensayos realizados por la Asociación de Cementos Portland y algunos investigadores.

En los ensayos se debería apreciar grietas visibles o desprendimiento de concreto pasando la resistencia máxima, lo cual no ocurre si no mucho más allá de esa resistencia y cuando se alcanzan mayores deformaciones. Según en publicaciones del ACI se indica que la curvatura en una sección depende mucho del valor que se tome para la deformación de la fibra extrema, y para el cálculo de la curvatura última se recomienda tomar un valor mayor que 0.003. Algunos investigadores, como Newmark y Coming, recomiendan un valor de 0.004, por ese motivo haremos el ensayo para poder determinar la grafica real Esfuerzo-Deformación y poder identificar la deformación máxima y los estados elásticos y inelásticos, de esta manera, poder interactuar la grafica con la hoja de cálculo definida y poder mejorar el diseño.

En la foto 4.1a podemos notar la colocación de los strain gage; 2 horizontales y 2 verticales, en total se colocaron 8 strain gage; de esta forma se suman las deformaciones horizontales y verticales con el fin de minimizar los errores en las lecturas. En la foto 4.1b se aprecia al lado derecho una pistola de código de barras con la cual se codifica la probeta y al costado el dispositivo blanco en el cual se procesa la información para proporcionamos la fuerza de compresión a la cual se está sometiendo las probetas de concreto.

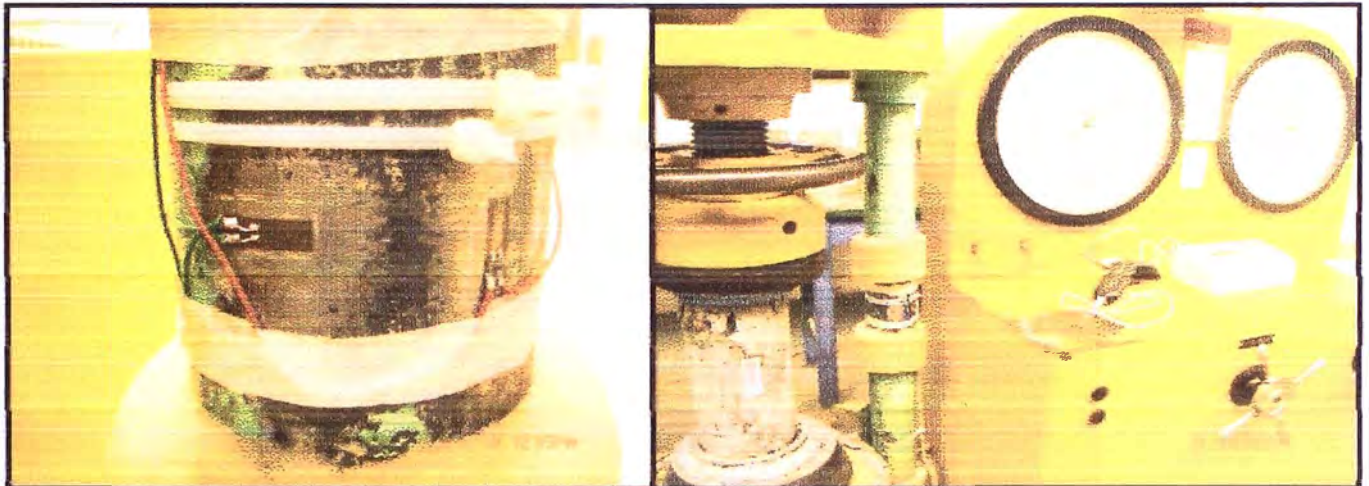


Foto 4.1a. Colocación de los strain gage

Foto 4.1b. Maquina de ensayo

En la foto 4.2 se aprecia la medición de la deformación que se realizó en base a un sensor ó potenciómetro lineal, el cual mide el desplazamiento relativo entre 2 puntos originalmente separados 25mm. Este dispositivo convierte las señales eléctricas en decenas de micras luego se almacena en el dispositivo blanco de la foto 4.1b para obtener el acortamiento en milímetros (mm).



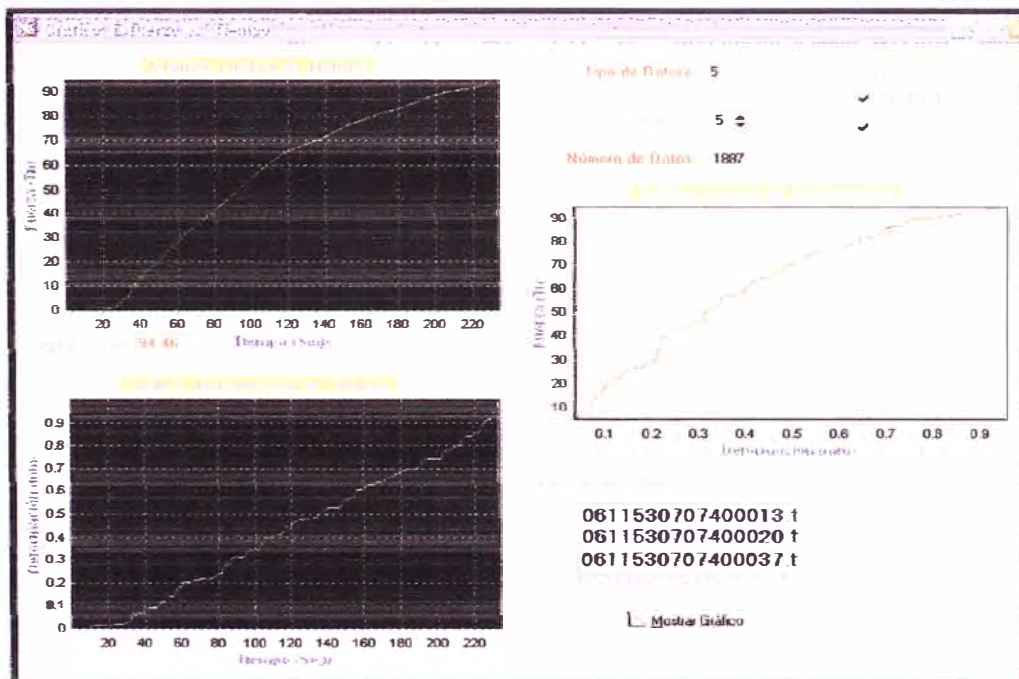
Foto 4.2. Colocación de los anillos y Potenciómetro lineal

En la foto 4.3 se puede apreciar la máquina de compresión lista para ensayar un testigo de concreto.



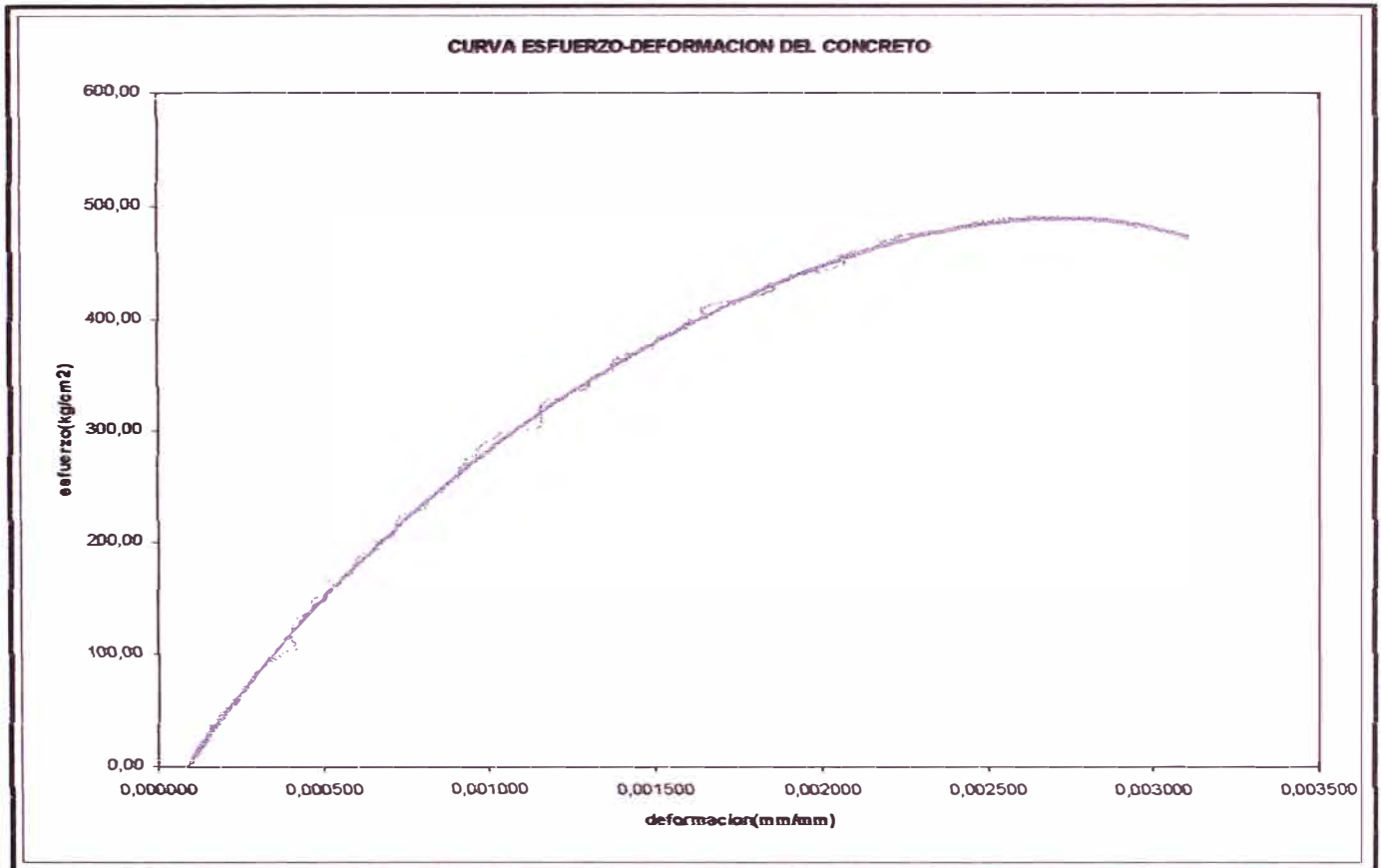
Foto 4.3. Probeta lista para el ensayo de rotura

Luego de realizar el ensayo se obtienen las siguientes gráficas de Fuerza vs Tiempo y Deformación vs Tiempo



Grafica 4.1. Esfuerzo vs Tiempo, ensayo de compresión

Esta información puede ser trasladada a una base de datos al Excel para su posterior análisis, del cual se obtuvo la grafica:



Gráfica 4.2. Esfuerzo vs Deformación, ensayo de compresión

De los 4 ensayos realizados se puede obtener la grafica 4.2 la cual se asemeja a lo indicado por el ACI y por la Asociación de Cemento Portland.

Con dicha grafica se puede iterar en las secciones de concreto segmentadas en 20 partes para conocer el esfuerzo de la fibra extrema en las diferentes etapas.

4.2.2 ENSAYO DE TRACCION DE PROBETAS DE ACERO

Mediante investigaciones experimentales se han determinado los requerimientos mínimos de corrugaciones de acero de construcción, así como las propiedades del material y las curvas típicas de esfuerzo-deformación. Las gráficas de ensayo a tracción muestran una porción inicial elástica, una plataforma de cedencia, una

zona de endurecimiento y finalmente una región en la que el esfuerzo decae hasta que ocurre la falla.

La región de cedencia está en función de las características del acero y se puede identificar luego de hacer los ensayos, teniendo en cuenta las consideraciones y procedimientos de la norma ASTM. El esfuerzo de fluencia y la resistencia obtenidos en los ensayos son típicamente mucho mayores que los supuestos normalmente en los diseños, en donde se idealiza el perfil de la curva esfuerzo-deformación, ignorando el aumento de esfuerzo debido al endurecimiento del acero por deformaciones altas.

La curva que recomienda el código ACI, válida para algunos casos donde no se tienen grandes deformaciones, subestima el esfuerzo del acero a deformaciones elevadas. Por esta razón, se hace necesario evaluar el esfuerzo del acero y de esa forma poder calcular la resistencia de cedencia y la resistencia del acero con deformaciones elevadas.

Con este ensayo se puede tener la gráfica real para el acero e identificar las zonas elásticas, inelásticas y de rotura. Teniendo dicha gráfica se pueda interactuar conjuntamente con la gráfica del concreto en la hoja de cálculo para poder optimizar y encontrar el comportamiento real del poste.

A continuación se muestra el procedimiento para obtener la grafica fuerza deformación siguiendo los requerimientos de la norma ASTM.

En la foto 4.4 se muestra la colocación del soporte y los pines de fijación a la distancia adecuada según las recomendaciones de la norma ASTM.



Foto 4.4. Colocación de soportes y calibración

En la foto 4.5 se muestra la colocación del reloj comparador, el cual medirá las deformaciones desde 1 centésima de milímetros hasta 500 milímetros.



Foto 4.5. Colocación del reloj comparador

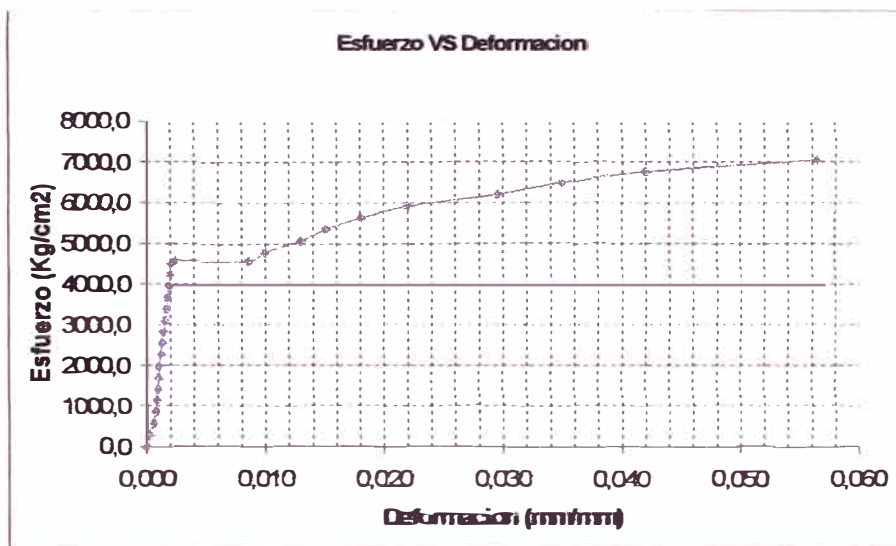
En la foto 4.6 se observa los trabajos del ensayo, en presencia de la supervisión y de los técnicos del LEM.



Foto 4.6. Ensayo de tracción

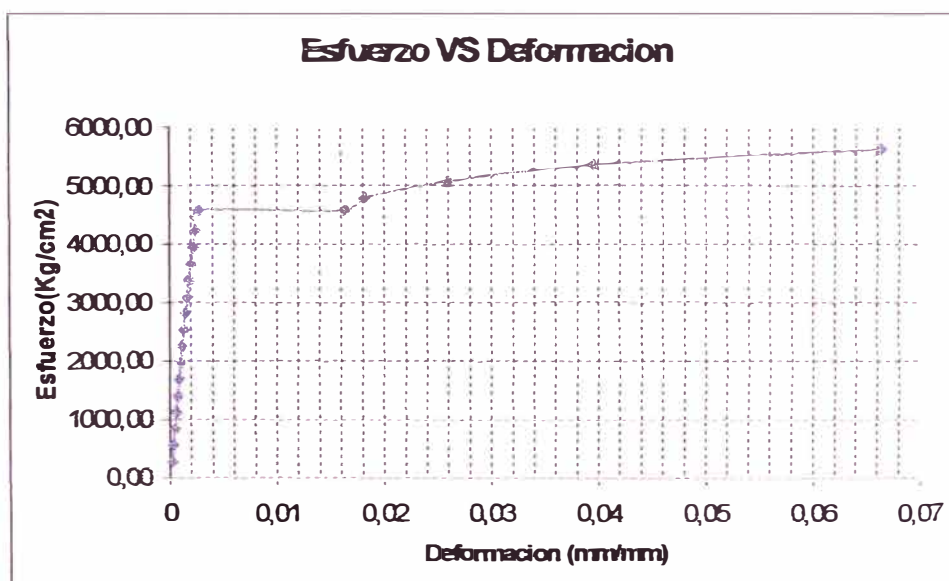
Luego de realizar ensayos a 5 probetas se escogió 3 gráficas representativas con la cual se simulará el comportamiento de la estructura desde el inicio de la fluencia hasta la rotura de la estructura.

Espécimen 1



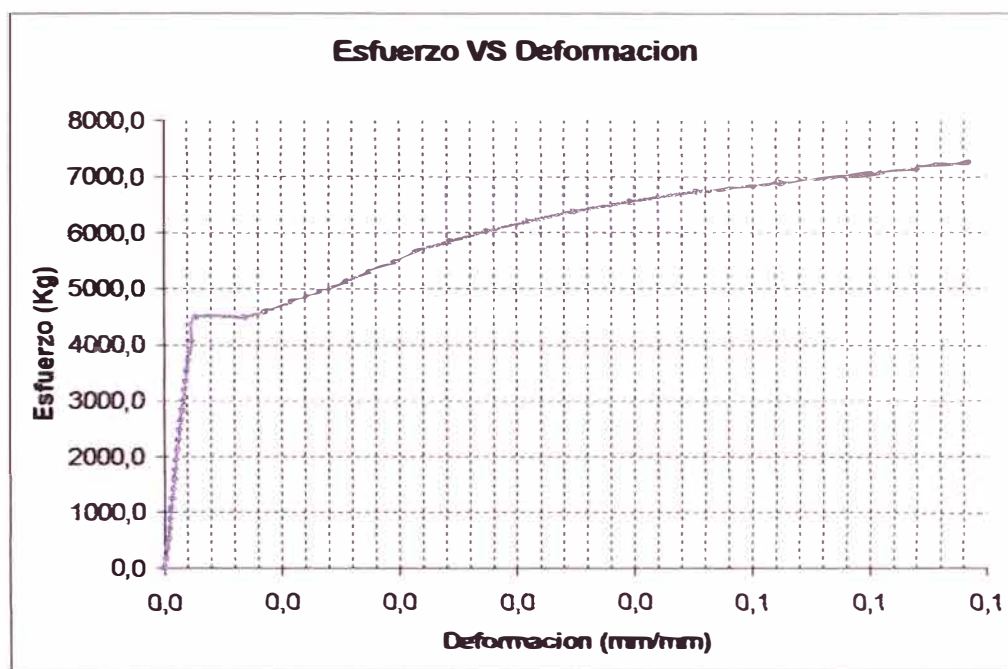
Grafica 4.3. Esfuerzo vs Deformación, probeta 1

Espécimen 2



Grafica 4.4. Esfuerzo vs Deformación, probeta 2

Espécimen 3



Gráfica 4.5. Esfuerzo vs Deformación, probeta 3

4.3 AJUSTE DEL MODELAMIENTO DE LA RESISTENCIA DE LA ROTURA

Se estudiaron los 4 estados más importantes para entender el comportamiento de las secciones del poste y poder afinar el diseño.

1. Inicio del agrietamiento
2. Fluencia del acero
3. Estado intermedio entre la fluencia del acero y la resistencia última de la sección
4. Resistencia última o de rotura

Para fines prácticos solo se explicará con detalle el procedimiento, detalles, consideraciones, modelamiento e iteraciones del poste de 7m de altura y para los otros postes solo se mostraran los cuadros de resultados.

1.- INICIO DEL AGRIETAMIENTO

Es cuando el concreto aun admite tracción, teniendo por debajo del eje neutro secciones de concreto trabajando conjuntamente con el acero. En este caso se analizará el límite donde el concreto aún admite tracción. En la iteración correspondiente se busca el equilibrio de los elementos de concreto que están trabajando a tracción conjuntamente con el acero, y de los elementos de concreto que están trabajando a compresión.

1.1.- Concreto en compresión:

El área en compresión se dividió en 20 elementos, al igual que el diseño base, pero en este caso se analizó para cada estado o etapa el esfuerzo correspondiente a la curvatura supuesta.

En esta etapa se muestran los valores obtenidos del concreto en compresión que se encuentra encima del eje neutro.

$f_c =$	350	kg/cm ²
$\epsilon_r =$	0.00014	
$E_c =$	280624	

$\epsilon_c =$	0.000167
----------------	----------

n	y_n (mm)	y_{n1} (mm)	b_n (mm)	Delta An	f_{cn} (kg/cm ²)	ΔF_n (kg)	ϵ_c	Mto. al eje neutro
1	-9.23	3.51	7.073	49.593	1.200	-0.595	0.000004	-0.21
2	-2.22	10.52	5.119	35.894	3.601	-1.292	0.000013	-1.36
3	4.79	17.53	5.556	38.957	6.001	2.338	0.000021	4.10
4	11.80	24.54	8.404	58.929	8.401	4.951	0.000030	12.15
5	18.82	31.55	13.806	96.809	10.802	10.457	0.000038	33.00
6	25.83	38.57	22.059	154.672	13.202	20.420	0.000047	78.75
7	32.84	45.58	33.688	236.219	15.603	36.856	0.000056	167.98
8	39.85	52.59	49.638	348.053	18.003	62.660	0.000064	329.52
9	46.86	59.60	71.739	503.025	20.403	102.635	0.000073	611.71
10	53.88	66.61	104.393	731.986	22.804	166.921	0.000081	1111.91
11	60.89	73.62	167.620	1175.329	25.204	296.233	0.000090	2181.00
12	67.90	80.64	215.833	1513.389	27.605	417.766	0.000098	3368.72
13	74.91	87.65	206.345	1446.863	30.005	434.133	0.000107	3805.10
14	81.92	94.66	195.396	1370.088	32.406	443.984	0.000115	4202.76
15	88.93	101.67	182.722	1281.222	34.806	445.941	0.000124	4533.97
16	95.95	108.68	167.934	1177.532	37.206	438.117	0.000133	4761.62
17	102.96	115.70	150.410	1054.654	39.607	417.714	0.000141	4832.77
18	109.97	122.71	129.039	904.804	42.007	380.082	0.000150	4663.89
19	116.98	129.72	101.418	711.130	44.408	315.795	0.000158	4096.48
20	123.99	136.73	59.388	416.417	46.808	194.916	0.000167	2665.12
						4190.033		41458.97

1.2.- Concreto en tracción:

En este caso se tiene los elementos de concreto que están trabajando a tracción por debajo del eje neutro con una fibra extrema trabajando a tracción. Se supuso que los esfuerzos de tracción son directamente proporcionales a la correspondiente deformación.

$f_c =$	350	kg/cm ²
$\epsilon_r =$	0.00014	
$E_c =$	280624	kg/cm ²

$\epsilon_c =$	0.000137
----------------	----------

n	yn (mm)	yn1(mm)	bn (mm)	Defla An	fcn (kg/cm ²)	ΔF_n (kg)	ec	Mto. al eje neutro
1	15.61	2.87	11.002	77.143	0.982	-0.758	0.000004	-0.22
2	21.34	8.61	16.432	115.218	2.947	-3.395	0.000011	-2.92
3	27.08	14.35	23.871	167.380	4.911	-8.220	0.000018	-11.79
4	32.82	20.08	33.651	235.957	6.875	-16.223	0.000025	-32.58
5	38.56	25.82	46.307	324.698	8.840	-28.702	0.000032	-74.11
6	44.30	31.56	62.751	439.998	10.804	-47.538	0.000039	-150.03
7	50.04	37.30	84.731	594.125	12.768	-75.860	0.000046	-282.94
8	55.77	43.04	116.483	816.783	14.733	-120.332	0.000053	-517.86
9	61.51	48.77	179.071	1255.623	16.697	-209.653	0.000060	-1022.57
10	67.25	54.51	216.645	1519.083	18.662	-283.484	0.000067	-1545.34
11	72.99	60.25	209.084	1466.069	20.626	-302.390	0.000074	-1821.91
12	78.73	65.99	200.584	1406.468	22.590	-317.725	0.000081	-2096.62
13	84.46	71.73	191.019	1339.400	24.555	-328.885	0.000088	-2358.98
14	90.20	77.46	180.220	1263.679	26.519	-335.115	0.000095	-2595.97
15	95.94	83.20	167.949	1177.635	28.483	-335.430	0.000102	-2790.88
16	101.68	88.94	153.854	1078.802	30.448	-328.471	0.000109	-2921.46
17	107.42	94.68	137.375	963.251	32.412	-312.210	0.000116	-2955.98
18	113.15	100.42	117.512	823.979	34.376	-283.255	0.000123	-2844.37
19	118.89	106.16	92.103	645.815	36.341	-234.695	0.000130	-2491.42
20	124.63	111.89	53.792	377.178	38.305	-144.479	0.000137	-1616.63
						-3716.818		-28134.59

1.3.- Acero en tracción o compresión:

Las varillas de refuerzo están trabajando a compresión y tracción por encima y debajo del eje neutro respectivamente, sin llegar siquiera a la fluencia ($f_s < f'_y$) con un esfuerzo máximo de 278 kg/cm².

