

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE GENERAL SAN MARTÍN
COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA
INSTITUTO DE TECNOLOGÍA
"Prof. Jorge A. Sabato"**

**Deformación plástica en el laminado en
caliente de estructurales y rieles de acero ^(*)**

por Ing. Roberto Alfredo Villanueva

**Director
Dr. Ing. Carlos A. Martínez Vidal**

**^(*) Tesis para optar al título de Doctor en Ciencia y Tecnología,
mención Materiales**

**República Argentina
2003**

**A mi esposa Margarita María,
a mis hijos Luis Guillermo y
María Alejandra, y a mi nieto
Tomás Luca.**

**A la memoria de mi maestro,
John S. Singer, artesano inolvidable
en el arte – ciencia del calibrado de
cilindros laminadores para el acero.**

AGRADECIMIENTOS

El tesista deja expresado su reconocimiento a las siguientes personas, empresas e instituciones, por la colaboración a través de los años, en la adquisición del conocimiento necesario para la preparación de esta Tesis. Sin tal ayuda, hubiera sido imposible lograr la capacidad y el entrenamiento requeridos para diseñar artesanalmente calibrados de cilindros laminadores.

Sr. Ernie Bailey (†), tutor. "Steel, Peech and Tozer", Rotherham, Yorkshire, Inglaterra. 1957.

Sr. Ivy Gardner (†), tutor. "Dorman Long", Cleveland Works, Middlesbrough, Yorkshire, Inglaterra. 1958.

Sr. Henry C. Ellermann (†), guía. "Blaw-Knox", Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. 1959.

Sr. John S. Singer (†), maestro. "SOMISA", San Nicolás. 1960 a 1963.

Sres. Benedito Gonçalves Ribeiro y José Assis de Melo, consejeros. "CSN", Volta Redonda, RJ, Brasil. 1961.

Sr. Theodore J. Ondocsin, guía. "Mackintosh-Hemphill", Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. 1977 hasta el presente.

Sr. Andrew L. Blaskovich, guía. "National Roll", Avonmore, Pennsylvania, E.U.A. 1970 hasta el presente.

Sr. Herman E. Muller, consejero. "Inland Steel", Chicago, Illinois, E.U.A. y luego Consultor independiente. 1978 hasta el presente.

Sres. Carlos A. Martínez Vidal, amigo desde 1952; *Eduardo H. Ferri*, amigo desde 1956; *Lucio Iurman*, amigo desde 1970.

Sres. Juan J. Tiebas y S. Ismael Nuñez P., CNEA, Centro Atómico Constituyentes; por su imprescindible ayuda en la realización de los dibujos computacionales de calibrados de cilindros laminadores, usados en la Tesis como ejemplos prácticos.

"Crisoldinie E. N.", Quilmes, Prov. de Bs. As. 1954-1955.

"Establecimientos Metalúrgicos Santa Rosa", Tablada, Prov. de Bs. As. 1956.

"Federation of British Industries", Londres, Inglaterra. 1956 a 1958.

"Davy and United Engineering Company", Sheffield, Yorkshire, Inglaterra. 1956 a 1958.

"SOMISA", San Nicolás, Prov. de Bs. As. 1958 a 1965.

"Association of Iron and Steel Engineers – AISE", Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. 1959 hasta el presente.

"C.S.N.", Volta Redonda, RJ, Brasil. 1961.

"Instituto Argentino de Siderurgia", Buenos Aires. 1972 a 1975.

"Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial – ONUDI" y

"Organización de los Estados Americanos – OEA", México D.F., México. 1975 a 1977.

"Mackintosh-Hemphill", Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. 1977 a 1980.

"Instituto Latinoamericano del Fierro y el Acero". Santiago, Chile. 1981 a 1988.

"Centro de Industriales Siderúrgicos – CIS" y "Centro de Laminadores Industriales Metalúrgicos Argentinos – CLIMA", Buenos Aires. 1958 hasta el presente.

Y a los incontables hombres y mujeres de las empresas laminadoras en caliente del acero y fundidoras de cilindros laminadores de América Latina, para las que he trabajado en relación de dependencia, como asesor y/o instructor, desde 1966 hasta la fecha.

PRÓLOGO

La laminación en caliente del acero, proceso industrial de deformación plástica para la obtención de los productos siderúrgicos terminados, ha acompañado a la evolución de la humanidad por más de 200 años.

La fabricación de las diversas secciones estructurales y rieles empleadas en las construcciones metálicas y edificios en general, así como también en los ferrocarriles, buscó aprovechar económicamente al acero disponible; y a la vez satisfacer las necesidades humanas.

La obtención de momentos de inercia ventajosos llevó a los ingenieros y arquitectos a crear los ángulos, las vigas U y doble T, el arco de mina, la tablestaca, el riel ferroviario y tantos otros perfiles complejos.

La producción económica de estas secciones corrió por cuenta de los operadores siderúrgicos, y sólo se hizo realidad mediante la laminación. Y fueron los artesanos encargados de los cilindros laminadores -la herramienta de deformación per se- los que debieron solucionar los problemas de diseño asociados a las distintas pasadas del material, desde la materia prima hasta el producto acabado.

En el trabajo que sigue, el tesista expone, sin otra limitación que la que aconseja una extensión razonable del escrito, las circunstancias, las ponderaciones, los caminos en fin que se deben recorrer para poder asegurar el éxito de un trabajo de diseño. Se brindan diversos ejemplos prácticos de secuencias de pasadas -calibrados- exitosas; y se describen las diferentes etapas y modalidades vinculadas con cada sistema de reducción.

También se hace detallada mención de las fuentes de información que conviene consultar o al menos tener a mano, a fin de avanzar con razonable rapidez en el dominio de la artesanía. Así se aprovechará la experiencia de aquellos que, con generosidad, han detallado sus trabajos y logros. Se insiste una y otra vez en la necesidad de contar con un maestro, o al menos con una persona con cierta práctica en el metier, a fin de evitar demoras y fallas en el aprendizaje. Y la práctica diaria en el tren laminador será mandatoria.

No cabe duda que las nuevas técnicas de cálculo, con la ayuda de las computadoras, irán gradualmente reemplazando a los calibristas del presente, artífices de cada diseño exitoso en la práctica industrial diaria. Ésta que nos ocupa es una de las últimas actividades artesanales que aún sobreviven en un mundo siderúrgico altamente sofisticado y automatizado. Y así, en alguna jornada futura, el último artesano calibrista podrá exclamar, con Horacio: *Non omnis moriar*. Y sí, no morirá del todo pues su obra le sobrevivirá, y seguramente formará parte de los nuevos diseños propuestos.

Nuestro homenaje a los que nos precedieron en el camino de la artesanía del calibrado, especialmente a aquellos que nos brindaron su experiencia y confianza. La antorcha del conocimiento sigue viva.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

I. UNA CUESTIÓN DE LÉXICO.....	1
II. LAS 2 ESCUELAS BÁSICAS DE DISEÑO.....	2
III. QUIÉNES SON LOS CALIBRISTAS.....	3
IV. CÓMO ESTUDIAR CALIBRADO.....	3
V. POR SUS FRUTOS, CONOCERÁS.....	5
VI. ORDENAMIENTO DE LA TESIS.....	6
VII. ALCANCES Y LIMITACIONES DE LA TESIS.....	7

CAPÍTULO 1

ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO

1.1. INTRODUCCIÓN.....	8
1.2. LAS SERIES BIBLIOGRÁFICAS DEL ISI.....	8
a): Primeros 2 volúmenes.....	8
b): Tercer volumen.....	9
c): Cuarto volumen.....	9
1.3. LOS LIBROS.....	9
Pantallazo estadístico – Libros.....	13
1.4. LOS ARTÍCULOS TÉCNICOS.....	14
Pantallazo estadístico – Artículos técnicos.....	18