$E_s =$	2.00E+06	kg/cm ²
---------	----------	--------------------

$\epsilon_c/c =$	1.1894E-06
------------------	------------

0	Areas de acero	distancia al centro	ym (mm)	es	fs (kg/cm ²)	Fs	Momento de varillas
1	0.71	101.50	114.24	1.36E-04	271.75	0.00	0.00
2	0.71	85.39	98.12	1.17E-04	233.42	0.00	0.00
3	0.71	42.16	54.90	6.53E-05	130.60	0.00	0.00
4	0.71	-14.44	-1.71	-2.03E-06	4.06	-2.88	0.49
5	0.71	-66.47	-53.73	-6.39E-05	127.82	-90.75	487.61
6	0.71	-97.39	-84.65	-1.01E-04	201.37	-142.97	1210.29
7	0.71	-97.39	-84.65	-1.01E-04	201.37	-142.97	1210.29
8	0.71	-66.47	-53.73	-6.39E-05	127.82	-90.75	487.61
9	0.71	-14.44	-1.71	-2.03E-06	4.06	-2.88	0.49
10	0.71	42.16	54.90	6.53E-05	130.60	0.00	0.00
11	0.71	85.39	98.12	1.17E-04	233.42	0.00	0.00
						-473.214	3396.78

Ahora se puede graficar como el concreto y el acero está comenzando a interactuar para equilibrar los esfuerzos mientras el poste de concreto armado está siendo sometido a carga.

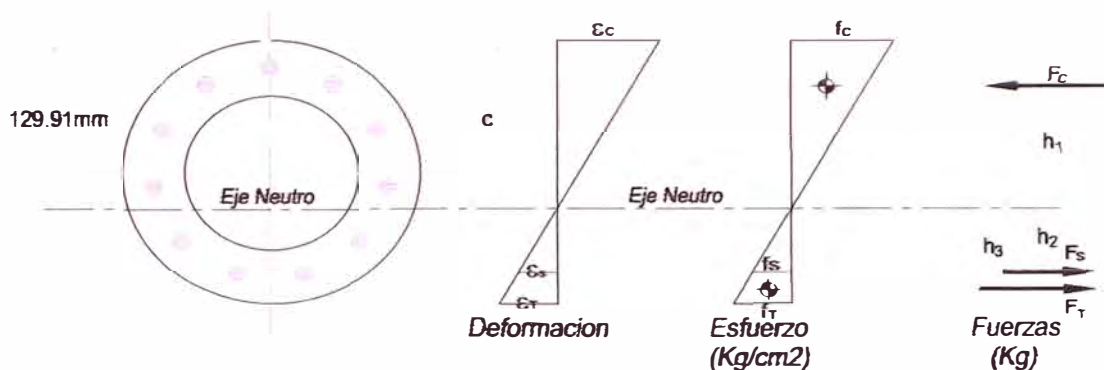


Figura 4.4. Inicio del agrietamiento

2.- FLUENCIA DEL ACERO

2.1.- Acero en fluencia

Según los ensayos realizados la fluencia ocurre aproximadamente a los 4500kg/cm².

Al iniciarse las fluencias del acero, son las varillas más alejadas del eje neutro las que alcanzan tal condición. Es suficiente que 2 varillas de acero entren a tracción para el equilibrio al inicio de la fluencia.

es =	0.0021
Es =	2.00E+06 kg/cm ²

0	Areas de acero	distancia al centro	ym	es	fs	Fs	Momento de varillas
1	0.71	101.50	46.45	0.000534	1069	759	3524.1
2	0.71	85.39	30.33	0.000349	698	496	1503.1
3	0.71	42.16	-12.89	-0.000148	297	-211	271.3
4	0.71	-14.44	-69.50	-0.000799	1599	-1135	7889.7
5	0.71	-66.47	-121.52	-0.001398	2796	-1985	24122.5
6	0.71	-97.39	-152.44	0.002100	4500	-3195	48704.9
7	0.71	-97.39	-152.44	0.002100	4500	-3195	48704.9
8	0.71	-66.47	-121.52	-0.001398	2796	-1985	24122.5
9	0.71	-14.44	-69.50	-0.000799	1599	-1135	7889.7
10	0.71	42.16	-12.89	-0.000148	297	-211	271.3
11	0.71	85.39	30.33	0.000349	698	496	1503.1
						-11302	168507.1

2.2.- Concreto en Compresión

El concreto en este estado de fluencia trabaja netamente a compresión, alcanzando un $\epsilon_c=0.000813$ acercándose cada vez más al estado de fluencia ultima y el eje neutro acercándose mas a la fibra extrema en compresión.

$f_c =$	350	kg/cm ²
$\epsilon_r =$	0.002	
$E_c =$	280624	kg/cm ²

$\epsilon_c / (d-c) =$	1.15E-05
------------------------	----------

n	yn (mm)	yn1(mm)	bn (mm)	Delta An	fcn (kg/cm ²)	ΔFn (kg)	ec	Mto. al eje neutro
1	56.86	1.81	124.484	450.927	-13.122	-59.170	0.000021	-10.72
2	60.49	5.43	161.528	585.113	1.974	11.552	0.000063	6.28
3	64.11	9.06	220.421	798.446	16.827	134.357	0.000104	121.67
4	67.73	12.68	216.044	782.592	31.437	246.026	0.000146	311.92
5	71.35	16.30	211.329	765.511	45.804	350.636	0.000188	571.56
6	74.98	19.92	206.251	747.119	59.928	447.732	0.000229	892.02
7	78.60	23.55	200.785	727.316	73.808	536.821	0.000271	1263.97
8	82.22	27.17	194.895	705.984	87.446	617.355	0.000313	1677.22
9	85.84	30.79	188.545	682.979	100.840	688.719	0.000354	2120.58
10	89.47	34.41	181.684	658.126	113.992	750.210	0.000396	2581.66
11	93.09	38.03	174.252	631.207	126.900	801.002	0.000438	3046.60
12	96.71	41.66	166.174	601.944	139.565	840.105	0.000479	3499.65
13	100.33	45.28	157.349	569.977	151.987	866.293	0.000521	3922.54
14	103.95	48.90	147.644	534.822	164.166	877.997	0.000563	4293.58
15	107.58	52.52	136.871	495.799	176.102	873.113	0.000604	4585.97
16	111.20	56.15	124.755	451.909	187.795	848.663	0.000646	4764.97
17	114.82	59.77	110.855	401.559	199.245	800.085	0.000688	4782.04
18	118.44	63.39	94.388	341.907	210.451	719.547	0.000729	4561.31
19	122.07	67.01	73.649	266.783	221.415	590.697	0.000771	3958.49
20	125.69	70.64	42.829	155.141	232.135	360.137	0.000813	2543.87
						11301.877		49495.18

En este caso podemos graficar como el concreto y el acero ya interactúan estando parte del acero iniciando el esfuerzo de fluencia, mientras el poste de concreto armado está siendo sometido a un incremento de carga.

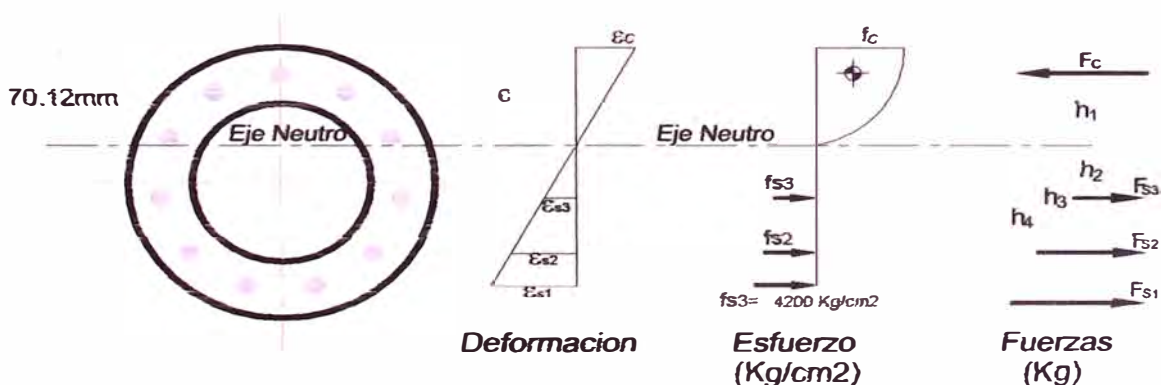


Figura 4.5.- Estado de fluencia del acero

3.- ENTRE LA FLUENCIA DEL ACERO Y LA RESISTENCIA ULTIMA DE LA SECCION

3.1.- Concreto en su resistencia última

En esta etapa la fibra extrema alcanza su resistencia máxima antes de la rotura de la sección. De los ensayos obtenidos en laboratorio se puede ingresar la deformación unitaria del concreto cuando alcanza dicho estado e iterar para ver cómo se comportan tanto las varillas de acero como el eje neutro de la sección.

$f_c =$	350	kg/cm ²
$\epsilon_r =$	0.0024	
$E_c =$	280624	

$\epsilon_c =$	0.002340
----------------	----------

n	yn (mm)	yn1(mm)	bn (mm)	Delta An	fcn (kg/cm ²)	ΔF_n (kg)	ec	Mto. al eje neutro
1	65.33	1.36	197.72	539.08	1.07	5.79	0.000060	0.79
2	68.06	4.09	194.01	528.95	43.23	228.67	0.000180	93.52
3	70.79	6.82	190.07	518.20	83.37	432.04	0.000300	294.48
4	73.51	9.54	185.88	506.79	121.50	615.74	0.000420	587.56
5	76.24	12.27	181.43	494.67	157.61	779.63	0.000540	956.52
6	78.97	15.00	176.71	481.78	191.70	923.58	0.000660	1384.93
7	81.69	17.72	171.68	468.07	223.78	1047.44	0.000780	1856.24
8	84.42	20.45	166.32	453.46	253.84	1151.05	0.000900	2353.68
9	87.15	23.17	160.60	437.85	281.88	1234.24	0.001020	2860.29
10	89.87	25.90	154.47	421.15	307.91	1296.77	0.001140	3358.76
11	92.60	28.63	147.89	403.20	331.93	1338.34	0.001260	3831.32
12	95.33	31.35	140.79	383.85	353.92	1358.53	0.001380	4259.50
13	98.05	34.08	133.09	362.85	373.91	1356.73	0.001500	4623.76
14	100.78	36.81	124.68	339.92	391.87	1332.04	0.001620	4902.78
15	103.50	39.53	115.40	314.62	407.82	1283.07	0.001740	5072.37
16	106.23	42.26	105.02	286.32	421.75	1207.58	0.001860	5103.17
17	108.96	44.99	93.18	254.04	433.67	1101.70	0.001980	4956.10
18	111.68	47.71	79.22	215.99	443.57	958.06	0.002100	4571.11
19	114.41	50.44	61.73	168.29	451.46	759.76	0.002220	3832.13
20	117.14	53.17	35.85	97.73	457.33	446.94	0.002340	2376.18
						18857.66		57275.16

3.2.- Acero en fluencia

Se puede ver como más varillas de acero llegan a la fluencia y aportan al equilibrio de la estructura.

$\epsilon_f =$	0.0021
$E_s =$	2.00E+06 kg/cm ²

$\epsilon_c/c =$	4.29E-05
------------------	----------

0	Areas de acero	distancia al centro	ym	es	fs	Fs	Momento de varillas
1		92.50	28.53	0.00122	2449	1738	4959.5
2		77.82	13.84	0.00059	1188	844	1168.0
3		38.43	-25.55	-0.00110	2193	-1557	3976.7
4		-13.16	-77.14	-0.00331	4500	-3195	24644.9
5		-60.57	-124.55	-0.00534	4500	-3195	39792.5
6		-88.75	-152.72	-0.00655	4500	-3195	48795.5
7		-88.75	-152.72	-0.00655	4500	-3195	48795.5
8		-60.57	-124.55	-0.00534	4500	-3195	39792.5
9		-13.16	-77.14	-0.00331	4500	-3195	24644.9
10		38.43	-25.55	-0.00110	2193	-1557	3976.7
11		77.82	13.84	0.00059	1188	844	1168.0
						-18858	241714.6

Para este caso se puede graficar como el concreto en su estado de resistencia máxima interactúa con el acero, el cual está en el estado de fluencia, y se puede ver al eje neutro cada vez más cerca de la fibra extrema en compresión del concreto.

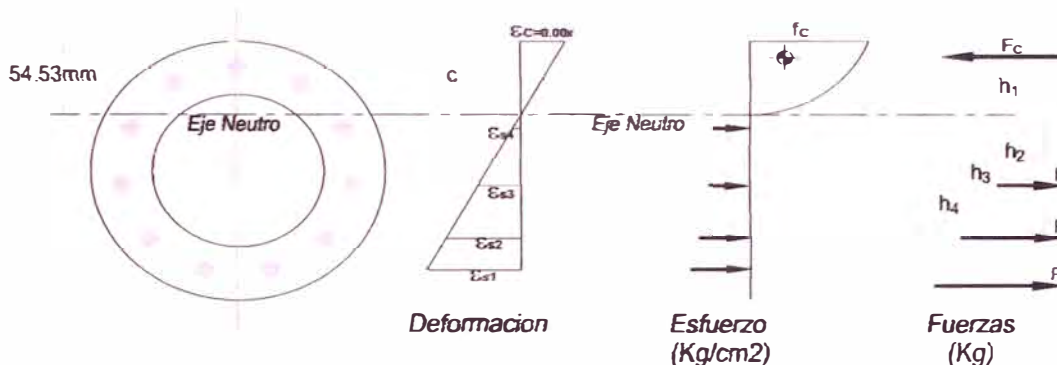


Figura 4.6. Fluencia y Resistencia Última

4.- RESISTENCIA ÚLTIMA (ROTURA)

4.1.- Concreto en su resistencia última

En esta etapa la fibra extrema alcanza su deformación máxima antes de la rotura, con una deformación que se obtiene del ensayo en el laboratorio y la cual nos sirve como punto de partida para la última iteración.

$P_c =$	350	kg/cm ²
$\epsilon_r =$	0.0035	
$E_c =$	280624	kg/cm ²

$\epsilon_c =$	0.003413
----------------	----------

n	yn (mm)	yn1(mm)	bn (mm)	Delta An	fcn (kg/cm ²)	ΔF_n (kg)	ec	Mto. al eje neutro
1	68.70	1.28	193.11	493.18	10.91	53.8	0.000088	6.87
3	73.81	6.38	185.42	473.54	126.89	600.9	0.000438	383.64
4	76.36	8.94	181.23	462.85	178.45	825.9	0.000613	738.28
5	78.91	11.49	176.80	451.54	225.72	1019.2	0.000788	1171.32
6	81.47	14.05	172.11	439.55	268.70	1181.0	0.000963	1658.96
7	84.02	16.60	167.12	426.82	307.39	1312.0	0.001138	2177.98
8	86.58	19.15	161.82	413.29	341.80	1412.6	0.001313	2705.76
9	89.13	21.71	156.18	398.87	371.92	1483.5	0.001488	3220.37
10	91.68	24.26	150.15	383.47	397.75	1525.3	0.001663	3700.61
11	94.24	26.82	143.69	366.96	419.29	1538.7	0.001838	4126.08
12	96.79	29.37	136.73	349.19	436.55	1524.4	0.002013	4477.15
13	99.35	31.92	129.19	329.95	449.52	1483.2	0.002188	4734.89
14	101.90	34.48	120.97	308.96	458.20	1415.7	0.002363	4880.88
15	104.45	37.03	111.92	285.84	462.60	1322.3	0.002538	4896.71
16	107.01	39.59	101.82	260.03	462.70	1203.2	0.002713	4762.85
17	109.56	42.14	90.30	230.62	458.52	1057.5	0.002888	4456.05
18	112.12	44.69	76.74	196.00	450.06	882.1	0.003063	3942.42
19	114.67	47.25	59.77	152.66	437.30	667.6	0.003238	3154.11
20	117.22	49.80	34.70	88.62	420.26	372.4	0.003413	1854.73
						20881.1		57049.67

4.1.- Acero en la etapa plástica

En esta etapa última, luego de la iteración correspondiente suponiendo el estado de rotura, se aprecia que el acero pasó del límite de fluencia entrando en la etapa plástica, pero no en su totalidad, quedando 3 varillas de acero que ayudan al concreto en compresión para poder establecer el equilibrio antes de la falla total de la sección.

				Es = 2.00E+06 kg/cm ²			
				ec/c = 6.68E-05			
0	Areas de acero	distancia al centro	ym	es	fs	Fs	Momento de varillas
1		92.50	25.08	1.68E-03	3351	2379	5966.5
2		77.82	10.39	6.94E-04	1389	986	1025.0
3		38.43	-29.00	-1.94E-03	3874	-2751	7976.2
4		-13.16	-80.59	-5.38E-03	4500	-3195	25747.2
5		-60.57	-128.00	-8.55E-03	4619	-3280	41979.1
6		-88.75	-156.17	-1.04E-02	4776	-3391	52954.4
7		-88.75	-156.17	-1.04E-02	4776	-3391	52954.4
8		-60.57	-128.00	-8.55E-03	4619	-3280	41979.1
9		-13.16	-80.59	-5.38E-03	4500	-3195	25747.2
10		38.43	-29.00	-1.94E-03	3874	-2751	7976.2
11		77.82	10.39	6.94E-04	1389	986	1025.0
						-20881	265330.2

De igual forma notamos que el eje neutro esta cada vez mas cerca de la fibra extrema, poco antes del colapso total del poste.

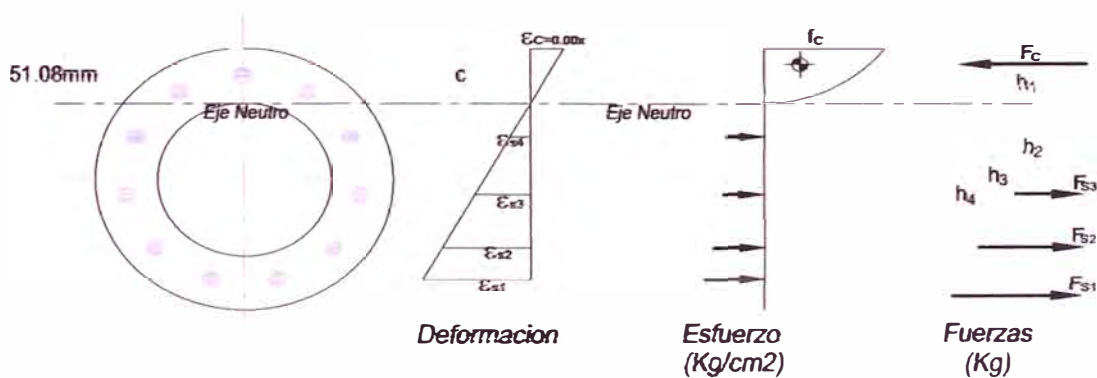
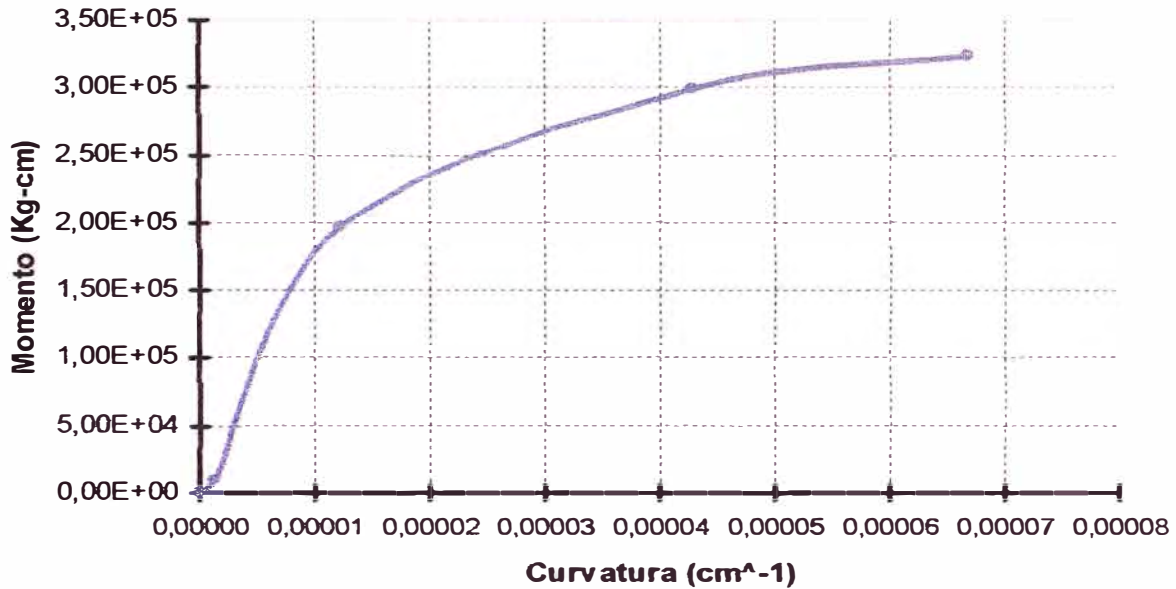


Figura 4.7. Resistencia Ultima

Luego de obtener dichos puntos se puede determinar la curvatura para cada caso, a partir de la deformación en la fibra extrema y de la distancia al eje neutro. En este caso se muestra la gráfica momento curvatura de una sección para el poste de 7/200/150/250.

Gráfica Momento-Curvatura



Gráfica 4.6. Gráfica momento curvatura para una sección

Se puede apreciar en la gráfica siguiente la superposición de los 4 estados y se puede visualizar cómo se comporta la sección del poste desde el inicio hasta el colapso.

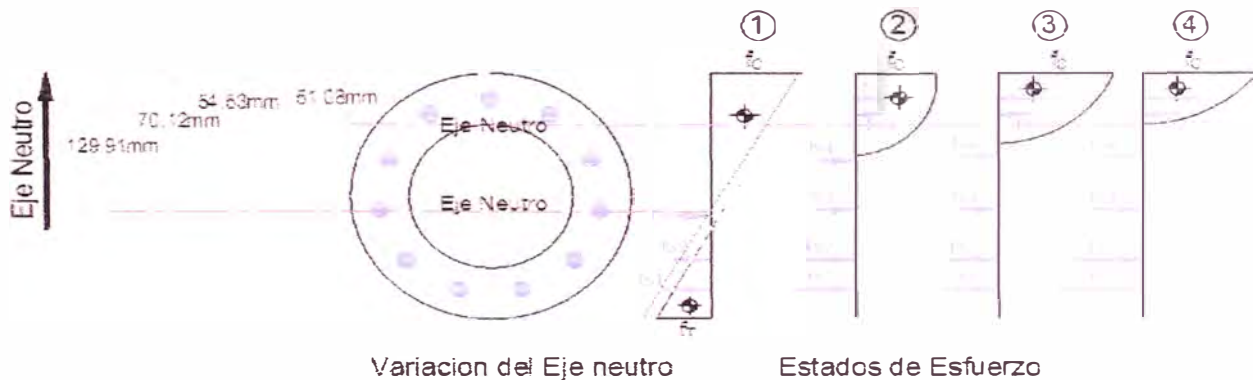


Figura 4.8. Comportamiento de la sección de concreto armado al incremento de carga

4.4 EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS TEÓRICOS AJUSTADOS

Luego de realizar las iteraciones para cada sección del poste, se obtiene gráficas de momento curvatura que ayudarán evaluar las deformaciones según exigen las normas técnicas de las empresas eléctricas.