CAPÍTULO 2

CALIBRADOS DE ESTRUCTURALES Y RIELES

2.1. ESTRUCTURALES.....	19
2.1.1. Ángulo de alas iguales de 3"x3" 3/16".....	19
2.1.2. Ángulo de alas iguales de 4"x4"x1/4".....	19
2.1.3. Ángulo de alas iguales de 4"x4"x1/4".....	19
2.1.4. Ángulo de alas iguales de 5"x5"x5/8".....	19
2.1.5. Ángulo de alas desiguales de 5"x3"x5/16".....	19
2.1.6. Ángulo de 8"x8"x1/2" a 1".....	20
2.1.7. Ángulo especial.....	20
2.1.8. Ángulos de alas iguales de 50x50x5 y 63x63x5.....	20
2.1.9. Ángulos de alas iguales de 1"x1"x1/8" y 1-1/2" x1-1/2"x5/32".....	20
2.1.10. Tés de alas y patas iguales de 7/8"x7/8"x1/8" y 1"x1"x1/8".....	20
2.1.11. Zapata de freno de tranvía.....	20
2.1.12. U – "canal" – "channel" estándar EUA de 5".....	20

2.1.13. U – “canal” – “channel” estándar EUA de 4”	20
2.1.14. U – “canal” – “channel” UPN 140	20
2.1.15. U – “canal” – “channel” UPN 200	20
2.1.16. Doble T – “viga” – “beam” – estándar EUA de 6”	21
2.1.17. Doble T – “viga” – “beam” IPN 180	21
2.1.18. Doble T tipo H – “viga H” – “H beam”	21
2.1.19. Viga bulbo (“bulb beam”)	21
2.1.20. Arcos de mina (“mine archs”)	21
2.1.21. Envoltura de bala (“bullet envelope”)	21
2.1.22. U – “canal” – “channel” de alma gruesa	21
2.1.23. Eclisa-barra para riel BS-100R (británico)	21
2.1.24. Eclisa-talón para riel EUA-100	21
2.2. RIELES	22
2.2.1. Riel de 50 lb/yd ASCE	22
2.2.2. Riel de 60 lb/yd BSS (129)	22
2.2.3. Riel de 65 lb/yd ASCE	22
2.2.4. Riel de 75 lb/yd ASCE	22
2.2.5. Riel de 85 lb/yd BS-85A	22
2.2.6. Riel de 100 lb/yd AREA	22
2.2.7. Riel de 100 lb/yd BS-100A	22
2.2.8. Riel de 100 lb/yd BS-100R	22
2.2.9. Rieles de 100 lb/yd. 4 secciones terminadoras unitarias; 2 con eclisas y 2 individuales	22

CAPÍTULO 3

ALREDEDOR DE LOS CALIBRADOS

3.1. INTRODUCCIÓN	23
3.2. ¿EN QUE TREN SE PUEDE LAMINAR?	23
3.3. ¿EN CUANTOS PASOS SE PUEDE LAMINAR?	24
3.4. ¿CÓMO SE HACE EL CALIBRADO?	28
3.4.1. Ángulos	29
I.- El ápex o vértice	29
II.- El método de deformación	29
III.- El número de pasos	30
IV.- Ángulos grandes vs. ángulos chicos	30
V.- Los ángulos y sus diferentes pesos lineales	30
VI.- El diseño de las tablas de los cilindros	31
VII.- La superposición y algún “tip”	31
VIII.- De “adelante” hacia “atrás” o viceversa. ¿Cómo diseñar?	32
IX.- Los ángulos de alas desiguales	32
X.- Secciones téis	33
XI.- Secciones zetas	34
3.4.2. Vigas U y doble T	34
I.- La entrada del material	35
II.- La línea pitch	36
III.- Canales y vigas	40

3.4.3. Rieles ferroviarios.....	45
Calibrado del riel BS-100R.....	46
3.5. EPÍLOGO.....	50

CAPÍTULO 4

RESUMEN ESTADÍSTICO

PRODUCCIÓN Y CONSUMO DE ACERO EN LA ARGENTINA.....	51
PRODUCCIÓN DE ESTRUCTURALES Y RIELES EN LA ARGENTINA.....	52
Análisis sucinto de las tablas precedentes.....	52

CAPÍTULO 5

BIBLIOGRAFÍA

Los libros.....	54
Ordenamiento de los 45 libros por año de aparición.....	57
Los artículos técnicos.....	57
Estadística de publicación.....	87

-----XXX-----

¡Nota importante! La totalidad de los planos de los calibrados detallados en el presente INDICE se adjuntan en carpeta separada.

RAV/ ---

INTRODUCCIÓN

I. UNA CUESTIÓN DE LÉXICO

-Veamos un tema que no es menor, y es justamente el primero a tratar, por aquello de "first things first". ¿Cómo llamamos -y llamaremos a lo largo de esta Tesis- a la persona que diseña los sucesivos pasos de laminación que se deben cumplir para que la materia prima -el semlelaborado- se transforme en un perfil estructural o riel ferroviario?

-Un examen de la bibliografía histórica de la especialidad nos dice que los primeros 5 libros publicados fueron de origen alemán. Son ellos:

1. **Tunner, P. R. von** –Über die Walzenkalibrierung für die Eisenfabrikation. Leipzig, 1867
2. **Daelen, R. y otros** –Die Kalibrierung der Eisenwalzen. Berlín, 1874
3. **Brovot, A.** –Das Kalibrieren der Walzen. Leipzig, 1902
4. **Holzweiler, K.** –Das Kalibrieren der Profilwalzen für Träger. Berlín, 1905
5. **Kirchberg, E.** –Grundzüge der Walzenkalibrierung. Dortmund, 1905

-Los 5 títulos no dejan dudas; en Alemania finisecular (del siglo XIX) al diseño de los pasos de laminación le denominaban, en infinitivo verbal: kalibrieren-calibrar. Y lo que es más, un prestigioso diccionario técnico alemán-castellano como es el escrito por el Dr.-Ing. Richard Ernst (Brandstetter Verlag, Wiesbaden) nos informa: Kalibrieren/calibrar// eine Walze/calibrar o acanalar (un cilindro); Kalibrierung (Walzwerk-tren laminador)/calibrado, trazado de los canales (en cilindros).

-No quedan, entonces, dudas. La persona dedicada al metier, traducida del alemán, es el calibrista; su trabajo, la calibración; su obra acabada, el calibrado.

-La denominación quedó firme hasta hoy. La famosa revista bianual y bilingüe (alemán-francés) **Der Kalibreur – Le Calibreur** (El Calibrista) es una prueba de ello. Y la palabra, junto con la técnica, pasó con el correr de los años al castellano: calibración; al francés: calibrage; al italiano: calibrazione; y al portugués, calibração.

-¿Y el idioma inglés? Curiosamente las palabras analizadas como agrupación idiomática "no prendieron" en Britannia. La palabra de misma etimología existe: cal(i)lper, nos lleva a calibre, diámetro interno (bore) de un tubo o caño, incluso de un arma de fuego. También alude al compás de medición, p.e. del diámetro externo de un cuerpo cilíndrico. Además, existen en inglés otros significados para la palabra caliper/calibre, no relacionados con temas de metalurgia o mecánica.

-En resumen, en idioma inglés no existe una palabra abaricante de la artesanía que nos ocupa. Los 3 primeros libros sobre la especialidad escritos originalmente en inglés, ciertamente tardíos frente a los publicados en Alemania, Francia, Bélgica y Luxemburgo, son:

1. **Trinks, W.** – Roll Pass Design (Vol. I). Cleveland, O, E.U.A., 1930
2. **Beynon, R. E.** – Roll Design and Mill Layout. Pittsburgh, Pa, E.U.A., 1956
3. **The United Steel Co. Ltd.** –Roll Pass Design. Sheffield, Yorks., Inglaterra, 1960

-Tampoco aquí quedan dudas. La artesanía es el diseño de pasos de cilindros o, más breve, el diseño de cilindros. La persona a cargo, el roll (pass) designer; es decir el proyectista o diseñador de (pasos de) cilindros. Y su trabajo es el proyecto o diseño de cilindros.

-A veces se suele decir el trazado de cilindros, en el sentido de dibujo, como representación gráfica. No encontramos inconvenientes en usarla; aunque consideramos barbarismos idiomáticos el emplear palabras tales como trazadista o diseñista.

-En conclusión, de ahora en adelante llamaremos calibrista a la persona competente en el diseño de calibrados, es decir de pasos de -en- cilindros; que reducen de manera gradual la sección del material -p.e. acero- laminado en caliente.

II. LAS 2 ESCUELAS BÁSICAS DE DISEÑO

-El desarrollo de las actividades de diseño de los cilindros laminadores para estructurales y rieles, obviamente fue paralelo al incremento de los tonelajes laminados, conforme a las demandas comerciales.

-Las necesidades fueron crecientes, y ya a mediados del siglo XIX se definieron las que serían conocidas algo después como las 2 escuelas básicas de diseño: la alemana, o mejor dicho la de Europa continental; y la anglosajona.

-La primera, originada en las zonas siderúrgicas de Alemania y Francia, con influencia directa en parajes relativamente alejados tales como Polonia, Rusia, Checoslovaquia e Italia, tuvo su centro de irradiación en la cuenca del Ruhr, particularmente Essen, Dortmund, Duisburg.

-La segunda, originalmente relacionada con las zonas siderúrgicas de Inglaterra, tales como Sheffield, Middlesbrough, Workington, se trasladó, o mejor dicho se extendió, en la segunda parte del siglo XIX, a los Estados Unidos, áreas de Pittsburgh, Cleveland y Chicago principalmente. Sus influencias directas y tempranas fueron Canadá y México.

-Las características que diferencian a estas 2 escuelas están relacionadas con la manera general como se diseñan los calibrados.

-Sin entrar en detalles, que serán aquí prematuros, adelantamos que la escuela alemana se basa en un planteo analítico de las reducciones; empleando fórmulas, coeficientes y relaciones, a menudo complejas, que permiten llegar a una secuencia de calibrado.

-La escuela anglo-sajona, en cambio, echa mano a una visión más bien intuitiva, absolutamente centrada en el dibujo; con muy pocas o ninguna fórmulas. El diseño de los pasos se va desarrollando mediante superposición de un paso sobre otro. Los dibujos se realizan sobre papel de calcar, translúcido, 75/80 g/m²; o mejor aún sobre tela de dibujo -"tracing cloth"-

Por ahora sólo lo anterior, más adelante habrá mucho más. Eso sí, aclaramos que este tesista se ha formado de manera *exclusiva* en la escuela anglo-sajona, de modo que las referencias a la escuela alemana no estarán avaladas por una experiencia real de diseño.

III. QUIÉNES SON LOS CALIBRISTAS

-No obstante dedicarse esta Tesis al estudio del diseño de los pasos de deformación del acero para obtener perfiles estructurales y rieles, en esta parte introductoria cubriremos implícitamente en nuestros comentarios al diseño de secciones simples, propias de los denominados trenes comerciales de barras y alambrón.

-Un relevamiento del perfil de las personas que han llegado a dominar la artesanía, de una manera general nos indicará que habrá 2 tipos básicos de individuos. En las empresas denominadas "pequeñas a medianas" será un ingeniero o técnico que a la vez gerenciará al laminador/laminadores de la empresa. Dado el cúmulo de tareas, muchas de ellas administrativas, que deberá cumplir, no será grande el tiempo que tendrá para dedicarse a progresar en la artesanía, y ... ¡mucho menos para escribir sobre ella!

-Nuestro sujeto bajo análisis tendrá otra contingencia a resolver: si no cambia de empresa a una edad relativamente temprana, digamos 35/40 años, su horizonte de aprendizaje y evolución se estrechará, a menos que su empresa crezca, compre un nuevo laminador o mejore el existente.

-Si pasamos a empresas "medianas a grandes", 1.000.000 t de laminados para arriba, la cosa cambia. Aquí la variedad de productos laminados y la diversidad de trenes laminadores posibilitará la presencia de un especialista cuyo norte sea llegar a dominar la profesión, es decir tener la oportunidad de especializarse en el diseño de los calibrados con prescindencia de tareas administrativas rutinarias, manejo del personal de producción, problemas sindicales, etc., propias de un superintendente o gerente de laminación.

-Hay más facetas en el tema del desarrollo personal y el diseño de pasos de cilindros; todas ellas propias de las naciones "siderúrgicas", p.e. 10.000.000 t de laminados anuales como mínimo (unos 15 ó 16 países en el mundo del año 2002). Aquí ya habrá campo para firmas consultoras de especialistas, y también para el profesional calibrista "free lance".

-Y, finalmente, lo que se considera llegar a "la cumbre": el especialista de una de las pocas empresas que alcanzan o superan los 8 ó 10 millones de toneladas de acero laminado (p.e. Ross E. Beynon, U.S.Steel Corp.; o Herman E. Muller, Inland Steel Co., ambas de E.U.A.) También se considera de mérito casi equivalente el llegar a ser el especialista de uno de los fabricantes líderes de equipos de laminación (p.e. Henry C. Ellermann, Blaw-Knox Co., E.U.A., o Dietmar Kosak, Schloemann-Siemag, Alemania)

-El tema es muy rico y nos puede llevar a áreas más propias de la Sociología o Psicología que de la Técnica, pisando por tanto un terreno "pantano"; cosa que el tesista no desea hacer. Volver a tocar el tema del "Who is Who" en la artesanía del calibrado, sin embargo, será mandatorio en los restantes capítulos.

IV. CÓMO ESTUDIAR CALIBRADO

-El aprendizaje de la artesanía del calibrado ha ido cambiando a través de los años y, de ser extremadamente reservado, casi secreto, durante todo el siglo XIX, fue evolucionando

hasta convertirse en la segunda mitad del siglo XX en una especialidad difícil pero accesible en su dominio.

-Dado que la teoría del diseño de los pasos de cilindros está tan íntimamente relacionada con la práctica de la laminación en caliente de productos no planos; Intentar aprender calibrado sin trabajar a la vez en trenes laminadores afines al campo que se desea dominar, es tan ilusorio como querer aprender p.e. a ejecutar un instrumento musical sin poseerlo, sin practicar en él.

-La manera cómo John Stauffer Singer, el maestro del tesista, aprendió su *metier* es plenamente indicativa de cómo era la situación en EUA a principios del siglo XX. Jack, como él gustaba que le llamaran, provenía de una familia judeo-alemana que se había convertido al luteranismo y luego, a mediados del siglo XIX, emigró a la Unión Americana.

-A los 14 años, en 1915, Jack dejó sus estudios escolares con la primaria completa, y comenzó a trabajar en el taller de cilindros de la Bethlehem, en Pennsylvania, donde su tío abuelo era el superintendente y calibrista, y su padre el jefe de taller. La cofradía de los Singer venía de principios del siglo XIX, en la zona de la luego conocida como Silesia Prusiana.

-Jack Singer vivió los comienzos de la modernización de la artesanía y fue amigo de un calibrista casi mítico, Vic Surrerus, el más grande de su tiempo. También frecuentó al Prof. Willibald Trinks y asistió a sus clases de calibrado en el Carnegie Institute of Technology de Pittsburgh. En fin, asimismo tuvo frecuentes contactos con Ross E. Beynon; que luego escribió su famosa serie de artículos sobre calibrado, a mediados de los 40, posteriormente agrupados en un libro.

-A los 35 años, Singer pudo considerarse un calibrista profesional, con 20 años de experiencia práctica, pero poco estudio formal de nivel incluso secundario. Este extraordinario hombre, inteligente, sagaz y generoso; exímio dibujante y gran trabajador, fue el que creó y puso en marcha los calibrados de la Companhia Siderúrgica Nacional -CSN-, Volta Redonda, Brasil, de 1950 a 1958; y de la Sociedad Mixta Siderurgia Argentina -SOMISA-, San Nicolás, de 1959 a 1963. Un cáncer de páncreas se lo llevó en 1966, en el hogar de sus últimos años; en donde vivió junto a Ethel May su esposa de toda la vida; en Sault Ste. Marie, Ontario, Canadá. No dejó hijos, pero sí un discípulo argentino. ¡Rest in peace, Jack! Volveremos a citarlo repetidamente en esta Tesis, en referencia a sus calibrados, e incluso brindaremos varios de sus trabajos originales.