Para el poste de 7/200/150/225 se tienen los siguientes resultados para el momento resistente máximo y para las deformaciones para cada carga en la prueba de trabajo.

Cuadro 4.1. Momento resistente mejorado para poste de 7m

ESTRUCTURA POSTE 7/200/150/225

		D. exterior		D. interior						
		Base	255	125	40					
		mm		mm						
		Total		Total						
		150	150	150	150					
Debita D		0.012 mm/mm		0.012 mm/mm						
Losa Efectiva		5700		5700						
Sección		8A	82	84	86	87	88	89	90	91
Dentro a la base (mm)		2340	2340	2340	2340	2340	2340	2340	2340	2340
D. net. (mm)		2260	2260	2260	2260	2260	2260	2260	2260	2260
D. ext. (mm)		228.45	228.45	228.45	228.45	228.45	228.45	228.45	228.45	228.45
D. int. (mm)		109.51	109.51	109.51	109.51	109.51	109.51	109.51	109.51	109.51
R1 (mm)		49.16	49.16	49.16	49.16	49.16	49.16	49.16	49.16	49.16
R2 (mm)		114.23	114.23	114.23	114.23	114.23	114.23	114.23	114.23	114.23
R3 (mm)		88.23	88.23	88.23	88.23	88.23	88.23	88.23	88.23	88.23
# de barras		11	11	11	11	11	11	11	11	11
# de barras a		33	33	33	33	33	33	33	33	33
# de barras b		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras c		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras d		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras e		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras f		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras g		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras h		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras i		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras j		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras k		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras l		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras m		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras n		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras o		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras p		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras q		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras r		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras s		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras t		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras u		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras v		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras w		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras x		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras y		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras z		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras aa		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras ab		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras ac		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras ad		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras ae		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras af		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras ag		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras ah		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras ai		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras aj		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras ak		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras al		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras am		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras an		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras ao		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras ap		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras aq		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras ar		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras as		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras at		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras au		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras av		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras aw		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras ax		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras ay		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras az		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras ba		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras bb		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras bc		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras bd		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras be		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras bf		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras bg		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras bh		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras bi		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras bj		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras bk		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras bl		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras bm		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras bn		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras bo		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras bp		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras bq		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras br		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras bs		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras bt		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras bu		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras bv		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras bw		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras bx		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras by		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras bz		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras ca		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras cb		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras cc		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras cd		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras ce		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras cf		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras cg		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras ch		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras ci		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras cj		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras ck		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras cl		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras cm		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras cn		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras co		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras cp		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras cq		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras cr		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras cs		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras ct		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras cu		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras cv		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras cw		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras cx		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras cy		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras cz		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras da		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras db		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras dc		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras dd		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras de		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras df		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras dg		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras dh		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras di		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras dj		40	40	40	40	40	40	40	40	40
# de barras dk		40	40	40	40	40	40	40	40	40

Cuadro 4.2. Deflexion mejorada poste de 7m

CAPACIDAD DE ROTURA A LA FLEXION

ESTRUCTURA POSTE 7/200/2.5/160/255

Longitud del poste =	7000	mm
Long. Empotramiento =	1200	mm

	D. exterior	D. Interior
Base	255	125
Topo	150	40

Delta D	0,012	mm / mm
Long. Efectiva	5700	mm

Sección	Base	81	9A	82	83	84	88	88	97	98	98	99	810
Distancia a la base (mm)	1200	1770	2200	2340	2910	3480	4050	4620	5190	5700	5780	6330	6900
D ext. (mm)	237.00	228.45	222.00	219.90	211.35	202.80	194.25	185.70	177.15	169.50	168.80	160.05	151.90
D int. (mm)	110.43	103.61	98.29	96.59	89.98	82.74	76.82	69.90	61.98	55.79	55.08	48.14	41.21
R1 (mm)	55.21	51.75	49.14	48.29	44.83	41.37	37.91	34.45	30.99	27.89	27.53	24.07	20.81
R2 (mm)	118.50	114.23	111.00	109.95	105.98	101.40	97.13	92.85	88.58	84.75	84.30	80.03	75.78
R3 (mm)	92.50	88.23	85.00	83.95	79.98	78.40	71.13	68.85	62.58	58.75	58.30	54.03	49.75
# de barras =	11	11	11	9	9	9	9	9	9	9	8	8	8
ángulo entre barras =	33	33	33	40	40	40	40	40	40	40	40	60	60
α (mm) =	61.08	50.56	50.36	48.81	48.08	46.14	44.92	43.88	42.187	41.81	33.88	31.88	30.70
Fuerza en el bloque (Kg)	20881.14	20439.09	19987.01	19017.94	17118.10	16798.08	15740.03	14734.04	13654.77	13058.42	9884.41	8608.88	7913.23
Fuerzas de las varillas (Kg)	-20881.14	-20439.09	-19987.01	-19017.94	-17118.10	-16798.08	-15740.03	-14734.04	-13654.77	-13058.42	-9884.41	-8608.88	-7913.23
Δ =	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Momento en el concreto (Kg-cm)	57049.87	54659.85	53280.31	49101.40	41709.85	40910.08	37419.56	34058.19	30500.17	28784.30	17332.83	14487.57	12832.90
Momento de varillas (Kg-cm)	265330.21	249591.88	237285.22	230378.57	187783.48	174311.81	169709.36	169771.46	163093.48	160258.64	107401.00	105978.04	102418.51
Mto. resistente nominal (Kg-cm)	323.3 =	318.2 =	313.1 =	298.2 =	248.1 =	238.1 =	218.1 =	203.1 =	183.1 =	173.1 =	133.1 =	123.1 =	113.1 =
φ (cm-1)	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Distancia (cm)	670	513	470	466	399	342	285	228	171	120	114	57	0
Longitud Efectiva (cm) =	0	570	430	140	570	570	570	570	570	510	60	870	970
F1e	250	Kg											
Mto. Actante (kg-cm)	142,500.00	128,250.00	117,500.00	114,000.00	99,750.00	85,500.00	71,280.00	57,000.00	42,750.00	30,000.00	28,500.00	14,250.00	0.00
Factor de Seguridad	2.3	2.37	2.47	2.49	2.30	2.52	2.91	3.51	4.53	6.30	4.38	8.45	
φ (cm-1)	9.08588E-08	8.34912E-08	8.87328E-08	7.89791E-08	6.49997E-08	5.58378E-08	4.56195E-08	3.41835E-08	2.12818E-08	1.52391E-08	1.751580E-08	1.0829E-08	0
θ (rad) =	0	0.004393218	0.002627815	0.000983963	0.004103398	0.003443888	0.002891634	0.002273531	0.001579907	0.000931283	9.8264E-05	0.000802122	0.000302927
f parcial (mm) =	0	3.505786895	1.800653307	0.507055173	2.808722168	2.159305499	1.848174222	1.168321394	0.720437709	0.349231011	0.014150021	0.274325847	0.086334266
Flecha (mm)	150.38	< 5% de longitud util del poste											

Para el poste de 8m:

Cuadro 4.3. Momento resistente mejorado para poste de 8m

CAPACIDAD DE ROTURA A LA FLEXION

ESTRUCTURA POSTE Ø200/150/270

	D. exterior		D. interior	
	Barras	270	Barras	140
	150		40	

Longitud del poste =	8300	mm
Long. Empotramiento =	1300	mm

Delta D	0.013	mm/mm
Long. efectiva	8800	mm

Sección	Ø800	Ø1	Ø2	ØA	Ø3	Ø4	Ø6	Ø6	Ø7	ØB	Ø8	Ø9	Ø10	Ø12	Ø15
Distancia a la base (mm)	1300	1960	2620	3200	3280	3940	4600	5280	5920	6100	6200	6300	6580	7240	7900
D ext. (mm)	250.50	240.60	230.70	222.00	220.80	210.90	201.00	191.10	181.20	178.50	177.00	175.50	171.30	161.40	151.50
D int. (mm)	123.75	115.50	107.25	100.00	99.00	90.75	82.50	74.25	66.00	63.75	62.50	61.25	57.75	49.50	41.25
R1 (mm)	61.00	57.75	53.63	50.00	49.50	45.38	41.25	37.13	33.00	31.88	31.25	30.63	28.88	24.75	20.63
R2 (mm)	125.25	120.30	115.35	111.00	110.40	105.45	100.50	95.55	90.60	89.25	88.50	87.75	85.65	80.70	75.75
R3 (mm)	99.25	94.30	89.35	85.00	84.40	79.45	74.50	69.55	64.60	63.25	62.50	61.75	59.65	54.70	49.75
# de barras =	11	11	11	11	9	9	9	9	9	9	9	9	8	8	4
ángulo entre barras =	33	33	33	33	40	40	40	40	40	40	40	40	60	60	60
c (mm) =	62.34	61.96	61.61	60.16	47.88	47.80	46.73	46.63	44.00	42.23	36.47	34.90	34.26	32.67	30.69
Fuerzas en el bloque (kg)	20766.73	20291.10	19689.21	18496.34	17077.82	16811.04	15797.57	14793.05	13668.41	12777.10	9887.68	9611.76	9229.22	8340.09	7348.10
Fuerzas de las varillas (kg)	-20766.73	-20291.10	-19689.21	-18496.34	-17077.82	-16811.04	-15797.57	-14793.05	-13668.41	-13989.93	-9887.68	-9611.76	-9229.22	-8340.09	-7348.10
Momento en el concreto (Kg-cm)	59570.89	57054.30	55133.22	50346.67	44047.60	43891.58	40074.56	36576.27	32671.27	29301.02	19004.22	18173.56	17126.10	14763.91	12209.77
Momento de varillas (Kg-cm)	279870.35	261852.61	243339.07	224698.76	194702.94	180454.87	175032.81	170420.41	168008.20	187274.55	131355.68	111300.32	109896.05	107080.31	105808.50
Mto. resistente nominal (Kg-cm)	339581.24	318906.91	298478.29	275145.43	234150.54	228446.45	217767.07	217416.68	204719.47	185275.77	109359.80	109929.58	109882.05	107784.22	106398.27
Distancia (cm)	660	594	528	470	462	399	330	264	198	180	170	160	132	66	0
Alargued. Eléctrica (cm) =	0	660	660	580	60	660	660	660	660	180	100	100	280	680	660

F1 =	200 Kg														
Mto. Actúan (kg-cm)	132000	118800	105600	94000	82400	79200	66000	52800	39600	36000	34000	32000	28400	13200	0
Factor de Seguridad	2.57	2.89	2.83	2.91	2.58	2.83	3.26	3.92	5.07	5.48	4.42	4.05	4.81	9.23	0

Cuadro 4.4. Deflexion mejorada poste de 8m

CAPACIDAD DE ROTURA A LA FLEXION

ESTRUCTURA POSTE 8/200/150/270

Longitud del poste =	8000	mm
Long. Empotramiento =	1300	mm

	D. exterior	D. interior
Base	270	145
Topo	150	45

Delta D	0.013	mm / mm
Long. Efectiva	8800	mm

Sección	9base	91	92	9A	9B	9c	9D	9E	9F	97	9B	99	99	910	912
Distancia a la base (mm)	1300	1980	2620	3200	3280	3940	4800	5260	5260	5920	6100	6200	6300	6580	7240
D ext. (mm)	250.80	240.80	230.70	222.00	220.80	210.90	201.00	191.10	181.20	178.50	177.00	175.50	171.30	161.40	161.40
D int. (mm)	123.75	116.50	107.25	100.00	99.00	90.75	82.50	74.25	66.00	63.75	62.50	61.25	57.75	49.50	49.50
R1 (mm)	81.88	57.75	53.33	50.00	49.50	45.38	41.25	37.13	33.00	31.88	31.25	30.83	28.88	24.75	24.75
R2 (mm)	125.25	120.30	115.35	111.00	110.40	105.44	100.50	95.55	90.60	89.25	88.50	87.75	85.65	80.70	80.70
R3 (mm)	88.25	84.30	80.35	85.00	84.40	79.44	74.50	69.55	64.60	63.25	62.50	61.75	59.65	54.70	54.70
# de barras =	11	11	11	11	9	9	9	9	9	9	9	9	6	6	6
ángulo entre barras =	33	33	33	33	40	40	40	40	40	40	40	40	80	80	80
c (mm) =	82.34	61.61	61.61	60.16	47.86	47.86	46.73	46.53	44.00	42.23	36.47	34.90	34.26	32.67	32.67
Fuerza en el bloque (Kg)	20788.73	20291.10	19689.21	18496.34	17077.82	16811.94	15797.67	14793.05	13888.41	12727.10	9887.88	9811.76	9239.22	8340.09	8340.09
Fuerzas de las varillas (Kg)	-20788.73	-20291.10	-19689.21	-18496.34	-17077.82	-16811.94	-15797.67	-14793.05	-13888.41	-12727.10	-9887.88	-9811.76	-9239.22	-8340.09	-8340.09
Momento en el concreto (Kg-cm)	59570.89	57064.30	55135.22	50348.67	44047.60	43691.58	40074.58	36578.27	32871.21	29301.02	19004.22	18173.58	17128.10	14783.91	14783.91
Momento de varillas (Kg-cm)	279870.35	261652.81	243339.37	224898.79	194702.94	180454.87	175032.81	170420.41	168008.20	167274.55	131355.88	111300.32	109896.05	107080.31	107080.31
Mto. resistente nominal (Kg-cm)															
φ (cm-1)															
Distancia (cm)	680	584	528	470	462	396	330	284	198	198	180	170	180	132	85
Longitud Efectiva (cm) =	0	680	930	580	80	850	880	860	860	860	180	100	100	280	680

F ₁₀	380	Kg
-----------------	-----	----

Mto. Actuante (kg-cm)	165000	148500	132220	117500	115500	99000	82500	68000	49500	45000	42500	40000	33000	16500
Factor de Seguridad	2.08	2.15	2.26	2.34	2.07	2.25	2.61	3.14	4.05	4.37	3.54	3.24	3.85	7.39

φ (cm-1)	9.03937E-06	6.69138E-06	6.13172E-06	7.67335E-06	7.06549E-06	6.1385E-06	5.12362E-06	3.97781E-06	2.65959E-06	2.28637E-06	2.82048E-06	3.42387E-06	1.59953E-06	7.99767E-07	
θ (rad)	0	0.005191143	0.004231823	0.004003489	0.00589552	0.004357305	0.003716497	0.003003408	0.002190278	0.000445136	0.000245342	0.000307217	0.000763278	0.000781774	
f _{parcial} (mm)	0	4.798621915	3.630732731	3.042836208	0.295955152	3.163403138	2.452888345	1.784022898	1.156465953	0.120186892	0.053975154	0.063465486	0.191291069	0.313540774	
Flecha (mm)	2.15	< 5% de longitud útil del poste													

Para el poste de 9m:

Cuadro 4.5. Momento resistente mejorado para poste de

CAPACIDAD DE ROTURA A LA FLEXION

ESTRUCTURA POSTE 9/200/160/250

		D. exterior		D. interior	
		Base	282	150	mm
		Tope	155	40	mm

Longitud del poste =	3000	mm
Long. Empotramiento =	1500	mm

Delta C	0.613	mm / mm
Long. Efectiva	7500	mm

Sección	0base	01	02	0A	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Distancia a la base (mm)	1400	2150	2900	3200	3950	4400	5150	5900	6100	6300	6650	7400	8150	8900
D. ext. (mm)	289.00	287.75	248.50	242.00	235.25	224.00	212.75	201.50	198.50	197.00	195.50	190.25	179.00	167.75
D. int. (mm)	182.80	123.72	114.56	110.88	105.36	98.22	87.89	77.86	75.44	74.22	73.00	68.72	58.56	50.38
R1 (mm)	86.44	61.89	57.28	55.44	52.89	48.11	43.53	38.94	37.72	37.11	36.50	34.36	29.75	25.19
R2 (mm)	134.56	128.89	123.25	121.00	117.63	112.00	108.38	100.75	99.25	98.50	97.75	95.13	88.52	83.88
R3 (mm)	198.58	188.88	97.25	95.00	91.83	88.00	80.38	74.75	73.25	72.50	71.75	69.13	63.50	57.88
# de barras =	12	12	12	12	12	10	10	10	10	10	10	6	6	6
esp. entre barras =	30	30	31	30	30	36	36	36	36	36	36	60	60	80
c (mm) =	82.80	82.24	82.18	82.17	82.16	80.40	77.41	74.36	74.79	74.81	74.22	74.66	72.91	71.80
Fuerza en el bloque (Kg)	2174.189	2131.159	2079.325	2052.43	20209.53	18184.00	16653.74	15154.45	14780.18	14583.98	14388.35	9948.68	8953.05	7978.43
Fuerzas de los venas (Kg)	-2174.189	-2131.158	-2079.325	-2052.43	-20209.53	-18184.00	-16653.78	-15154.45	-14780.18	-14583.98	-14388.35	-9948.68	-8953.05	-7978.43
A =	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Momento en el concreto (Kg-cm)	62805.07	60330.84	58755.47	58175.89	57182.20	48729.38	42841.09	37298.30	35878.90	35176.68	34482.78	18635.04	15985.83	13488.34
Momento de venas (Kg-cm)	318675.72	299056.44	278889.28	270907.52	258980.70	207778.43	20054.44	194754.80	183380.88	182724.80	182789.81	11853245	11465708	11185408
Mto. resistente nominal (Kg-cm)	381280.78	36337.28	337883.78	328033.41	319172.80	266607.81	243486.40	23208.10	22928.88	227901.48	228571.88	137167.62	130642.91	128140.40
Distancia (cm)	750	675	600	570	525	450	375	300	280	270	260	225	150	75
Alargitud Efectiva (cm) =	0	750	750	300	450	750	750	750	200	100	100	350	750	750

F₁	200 Kg														
Mto. Actante (Kg-cm)	180000	135000	120000	114000	105000	90000	75000	60000	50000	54000	52000	45000	30000	15000	0
Factor de Seguridad	2.54	2.88	3.81	2.89	3.01	2.85	3.23	3.87	4.08	4.22	4.38	7.05	4.35	8.34	0

Cuadro 4.6. Deflexion mejorada poste de 9m

CAPACIDAD DE ROTURA A LA FLEXION

ESTRUCTURA POSTE 9/200/150/200

		D. exterior		D. interior														
Longitud del poste =		9000		200														
Long. Empotramiento =		1400		150														
				40														

	C. D.12													
Dist. D	mm / mm													
Long. Flecha	750													

Sección	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14
Distancia a la base (mm)	1400	2100	2800	3500	4200	4900	5600	6300	7000	7700	8400	9100	9800	10500
D ext. (mm)	260.00	257.75	248.90	242.30	235.25	228.00	221.75	215.50	209.25	203.00	196.75	190.50	184.25	178.00
D int. (mm)	150.00	147.75	144.50	141.25	138.00	134.75	131.50	128.25	125.00	121.75	118.50	115.25	112.00	108.75
R1 (mm)	66.44	61.88	57.28	55.44	52.89	48.11	43.53	38.94	37.12	37.11	36.50	34.38	29.78	25.19
R2 (mm)	134.50	128.88	123.25	121.00	117.83	112.00	108.38	100.75	99.25	98.50	97.75	95.13	89.50	83.88
R3 (mm)	169.50	162.88	157.25	155.00	151.83	148.00	144.38	134.75	133.25	132.50	131.75	129.13	123.50	117.88
# de barras =	12	12	12	12	12	10	10	10	10	10	10	6	6	6
Ancho entre barras =	30	30	30	30	36	36	36	36	36	36	36	60	60	60
c (mm) =	62.88	62.24	61.19	62.17	62.18	49.40	47.41	46.38	44.79	44.81	44.22	34.86	32.88	31.22
Fuerza en el acero (Kg)	21741.89	21311.50	20783.25	20542.43	20209.53	18194.00	16653.76	15154.45	14780.18	14563.98	14388.35	9948.88	8953.05	7978.43
Fuerzas de las varillas (Kg)	-21741.89	-21311.50	-20783.25	-20542.43	-20209.53	-18194.00	-16653.76	-15154.45	-14780.18	-14563.98	-14388.35	-9948.88	-8953.05	-7978.43
Δ =	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Momento en el concreto (Kg-cm)	82805.07	80330.84	80755.47	81258.89	81822.20	48729.38	42841.06	37266.30	35878.90	35176.66	34482.78	18665.04	15985.83	13486.34
Momento de varillas (Kg-cm)	318875.72	298036.44	278898.28	27007.52	258998.70	207778.43	200854.44	194754.60	193380.98	192224.80	192088.91	118502.48	111850.08	109080.73
Mta. resistente nominal (Kg-cm)	391280.79	366367.28	387053.75	329039.41	318178.90	258507.81	243498.48	232061.10	228267.80	227901.48	226871.80	137167.82	130842.91	126140.40
Φ (cm.1)	0.66342E-06	6.60043E-06	6.80484E-06	6.80630E-06	6.82146E-06	6.18894E-06	6.44847E-06	6.63042E-06	6.67198E-06	6.61435E-06	6.61435E-06	6.43884E-06	6.88818E-06	6.36847E-06
Distancia (cm)	750	675	600	570	525	450	375	300	280	270	280	225	150	75
Alargamiento (cm)	3	750	750	300	450	750	750	750	200	100	100	350	750	750

F1 =	260													
Mto. Actante (kg-cm)	18750	168750	150000	142500	131250	112500	93750	75000	70000	67500	65000	56250	37500	18750
Factor de Seguridad	2.03	2.13	2.23	2.31	2.41	2.28	2.80	3.09	3.28	3.38	3.49	2.44	3.48	6.87

Φ (cm.1)	1.10889E-05	9.77288E-06	9.25709E-06	1.31928E-05	1.09441E-05	9.8322E-06	8.19343E-06	6.36548E-06	6.91411E-06	6.86846E-06	6.58969E-06	9.89292E-06	3.12193E-06	9.08926E-07	
Φ (rad)	0	0.007329857	0.006942788	0.003957838	0.004974852	0.00737415	0.006145074	0.004774109	0.003826222	0.006868646	0.006855889	0.003462523	0.002341448	0.00069162	
f porcent (mm)	0	4.947518188	4.165872589	2.259967497	2.581547551	3.318367461	2.304402574	1.432232754	0.387190088	0.185394474	0.157551818	0.779067737	0.351217271	0.05112149	
Flecha (mm)	229.21	* 5% de longitud del poste													

Para el poste de 11 m:

Cuadro 4.7. Momento resistente mejorado para poste de 11m

CAPACIDAD DE ROTURA A LA FLEXION

ESTRUCTURA POSTE 11/200/160/315

		D. exterior													
		D. exterior							D. interior						
		Base							Topa						
Longitud de poste =	11000	mm													
Long. Empotrado =	1800	mm													
		D. exterior													
Delta D	0.13	mm / mm													
Long. Efectiva	9200	mm													
Sección	B15x1	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13	
Distancia a la base (mm)	1600	2570	3440	4300	5280	6200	7100	8000	8900	9800	10700	11600	12500	13400	
D ext. (mm)	281.00	277.70	283.40	287.80	248.80	235.80	222.00	223.50	222.00	220.80	268.20	194.40	180.60	188.80	
D int. (mm)	183.31	151.78	138.88	142.82	127.83	115.40	103.27	104.89	103.27	101.85	61.18	78.02	88.88	84.78	
R1 (mm)	81.85	78.89	88.88	71.41	62.78	57.70	81.84	52.20	81.84	50.88	42.57	29.51	33.45	27.38	
R2 (mm)	145.53	138.80	131.70	139.50	124.80	117.80	111.00	111.78	111.00	110.25	154.10	87.20	80.31	83.40	
R3 (mm)	118.53	112.80	106.70	107.50	88.80	81.80	85.00	85.75	86.00	84.25	78.10	71.20	84.30	87.40	
# de barras =	12	12	12	12	12	10	10	10	10	10	6	6	6	6	
Ángulo entre barras =	30	30	30	30	30	36	36	36	36	36	80	80	80	80	
c (mm) =	66.21	64.87	63.30	63.20	63.34	68.70	68.38	68.68	68.38	68.18	32.78	31.70	28.71	28.11	
Fuerza en el bloque (Kg)	24434.03	23824.28	22203.40	22385.28	21678.88	18878.80	17868.07	17737.02	17668.07	17378.48	10088.88	8887.88	8481.17	7388.88	
Fuerzas de las varillas (Kg)	-74434.03	-73824.28	-72203.40	-72385.28	-71678.88	-18878.80	-17868.07	-17737.02	-17668.07	-17378.48	-10088.88	-8887.88	-8481.17	-7388.88	
A =	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Momento en el concreto (Kg-cm)	73888.88	70824.27	84128.74	84573.47	82420.01	50885.51	48076.48	46750.22	46076.48	45664.82	18387.71	17724.45	14587.58	11888.81	
Momento de varillas (Kg-cm)	-378388.88	-359518.88	-306322.88	-311823.82	-280221.88	-224218.03	-214274.81	-215947.15	-214274.81	-213223.81	-140847.88	-128888.74	-121730.22	-117868.47	
Mto. resistente nominal (Kg-cm)	483584.88	421248.13	388448.88	378487.38	342881.88	278881.88	268880.48	268880.37	268880.48	268880.82	188880.74	143882.17	138282.81	128883.27	
Distancia (cm)	820	820	820	820	820	820	820	820	820	820	450	280	184	10	
Abundancia Efectiva (cm)	3	920	920	-240	1160	920	920	-100	100	100	920	920	920	920	
		P14													
		200 Kg													
Mto. Acero (Kg-cm)	18400	18880	147200	152000	128800	110400	92000	94000	92000	90600	73800	56200	38800	18400	
Factor de Seguridad	2.5	2.64	2.51	2.48	2.88	2.48	2.83	2.78	2.83	2.87	2.18	2.81	3.70	7.08	

Cuadro 4.8. Deflexion mejorada poste de 11m

CAPACIDAD DE ROTURA A LA FLEXION

ESTRUCTURA POSTE 11/200/160/315

Longitud del poste =	11000	mm
Long. Empotramiento =	1800	mm

	D. exterior	D. interior
Base	315	185
Topo	150	40

Delta D	0.013	mm / mm
Long. Efectiva	9200	mm

Sección	Sbase	01	02	0A	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	013
Distancia a la base (mm)	1800	2520	3440	3200	4360	5280	8200	8100	8200	8300	7120	6040	8960	9680	10800
D. ext. (mm)	291.00	277.30	263.40	267.00	249.00	235.00	222.00	223.50	222.00	220.50	208.20	194.40	180.80	166.80	153.00
D. int. (mm)	163.91	151.78	138.65	142.82	127.53	115.40	103.27	104.58	103.27	101.95	91.15	79.02	66.89	54.76	42.64
R1 (mm)	81.95	75.89	69.83	71.41	63.76	57.70	51.64	62.30	51.84	50.98	45.57	39.51	33.45	27.38	21.32
R2 (mm)	145.50	138.60	131.70	133.50	124.80	117.80	111.00	111.75	111.00	110.25	104.10	97.20	90.30	83.40	76.50
R3 (mm)	118.50	112.90	105.70	107.50	98.80	91.90	85.00	85.75	85.00	84.25	78.10	71.20	64.30	57.40	50.50
# de barras =	12	12	12	12	12	10	10	10	10	10	8	8	8	8	8
Ángulo entre barras =	30	30	30	30	30	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
s (mm) =	56.31	64.87	63.30	63.29	63.24	48.70	48.39	48.68	48.38	48.18	33.79	33.78	31.70	28.71	28.11
Fuerza en el bloque (Kc)	24434.08	23824.28	22203.40	22365.28	21578.88	18878.60	17558.07	17737.02	17558.07	17379.48	10089.88	8687.28	8491.17	7399.88	6513.67
Fuerzas de las vallas (Kc)	-24434.08	-23824.28	-22203.40	-22365.28	-21578.88	-18878.60	-17558.07	-17737.02	-17558.07	-17379.48	-10089.88	-8687.28	-8491.17	-7399.88	-6513.67
A =	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Momento en el concreto (Kg-cm)	73994.89	70828.27	64128.75	64573.47	82420.01	50865.51	48075.49	48760.22	48075.49	45404.82	18387.71	17725.43	14582.58	11896.81	9911.89
Momento de vallas (Kg-cm)	379359.89	350519.88	305322.85	311923.82	280231.88	224218.03	214274.91	215347.15	214274.91	213223.81	140847.99	128078.75	121730.22	117956.47	113818.89
Mq. resistente nominal (Kg-cm)	463364.89	421348.13	388448.68	374487.39	342881.88	276891.84	260380.40	262287.37	260380.40	248878.63	168046.70	143802.17	136292.81	129853.27	123728.98
Distancia (cm)	920	828	736	760	824	552	480	470	480	450	388	276	184	92	10
Distancia Efectiva (cm)	0	820	820	-240	1180	820	820	-100	100	100	820	820	820	820	820

Fte	250	kg
-----	-----	----

φ (cm)	1.08933E-05	8.32125E-08	8.93078E-08	1.5526E-05	1.0589E-05	8.48484E-08	7.89188E-08	8.80285E-08	1.11317E-05	1.12347E-05	7.53553E-08	8.51375E-08	2.85915E-06	8.9188E-07	0
φ (rad)	0	0.008675552	0.006818321	-0.003128244	0.012286007	0.008726009	0.007280527	-0.000980265	0.001113188	0.001123474	0.006179131	0.008752648	0.002839816	0.000821513	0
I permit (mm)	0	7.100557094	6.04721281	-2.831845554	7.895486771	4.816778946	3.339842834	-0.48073846	0.512057245	0.505563406	2.273920157	2.41573091	0.485689303	0.075437178	0
flecte (mm)	321.76	< 5%	de longitud útil del poste												

En la tabla siguiente tabla 4.1 se indican los momentos flectores resistentes últimos de los postes optimizados, los momentos flectores por las cargas de trabajo aplicadas en el extremo libre de los postes y los factores de seguridad frente a la falla por flexión, observándose que el factor excede el factor de seguridad mínimo exigido en las especificaciones técnicas.

Tabla 4.1. Factores de seguridad respecto a falla por flexión

SECCION		S8	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13
Poste N°1 7/200/150/255	Momento actuante (kg-m)	114000.00	102600.00	94000.00	91200.00	79800.00	68400.00	57000.00	45600.00	34200.00	24000.00	22800.00	11400.00		
	Momento ultimo (kg-m)	322379.88	304251.51	290545.53	279477.97	229473.33	215221.87	207128.90	199829.65	193595.62	189042.94	124733.83	120465.61		
	Factor de seguridad	2.83	2.97	3.09	3.06	2.88	3.15	3.63	4.38	5.66	7.88	5.47	10.57		
Poste N°2 8/200/150/270	Momento actuante (kg-m)	132000.00	118800.00	105600.00	94000.00	92400.00	79200.00	66000.00	52800.00	39600.00	36000.00	34000.00	32000.00	26400.00	13200
	Momento ultimo (kg-m)	339441.24	318906.91	298472.29	275043.46	238750.54	224146.45	215107.37	206998.67	200679.41	196575.57	150359.90	129473.88	127022.15	121824.2
	Factor de seguridad	2.57	2.68	2.83	2.93	2.58	2.83	3.26	3.92	5.07	5.46	4.42	4.05	4.81	9.23
Poste N°3 9/200/150/285	Momento actuante (kg-m)	150000.00	135000.00	120000.00	114000.00	105000.00	90000.00	75000.00	60000.00	56000.00	54000.00	52000.00	45000.00	30000.00	15000
	Momento ultimo (kg-m)	381280.79	359367.28	337653.75	329033.41	316172.90	256507.81	243495.49	232051.10	229257.88	227901.46	226571.68	137167.52	130642.91	125140.4
	Factor de seguridad	2.54	2.66	2.81	2.89	3.01	2.85	3.25	3.87	4.09	4.22	4.36	3.05	4.35	6.34
Poste N°4 11/200/150/315	Momento actuante (kg-m)	184000.00	165600.00	147200.00	152000.00	128800.00	110400.00	92000.00	94000.00	92000.00	90000.00	73600.00	55200.00	36800.00	18400
	Momento ultimo (kg-m)	453354.58	421348.13	369449.59	376497.39	342651.68	275081.54	260350.40	262097.37	260350.40	258628.63	159045.70	143802.17	136292.81	129853.3
	Factor de seguridad	2.5	2.54	2.51	2.48	2.66	2.49	2.83	2.79	2.83	2.87	2.16	2.61	3.70	7.06

En la Tabla 4.2 se muestran las flechas máximas en el extremo libre de los siete tipos de postes; también se indica su equivalencia como porcentaje de la longitud efectiva de los postes. Los resultados muestran que las flechas máximas son menores al 6% de la longitud efectiva, por lo tanto los resultados de los ensayos con las cargas de trabajo deben ser satisfactorios.

Tabla 4.2. Deflexión maxima experimental

POSTE TIPO	fmax. (cm)	$\frac{fmax}{L_{efectiva}} \times \%$
7/200/150/255	15.04	2.64
8/200/150/285	21.15	3.20
9/200/150/315	22.92	3.06
13/400/180/375	32.18	3.50

Comparando los resultados obtenidos en el diseño experimental mejorado versus el ensayo de carga, podemos concluir según el cuadro 4.9 que existe una variación más razonable respecto al cálculo tradicional, de esta forma se puede predecir el comportamiento real del poste.

Cuadro 4.9. Comparacion de deflexiones

POSTE TIPO	fmax. Real (mm)	fmax. Optimizado (mm)	Variacion
7/200/150/255	168.0	150.4	10.5%
8/200/150/270	246.0	211.5	14.0%
9/200/150/285	252.0	229.2	9.0%
11/200/150/315	315.00	321.76	2.1%

CONCLUSIONES

Obteniendo el diagrama momento curvatura se puede entender mejor el comportamiento de la estructura y predecir con mayor exactitud la deformación del poste, tal como se indica en la figura 4.8.

En base a los ensayos de los materiales, se pudo predecir mejor el momento resistente del poste, determinándose un factor de seguridad mayor.

Se comprueba que la teoría elástica no puede predecir la resistencia máxima de los miembros sometidos a cargas elevadas, debido a que no toma en cuenta el rango inelástico de comportamiento de los materiales.

En base a los ensayos realizados para los materiales se pueden encontrar las graficas reales de esfuerzo-deformación incluyendo el comportamiento elástico y el comportamiento inelástico, trayendo consigo buenos resultados al momento de simular el poste, ya que se toma en cuenta dichas reservas de esfuerzo, de esta manera se puede predecir el comportamiento real del poste.

El invertir en la investigación del diseño de los postes trajo consigo la optimización de esas estructuras, lo cual tiene una gran influencia en el costo de fabricación, tanto en materiales como en la velocidad de producción. Por lo tanto, El Costo-Beneficio del proyecto justifica la inversión.

RECOMENDACIONES

Lo que se plantea resolver en la tesis es que es más conveniente establecer un coeficiente de seguridad menor respecto al momento último nominal basado en los parámetros de resistencia nominal de los materiales que tener un coeficiente de seguridad más alto respecto al momento último obtenido en el ensayo de rotura, dado que los cálculos que justifiquen estos valores requerirán realizar cada vez ensayos de los materiales.

Otra alternativa sería modificar el concepto de resistencia última o de rotura indicado en la norma, en función más de deformaciones permanentes admisibles y lo cual significa en principio modificar los alcances del ensayo de rotura. En esta alternativa se tendrá que aceptar coeficientes de seguridad menores a los establecidos en la norma, dado que los momentos últimos calculados estarían en base a valores nominales de la resistencia de acero y del concreto, que además de ser menores que los valores reales a ser obtenidos experimentalmente no tendrían la variabilidad de estos.

En la tesis se ha considerado desarrollar ambas alternativas mencionadas en el capítulo anterior. En la primera se requiere la ejecución de ensayos para determinar las características mecánicas de los materiales involucrados, obteniendo resultados más reales para mostrar que se alcanzan los coeficientes de seguridad requeridos por las especificaciones técnicas. En base a estos resultados se podrá hacer una propuesta de modificación de los coeficientes de seguridad y de los procedimientos del ensayo de rotura en la especificación técnica del fabricante, basados en la deformación correspondiente al momento resistente último nominal.

BIBLIOGRAFIA

R.Park y T. Paulay, Estructuras de Concreto Reforzado, Editorial Limusa, 2001, México.

Ortiz Bosman Esteban A., Diagrama momento Curvatura de Sección de Concreto Armado, Universidad Nacional de Ingeniería, 2004, Facultad de Ingeniería Civil.

Edelnor, Especificaciones Técnicas de postes de concreto Armado para distribución, Edelnor, 2005, Perú.

Luz del Sur, Especificaciones Técnicas de postes de concreto Armado centrifugado, Edelnor, 2004, Perú.

Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, Reglamento Nacional de Edificaciones, 2006, Perú.

Comité ACI 318, Reglamento para concreto estructural, Instituto Americano de Concreto, 2005, MICHIGAN-USA.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS ASTM, E08M, 1996.

J. A. Blume, N. M. Newmark, y L. H. Coming, Design of Multistorey Reinforced Concrete Buildings for Earthquake Motions, Chicago 1996.

ANEXO

FABRICACIÓN DE POSTES DE CONCRETO CENTRIFUGADO

En la Foto A.1 se muestra la colocación del acero de refuerzo y el vaciado del concreto sobre el encofrado metálico tipo caña partida.



Foto A.1. Colocación concreto

En la Foto A.2 se muestra la colocación del encofrado metálico tipo caña partida, para luego proceder a centrifugar el elemento.



Foto A.2. Colocación de la tapa del encofrado

En la Foto A.3. Se muestra el procedimiento centrifugado al cual se somete el molde con movimientos circulares los cuales centrifugan el concreto dándole la forma hueca debido al molde de geometría variable. También podemos apreciar en el extremo inferior izquierdo unas tuberías con caño que ingresan al molde, este es un método en el cual se incorpora aire caliente para acelerar el proceso de fraguado, de la misma forma pasan por unos hornos para el secado correspondientes. Todo este procedimiento de secado debido a la gran demanda de postes de alta y baja tensión.



Foto A.3. Método centrifugado

En la Foto A.4 se aprecia el traslado de los postes al área de de almacenamiento
Trasladado con un cargador en 2 apoyos.



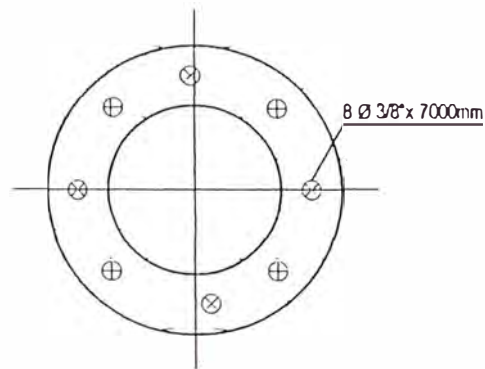
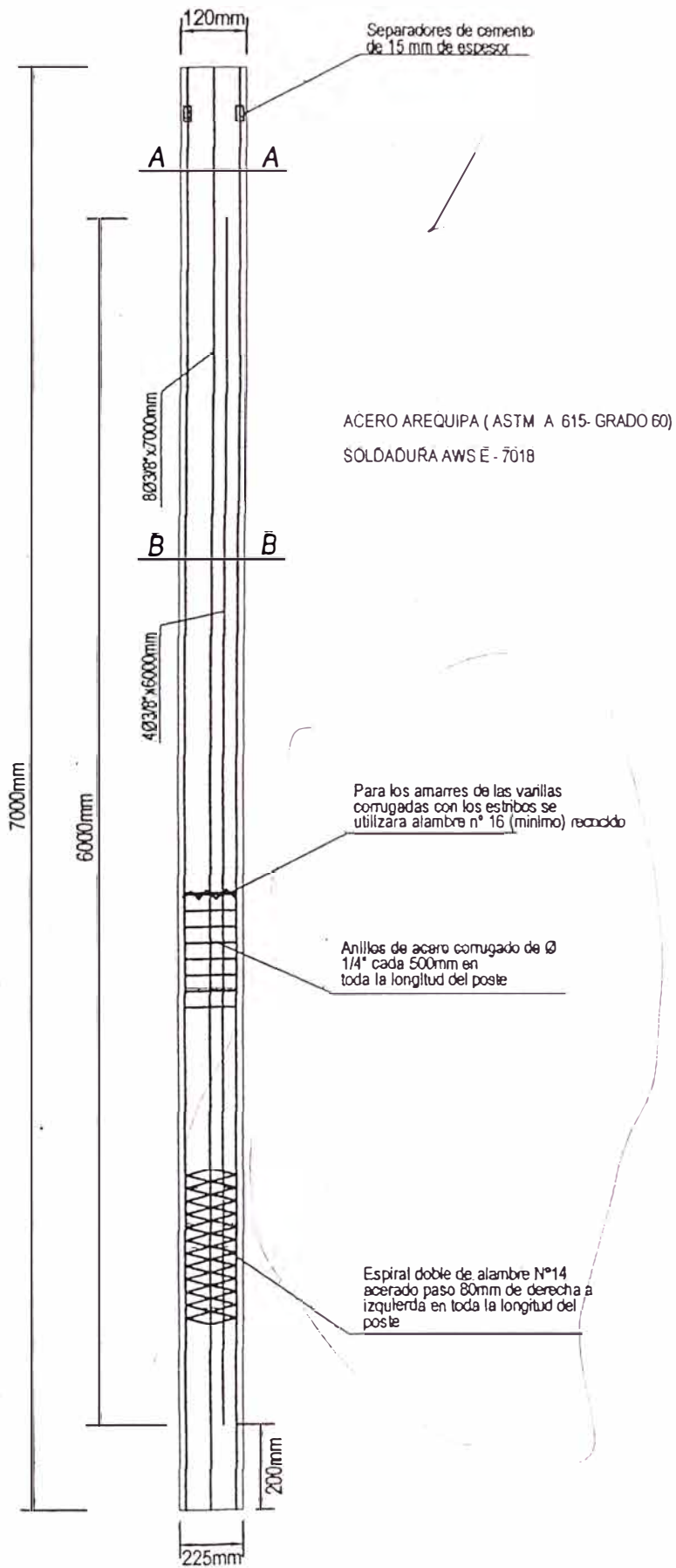
Foto A.4. Manipuleo y traslado de postes

En la Foto A.5 podemos observar la zona de almacenamiento de los lotes postes y la forma como se apilan los mismos antes de ser enviados a su instalación.

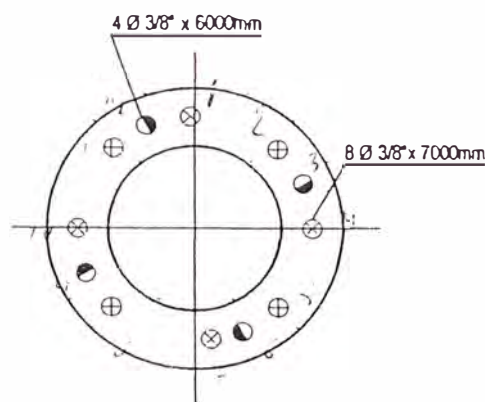


Foto A.4. Área de almacenamiento y distribución

POSTES TRADICIONALES PLANOS Y ENSAYOS



SECCION A-A



SECCION B-B

VARILLAS DE ACERO ASTM - A615
GRADO 60. $F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

Jorge H. Tantaleán Rodríguez
Jorge H. Tantaleán Rodríguez
 ING. CML
 CIR 73001

COMPAÑIA AMERICANA MULTISERVICIOS - PERU SRL

POSICION	2.1	MATRICULA	6756413
DIBUJO:	P.A.G.	APROB:	
PROY:	EDELNOR	REVIS:	
FECHA:	ENERO DEL 2005	ESCALA:	1:1

ESTRUCTURA POSTE 7/200/120/225

7/200/2.5/120/225

EDELNOR S.A.A.

REPORTE DE PRUEBA DE TIPO PARA POSTES DE CONCRETOFABRICANTE: CAM - PERU S.R.L.TIPO DE POSTE: 7/200/120/225A) MONTAJE DE PRUEBAEmpotramiento para los postes en general: 10% de la longitud del poste + 0.5 m = 1.20 mB) INSPECCIÓN VISUALB.1 Estado general del poste : Defectuoso Bueno B.2 Uniformidad del acabado superficial : Deficiente Buena B.3 Fisuras no capilares : SI NO Resultados : Aceptable Inaceptable C) INSPECCIÓN DIMENSIONAL VERIFICADA

	TOLERANCIAS	DIMENSIONES NOMINALES	DIMENSIONES VERIFICADAS		RESULTADOS
			VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	
LONGITUD (m)	± 0.5%	<u>7.00</u>			
φ base (*)	a)int (mm)	± 5%	<u>125</u>	<u>123</u>	
	b)ext (mm)	± 5%	<u>225</u>	<u>227</u>	
φ cima (*)	a)int (mm)	± 5%	<u>40</u>		
	b)ext (mm)	± 5%	<u>120</u>	<u>121</u>	
DESVIACIÓN AXIAL	1 mm/m	<u>7.0</u>		<u>01</u>	

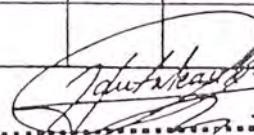
(*) Las tolerancias no podrán ser mayores a + 20 mm y - 5 mm

D) PRUEBA DE CARGA DE TRABAJO

% CARGA NOMINAL DE ROTURA	CARGA (kg)		DEFLEXIÓN (mm)		OBSERVACIONES
			ELÁSTICA	PERMANENTE	
10%	<u>50</u>	<u>110</u>	<u>48</u>		
20%	<u>100</u>	<u>220</u>	<u>109</u>		
30%	<u>150</u>	<u>330</u>	<u>158</u>		
40%	<u>200</u>	<u>440</u>	<u>201</u>		
50%	<u>250</u>	<u>550</u>	<u>240</u>	<u>02</u>	
CONDICIONES A CUMPLIR	a) Deflexión elástica al 50% : ≤ 5% de longitud útil del poste (<u>285.0</u> mm)				
	CUMPLE	<input checked="" type="checkbox"/>	NO CUMPLE	<input type="checkbox"/>	
CONDICIONES A CUMPLIR	a) Deflexión permanente : ≤ 5% de deflexión elástica al 50% (<u>12.25</u> mm)				
	CUMPLE	<input checked="" type="checkbox"/>	NO CUMPLE	<input type="checkbox"/>	

E) PRUEBA DE CARGA DE ROTURA.- Condición de falla: Registro de un aumento desproporcionado de la deformación, sin incremento de la carga actuante

% DE CARGA NOMINAL DE ROTURA	60	65	70	75	80	85	90	95	100	120	150
CARGA (kg)											
DEFORMACIÓN ELÁSTICA (mm)											

F) FABRICACIÓN (Según especificación técnica DNN-ET-018g)F.1 Sistema utilizado: Centrifugado

 Jorge H. Tantaleán Rodríguez

ING. CIVIL

Especificación Técnica DNN-ET-18g

EDELNOR S.A.A.