-Algo más sobre el maestro. Antes de partir de regreso a Canadá en octubre 1963, Mr. Singer dejó a este tesista un recuerdo muy valioso desde el punto de vista histórico: su juego de copias del manuscrito de la hoy famosa obra sobre calibrado del Prof. W. Trinks publicada en Cleveland, Ohio, a partir de 1930. Son realmente "blue-prints", azul intenso, y datan de 1925/28, época en la que Trinks dictaba sus cursos de calibrado en Pittsburgh.

-Comentaba Singer, con tono y sonrisa irónicos, que Trinks era sólo un "teller", es decir un narrador, o mejor aún, un "learned teller" (un charlista ilustrado). Y agregaba: "Escribió sus libros picoteando un poco de aquí y otro poco de allá". "Él mismo me confesó en más de una oportunidad que no era un calibrista sino simplemente un transmisor del conocimiento de otros". Por cierto que Trinks prestó una gran contribución a la divulgación del arte-ciencia del calibrado. A Ross E. Beynon Jack lo tuvo siempre en alta consideración,

señalando que dispuso a su alrededor de fieles colaboradores dibujantes, que le permitieron ir acumulando el material que luego publicaría en su magnífico libro.

-Y, para terminar, cada vez que este tesista le preguntaba por qué no había escrito algo sobre calibrado, Jack decía que así como los jueces sólo hablan por sus sentencias, él sólo hablaba por sus calibrados; y luego musitaba en nuestro oído: "Those who know, don't tell; those who tell, don't know", es decir "Aquellos que saben, no hablan (cuentan), aquellos que hablan (cuentan), no saben". ¡Quién podría saber qué opinaría nuestro maestro si viviera y supiera que su discípulo está hoy escribiendo una Tesis sobre calibrado!

V. POR SUS FRUTOS, CONOCERÁS

-El aforismo bíblico algo modificado nos sirve de título a esta segunda parte relacionada con el aprendizaje del arte-ciencia del calibrado. De lo ya visto se deduce que es muy conveniente contar con uno o más maestros. Y además de tal tutoría, el tren laminador con sus problemas de producción y su gente, sus montajes y sus cilindros laminadores.

-Pero hay otra fuente de conocimiento que, por evidente, es casi perogrullesco citar: la propia obra del calibrista. Cada calibrado *probado* por la práctica, contiene información respecto de la manera de pensar y resolver los problemas asociados, por parte de su creador.

-Sin embargo, el analizar en profundidad un calibrado, especialmente de una sección complicada, no es fácil, pues se requiere en lo posible contar con datos de los cilindros y las cajas laminadoras empleadas. Usar como fuente de conocimiento un calibrado sin saber el diámetro de los cilindros en los que se ha aplicado, es tener sólo una parte del panorama. Lo ideal es tener no solamente tales diámetros sino también la velocidad de rotación o de salida del material, especialmente cuando ésta última es muy baja o muy alta.

-Otra advertencia. Es menester estar seguro (¡hasta donde ello sea posible!) de que el calibrado al que se haya tenido acceso -sea éste originado en una industria, proveniente de un artículo técnico o de un libro de laminación- haya trabajado bien; es decir, que haya producido *realmente* la sección de marras y no sea simplemente una construcción intelectual. Sin entrar a analizar las razones por las que alguien haya querido dar información errada ("wrong leads" diría Singer), es necesario precaverse. De más está decir que el tesista ha tomado los adecuados recaudos respecto de la información sobre calibrados dada en esta Tesis.

-Sin pretender agotar el tema, señalamos que hay que tener cuidado con la manera cómo el calibrado que estemos estudiando esté acotado. En el diseño de secciones a menudo hay ángulos pequeños que a veces se dan en grados y minutos y otras en porcentajes (como pendientes); estos ángulos pueden originar acotamientos dudosos e imprecisiones.

-El método de superposición, que emplea un mínimo de dimensiones acotadas, es más seguro y simple que el analítico, que puede dar acotamientos redundantes. Siempre habrá que buscar emplear el mínimo de cotas para evitar errores, y a la vez de esa manera ayudar al plantillero en su trabajo, ya de por sí laborioso.

-Finalmente, es menester rendirse ante el hecho de que la siderurgia norteamericana en su totalidad, parte de la canadiense y mexicana, e incluso algo de la británica, siguen

trabajando en pulgadas y sus fracciones; de modo que en mayor o menor medida hay que vivir con ello. Aconsejamos metricar todo lo que sea posible y, de ser factible, evitar el uso de las fracciones de pulgadas. ¡La lucha aún hoy sigue siendo dural

VI. ORDENAMIENTO DE LA TESIS

-El trabajo comienza, Capítulo 1, con un análisis bibliográfico de la artesanía; lo cual, admitimos, es infrecuente. La razón, sin embargo, es más simple de lo que parece. Al explorar las fuentes de información de la especialidad, apreciamos que en los últimos 50 años se han publicado muchos más libros y trabajos ("papers") que en todos los años anteriores (¿200?) desde el inicio de la laminación industrial.

-El internarse en busca de conocimiento en las fuentes existentes es una tarea ardua, especialmente para las personas que trabajan a tiempo completo en los laminadores; dado que, por un lado hay mucho material superficial y repetido, y por el otro, hay artículos técnicos muy especializados; que tratan temas de laminación de escaso interés general y nulo provecho didáctico.

-Lo cierto es que las fuentes de conocimiento de real valor, de ayuda para capacitarse en la artesanía, continúan siendo relativamente escasas y de difícil acceso. Los libros que citaremos, con la excepción de la imprescindible obra de R. E. Beynon, no han sido reimpresos, seguramente por lo reducido del mercado comprador.

-Este tesista ha ido acumulando, a través de los años, antecedentes escritos sobre laminación en general y; al preparar esta Tesis, presenta como fuente de información lo más relevante que posee en el campo de la laminación de estructurales y rieles. El listado es una especie de guía de campo ("field guide") al estilo de lo que se necesitaría antes de emprender un safari por territorio extraño. El objetivo principal es, pues, facilitar la comprensión y el aprendizaje del arte ciencia del calibrado.

-Pero hay otro objetivo, que es el de mantener esta Tesis dentro de una extensión razonable (600 ps. como máximo, incluyendo bibliografía y dibujos). Las citas bibliográficas, si bien algo cansadoras o al menos monótonas, nos evitarán repetir lo ya escrito en las fuentes, especialmente aspectos básicos y elementales del metier.

-Siguiendo con el ordenamiento, en el Capítulo 2 se hace una presentación de los calibrados preparados especialmente para esta Tesis y otros provenientes de los archivos del tesista, destacando en cada caso su origen. Primero se ofrecen calibrados de estructurales y otras secciones misceláneas; y a continuación trabajos originales de Mr. John S. Singer, todos acerca de rieles ferroviarios.

-En el Capítulo 3 se brindan tablas y comentarios en relación con los calibrados de estructurales y rieles en general; y también vinculados a los diseños mostrados en el anterior Capítulo. Se explican también una variedad de "tips", es decir de "avisos confidenciales y amistosos" para los "laderos" ("side kicks") al decir de Singer y otros viejos maestros del metier. Éste, por fuerza, es el Capítulo más extenso de la Tesis.

-El Capítulo 4 contiene un resumen estadístico a partir de 1985 en el que se aprecia la decadencia en la que ha caído la producción de estructurales y rieles en la Argentina; situación que infortunadamente no tiene en el presente la más mínima señal de algún cambio para mejor.

-La Tesis se cierra con la Bibliografía, separada en 2 partes: la primera dedicada a los libros, y la segunda dedicada a los trabajos ("papers") publicados a partir de la década del cuarenta.

VII. ALCANCES Y LIMITACIONES DE LA TESIS

-Describir a una artesanía como el calibrado de cilindros laminadores "tiene sus bemoles". En el prólogo a su libro, R. E. Beynon informa que su obra presenta "el arte del diseño de pasos de cilindros". A su vez M. A. Meyers y K.K. Chawla, en su libro "Principios de Metalurgia Mecánica" (no citado en la Bibliografía) afirman "El proyecto de las diferentes formas intermedias para producir p.e. un riel ferroviario, es más un arte que ciencia, y requiere de una gran experiencia e inteligencia". G. E. Dieter en su "Metalurgia Mecánica" (no citada en la Bibliografía) escribe "El diseño de pasos de cilindros para perfiles estructurales es muy complicado, y requiere de una gran experiencia".