REPORTE DE PRUEBA DE TIPO PARA POSTES DE CONCRETOFABRICANTE: CAM - PERO S.R.L.TIPO DE POSTE: 7/200/120/225A) MONTAJE DE PRUEBAEmpotramiento para los postes en general: 10% de la longitud del poste + 0.5 m = 1.20 mB) INSPECCIÓN VISUALB.1 Estado general del poste : Defectuoso Bueno B.2 Uniformidad del acabado superficial : Deficiente Buena B.3 Fisuras no capilares : SI NO Resultados : Aceptable Inaceptable C) INSPECCIÓN DIMENSIONAL VERIFICADA

	TOLERANCIAS	DIMENSIONES NOMINALES	DIMENSIONES VERIFICADAS		RESULTADOS
			VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	
LONGITUD (m)	± 0.5%	<u>7.00</u>			
φ base (*)	a)int (mm)	± 5%	<u>125</u>	<u>123</u>	
	b)ext (mm)	± 5%	<u>225</u>		<u>227</u>
φ cima (*)	a)int (mm)	± 5%	<u>40</u>		
	b)ext (mm)	± 5%	<u>120</u>		<u>121</u>
DESVIACIÓN AXIAL	1 mm/m	<u>7.00</u>			<u>01</u>

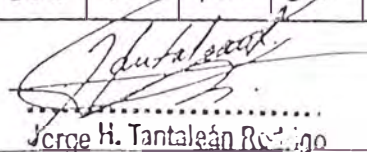
(*) Las tolerancias no podrán ser mayores a + 20 mm y - 5 mm

D) PRUEBA DE CARGA DE TRABAJO

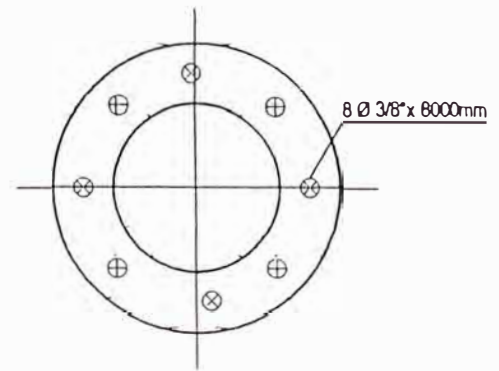
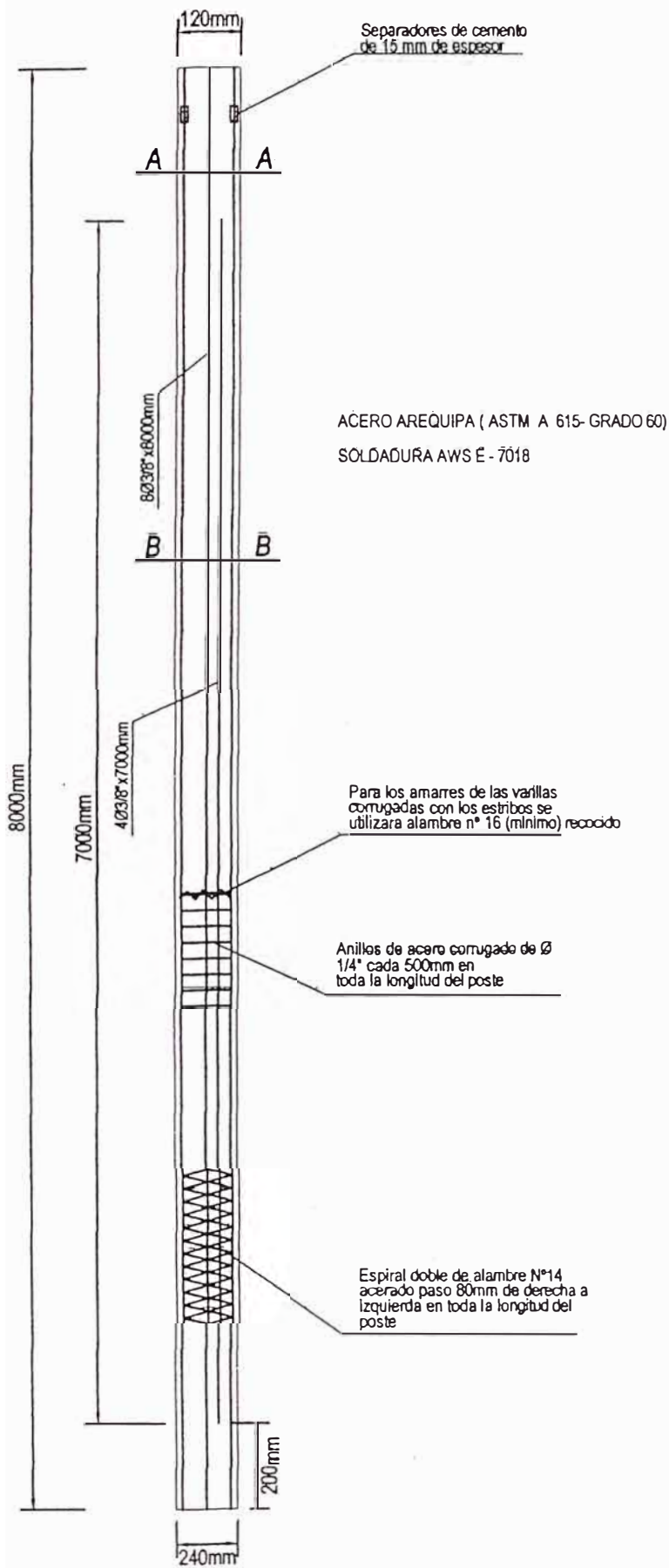
% CARGA NOMINAL DE ROTURA	CARGA (kg)		DEFLEXION (mm)		OBSERVACIONES
	1b	16	ELÁSTICA	PERMANENTE	
10%	<u>50</u>	<u>110</u>	<u>50</u>		
20%	<u>100</u>	<u>220</u>	<u>113</u>		
30%	<u>150</u>	<u>330</u>	<u>150</u>		
40%	<u>200</u>	<u>440</u>	<u>209</u>		
50%	<u>250</u>	<u>550</u>	<u>241</u>		
CONDICIONES A CUMPLIR	a) Deflexión elástica al 50% : ≤ 5% de longitud útil del poste (<u>285.0</u> mm) CUMPLE <input type="checkbox"/> NO CUMPLE <input type="checkbox"/>				
	a) Deflexión permanente : ≤ 5% de deflexión elástica al 50% (<u>14.25</u> mm) CUMPLE <input type="checkbox"/> NO CUMPLE <input type="checkbox"/>				

E) PRUEBA DE CARGA DE ROTURA.- Condición de falla: Registro de un aumento desproporcionado de la deformación. sin incremento de la carga actuante

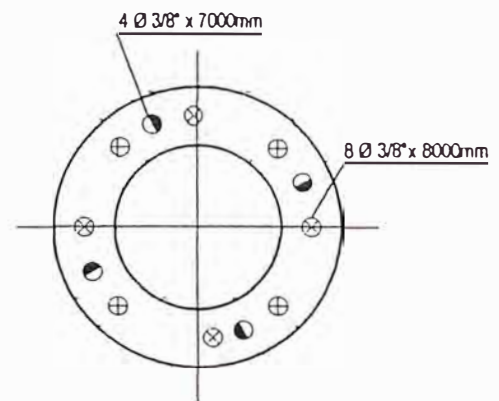
% DE CARGA NOMINAL DE ROTURA	60	65	70	75	80	85	90	95	100	120	150
	<u>60</u>	<u>70</u>	<u>80</u>	<u>90</u>	<u>100</u>	<u>110</u>	<u>120</u>	<u>130</u>	<u>140</u>	<u>150</u>	<u>160</u>
CARGA (kg) 1b	<u>660</u>	<u>715</u>	<u>770</u>	<u>825</u>	<u>880</u>	<u>935</u>	<u>990</u>	<u>1045</u>	<u>1100</u>	<u>1320</u>	<u>1650</u>
DEFORMACIÓN ELÁSTICA (mm)	<u>370</u>	<u>459</u>	<u>540</u>	<u>572</u>	<u>600</u>	<u>641</u>	<u>686</u>	<u>705</u>	<u>730</u>	<u>805</u>	

F) FABRICACIÓN (Según especificación técnica DNN-ET-018g)F.1 Sistema utilizado: Centrifugado.


Jorge H. Tantaleán R. Ingo



SECCION A-A



SECCION B-B

VARILLAS DE ACERO ASTM - A615
GRADO 60. $F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

Jorge H. Tantaleán Rodríguez
Jorge H. Tantaleán Rodríguez
ING. CIVIL
CIR 78001

COMPANIA AMERICANA MULTISERVICIOS - PERU SRL

POSICION: 2.2 MATRICULA 6756414

DIBUJO:	P.A.G.	APROB:
PROY:	EDELNCR	REVIS:
FECHA:	ENERO DEL 2005	ESCALA S.E.

ESTRUCTURA POSTE 8/200/120/240

EDELNOR S.A.A.

REPORTE DE PRUEBA DE TIPO PARA POSTES DE CONCRETOFABRICANTE: CAM - PeruTIPO DE POSTE: 8/200/120/240A) MONTAJE DE PRUEBAEmpotramiento para los postes en general: 10% de la longitud del poste + 0.5 m = 1.30 m.B) INSPECCIÓN VISUALB.1 Estado general del poste : Defectuoso Bueno B.2 Uniformidad del acabado superficial : Deficiente Buena B.3 Fisuras no capilares : SI NO Resultados : Aceptable Inaceptable C) INSPECCIÓN DIMENSIONAL VERIFICADA

	TOLERANCIAS	DIMENSIONES NOMINALES	DIMENSIONES VERIFICADAS		RESULTADOS
			VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	
LONGITUD (m)	± 0.5%	<u>8.00</u>			
φ base (*)	a)int (mm)	± 5%	<u>140</u>	<u>139</u>	
	b)ext (mm)	± 5%	<u>240</u>		<u>242</u>
φ cima (*)	a)int (mm)	± 5%	<u>40</u>		
	b)ext (mm)	± 5%	<u>120</u>		
DESVIACIÓN AXIAL	1 mm/m	<u>8.00</u>		<u>03</u>	

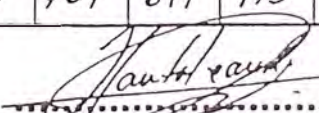
(*) Las tolerancias no podrán ser mayores a + 20 mm y - 5 mm

D) PRUEBA DE CARGA DE TRABAJO

% CARGA NOMINAL DE ROTURA	CARGA (kg) <u>16</u>	DEFLEXIÓN (mm)		OBSERVACIONES
		ELÁSTICA	PERMANENTE	
10%	<u>50 110</u>	<u>58</u>		
20%	<u>100 220</u>	<u>109</u>		
30%	<u>150 330</u>	<u>165</u>		
40%	<u>200 440</u>	<u>230</u>		
50%	<u>250 550</u>	<u>286</u>		
CONDICIONES A CUMPLIR	a) Deflexión elástica al 50% : ≤ 5% de longitud útil del poste (<u>230.9 mm</u>) CUMPLE <input checked="" type="checkbox"/> NO CUMPLE <input type="checkbox"/>			
	a) Deflexión permanente : ≤ 5% de deflexión elástica al 50% (<u>14.5 mm</u>) CUMPLE <input type="checkbox"/> NO CUMPLE <input type="checkbox"/>			

E) PRUEBA DE CARGA DE ROTURA.- Condición de falla: Registro de un aumento desproporcionado de la deformación, sin incremento de la carga actuante

% DE CARGA NOMINAL DE ROTURA	60	65	70	75	80	85	90	95	100	120	150
	<u>60</u>	<u>70</u>	<u>80</u>	<u>90</u>	<u>100</u>	<u>110</u>	<u>120</u>	<u>130</u>	<u>140</u>	<u>150</u>	<u>160</u>
CARGA (kg) <u>16</u>	<u>660</u>	<u>715</u>	<u>770</u>	<u>825</u>	<u>880</u>	<u>935</u>	<u>990</u>	<u>1045</u>	<u>1100</u>	<u>1320</u>	<u>1650</u>
DEFORMACIÓN ELÁSTICA (mm)	<u>470</u>	<u>501</u>	<u>550</u>	<u>589</u>	<u>639</u>	<u>685</u>	<u>729</u>	<u>784</u>	<u>849</u>	<u>973</u>	

F) FABRICACIÓN (Según especificación técnica DNN-ET-018g)F.1 Sistema utilizado: Centrifugado

 Jorge H. Tantaleán Rodríguez

EDELNOR S.A.A.

REPORTE DE PRUEBA DE TIPO PARA POSTES DE CONCRETO

FABRICANTE: CAM - PERU S.R.L.

TIPO DE POSTE: 8/200/120/240

A) MONTAJE DE PRUEBA

Empotramiento para los postes en general: 10% de la longitud del poste + 0.5 m = 1.30 m

B) INSPECCIÓN VISUAL

B.1 Estado general del poste : Defectuoso Bueno

B.2 Uniformidad del acabado superficial : Deficiente Buena

B.3 Fisuras no capilares : SI NO

Resultados : Aceptable Inaceptable

C) INSPECCIÓN DIMENSIONAL VERIFICADA

	TOLERANCIAS	DIMENSIONES NOMINALES	DIMENSIONES VERIFICADAS		RESULTADOS
			VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	
LONGITUD (m)	± 0.5%	8.00			
φ base (*)	a)int (mm)	± 5%	140	139	
	b)ext (mm)	± 5%	240		242
φ cima (*)	a)int (mm)	± 5%	40		
	b)ext (mm)	± 5%	120		121
DESVIACIÓN AXIAL	1 mm/m	8.00		03	

(*) Las tolerancias no podrán ser mayores a + 20 mm y - 5 mm

D) PRUEBA DE CARGA DE TRABAJO

% CARGA NOMINAL DE ROTURA	CARGA (kg)		DEFLEXIÓN (mm)		OBSERVACIONES
	1b	1c	ELÁSTICA	PERMANENTE	
10%	50	110	55		
20%	100	220	104		
30%	150	330	162		
40%	200	440	221		
50%	250	550	280	03	
CONDICIONES A CUMPLIR	a) Deflexión elástica al 50% : ≤ 5% de longitud útil del poste (330. mm)				
	CUMPLE <input checked="" type="checkbox"/>			NO CUMPLE <input type="checkbox"/>	
CONDICIONES A CUMPLIR	a) Deflexión permanente : ≤ 5% de deflexión elástica al 50% (16.5. mm)				
	CUMPLE <input checked="" type="checkbox"/>			NO CUMPLE <input type="checkbox"/>	

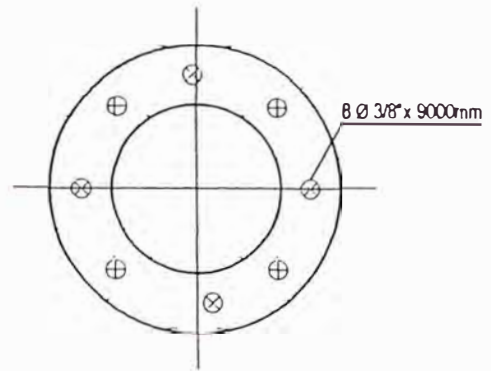
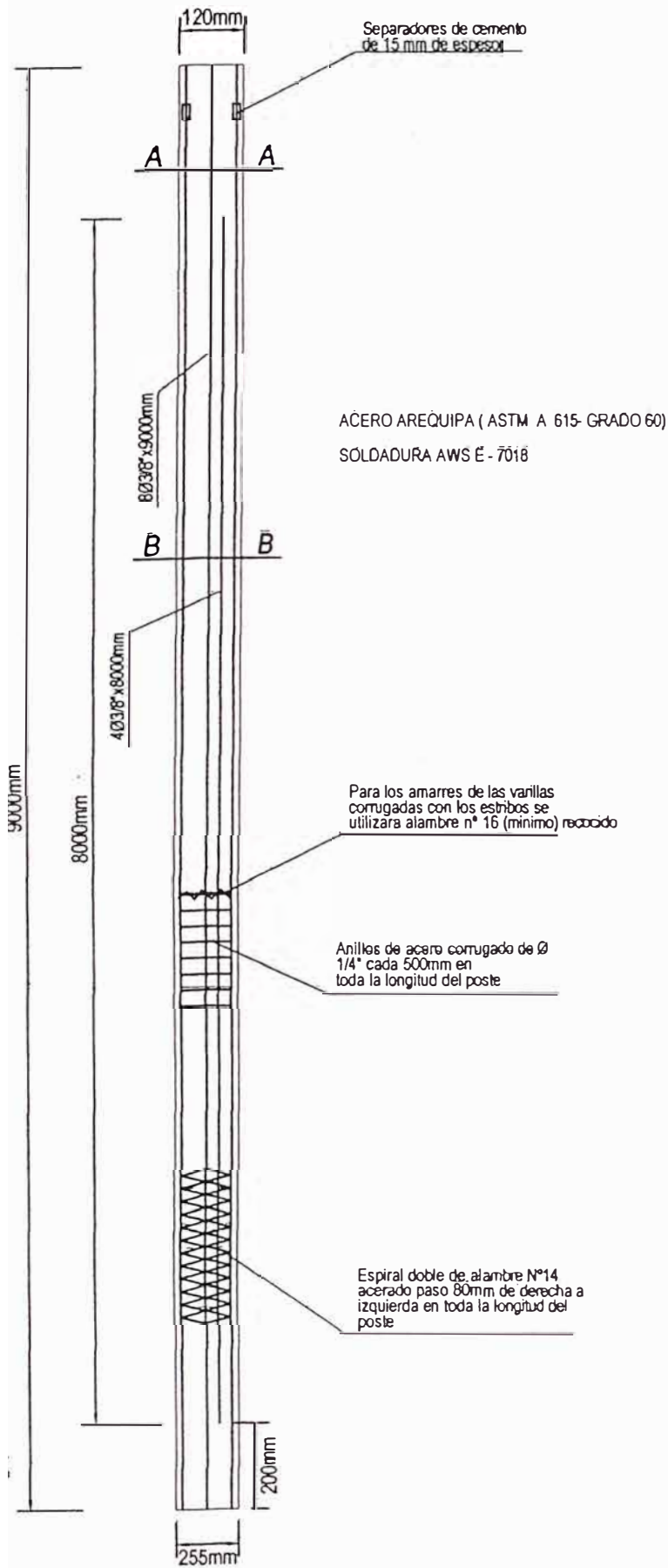
E) PRUEBA DE CARGA DE ROTURA. - Condición de falla: Registro de un aumento desproporcionado de la deformación, sin incremento de la carga actuante

% DE CARGA NOMINAL DE ROTURA	60	65	70	75	80	85	90	95	100	120	150
CARGA (kg)											
DEFORMACIÓN ELÁSTICA (mm)											

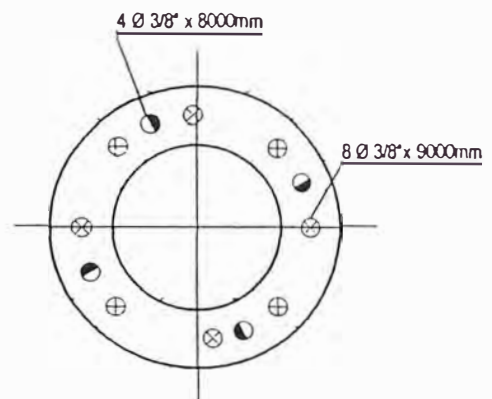
F) FABRICACIÓN (Según especificación técnica DNN-ET-018g)

F.1 Sistema utilizado: Centrifugado

Jorge H. Tantaleán Rodríguez
 Jorge H. Tantaleán Rodríguez
 ING. CIVIL



SECCION A-A



SECCION B-B

VARILLAS DE ACERO ASTM - A615
GRADO 60. $F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

Jorge H. Tantaleán Rodríguez
Jorge H. Tantaleán Rodríguez
ING. CIVIL
C.I.R. 78001

COMPañIA
AMERICANA
MULTISERVICIOS - PERU SRL

POSICION: 2.3 MATRICULA: 6756416

DIBUJO:	P.A.G.	APROB:
PROY:	EDELNOR	REVIS:
FECHA:	ENERO DEL 2005	ESCALA: S.E.

ESTRUCTURA POSTE 9/200/120/255

EDELNOR S.A.A.

REPORTE DE PRUEBA DE TIPO PARA POSTES DE CONCRETOFABRICANTE: CAM- PERU S.R.L.TIPO DE POSTE: 9/200/120/255A) MONTAJE DE PRUEBAEmpotramiento para los postes en general: 10% de la longitud del poste + 0.5 m = 1.40 mB) INSPECCIÓN VISUALB.1 Estado general del poste : Defectuoso Bueno B.2 Uniformidad del acabado superficial : Deficiente Buena B.3 Fisuras no capilares : SI NO Resultados : Aceptable Inaceptable C) INSPECCIÓN DIMENSIONAL VERIFICADA

	TOLERANCIA	DIMENSIONES NOMINALES	DIMENSIONES VERIFICADAS		RESULTADOS
			VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	
LONGITUD (m)	± 0.5%	9.00			
φ base (*)	a)int (mm)	± 5%	155	153	
	b)ext (mm)	± 5%	255	256	
φ cima (*)	a)int (mm)	± 5%	40		
	b)ext (mm)	± 5%	120	121	
DESVIACIÓN AXIAL	1 mm/m	9.00		04	

(*) Las tolerancias no podrán ser mayores a + 20 mm y - 5 mm

D) PRUEBA DE CARGA DE TRABAJO

% CARGA NOMINAL DE ROTURA	CARGA (kg)	DEFLEXIÓN (mm)		OBSERVACIONES
		ELÁSTICA	PERMANENTE	
10%	50 110	59		
20%	100 220	119		
30%	150 330	182		
40%	200 440	250		
50%	250 550	320		
CONDICIONES A CUMPLIR	a) Deflexión elástica al 50% : ≤ 5% de longitud útil del poste (375.0 mm) CUMPLE <input checked="" type="checkbox"/> NO CUMPLE <input type="checkbox"/>			
	a) Deflexión permanente : ≤ 5% de deflexión elástica al 50% (18.75 mm) CUMPLE <input checked="" type="checkbox"/> NO CUMPLE <input type="checkbox"/>			

E) PRUEBA DE CARGA DE ROTURA. - Condición de falla: Registro de un aumento desproporcionado de la deformación, sin incremento de la carga actuante

% DE CARGA NOMINAL DE ROTURA	60	65	70	75	80	85	90	95	100	120	150
CARGA (kg)											
DEFORMACIÓN ELÁSTICA (mm)											

F) FABRICACIÓN (Según especificación técnica DNN-ET-018g)F.1 Sistema utilizado: Centrifugado.

Sección Normalización

Especificación Norma DNN-ET-18g

Jorge H. Tantaleán Rodríguez
 Jorge H. Tantaleán Rodríguez

EDELNOR S.A.A.

REPORTE DE PRUEBA DE TIPO PARA POSTES DE CONCRETOFABRICANTE: CAM- PERU S.R.L.TIPO DE POSTE: 9/200/120/255A) MONTAJE DE PRUEBAEmpotramiento para los postes en general: 10% de la longitud del poste + 0.5 m = 1.40 m.B) INSPECCIÓN VISUALB.1 Estado general del poste : Defectuoso Bueno B.2 Uniformidad del acabado superficial : Deficiente Buena B.3 Fisuras no capilares : SI NO Resultados : Aceptable Inaceptable C) INSPECCIÓN DIMENSIONAL VERIFICADA

	TOLERANCIAS	DIMENSIONES NOMINALES	DIMENSIONES VERIFICADAS		RESULTADOS
			VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	
LONGITUD (m)	± 0.5%	<u>9.00</u>			
φ base (*)	a)int (mm)	± 5%	<u>155</u>	<u>153</u>	
	b)ext (mm)	± 5%	<u>255</u>		<u>256</u>
φ cima (*)	a)int (mm)	± 5%	<u>40</u>		
	b)ext (mm)	± 5%	<u>120</u>		<u>121</u>
DESVIACIÓN AXIAL	1 mm/m	<u>9.00</u>		<u>04</u>	

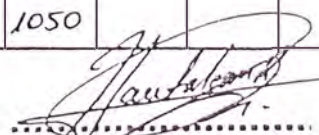
(*) Las tolerancias no podrán ser mayores a + 20 mm y - 5 mm

D) PRUEBA DE CARGA DE TRABAJO

% CARGA NOMINAL DE ROTURA	CARGA (kg) <u>lb</u>	DEFLEXIÓN (mm)		OBSERVACIONES
		ELÁSTICA	PERMANENTE	
10%	<u>50</u> <u>110</u>	<u>65</u>		
20%	<u>100</u> <u>220</u>	<u>127</u>		
30%	<u>150</u> <u>330</u>	<u>185</u>		
40%	<u>200</u> <u>440</u>	<u>260</u>		
50%	<u>250</u> <u>550</u>	<u>327</u>		
CONDICIONES A CUMPLIR	a) Deflexión elástica al 50% : ≤ 5% de longitud útil del poste (<u>325.0</u> mm)			
	CUMPLE <input checked="" type="checkbox"/> NO CUMPLE <input type="checkbox"/>			
CONDICIONES A CUMPLIR	a) Deflexión permanente : ≤ 5% de deflexión elástica al 50% (<u>16.25</u> mm)			
	CUMPLE <input checked="" type="checkbox"/> NO CUMPLE <input type="checkbox"/>			

E) PRUEBA DE CARGA DE ROTURA.- Condición de falla: Registro de un aumento desproporcionado de la deformación, sin incremento de la carga actuante

% DE CARGA NOMINAL DE ROTURA	60	65	70	75	80	85	90	95	100	120	150
	<u>60</u>	<u>70</u>	<u>80</u>	<u>90</u>	<u>100</u>	<u>110</u>	<u>120</u>	<u>130</u>	<u>140</u>	<u>150</u>	<u>160</u>
CARGA (kg) <u>lb</u>	<u>660</u>	<u>770</u>	<u>880</u>	<u>990</u>	<u>1100</u>	<u>1210</u>	<u>1320</u>	<u>1430</u>	<u>1540</u>	<u>1650</u>	<u>1760</u>
DEFORMACIÓN ELÁSTICA (mm)	<u>470</u>	<u>554</u>	<u>635</u>	<u>709</u>	<u>787</u>	<u>872</u>	<u>963</u>	<u>1050</u>			

F) FABRICACIÓN (Según especificación técnica DNN-ET-018g)F.1 Sistema utilizado: Centrifugado


Jorge H. Tantaleán Rodríguez

EDELNOR S.A.A.

REPORTE DE PRUEBA DE TIPO PARA POSTES DE CONCRETO

FABRICANTE: CAM- PERU S.R.L.

TIPO DE POSTE: 9/200/120/255

A) MONTAJE DE PRUEBA

Empotramiento para los postes en general: 10% de la longitud del poste + 0.5 m = 1.40 m.

B) INSPECCIÓN VISUAL

B.1 Estado general del poste : Defectuoso Bueno

B.2 Uniformidad del acabado superficial : Deficiente Buena

B.3 Fisuras no capilares : SI NO

Resultados : Aceptable Inaceptable

C) INSPECCIÓN DIMENSIONAL VERIFICADA

	TOLERANCIAS	DIMENSIONES NOMINALES	DIMENSIONES VERIFICADAS		RESULTADOS
			VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	
LONGITUD (m)	± 0.5%	9.00			
φ base (*)	a)int (mm)	± 5%	155	153	
	b)ext (mm)	± 5%	255	256	
φ cima (*)	a)int (mm)	± 5%	40		
	b)ext (mm)	± 5%	120	121	
DESVIACIÓN AXIAL	1 mm/m	9.00		04	

(*) Las tolerancias no podrán ser mayores a + 20 mm y - 5 mm

D) PRUEBA DE CARGA DE TRABAJO

% CARGA NOMINAL DE ROTURA	CARGA (kg) <u>16</u>	DEFLEXIÓN (mm)		OBSERVACIONES
		ELÁSTICA	PERMANENTE	
10%	50 110	65		
20%	100 220	127		
30%	150 330	185		
40%	200 440	260		
50%	250 550	327		
CONDICIONES A CUMPLIR	a) Deflexión elástica al 50% : ≤ 5% de longitud útil del poste (375.0 mm)			
	CUMPLE <input checked="" type="checkbox"/> NO CUMPLE <input type="checkbox"/>			
CONDICIONES A CUMPLIR	a) Deflexión permanente : ≤ 5% de deflexión elástica al 50% (18.75 mm)			
	CUMPLE <input checked="" type="checkbox"/> NO CUMPLE <input type="checkbox"/>			

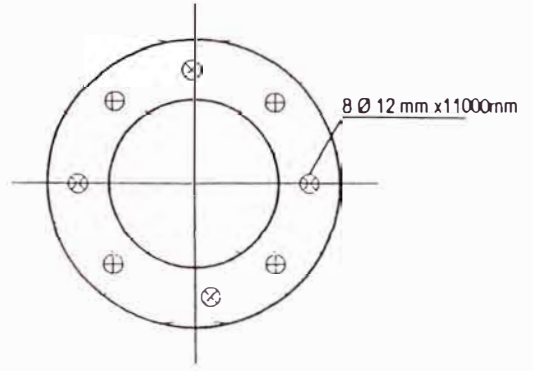
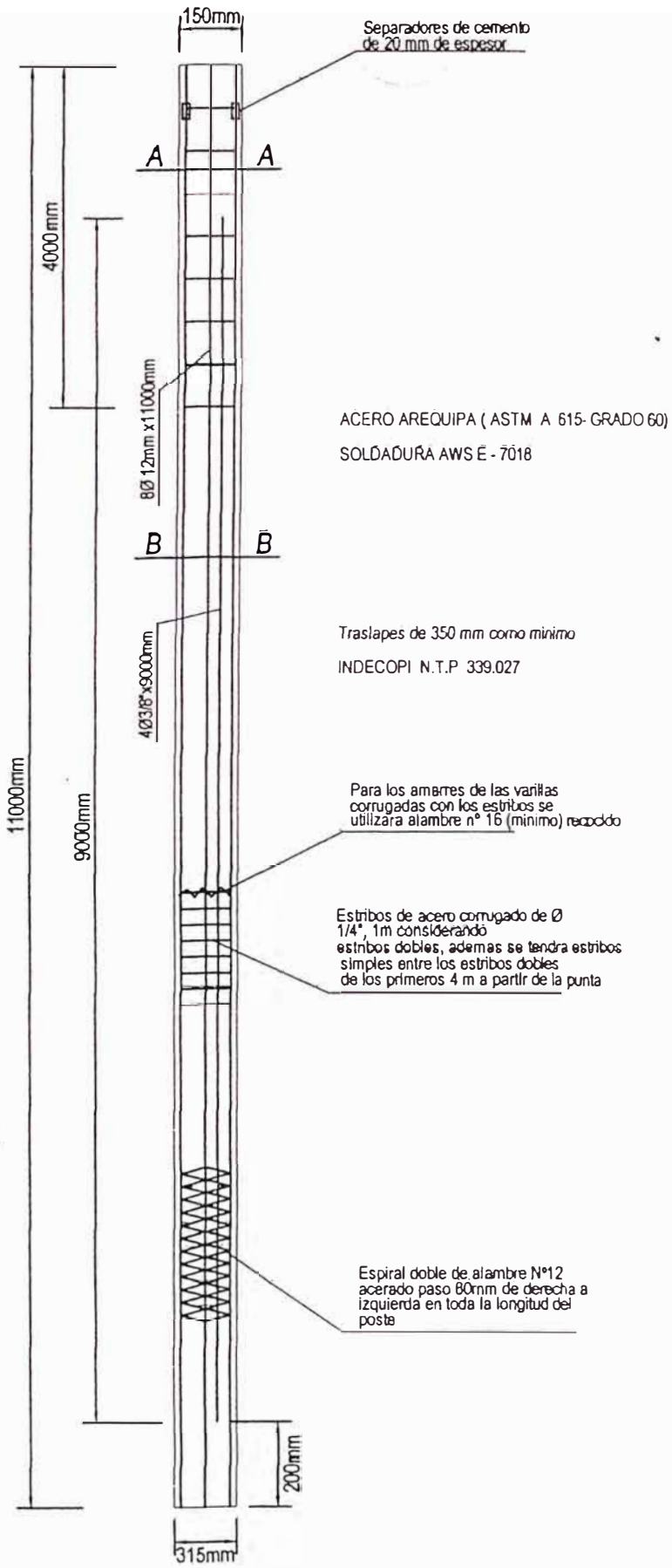
E) PRUEBA DE CARGA DE ROTURA.- Condición de falla: Registro de un aumento desproporcionado de la deformación, sin incremento de la carga actuante

% DE CARGA NOMINAL DE ROTURA	60	65	70	75	80	85	90	95	100	120	150
	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160
CARGA (kg) <u>16</u>	660	770	880	990	1100	1210	1320	1430	1540	1650	1760
DEFORMACIÓN ELÁSTICA (mm)	470	554	635	709	787	872	963	1050			

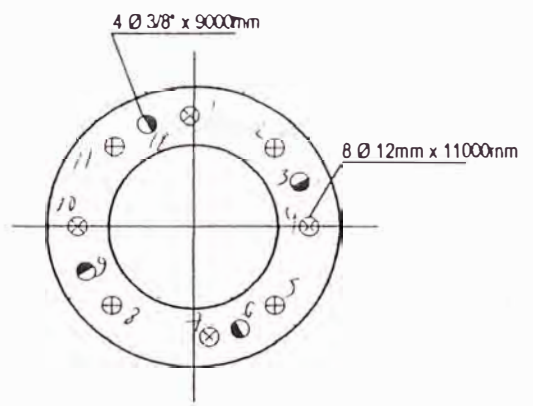
F) FABRICACIÓN (Según especificación técnica DNN-ET-018g)

F.1 Sistema utilizado: Centrifugado

[Firma]
 Jorge H. Tantalón Redondo
 INGE. CIVIL



SECCION A-A



SECCION B-B

VARILLAS DE ACERO ASTM - A615 GRADO 60. $F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

Jorge H. Tantaleán Rodríguez
 Jorge H. Tantaleán Rodríguez
 ING. CML
 CIR 78001

7 **COMPAÑIA AMERICANA MULTISERVICIOS - PERU SRL**

ESTRUCTURA POSTE 11/200/150/315

POSICION	2.4	MATRICULA	6756424
DIBUJO	P.A.G.	APROB.	
PROY.	EDELNOR	REVIS.	
FECHA	ENERO DEL 2005	ESCALA	S.E.

EDELNOR S.A.A.

REPORTE DE PRUEBA DE TIPO PARA POSTES DE CONCRETO

FABRICANTE: CAM - PERU S.R.L.

TIPO DE POSTE: 11/200/150/315

A) MONTAJE DE PRUEBA

Empotramiento para los postes en general: 10% de la longitud del poste + 0.5 m = 1.60 m

B) INSPECCIÓN VISUAL

- B.1 Estado general del poste : Defectuoso Bueno
- B.2 Uniformidad del acabado superficial : Deficiente Buena
- B.3 Fisuras no capilares : SI NO

Resultados : Aceptable Inaceptable

C) INSPECCIÓN DIMENSIONAL VERIFICADA

	TOLERANCI A	DIMENSIONES NOMINALES	DIMENSIONES VERIFICADAS		RESULTADOS
			VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	
LONGITUD (m)	± 0.5%	<u>11.00</u>			
φ base (*)	a)int (mm)	± 5%	<u>185</u>	<u>184</u>	
	b)ext (mm)	± 5%	<u>315</u>	<u>317</u>	
φ cima (*)	a)int (mm)	± 5%	<u>40</u>		
	b)ext (mm)	± 5%	<u>150</u>	<u>151</u>	
DESVIACIÓN AXIAL	1 mm/m	<u>11.00</u>		<u>04</u>	

(*) Las tolerancias no podrán ser mayores a + 20 mm y - 5 mm

D) PRUEBA DE CARGA DE TRABAJO

% CARGA NOMINAL DE ROTURA	CARGA (kg)		DEFLEXIÓN (mm)		OBSERVACIONES
	<u>16</u>		ELÁSTICA	PERMANENTE	
10%	<u>50</u>	<u>110</u>	<u>69</u>		
20%	<u>100</u>	<u>220</u>	<u>144</u>		
30%	<u>150</u>	<u>330</u>	<u>233</u>		
40%	<u>200</u>	<u>440</u>	<u>314</u>		
50%	<u>250</u>	<u>550</u>	<u>399</u>	<u>03</u>	
CONDICIONES A CUMPLIR	a) Deflexión elástica al 50% : ≤ 5% de longitud útil del poste (<u>460.0</u> mm)				
	CUMPLE <input checked="" type="checkbox"/>		NO CUMPLE <input type="checkbox"/>		
CONDICIONES A CUMPLIR	a) Deflexión permanente : ≤ 5% de deflexión elástica al 50% (<u>23.9</u> mm)				
	CUMPLE <input checked="" type="checkbox"/>		NO CUMPLE <input type="checkbox"/>		

E) PRUEBA DE CARGA DE ROTURA.- Condición de falla: Registro de un aumento desproporcionado de la deformación, sin incremento de la carga actuante

% DE CARGA NOMINAL DE ROTURA	60	65	70	75	80	85	90	95	100	120	150
CARGA (kg)											
DEFORMACIÓN ELÁSTICA (mm)											

F) FABRICACIÓN (Según especificación técnica DNN-ET-018g)

F.1 Sistema utilizado: Centrifugado

[Signature]
Jorge H. Tantaleán Rodríguez

EDELNOR S.A.A.

REPORTE DE PRUEBA DE TIPO PARA POSTES DE CONCRETOFABRICANTE: CAM - PERU S.R.L.TIPO DE POSTE: 11/200/150/315A) MONTAJE DE PRUEBA

Empotramiento para los postes en general: 10% de la longitud del poste + 0.5 m = 1.60 m.

B) INSPECCIÓN VISUALB.1 Estado general del poste : Defectuoso Bueno B.2 Uniformidad del acabado superficial : Deficiente Buena B.3 Fisuras no capilares : SI NO Resultados : Aceptable Inaceptable C) INSPECCIÓN DIMENSIONAL VERIFICADA

	TOLERANCIA A	DIMENSIONES NOMINALES	DIMENSIONES VERIFICADAS		RESULTADOS
			VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	
LONGITUD (m)	± 0.5%	11.00			
φ base (*)	a)int (mm)	± 5%	185	184	
	b)ext (mm)	± 5%	315		317
φ cima (*)	a)int (mm)	± 5%	40		
	b)ext (mm)	± 5%	150		151
DESVIACION AXIAL	1 mm/m	11.00		04	

(*) Las tolerancias no podrán ser mayores a + 20 mm y - 5 mm

D) PRUEBA DE CARGA DE TRABAJO

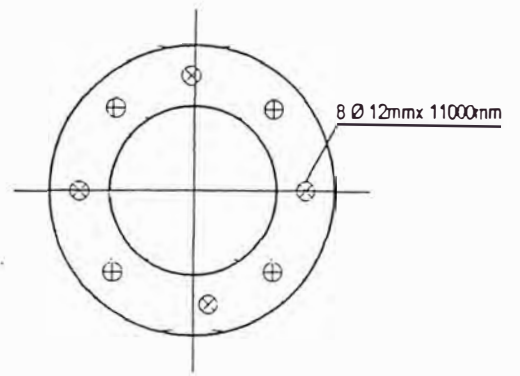
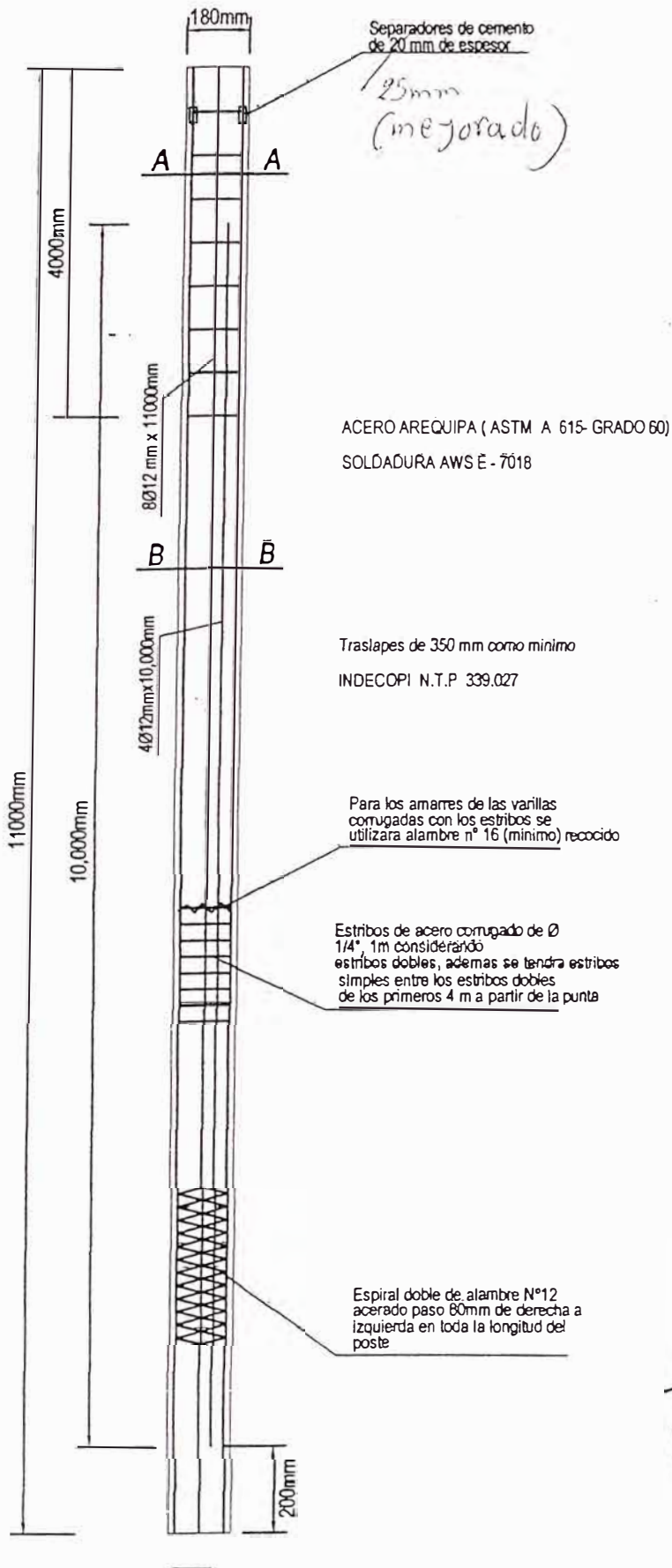
% CARGA NOMINAL DE ROTURA	CARGA (kg) 1b		DEFLEXION (mm)		OBSERVACIONES	
			ELÁSTICA	PERMANENTE		
10%	50	110	71			
20%	100	220	150			
30%	150	330	242			
40%	200	440	320			
50%	250	550	410			
CONDICIONES A CUMPLIR	a) Deflexión elástica al 50% : ≤ 5% de longitud útil del poste (760.0 mm)					
	CUMPLE <input checked="" type="checkbox"/>		NO CUMPLE <input type="checkbox"/>			
		a) Deflexión permanente : ≤ 5% de deflexión elástica al 50% (23.0 mm)				
		CUMPLE <input type="checkbox"/>		NO CUMPLE <input type="checkbox"/>		

E) PRUEBA DE CARGA DE ROTURA.- Condición de falla: Registro de un aumento desproporcionado de la deformación, sin incremento de la carga actuante

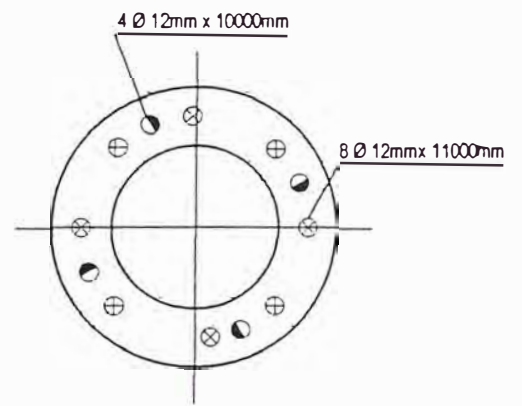
% DE CARGA NOMINAL DE ROTURA	60	65	70	75	80	85	90	95	100	120	150
	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160
CARGA (kg) 1b	660	770	880	990	1100	1210	1320	1430	1540	1650	1760
DEFORMACION ELÁSTICA (mm)	552	654	752	851	961	1050	1154	1266			

F) FABRICACIÓN (Según especificación técnica DNN-ET-018g)F.1 Sistema utilizado: Centrifugado.

.....
 Jorge H. Tantaleán Rodríguez
 ING. CIVIL



SECCION A-A



SECCION B-B

VARILLAS DE ACERO ASTM - A615 GRADO 60. $F_y = 4200 \text{Kg/cm}^2$

Jorge H. Tantaleán Rodríguez
ING. CIVIL
CIR 78001

POSICION	3.1	MATRICULA	6756411
DIBUJO	P.A.G.	APROB.	
PROY.	EDELNOR	REVIS	
FECHA	ENERO DEL 2005	ESCALA	3.E.

EDELNOR S.A.A.

REPORTE DE PRUEBA DE TIPO PARA POSTES DE CONCRETO

FABRICANTE: CAM - PERU S.R.L.

TIPO DE POSTE: 11/400/180/345

A) MONTAJE DE PRUEBA

Empotramiento para los postes en general: 10% de la longitud del poste + 0.5 m = 1.60m

B) INSPECCIÓN VISUAL

B.1 Estado general del poste : Defectuoso Bueno

B.2 Uniformidad del acabado superficial : Deficiente Buena

B.3 Fisuras no capilares : SI NO

Resultados : Aceptable Inaceptable

C) INSPECCIÓN DIMENSIONAL VERIFICADA

	TOLERANCIAS	DIMENSIONES NOMINALES	DIMENSIONES VERIFICADAS		RESULTADOS
			VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	
LONGITUD (m)	± 0.5%	<u>11.00</u>			
φ base (*)	a)int (mm)	± 5%	<u>185</u>	<u>184</u>	
	b)ext (mm)	± 5%	<u>345</u>	<u>347</u>	
φ cima (*)	a)int (mm)	± 5%	<u>40</u>		
	b)ext (mm)	± 5%	<u>180</u>	<u>188</u>	
DESVIACIÓN AXIAL	1 mm/m	<u>11.00</u>		<u>05</u>	

(*) Las tolerancias no podrán ser mayores a + 20 mm y - 5 mm

D) PRUEBA DE CARGA DE TRABAJO

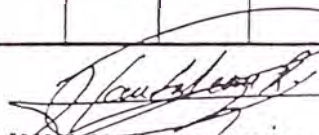
% CARGA NOMINAL DE ROTURA	CARGA (kg) Ib	DEFLEXIÓN (mm)		OBSERVACIONES
		ELÁSTICA	PERMANENTE	
10%	<u>100 220</u>	<u>75</u>		
20%	<u>200 440</u>	<u>153</u>		
30%	<u>300 660</u>	<u>223</u>		
40%	<u>400 880</u>	<u>308</u>		
50%	<u>500 1100</u>	<u>397</u>		
CONDICIONES A CUMPLIR	a) Deflexión elástica al 50% : ≤ 5% de longitud útil del poste (<u>460.0</u> mm)			
	CUMPLE <input checked="" type="checkbox"/>	NO CUMPLE <input type="checkbox"/>		
CONDICIONES A CUMPLIR	a) Deflexión permanente : ≤ 5% de deflexión elástica al 50% (<u>23.0</u> mm)			
	CUMPLE <input checked="" type="checkbox"/>	NO CUMPLE <input type="checkbox"/>		

E) PRUEBA DE CARGA DE ROTURA.- Condición de falla: Registro de un aumento desproporcionado de la deformación, sin incremento de la carga actuante

% DE CARGA NOMINAL DE ROTURA	60	65	70	75	80	85	90	95	100	120	150
CARGA (kg)											
DEFORMACIÓN ELÁSTICA (mm)											

F) FABRICACIÓN (Según especificación técnica DNN-ET-018g)

F.1 Sistema utilizado: Centrifugado


 Jorge H. Tantaleán R. C. S. C.
 Inge

EDELNOR S.A.A.