-Willibald Trinks, en el prefacio de su famoso libro, Vol. I, 1ª edición, 1930, afirma: "nadie se transformará en un virtuoso del violín o del piano con sólo leer libros acerca de cómo ejecutar el violín o el piano. Por la misma razón, nadie podrá transformarse en un calibrista experto sólo leyendo este o cualquier otro libro sobre calibrado". Y continúa: "Lo que el libro intenta hacer, y puede hacer, es ayudar a un calibrista de cilindros a hacer su trabajo mejor y más inteligentemente". ¡Ejemplar comentario, hecho hace más de 70 años!

-Ultima transcripción. Richard Rimbach, en el prefacio a su traducción del libro del Prof. Wilhelm Tafel al inglés, 1931, comenta: "Hasta el fin del siglo XIX, el diseño de cilindros estaba rodeado de un considerable misterio, lo cual retardó seriamente su progreso". "El diseño de pasos de cilindros era considerado un arte secreto, llevado a cabo a puertas cerradas, y transmitido de un proyectista a otro, de la misma manera que los alquimistas antiguos llevaban a cabo la transmutación del oro en sus laboratorios".

-Los anteriores textos casi nos eximen de agregar más. En las páginas que siguen hay referencias acerca de una gran cantidad de material, miles y miles de hojas que ni este tesista ni seguramente alguno de los lectores leerá alguna vez en su totalidad. ¡De intentar hacerlo, no habría tiempo para pisar un solo laminador!

-En fin, el gran secreto de todo esto -una clásica frase hecha- es que no hay secreto. Recordamos también otra: 1% de inspiración y 99% de transpiración. Por ello reiteramos que el concepto de "Field Guide" es el que más nos gusta para este trabajo de Tesis.

-Terminamos la introducción con un clásico Singer dixit: "La razón de que el arte del calibrado se ha transmitido a menudo de padres a hijos es ... que se necesita la paciencia de un padre para enseñar calibrado".

-El tesista, honrado por siempre ante esta afirmación.

Ars longa, vita brevis

CAPÍTULO 1

ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO

1.1. INTRODUCCIÓN

-Hemos dividido a este análisis en 3 partes. En la primera, de carácter histórico-testimonial, hacemos una detallada mención de los 4 volúmenes de las series bibliográficas dedicadas a la laminación del *The Iron and Steel Institute* de Inglaterra. Colección ésta magnífica e imprescindible para todo estudiante de la laminación en las décadas del 50, 60 y 70 del siglo pasado; es decir hasta que comenzaron a aparecer los recordados "tesoros" y las tiradas computacionales ofrecidas por diversas instituciones académico-profesionales (con mayor o menor suerte), dentro del campo sidero-metalúrgico.

-En la segunda parte nos referimos a los libros que aluden al tema objeto de esta Tesis. Brindamos un breve comentario de c/u de ellos, remarcando las virtudes y quizás alguna limitación ínsita.

-En la tercera parte nos ocupamos de los artículos técnicos de interés dentro de nuestro campo. Por razones de espacio, sólo comentamos una parte de ellos, brindando de todos modos una orientación respecto a las incumbencias cubiertas por todos los autores, al menos de manera grupal.

-Reiteramos que obra en los archivos del tesista la *totalidad* del material citado.

1.2. LAS SERIES BIBLIOGRÁFICAS DEL ISI

Publicadas en Londres, Inglaterra, entre 1949 y 1961; 4 volúmenes según el siguiente detalle:

a): Primeros 2 volúmenes

-Bibliographical Series N° 15. Bibliography on the Rolling of Iron and Steel (Including references to the manufacture of seamless tubes). Covering the period 1920 to 1947. Volume I and Volume II. Prepared by The Library and Information Department of The Iron and Steel Institute, Londres, Inglaterra, 1949

-Esta Bibliografía fue preparada a pedido del BISRA – British Iron and Steel Research Association. Cubre el período 1920 a 1947, pero incluye algunas referencias selectas anteriores a 1920. Páginas: Vol. I – 241 ps., Vol. II – 215 ps.

Contenido: Vol. I. Teoría de la deformación y mecánica del laminado. Práctica de operación de laminadores. Descripción de plantas y cilindros, incluyendo su calibración -diseño-, repaso -remaquinado- y comportamiento en servicio.

Vol. II. Práctica de operación de laminadores (continuación). Lubricación, cojinetes, comandos de laminadores. Mesas transportadoras, auxiliares, aparatos de control. Defectos en los materiales laminados. Reacondicionamiento de equipos laminadores. Fabricación de tubos sin costura. Efectos del laminado sobre las propiedades del acero. Libros de texto.

b): Tercer volumen

-En 1955 apareció un tercer volumen, denominado Bibliographical Series N° 15a, que cubre el período 1948 a 1954. Posee 75 ps. e incluye algunos temas nuevos, dentro de la sección Práctica de operación de laminadores, tales como Fabricación de cilindros laminadores y Medición de presiones de laminado. Se informa que se incluye un pequeño número de referencias sobre el período anterior a 1948, omitidas en los 2 volúmenes arriba descritos. Se incluye además un índice de autores, de empresas y de publicaciones, referidas al nuevo volumen.

c): Cuarto volumen

-En 1961 aparece un cuarto volumen (en nuestro conocimiento el último) de esta notable serie. Se denomina Bibliographical Series 15b y cubre el período 1955-60, con 193 ps. Su factura en general es similar a la 15a, pero con numerosos agregados. En el Prólogo se señala que desde la publicación de la última bibliografía, han ocurrido muchos desarrollos en el campo de la laminación. Particularmente el mayor uso de materiales planos ha demandado un creciente ritmo productivo y un control dimensional más preciso; además, la progresiva complejidad y mayor tamaño de las unidades productivas ha motivado una mayor atención respecto al diseño mecánico y al control electrónico. Asimismo se ha progresado mucho en dirección al control totalmente automático.

-Es por lo anterior que nuevamente se modifica el orden de la bibliografía, introduciéndose nuevas secciones tales como control de procesos referido a mediciones y control de espesores, control programado y automatización. También se enfatizan temas tales como hornos de recalentamiento, corte, aserrado, bobinado de productos planos y descripción pormenorizada de trenes laminadores. Finalmente se incluye una nueva sección titulada "Otros métodos de conformado plástico basados en el proceso de laminado".

-En suma, un conjunto bibliográfico impar de su época, que aún hoy es consultado; y ello no sólo por razones históricas.

1.3. LOS LIBROS

-Las obras citadas -45- son exclusivamente aquellas que se ocupan, en su totalidad o en parte, de los temas de nuestro interés. El listado en la Bibliografía se da ordenado de acuerdo al apellido del (primer) autor, nombre de la empresa o de la entidad editora. A continuación se brinda un nuevo ordenamiento -resumido- basado en la fecha de edición.

-Siguen nuestros comentarios sobre cada libro y un pantallazo estadístico global. Los títulos de los libros figuran en la Bibliografía.

1. *A.B.M.-Associação Brasileira de Metais*. Libro de divulgación, apto para docencia y formación del personal técnico de las empresas siderúrgicas. Se brinda Información práctica detallada.
2. *Associazione Italiana di Metallurgia*. Libro de divulgación, apto para docencia y formación del personal técnico de las empresas siderúrgicas. Se brinda información práctica detallada.