REPORTE DE PRUEBA DE TIPO PARA POSTES DE CONCRETOFABRICANTE: CAM - PERU S.R.L.TIPO DE POSTE: 11/400/180/345A) MONTAJE DE PRUEBAEmpotramiento para los postes en general: 10% de la longitud del poste + 0.5 m = 1.60 mB) INSPECCIÓN VISUALB.1 Estado general del poste : Defectuoso Bueno B.2 Uniformidad del acabado superficial : Deficiente Buena B.3 Fisuras no capilares : SI NO Resultados : Aceptable Inaceptable C) INSPECCIÓN DIMENSIONAL VERIFICADA

	TOLERANCI A	DIMENSIONES NOMINALES	DIMENSIONES VERIFICADAS		RESULTADOS
			VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	
LONGITUD (m)	± 0.5%	<u>11.00</u>			
φ base (*)	a)int (mm)	± 5%	<u>185</u>	<u>184</u>	
	b)ext (mm)	± 5%	<u>345</u>	<u>347</u>	
φ cima (*)	a)int (mm)	± 5%	<u>40</u>		
	b)ext (mm)	± 5%	<u>180</u>	<u>183</u>	
DESVIACIÓN AXIAL	1 mm/m	<u>11.00</u>		<u>05</u>	

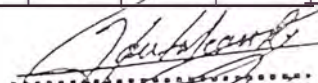
(*) Las tolerancias no podrán ser mayores a + 20 mm y - 5 mm

D) PRUEBA DE CARGA DE TRABAJO

% CARGA NOMINAL DE ROTURA	CARGA (kg) <u>16</u>	DEFLEXION (mm)		OBSERVACIONES
		ELÁSTICA	PERMANENTE	
10%	<u>100 220</u>	<u>80</u>		
20%	<u>200 440</u>	<u>155</u>		
30%	<u>300 660</u>	<u>239</u>		
40%	<u>400 880</u>	<u>329</u>		
50%	<u>500 1100</u>	<u>415</u>		
CONDICIONES A CUMPLIR	a) Deflexión elástica al 50% : ≤ 5% de longitud útil del poste (<u>460.0</u> mm) CUMPLE <input checked="" type="checkbox"/> NO CUMPLE <input type="checkbox"/>			
	a) Deflexión permanente : ≤ 5% de deflexión elástica al 50% (<u>23.0</u> mm) CUMPLE <input type="checkbox"/> NO CUMPLE <input type="checkbox"/>			

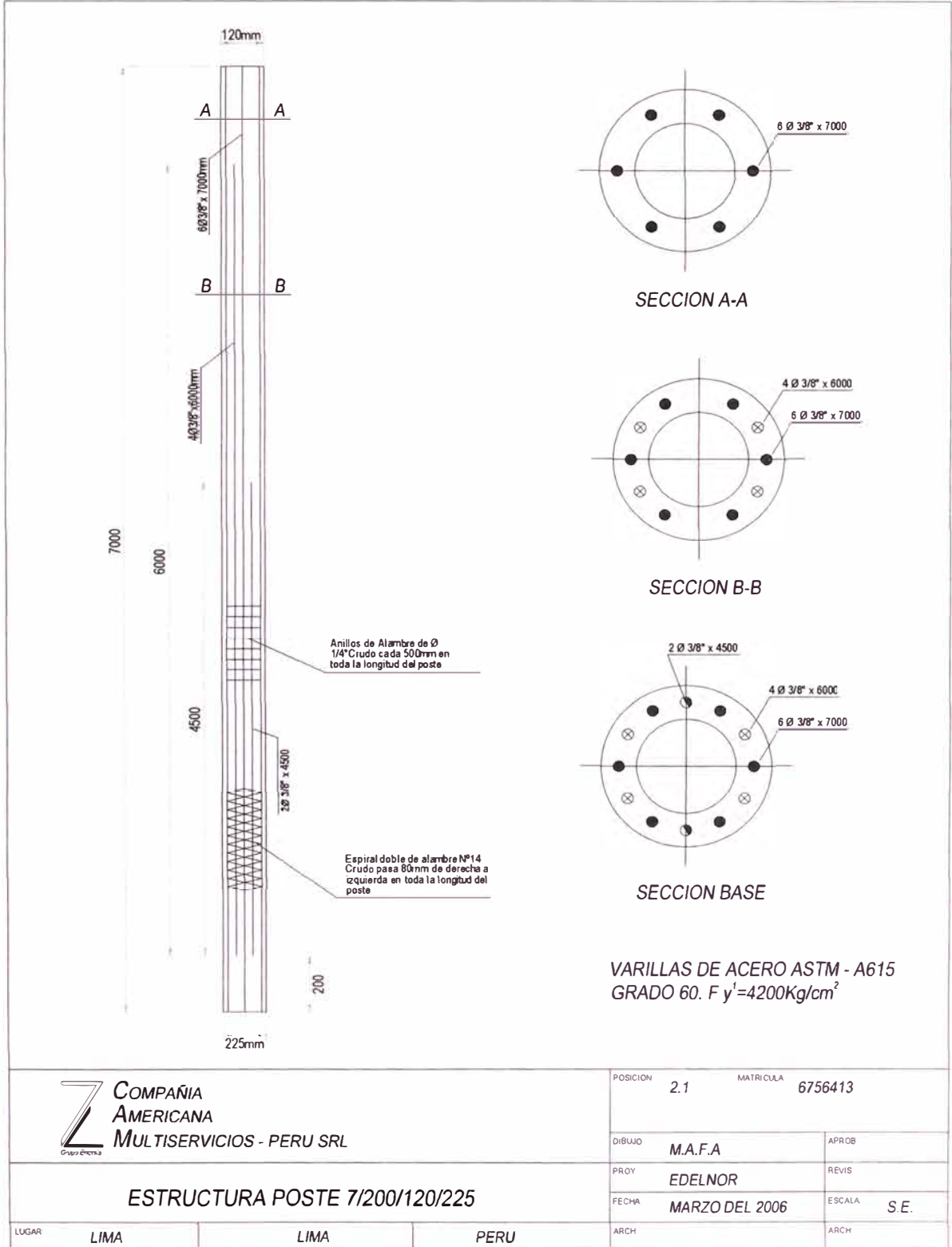
E) PRUEBA DE CARGA DE ROTURA. - Condición de falla: Registro de un aumento desproporcionado de la deformación, sin incremento de la carga actuante

% DE CARGA NOMINAL DE ROTURA	60	65	70	75	80	85	90	95	100	120	150
	<u>60</u>	<u>70</u>	<u>80</u>	<u>90</u>	<u>100</u>	<u>110</u>	<u>120</u>	<u>130</u>	<u>140</u>	<u>150</u>	<u>160</u>
CARGA (kg) <u>16</u>	<u>1320</u>	<u>1540</u>	<u>1760</u>	<u>1980</u>	<u>2200</u>	<u>2420</u>	<u>2640</u>	<u>2860</u>	<u>3080</u>	<u>3300</u>	<u>3520</u>
DEFORMACIÓN ELÁSTICA (mm)	<u>504</u>	<u>602</u>	<u>704</u>	<u>791</u>	<u>905</u>	<u>1019</u>	<u>1131</u>	<u>1231</u>	<u>1310</u>		

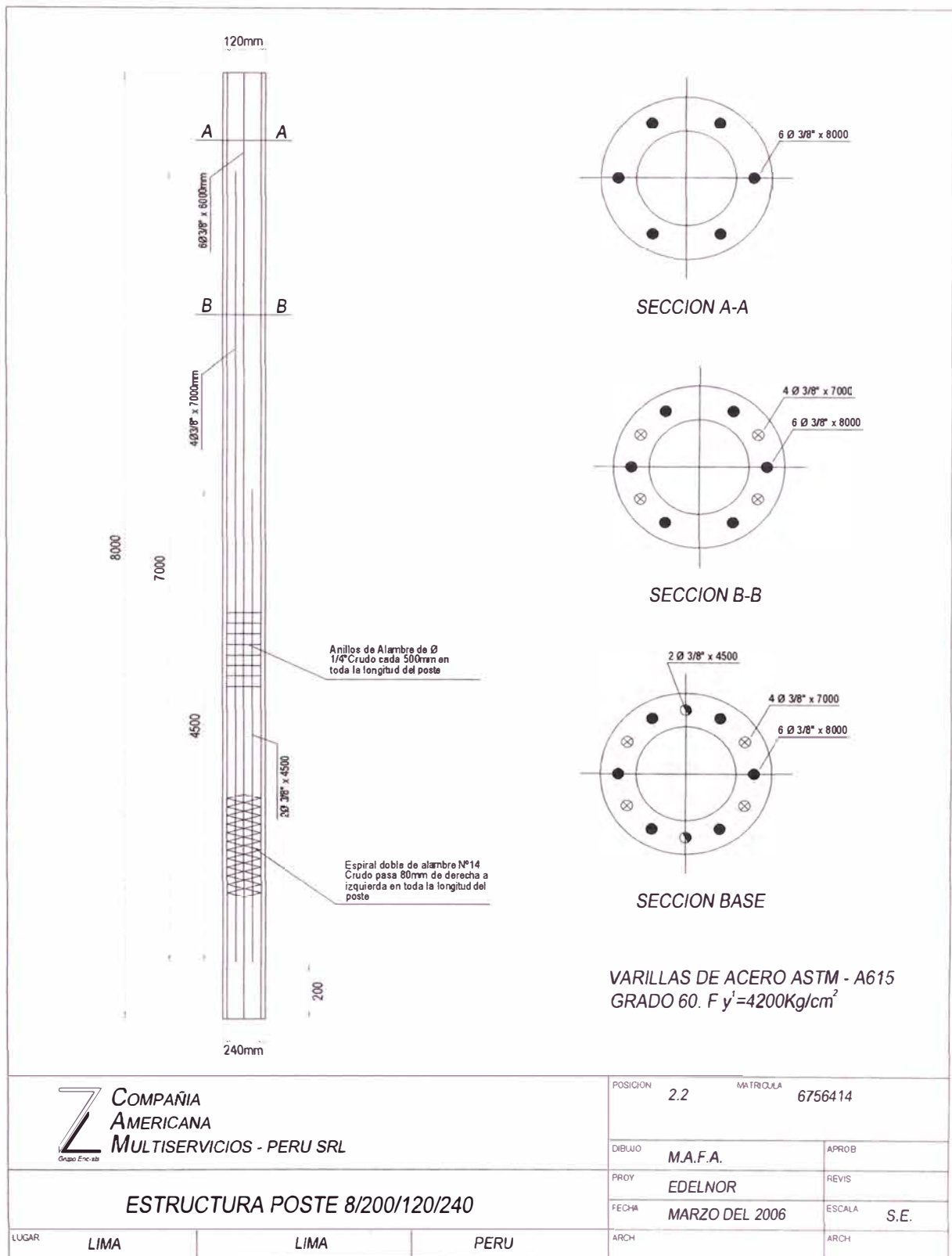
F) FABRICACIÓN (Según especificación técnica DNN-ET-018g)F.1 Sistema utilizado: Centrifugado

 Jorge H. Tantaleán R.C. Ing.
 ING. CIVIL

POSTES INICIALMENTE MEJORADOS:

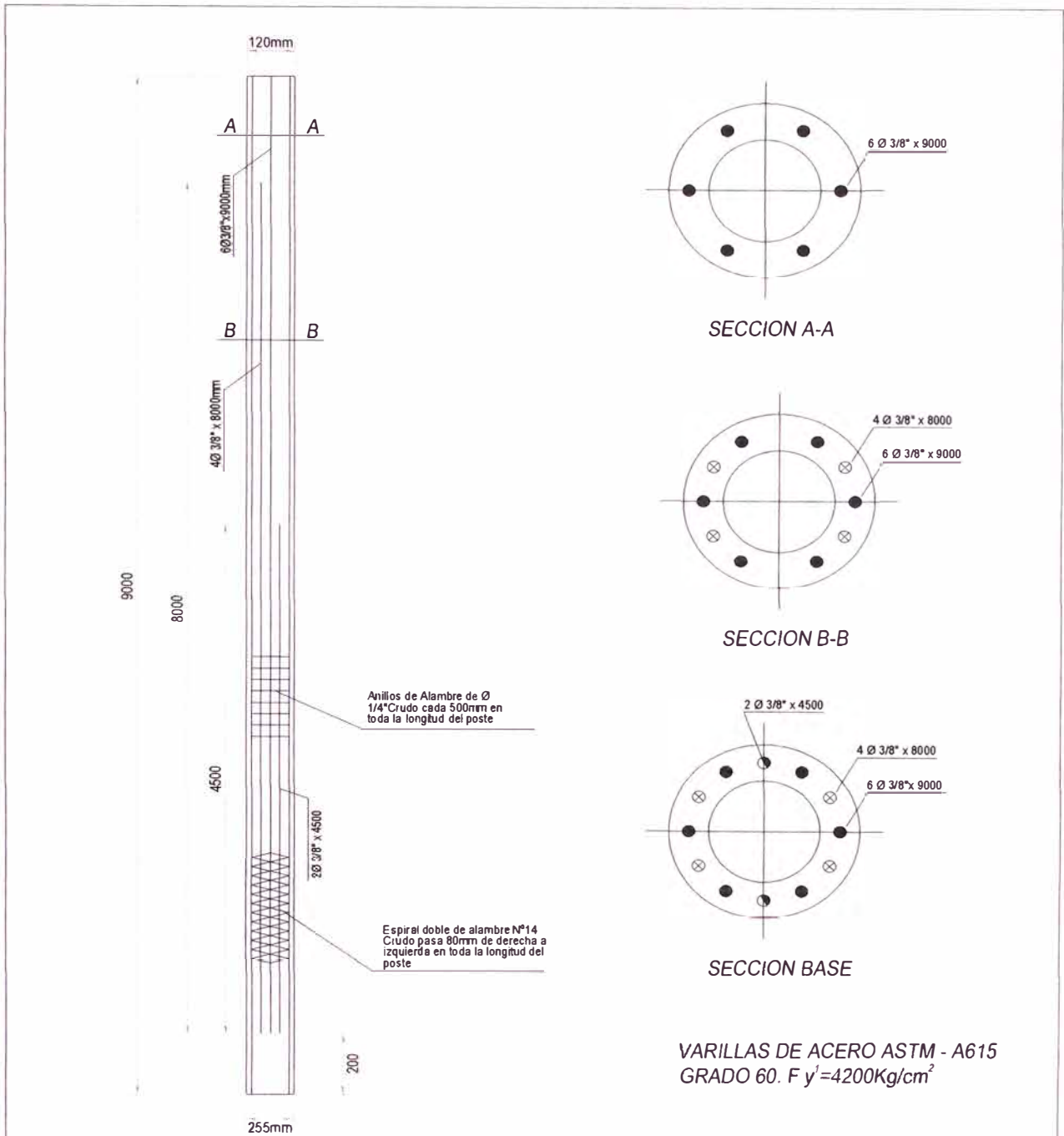
Poste de 7m




Poste de 8m

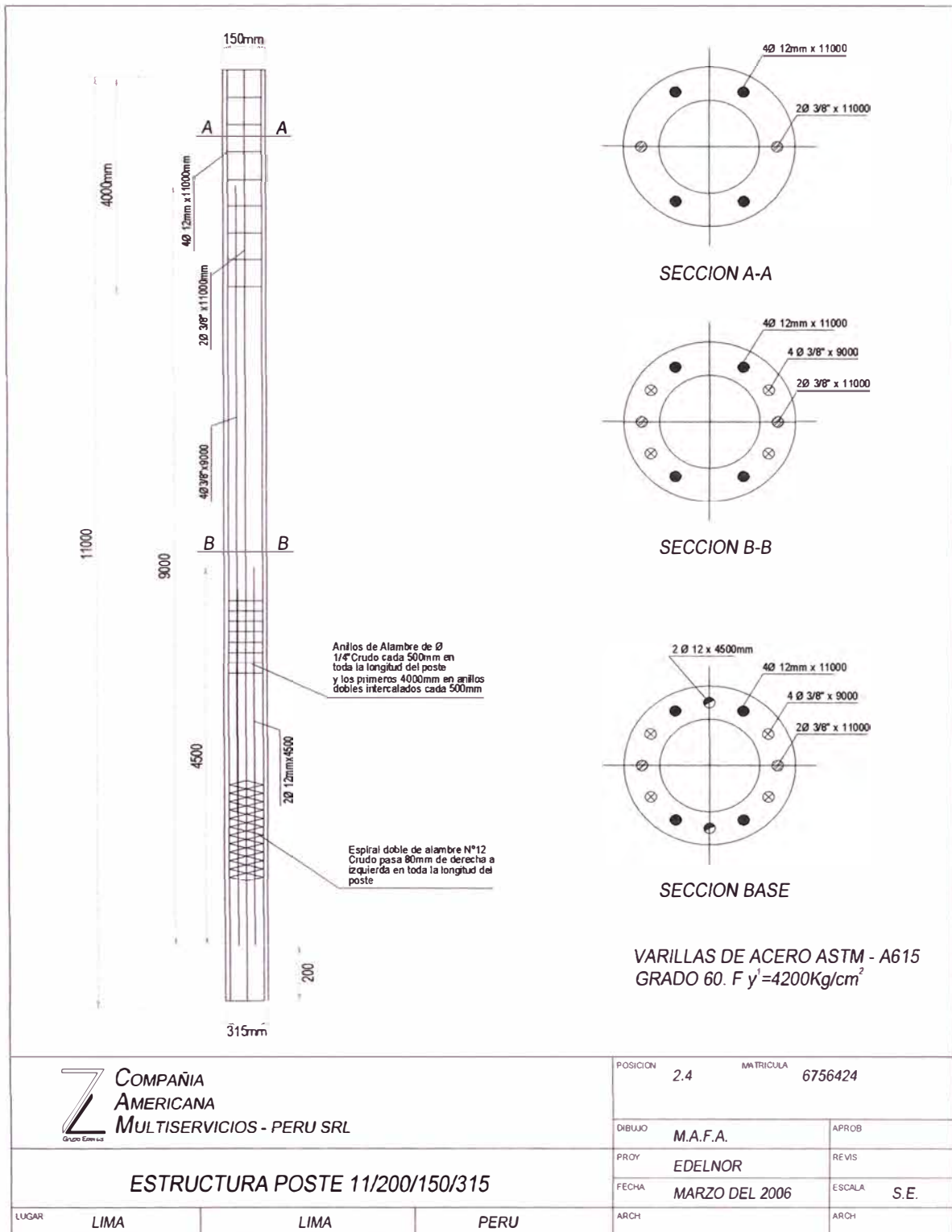


Para poste de 9m.



 COMPAÑIA AMERICANA MULTISERVICIOS - PERU SRL	POSICION	2.3	MATRICULA	6756416
	DIBUJO	M.A.F.A	APROB	
ESTRUCTURA POSTE 9/200/120/255	PROY	EDELNOR	REVIS	
	FECHA	MARZO DEL 2006	ESCALA	S.E.
LUGAR	LIMA	LIMA	PERU	ARCH

Poste de 11m.



Z COMPAÑIA AMERICANA MULTISERVICIOS - PERU SRL

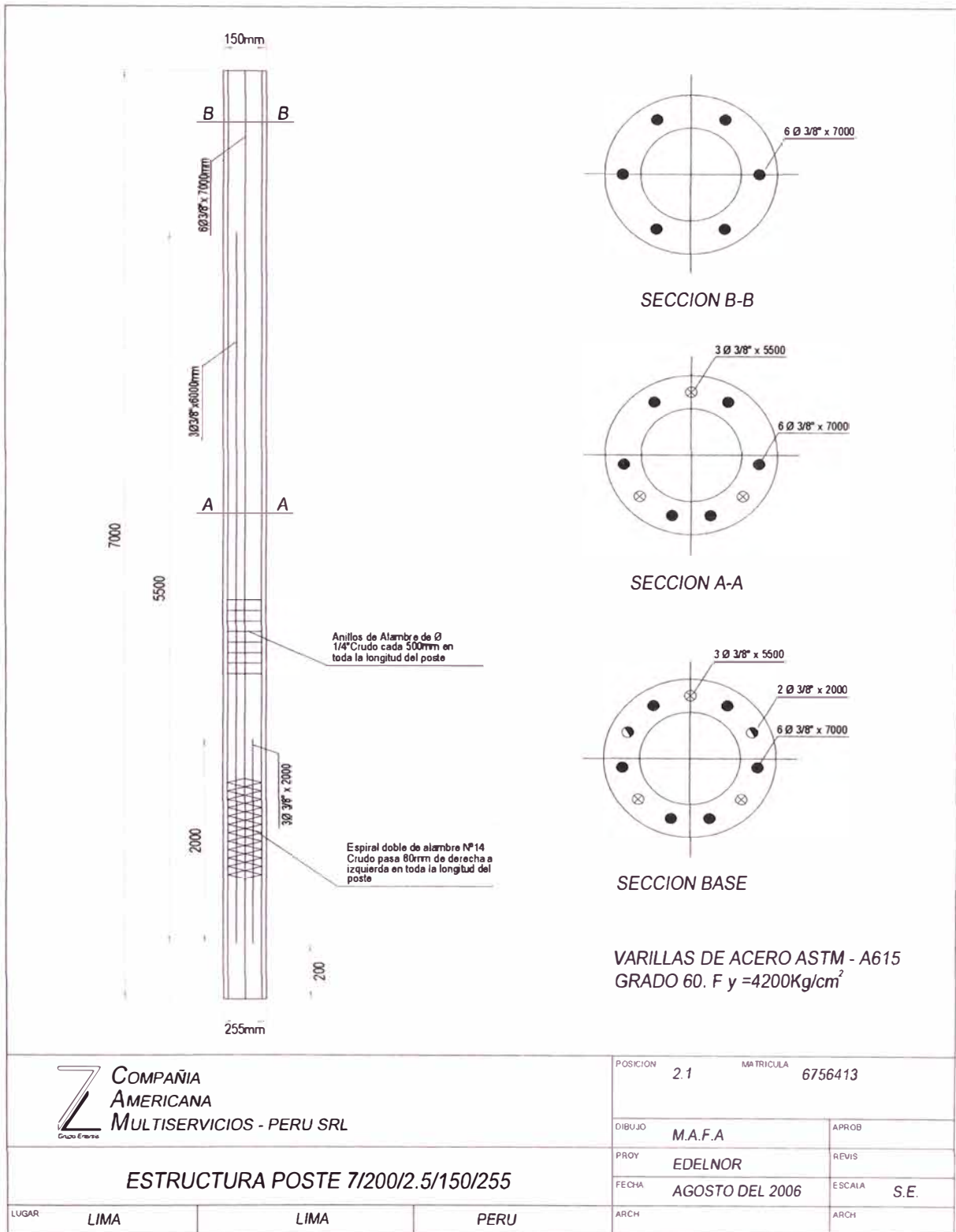
POSICION	2.4	MATRICULA	6756424
DIBUJO	M.A.F.A.	APROB	
PROY	EDELNOR	REVIS	
FECHA	MARZO DEL 2006	ESCALA	S.E.
ARCH		ARCH	