3. *Beynon, R. E.* Obra cumbre del calibrado, dentro de la escuela anglo-sajona. Escrita por uno de los más grandes calibristas que empleó el método de superposición.
¡Imprescindible!
4. *Blain, P.* Meritoria contribución, que en su momento llenó un vacío en la literatura en idioma portugués. Las referencias a nuestros temas son superficiales.
5. *Brayshaw, E.E.* En un pie de igualdad con la obra de Beynon en lo que hace a calibrados, pero con menor información sobre lay-outs (disposiciones) de trenes laminadores y temas históricos. Tan *imprescindible* como esa obra.
6. *Burtsev, K.* Interesante libro de conocimientos generales sobre laminación, basado en la experiencia soviética. El tema calibrado es tratado en forma resumida pero con rigor técnico
7. *Cotel, E.* Buena presentación general, precisa y completa dentro de su extensión. El tema calibrado es tratado en forma resumida pero con rigor técnico.
8. *Fisher, E.* Pequeño en tamaño pero grande en contenido. Único libro que conocemos exclusivamente dedicado al guiado del acero. Es aún hoy de gran utilidad para aquellos laminadores de no planos con tecnologías hasta los años '70.
9. *Geuze, L.* Libro clásico, con un completo contenido. Su valor es hoy sólo de de carácter histórico. Contiene un cierto número de calibrados superpuestos ("encimados"), método ilustrativo en boga en la época de su aparición.
- 10/11. *Hoff, E y Dahl, T.* El original alemán y su traducción al castellano constituyen el primer esfuerzo serio y logrado de exponer en forma completa el método de la escuela alemana de calibrado. Junto con el libro de Neumann son a esta escuela lo que las obras de Beynon y Brayshaw a la escuela anglo-sajona. *Imprescindible* como herramienta de trabajo o al menos como cultura general "calibrística".
12. *Holverscheid, A.* Pequeña obra, hoy sólo de carácter histórico, escrita en su tiempo para uso de las escuelas alemanas de "artes y oficios".
13. *I.A.S. Catálogo de productos.* Muestra descarnada de la regresión del laminado de estructurales en la Argentina. De las 6 empresas citadas como proveedores de vigas, canales, ángulos, tés, etc. en 1984/85, 4 ya no los laminan más. Un esfuerzo editorial del I.A.S., hoy algo desactualizado en el área que nos ocupa.
14. *I.A.S. Hojas de características.* Meritorio esfuerzo de difusión de las propiedades de 51 aceros para construcciones mecánicas, racionalizados en Convenciones Nacionales. El ordenamiento figura de acuerdo al acero IRAM que corresponda.
15. *Klöckner-Werke AG.* Catálogo de perfiles especiales laminados por la planta Troisdorf, Alemania. Se brindan detalles de ¡11337! secciones diferentes.
- 16/17. *Kösters, F.* Estos 3 volúmenes en alemán y las traducciones al inglés del Vol.I y 1ª parte del Vol.III, constituyen un muy detallado tratamiento del laminado de estructurales y barras. La obra en su totalidad es más bien de corte académico.
18. *Kösters, F.* En este libro, el autor profundiza temas tanto industriales como de investigación vinculados con los perfiles industriales "grandes". Al igual que los 3 volúmenes anteriores, obra indicada más para investigación y consulta que para aplicación industrial.
- 19/20. *Kosak, D.* En 1976, el autor (uno de los grandes calibristas contemporáneos), brindó 2 cursos de calibrado bastante similares, uno en Brasil y otro en Argentina. El curso "brasileño" fue impreso por la A.B.M. directamente en inglés, usando el material original en tal idioma traído por el autor desde Alemania. El curso "argentino", en cambio, fue traducido a nuestro idioma por el I.A.S. Ambos textos tienen mucho en común, pero no son idénticos. Hay aquí mucho material para estudiar y analizar; sin embargo, no son textos aptos para principiantes, ya que dan muchas cosas por sabidas.

21. *Kudriavcev, P.* Verdadera rareza manuscrita, hoy prácticamente inhallable. El tesista dispone de este apunte original gracias a la gentileza de la C.S. Belgo Mineira, Monlevade, MG, Brasil. Su valor hoy es exclusivamente histórico.
22. *Liconnet, N.* Meritoria obra, corta y sin mayores pretensiones, didáctica y completa dentro de su alcance. Muy indicada para aprender los rudimentos del metier.
23. *Marrey, B.* Excelente biografía del Ing. Gustave Eiffel. Hay aquí mucho sobre la Torre Eiffel, paradigma de la construcción.
24. *Metz, N.* Esta obra es una especie de bisagra entre los libros "de viejo cuño" tales como Geuze, Tafel y en alguna medida Trinks (ediciones en inglés); y lo que vendría a partir de la década del cincuenta. Un notable esfuerzo de su autor (prematuramente fallecido), y de los editores, la muy actual empresa ARBED-Acléries Réunies de Burbach-Eich-Dudelange, Luxemburgo. Hay aquí valiosa información de utilidad permanente.
25. *Neumann, H.* Caben aquí los mismos comentarios escritos arriba para la obra de Hoff y Dahl. *Imprescindible*. Se brindan 322 referencias bibliográficas, ordenadas por orden de citas en el texto.
26. *Pereira, J. A.* Trabajo de naturaleza didáctica, preparado para ser aplicado a las actividades docentes de la A.B.M. en Brasil. Meritorio esfuerzo de divulgación del metier.
27. *Piron, E.* Notable presentación de calibrados en 128 planchas y 18 ps. de texto. Obra de gran valor histórico-testimonial, que permite apreciar el estado de la artesanía en los años que siguieron a la 1ª Guerra Mundial, período de obvia evolución acelerada.
28. *Podestá, O. A.* Trabajo de naturaleza didáctica, preparado para su aplicación en las actividades de enseñanza del I.A.S. en Argentina. Meritorio esfuerzo de divulgación del metier. El calibrado de la viga doble-T de 100x50, ps. 167 a 170, es de la autoría del tesista.
29. *Polukhin, P.* Extenso libro que cubre la totalidad del área de laminación, basado en la experiencia soviética. El espacio dedicado al calibrado de estructurales y rieles es reducido.
30. *Puppe, J.* Los 3 volúmenes de esta monumental obra, constituyen el más notable esfuerzo realizado hasta hoy en el campo de los libros sobre laminación del acero, editados para la venta al público. El volumen II, que es el que trata los temas de nuestro interés, contiene una crecida selección histórica y actual de información, hasta la fecha de su publicación. Obra imprescindible para conocer el devenir y el estado del arte de la laminación hasta la cuarta década del siglo XX. El tema calibrado en sí es tratado con rigor, sin embargo esta no es una obra sobre nuestro metier.
31. *Richarme, E.* Se ofrecen lay-outs, descripciones y detalles técnicos de trenes de barras, alambrón y perfiles livianos/medios, tanto de Europa como de los Estados Unidos. Panorama completo, hoy sólo de carácter histórico, de instalaciones laminadoras hacia 1930. El trabajo no cubre perfiles pesados ni rieles. Tampoco hay detalles -dibujos- de calibrados.
32. *Rickard, Ch.* La Torre Eiffel de manera excluyente.
33. *Roberts, W. L.* Este libro es el más extenso escrito en estos últimos años; si se lo suma a su volumen compañero "Cold Rolling of Steel", rivaliza en extensión con la obra de Puppe. El tema calibrado es algo decepcionante en su cobertura; uno esperaría más en un libro de tal tamaño. Si bien la cantidad de referencias bibliográficas a primera vista es monumental -1202-; hay repetición en las citas, ya que ellas están "a pie de página".
34. *R. T.A.* El Puente de Sydney, tema excluyente. Otra maravilla en estructurales.

35. *Saroschtschinski, M. L.* Contiene lay-outs, descripciones y detalles técnicos de todo tipo de trenes laminadores de la U.R.S.S. Se ofrece un panorama completo hasta principios de los 50. Hay algunos dibujos esquemáticos de perfiles estructurales y rieles. En general, esta obra hoy sólo tiene valor histórico.
36. *Sedlacek, H.* Este libro, de reducido tamaño pero rico en contenido, cubre la totalidad del área de laminación. Su tratamiento del tema calibrado es breve pero informativo. Ofrece una muy completa bibliografía, ordenada por abecedario.
37. *Tafel, W.* La aparición de la traducción de este libro al inglés, puso a esta valiosa obra al alcance de muchos estudiantes de calibrado en las décadas del '30, '40 y '50. Dadas la fechas de publicación original en alemán: 1ª edic., 1921; 2ª edic., 1923 (respectivamente traducidas y publicadas en E.U.A. en 1927 y 1931); el libro fue perdiendo actualidad con la aparición de obras más modernas; particularmente Cotel, 1953, y sobretodo Hoff y Dahl, 1954. Aún hoy, "el Tafel" puede aportar ideas, no obstante su veteranía. Digno de consulta.
38. *The United Steel Co. Ltd.* Recién en 1960 se publicó en Inglaterra éste, el primer libro acerca del calibrado, escrito por expertos locales. Sin llegar a tener el nivel de contenido de sus contemporáneos Beynon y Brayshaw, es un digno libro para capacitarse en el metier; con algo de teoría dentro de lo esperable en la escuela anglo-sajona. Los calibrados brindados son claros, bien acotados y fundamentados. Para este tesista, que trabajó 3 meses en 1957 con uno de los panelistas -Mr. Ernie Bailey- esta obra tiene un señalado valor sentimental.
39. *Thieme, J. C.* Si bien hemos dejado ex profeso de lado en esta Tesis el tema de la fabricación y uso de los cilindros laminadores, brindamos esta nota bibliográfica especialmente en virtud de la impar cantidad de referencias -657- que ofrecen aquí los autores, todas comprendidas entre 1945 y 1965.
- 40/41. *Trinks, W.* Poco es lo que podemos agregar sobre una de las pocas obras capitales acerca del calibrado de cilindros laminadores. Varias generaciones de estudiosos del tema adquirieron en sus diversas ediciones sus primeros conocimientos, y este tesista no fue una excepción. La brillante traducción mejorada efectuada por el experto español Montero Aires tuvo la virtud de prolongar su vigencia en el tiempo. Aún hoy, los que hacemos docencia en calibrado abrevamos en sus páginas, por conocimiento y orientación. "El Trinks", junto a "el Tafel" constituyen 2 hitos permanentes.
42. *USSteel.* Aquí está la denominada "Biblia Siderúrgica". Esfuerzo integral notable, extendido por casi 70 años en sus 10 ediciones, a partir de la primera, 1919; cuando la USSteel aún era la Carnegie Steel Company. El tema de esta Tesis está tratado en ps. 889 a 909, Capítulos 26 y 27; y algo también en ps. 940 y 941, Capítulo 30. Confesamos que, para la extensión total de la obra -1572 ps- el tratamiento dado al calibrado es superficial e incompleto, con algunas citas bibliográficas poco pertinentes y figuras extraídas sin mayor respaldo del libro de Beynon.
43. *Wusatowski.* Este libro es la obra cumbre del erudito polaco, considerado en vida, junto al ruso Zelikow, como los 2 más reputados expertos en laminación de Europa. Esta no es una obra para neófitos, ni tampoco un texto didáctico. Hay aquí una gran cantidad de información que posiblemente un calibrista consulte pocas veces en su vida profesional. La parte referida al calibrado es la última, ps. 494 a 660, es decir un cuarto del total. Wusatowski emplea un estilo académico, casi preciosista, para la exposición del tema, desarrollado en el más puro estilo de la escuela alemana; en un escrito denso, sin concesiones. En suma, mejor tenerlo que no. Hay mucho aquí para leer y, eventualmente, experimentar. El libro, escrito originalmente en polaco, cuenta también con traducciones al ruso y al alemán.

44/45. Zelikow, A.I. Llegamos a las últimas descripciones de los libros sugeridos. Presentamos 2 de las obras del insigne experto Zelikow. Ambas provienen de los mismos originales soviéticos, Trenes de Laminación y Mecanismos de Trenes de Laminación, publicados originalmente en la U.R.S.S. en 1946 y revisados en 1954. La obra alemana incluye en ps. 51 a 178 la teoría de la laminación, que se encuentra ausente en la edición inglesa. Esta última, sin embargo, contiene material nuevo, incorporado directamente a la traducción. Obviamente, son 2 libros que narran exclusivamente el panorama de la U.R.S.S. hacia mediados del siglo XX. Si bien el tema calibrado no está específicamente tratado, hay muchas áreas afines, tanto referidas a la deformación plástica en sí, como a los elementos electro-mecánicos requeridos para llevarla a cabo. Son 2 obras fundamentales para consulta. Existe traducción de la edición inglesa al castellano. Los lectores notarán que hemos preferido la grafía alemana Zelikow a la inglesa Tselikov.

Pantallazo estadístico – Libros

1. Estadística de publicación (*)

<u>Décadas</u>	<u>Libros</u>	<u>Porcentajes</u>
'30 y anteriores	8	17,8
'40	--	-----
'50	11	24,4
'60	8	17,8
'70	7	15,6
'80	10	22,2
'90	1	2,2
<u>Totales</u>	45	100,0

(*) : El 80% de los libros, publicados aproximadamente en los últimos 50 años

2. Estadística de referencias bibliográficas

<u>Libros</u>	<u>Libros con</u>	<u>Libros sin</u>	<u>% libros</u>	<u>% libros</u>	<u>Total de</u>	<u>Año más</u>	<u>Año más</u>
<u>totales</u>	<u>refs. bibliog.</u>	<u>refs. bibliog.</u>	<u>con refs.</u>	<u>sin refs.</u>	<u>refs.</u>	<u>antiguo</u>	<u>moderno</u>
			<u>bibliog.</u>	<u>bibliog.</u>	<u>bibliog.</u>	<u>de refs.</u>	<u>de refs.</u>
45	22	23	48,9	51,1	4600	1688	1982

Notas: a) Los 5 libros con mayor número de referencias bibliográficas son los números **33** (1202), **39** (657), **36** (470), **25** (322) y **30** (275)

b) El número promedio de referencias por libro con referencias es de **209**.

1.4. LOS ARTÍCULOS TÉCNICOS

-Los trabajos citados, 397, son como en el caso de los libros, los que se ocupan, en su totalidad o en parte, de las áreas afines al calibrado de estructurales y rieles. En la Bibliografía, el listado se da ordenado numéricamente de acuerdo al apellido del (primer) autor, nombre de la empresa o de la institución editora. A continuación se adjunta un nuevo ordenamiento -resumido- conforme a la fecha de edición.

-Los idiomas considerados son los "clásicos" 6 (alemán, castellano, francés, inglés, italiano y portugués), que normalmente conocen los calibristas profesionales occidentales con educación universitaria o equivalente. Se informa acerca de trabajos muy específicos en algunos otros idiomas europeos.

-A continuación los lectores encontrarán comentarios, necesariamente incompletos, de las Incumbencias. Hay algunos temas que por razones de espacio no están cubiertos, como p.e. el de los cilindros laminadores en lo que hace a su fabricación -fundición, forja y sinterizado- Se brindan, sin embargo, algunas referencias respecto a mecanizado, usos y aplicaciones de los cilindros fundidos; que son los empleados en forma prácticamente exclusiva para laminar estructurales y rieles.

1er. grupo. Trabajos generales sobre calibrado

-Incluimos aquí 34 contribuciones, números 31-32-33-34-35-36-37-40-41-47-48-68-81-87-131-134-150-151-154-155-156-196-215-221-222-244-249-254-266-286-296-310-330-336.

-Destacamos especialmente los números 31 a 37, Beynon, que constituyen el material original de su famoso libro de 1956; los 40-41, Bihari, y 154-155, Kemshall, con interesante material general; los 68, Castricone, y 249, Oosthuizen, que cubren el diseño de lotes similares; el 87, Daskalov, empuje sobre collares; el 215, Moses, experiencias prácticas; los 221-222, Muller, magníficos trabajos pioneros; el 254, Pawelski, ensanchamiento oblicuo; el 266, Raghupathi, pantallazo de investigación bibliográfica; y finalmente el 131, Hellmanns, con una detallada historia inicial de la artesanía.

2º grupo. Trabajos sobre materiales de colada continua -incluyendo preformados- empleados como materia prima inicial.

-Incluimos aquí 29 contribuciones, números 11-18-55-56-60-80-86-96-103-108-133-145-153-170-171-182-190-195-218-259-290-328-329-346-347-352-354-355-395.

-Destacamos especialmente los números 55, British Steel, introducción del método Kawasaki de laminación de vigas doble T universales en Inglaterra, zona Teeside; 86, descripción del método "near net shape" aplicado por la firma alemana SMS en la empresa norteamericana Chaparral; 108, que cita antecedentes del método Kawasaki precitado y su posible uso en British Steel; 182 con la historia de los esfuerzos pioneros de la empresa canadiense Algoma respecto de la laminación de "blanks" -preformados- de colada continua en sus laminadores de estructurales; 190, con el comienzo de la historia de los "blanks" (creados en BISRA, Sheffield, Inglaterra en la década del '60); 352, experiencias españolas -Altos Hornos del Mediterráneo- en la laminación de rieles partiendo de tochos de colada continua; y 395, con experiencias similares a las precitadas españolas, llevadas a cabo por la firma inglesa Workington.