ESTRUCTURA POSTE 11/200/150/315

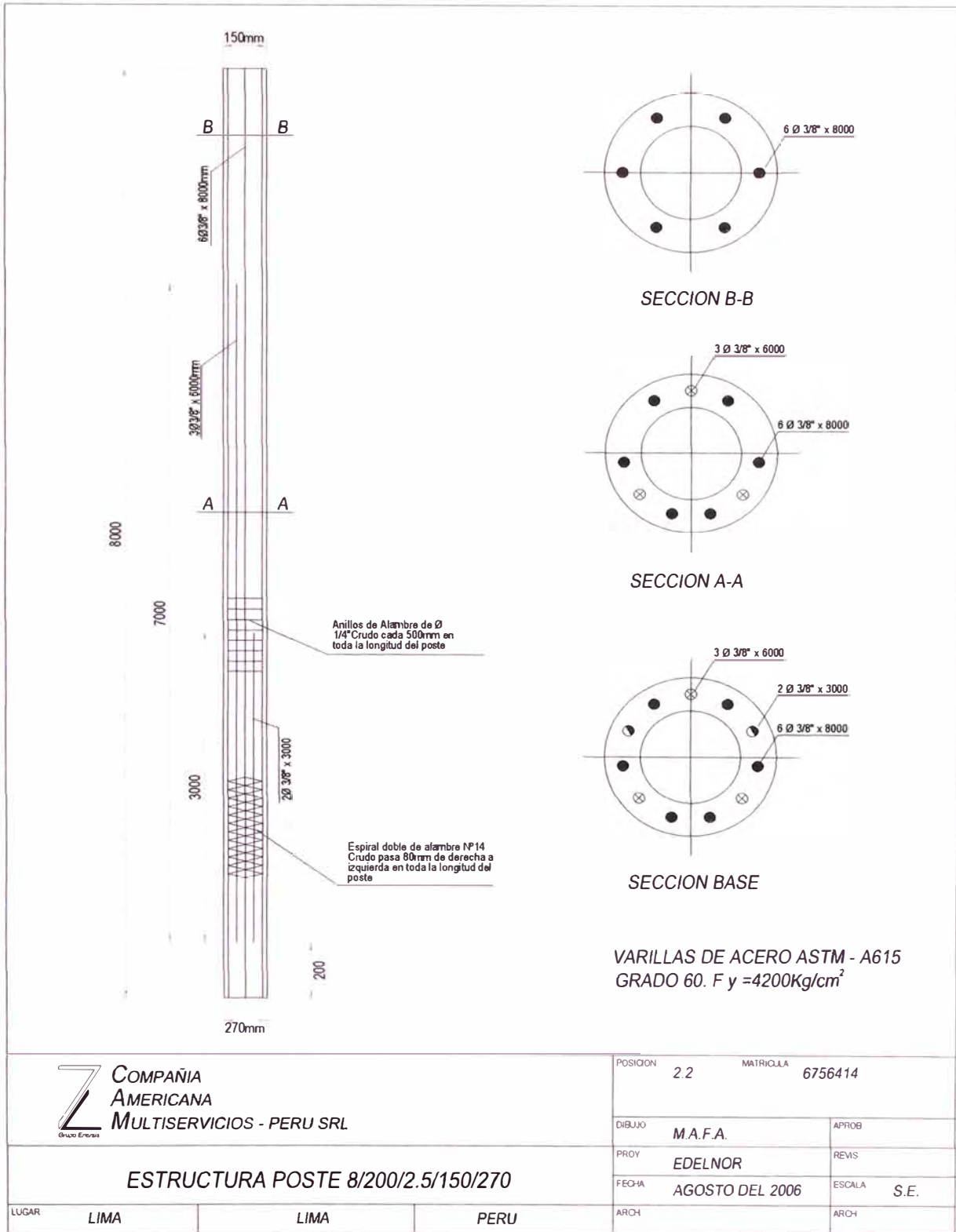
LUGAR	LIMA	LIMA	PERU
-------	------	------	------

POSTES MEJORADOS:

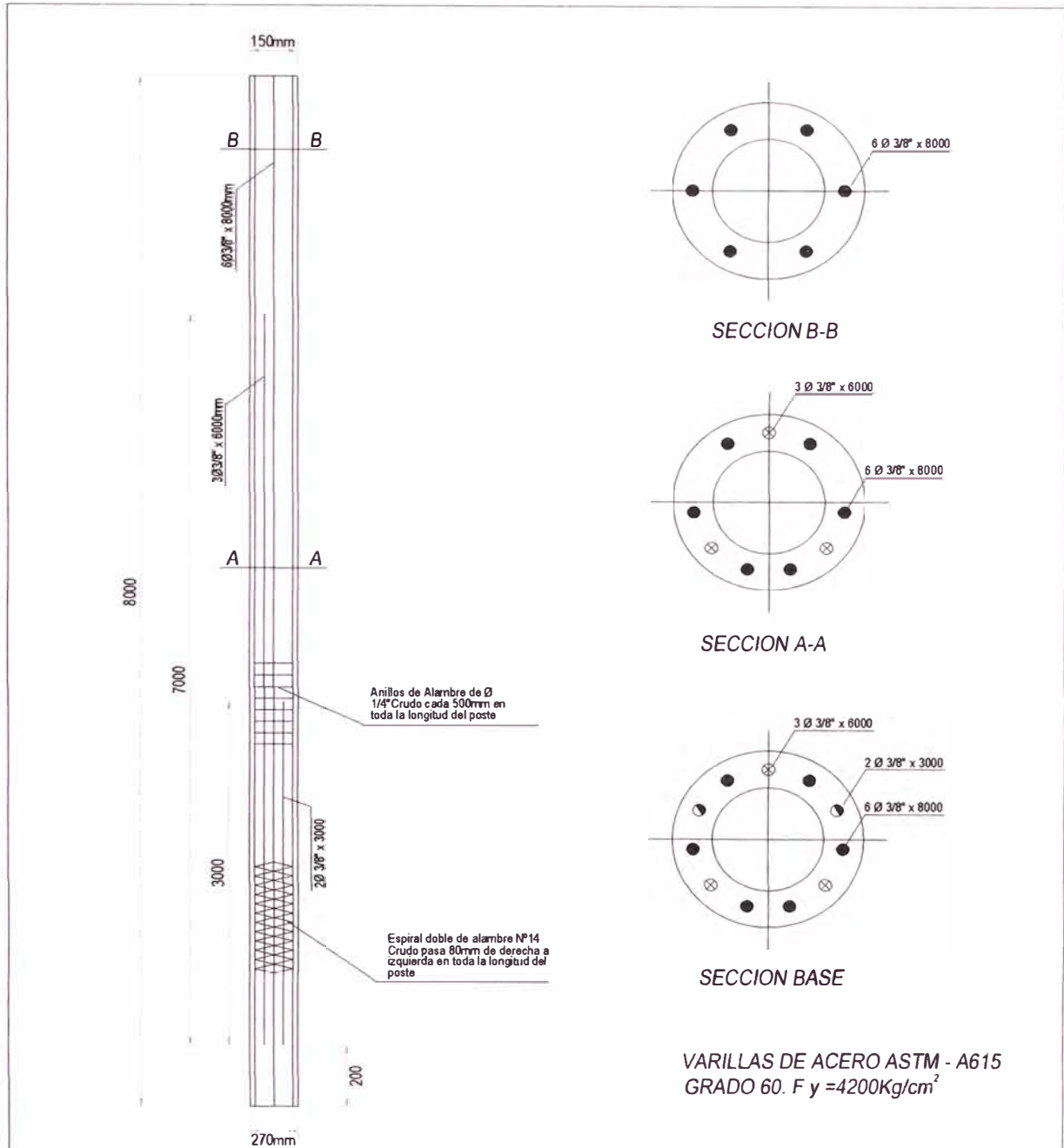
Poste de 7m.




Poste de 8m.

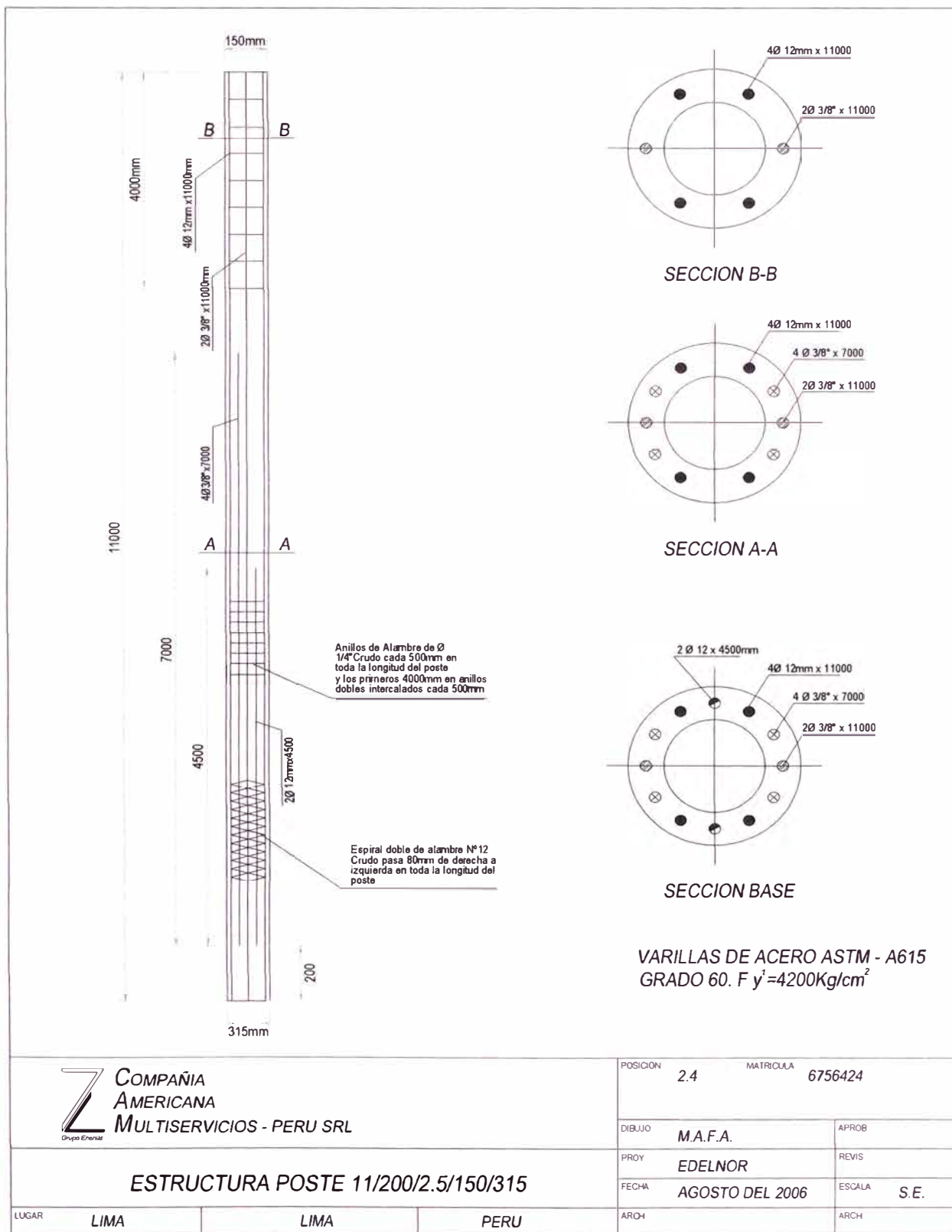


Poste de 8m.



 COMPAÑIA AMERICANA MULTISERVICIOS - PERU SRL	POSICION	2.2	MATRICULA	6756414
	DIBUJO	M.A.F.A.	APROB	
ESTRUCTURA POSTE 8/200/2.5/150/270		PROY	EDELNOR	REVIS
		FECHA	AGOSTO DEL 2006	ESCALA
LUGAR	LIMA	LIMA	PERU	ARCH

Poste de 11m.



EDELNOR S.A.A.

REPORTE DE PRUEBA DE TIPO PARA POSTES DE CONCRETO

FABRICANTE: CAM - PERUTIPO DE POSTE: 7/200/150/255A) MONTAJE DE PRUEBAEmpotramiento para los postes en general: 10% de la longitud del poste + 0.5 m = 1.2 m.B) INSPECCIÓN VISUALB.1 Estado general del poste : Defectuoso Bueno B.2 Uniformidad del acabado superficial : Deficiente Buena B.3 Fisuras no capilares : SI NO Resultados : Aceptable Inaceptable C) INSPECCIÓN DIMENSIONAL VERIFICADA

	TOLERANCI A	DIMENSIONES NOMINALES	DIMENSIONES VERIFICADAS		RESULTADOS
			VALOR MINIMO	VALOR MÁXIMO	
LONGITUD (m)	± 0.5%	<u>7.0</u>			
φ base (*)	a)int (mm)	± 5%			
	b)ext (mm)	± 5%	<u>255</u>		
φ cima (*)	a)int (mm)	± 5%	<u>40</u>		
	b)ext (mm)	± 5%	<u>150</u>		
DESVIACIÓN AXIAL	1 mm/m				

(*) Las tolerancias no podrán ser mayores a + 20 mm y - 5 mm

D) PRUEBA DE CARGA DE TRABAJO

% CARGA NOMINAL DE ROTURA	CARGA lo (kg)	DEFLECCIÓN (mm)		OBSERVACIONES
		ELÁSTICA	PERMANENTE	
10%	<u>110</u>	<u>22</u>		
20%	<u>220</u>	<u>44</u>		
30%	<u>330</u>	<u>66</u>		
40%	<u>440</u>	<u>115</u>		
50%	<u>550</u>	<u>160</u>	<u>9</u>	
CONDICIONES A CUMPLIR	a) Deflexión elástica al 50% : ≤ 5% de longitud útil del poste (<u>265</u> mm) CUMPLE <input checked="" type="checkbox"/> NO CUMPLE <input type="checkbox"/>			
	a) Deflexión permanente : ≤ 5% de deflexión elástica al 50% (<u>14.25</u> mm) CUMPLE <input checked="" type="checkbox"/> NO CUMPLE <input type="checkbox"/>			

E) PRUEBA DE CARGA DE ROTURA.- Condición de falla: Registro de un aumento desproporcionado de la deformación, sin incremento de la carga actuante

% DE CARGA NOMINAL DE ROTURA	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
CARGA (kg)	<u>550</u>		<u>770</u>		<u>990</u>	<u>1100</u>	<u>1210</u>	<u>1320</u>	<u>1550</u>		
DEFORMACIÓN ELÁSTICA (mm)	<u>180</u>		<u>266</u>		<u>359</u>	<u>418</u>		<u>521</u>	<u>790</u>		

F) FABRICACIÓN (Según especificación técnica DNN-ET-018h)F.1 Sistema utilizado: centrifugadoF.2 Recubrimiento de estructura metálica: 20 mmG) DISEÑO ESTRUCTURALNº y dimensiones de varillas estructurales: 6 x ϕ 3/8" x 7m + 3 x ϕ 3/8" x 5.5m + 2 x ϕ 3/8" x 2mH) CONDICIONES DEL POSTEACEPTADO RECHAZADO Fecha de prueba: Ju 19-10-06Lugar de prueba: Planta Cam Perú (Huachipa)

Asistentes:

Enrique Valdiviezo (Normalización - Edulnor) Esteban
HUMBERTO SAUVEDRA CAM-PERU Humberto Sauvedra

EVR.
Agosto 2006Fecha de fabricación: 21-09-06

EDELNOR S.A.A.

REPORTE DE PRUEBA DE TIPO PARA POSTES DE CONCRETO

FABRICANTE: QAM-PERUTIPO DE POSTE: 8/200/2.5/150/270A) MONTAJE DE PRUEBAEmpotramiento para los postes en general: 10% de la longitud del poste + 0.5 m 1.4 mtsB) INSPECCIÓN VISUAL

B.1 Estado general del poste : Defectuoso Bueno

B.2 Uniformidad del acabado superficial : Deficiente Buena

B.3 Fisuras no capilares : SI NO

Resultados : Aceptable Inaceptable C) INSPECCIÓN DIMENSIONAL VERIFICADA

	TOLERANCI A	DIMENSIONES NOMINALES	DIMENSIONES VERIFICADAS		RESULTADOS
			VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	
LONGITUD (m)	± 0.5%	<u>8.0</u>			
φ base (°)	a)int (mm)	± 5%			
	b)ext (mm)	± 5%			
φ cima (°)	a)int (mm)	± 5%			
	b)ext (mm)	± 5%			
DESVIACIÓN AXIAL	1 mm/m				

(*) Las tolerancias no podrán ser mayores a + 20 mm y - 5 mm

D) PRUEBA DE CARGA DE TRABAJO

% CARGA NOMINAL DE ROTURA	CARGA (kg)	DEFLEXIÓN (mm)		OBSERVACIONES
		ELÁSTICA	PERMANENTE	
10%	<u>110</u>	<u>50</u>		
20%	<u>220</u>	<u>90</u>		
30%	<u>330</u>	<u>136</u>		
40%	<u>440</u>	<u>193</u>		
50%	<u>550</u>	<u>249</u>	<u>5</u>	
CONDICIONES A CUMPLIR	a) Deflexión elástica al 50% : ≤ 5% de longitud útil del poste (<u>330</u> mm)			
	CUMPLE <input checked="" type="checkbox"/>	NO CUMPLE <input type="checkbox"/>		
CONDICIONES A CUMPLIR	a) Deflexión permanente : ≤ 5% de deflexión elástica al 50% (<u>16.5</u> mm)			
	CUMPLE <input checked="" type="checkbox"/>	NO CUMPLE <input type="checkbox"/>		

E) PRUEBA DE CARGA DE ROTURA.- Condición de falla: Registro de un aumento desproporcionado de la deformación, sin incremento de la carga actuante

% DE CARGA NOMINAL DE ROTURA	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
CARGA (kg)	<u>550</u>		<u>770</u>		<u>990</u>	<u>1100</u>	<u>1210</u>	<u>1320</u>	<u>1500</u>	<u>1700</u>	
DEFORMACIÓN ELÁSTICA (mm)	<u>255</u>		<u>347</u>		<u>448</u>	<u>512</u>		<u>612</u>	<u>890</u>		

F) FABRICACIÓN (Según especificación técnica DNN-ET-018h)F.1 Sistema utilizado: CONCRETO ARMADOF.2 Recubrimiento de estructura metálica: 20 mmG) DISEÑO ESTRUCTURALNº y dimensiones de varillas estructurales: 6 Ø 3/8" x 3m + 3 Ø 3/8" x 6m + 2 Ø 3/8" x 2mH) CONDICIONES DEL POSTEACEPTADO RECHAZADO Fecha de prueba: JULIO OCTUBRE DE 2006Lugar de prueba: PLANTA CAM-PERÚ (HUACHIPA)

Asistentes

ENRIQUE VALDIVIECO (NORMALIZACIÓN ESTRUCTURAL)
HUMBERTO SAAVEDRA PLANTA CAM-PERÚ

EVR.

Agosto 2006

FECHA DE FABRICACIÓN 21-09-06

EDELNOR S.A.A.

REPORTE DE PRUEBA DE TIPO PARA POSTES DE CONCRETO

FABRICANTE: CAM-PERU

TIPO DE POSTE: 9/200/150/270

A) MONTAJE DE PRUEBA

Empotramiento para los postes en general: 10% de la longitud del poste + 0.5 m = 1.3 m

B) INSPECCIÓN VISUAL

B.1 Estado general del poste : Defectuoso Bueno

B.2 Uniformidad del acabado superficial : Deficiente Buena

B.3 Fisuras no capilares : SI NO

Resultados : Aceptable Inaceptable

C) INSPECCIÓN DIMENSIONAL VERIFICADA

	TOLERANCI A	DIMENSIONES NOMINALES	DIMENSIONES VERIFICADAS		RESULTADOS
			VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	
LONGITUD (m)	± 0.5%	9.0			
φ base (*)	a)int (mm)	± 5%			
	b)ext (mm)	± 5%	205		
φ cima (*)	a)int (mm)	± 5%	40		
	b)ext (mm)	± 5%	150		
DESVIACIÓN AXIAL	1 mm/m				

(*) Las tolerancias no podrán ser mayores a + 20 mm y - 5 mm

D) PRUEBA DE CARGA DE TRABAJO

% CARGA NOMINAL DE ROTURA	CARGA lb (kg)	DEFLECCIÓN (mm)		OBSERVACIONES
		ELÁSTICA	PERMANENTE	
10%	110	44		
20%	220	80		
30%	330	135		
40%	440	187		
50%	550	250	7	
CONDICIONES A CUMPLIR	a) Deflexión elástica al 50% : ≤ 5% de longitud útil del poste (375mm)			
	CUMPLE <input checked="" type="checkbox"/>	NO CUMPLE <input type="checkbox"/>		
CONDICIONES A CUMPLIR	a) Deflexión permanente : ≤ 5% de deflexión elástica al 50% (10.75mm)			
	CUMPLE <input checked="" type="checkbox"/>	NO CUMPLE <input type="checkbox"/>		

E) PRUEBA DE CARGA DE ROTURA.- Condición de falla: Registro de un aumento desproporcionado de la deformación, sin incremento de la carga actuante

% DE CARGA NOMINAL DE ROTURA	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
CARGA (kg)	550	660	770	880	990	1100	1210	1320	1430	1700	
DEFORMACIÓN ELÁSTICA (mm)	252		340		459	512	588	665	756	1420	

F) FABRICACIÓN (Según especificación técnica DNN-ET-018h)F.1 Sistema utilizado: centrifugadoF.2 Recubrimiento de estructura metálica: 20 mmG) DISEÑO ESTRUCTURALNº y dimensiones de varillas estructurales: 6 x ϕ 3/8" x 9m + 4 x ϕ 3/8" x 6m + 2 x ϕ 3/8" x 3mH) CONDICIONES DEL POSTEACEPTADO RECHAZADO Fecha de prueba: 10-10-06Lugar de prueba: Planta CAMPERU (Huaichipa)

Asistentes

Enrique Valdiviezo (Normalización - Edinos) [Signature]
HUMBERTO SAAVEDRA CH. PLANTA CAMPERU [Signature]

EVR.
Agosto 2006Fecha de fabricación: 21-09-06

EDELNOR S.A.A.

REPORTE DE PRUEBA DE TIPO PARA POSTES DE CONCRETOFABRICANTE: CAMP PERUTIPO DE POSTE: 11/200/150/915A) MONTAJE DE PRUEBAEmpotramiento para los postes en general: 10% de la longitud del poste + 0.5 m = 1.6 mB) INSPECCIÓN VISUAL

- B.1 Estado general del poste : Defectuoso Bueno
- B.2 Uniformidad del acabado superficial : Deficiente Buena
- B.3 Fisuras no capilares : SI NO

Resultados : Aceptable Inaceptable C) INSPECCIÓN DIMENSIONAL VERIFICADA

	TOLERANCIA	DIMENSIONES NOMINALES	DIMENSIONES VERIFICADAS		RESULTADOS
			VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	
LONGITUD (m)	± 0.5%	11.0			
φ base (*)	a)int (mm)	± 5%			
	b)ext (mm)	± 5%	315		
φ cima (*)	a)int (mm)	± 5%	40		
	b)ext (mm)	± 5%	150		
DESVIACIÓN AXIAL	1 mm/m				

(*) Las tolerancias no podrán ser mayores a + 20 mm y - 5 mm

D) PRUEBA DE CARGA DE TRABAJO

% CARGA NOMINAL DE ROTURA	CARGA lb (kg)	DEFLECCIÓN (mm)		OBSERVACIONES
		ELÁSTICA	PERMANENTE	
10%	110	62		
20%	220	118		
30%	330	171		
40%	440	235		
50%	550	315	5	
CONDICIONES A CUMPLIR	a) Deflexión elástica al 50% : ≤ 5% de longitud útil del poste (760 mm)			
	CUMPLE <input checked="" type="checkbox"/>	NO CUMPLE <input type="checkbox"/>		
CONDICIONES A CUMPLIR	a) Deflexión permanente : ≤ 5% de deflexión elástica al 50% (23 mm)			
	CUMPLE <input checked="" type="checkbox"/>	NO CUMPLE <input type="checkbox"/>		

E) PRUEBA DE CARGA DE ROTURA.- Condición de falla: Registro de un aumento desproporcionado de la deformación, sin incremento de la carga actuante

% DE CARGA NOMINAL DE ROTURA	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
CARGA (kg)	550	660	770	880	990	1100	1210	1320	1300		
DEFORMACIÓN ELÁSTICA (mm)	320		418	475	535	590		695	700		

F) FABRICACIÓN (Según especificación técnica DNN-ET-018h)F.1 Sistema utilizado: centrifugadoF.2 Recubrimiento de estructura metálica: 20 mmG) DISEÑO ESTRUCTURALNº y dimensiones de varillas estructurales: 4 x ϕ 12 mm x 11 m + 2 x ϕ 3/8" x 11 m + 4 x ϕ 3/8" x 7 m
2 x ϕ 12 mm x 4.5 mH) CONDICIONES DEL POSTEACEPTADO RECHAZADO Fecha de prueba Ju 19-10-06Lugar de prueba Planta CAMPERO (Huachipa)

Asistentes

Enrique Valdiviezo (Normas-EduInor)
HUBERTO CARRERA ET. PLANTA CAM-PEROEVR.
Agosto 2006Fecha de fabricación: 21-09-06