3er. grupo. Trabajos sobre calibrados de perfiles estructurales, especialmente doble T, llevados a cabo en cajas dúos.

-Incluimos aquí 18 contribuciones, números 14-21-57-161-184-197-213-236-267-268-292-306-317-318-322-323-376-396

-Destacamos especialmente los números 14, laminación continua de perfiles estructurales sin tensión entre cajas; 161, diseño de calibrados combinando cajas dúos estandar con 1 ó más cajas universales; 184, diseño de pasos con pestañas paralelas en trenes dúos; y 322, con el tema de interés teórico-práctico del flujo de material entre pestañas viva y muerta, y alma; es decir las llamadas 3 áreas elementales.

4° grupo. Trabajos sobre calibrados de ángulos, vigas U y diversas secciones especiales laminadas en cajas dúos.

-Incluimos aquí 8 contribuciones, números 53-135-185-206-233-235-321-363.

-Destacamos a ellas dentro de 3 áreas: ángulos, vigas U y secciones especiales intrincadas, no estándar. Los ángulos, de alas iguales y desiguales, están tratados en 233-235-321. Las vigas U están cubiertas en 185-363; la primera incluye mediciones de fuerzas separatrices. Finalmente, las 53-135-306 tratan de secciones "no comunes"; la 206 incluye sólo 1 sección -2 pestañas "grandes" y 2 pestañas "chicas"- con el respectivo utilaje de guiado.

5° grupo. Trabajos sobre calibración y laminación de vigas doble T (y como excepción vigas U) en trenes universales.

-Incluimos aquí 34 contribuciones, números 7-44-58-59-63-93-94-95-111-121-129-169-179-189-191-199-200-203-216-219-225-232-240-248-271-273-282-283-294-303-325-326-370-375. En este listado se encuentran la mayor parte de los trabajos publicados en Occidente acerca de los laminadores universales de vigas doble T y U. Los títulos de c/u de ellos orientarán a los lectores sobre sus incumbencias. Por su contenido "off the way" destacamos los siguientes: el 59, referido exclusivamente a secciones U, tanto en trenes estándar como universales; el 189, idem anterior pero sólo en universales; y el 203, que cubre la obtención de pestañas paralelas en trenes estándar y universales.

6° grupo. Trabajos sobre calibración y laminación de rieles ferroviarios, para puentes grúas, tipo "decauville", etc.)

-A partir de este grupo, y hasta el 11°, ingresamos en el amplio y fascinante tema de la laminación de rieles. Hemos tratado de resumir las agrupaciones en aras de la claridad, orientando al lector dentro de la frondosa bibliografía. ¡Hay más escritos sobre este tema, este grupo de secciones laminadas, que sobre cualquier otro! Comenzamos con el calibrado. Son 8 referencias sobre laminación estándar y 6 sobre laminación universal
Estándar: 69-70-91-118-147-148-183-362
Universal: 90-204-220-237-315-316

7° grupo. Trabajos sobre rieles para puentes grúas.

-Son 13 referencias: 13-109-120-208-210-239-251-269-337-338-339-340-342

8° grupo. Trabajos sobre "slitting" de rieles

-Son 6 referencias: 19-211-238-260-263-345

9° grupo. Aceros para rieles

-Son 7 referencias: 2-92-192-242-243-311-397

10° grupo. Diseño de rieles, sección acabada, en frío

-Son 5 referencias: 1-17-142-367-394

11° grupo. Rieles, temas misceláneos

-Son 25 referencias, a saber:

- 11.1. Endurecimiento del hongo -cabeza: 52-343
- 11.2. Endurecimiento de extremos: 299
- 11.3. Soldado -unión- de extremos: 247
- 11.4. Calidad general del producto acabado: 104-175-212-262
- 11.5. Desgaste y fatiga en servicio: 101-289
- 11.6. Tensiones residuales: 252-320
- 11.7. Fractura frágil: 20-72
- 11.8. Grietas: 64-366
- 11.9. Mercado ferroviario en América Latina: 137-140
- 11.10. Temas históricos: 130-371-380
- 11.11. Políticas sobre instalación de laminadores de rieles: 141-201-202
- 11.12. Placas de apoyo para rieles: 15

12° grupo. Trabajos sobre temas tribológicos

-Son 29 referencias, a saber:

- 12.1. Desgaste de cilindros laminadores: 39-45-287-384
- 12.2. Tensiones térmicas en cilindros laminadores: 115-149
- 12.3. Roturas de cilindros laminadores vinculadas con la refrigeración: 168-188-241-272-285
- 12.4. Fricción y lubricación del arco de contacto: 12-22-42-65-73-74-119-143-144-162-181-209-265-307-308-327-353-393

13° grupo. Trabajos sobre el estudio de la deformación plástica mediante el uso de plastilina y plomo

-Son 20 referencias, a saber:

- 13.1. Plastilina: 46-67-71-102-138-152-159-258-277-291-309-341-344-349-350
- 13.2. Plomo: 55-258-291-327-328

14° grupo. Trabajos sobre cilindros y laminadores

-Son 20 referencias, a saber:

- 14.1. Historia: 78-79-97-114-245-255-357-358-359-360
- 14.2. Mecanizado: 75-110-132-166-186-223-257
- 14.3. Enlace fundición-usuario: 49-356-382

15° grupo. Camisas fundidas para cajas universales

-Son 2 referencias: 298-385

16° grupo. Motores eléctricos de comando

-Son 7 referencias: 9-158-167-335-372-378-381

17° grupo. Potencia absorbida por el laminado

-Son 6 referencias: 50-185-227-274-331-377

18° grupo. Auxiliares de laminadores

-Son 3 referencias: 116-173-180

19° grupo. Modernización de laminadores

-Son 7 referencias: 61-76-77-89-105-128-293

20° grupo. Economía y consumos específicos en laminación

-Son 2 referencias: 8-187

21° grupo. Laminación sin acanalado ("grooveless")

-Son 10 referencias: 38-301-369-386-387-388-389-390-391-392

22° grupo. Transformación de planchones a "blanks", método Kawasaki

-Son 3 referencias: 153-328-333

23° grupo. Perfiles estructurales soldados

-Son 8 referencias: 66-88-98-136-207-226-300-334

24° grupo. Perfiles estructurales extruidos

-Son 2 referencias: 84-85

25° grupo. Acero en la construcción civil, incluso antisísmica

-Son 11 referencias: 100-106-117-123-124-125-126-139-229-351-364

26° grupo. Perfiles estándar y universales. Historia, mejora de propiedades, tratamientos termo-mecánicos, enfriamiento controlado y tensiones residuales

-Son 12 referencias: 62-112-113-146-214-217-228-246-275-278-279-297

27° grupo. Sistemas expertos-Inteligencia artificial. (Conceptos generales industriales)

-Son 7 referencias: 51-107-127-230-231-234-379

28° grupo. Computación aplicada al calibrado

-Son 27 referencias: 10-54-150-157-160-163-164-165-174-176-177-178-193-205-224-253-256-264-276-288-304-305-313-348-349-350-361

-Destacamos especialmente los números 150, las 3 áreas elementales y el transporte de flujo de material (ya mencionadas en el 3er. grupo); 163, el investigador Kopp, hacia 1985, pionero en anunciar las posibilidades del FEM (Finite Element Method); 164, continuando lo señalado en el trabajo anterior, Kopp afirma que se preparan para usar el FEM; 165, Kopp anuncia (1991) que ya tienen al FEM plenamente instalado para trabajos de Investigación; 193, en donde se anuncia (1982) que ya aplican el FEM para cálculos de fuerzas separatrices y deflexión de cilindros, pero no (aún) para el diseño de pasos; 205, en donde se informa que ARBED-Luxemburgo está aplicando la computadora para diseñar pasos de cilindros; 224, en donde el gran Herman Ernest Muller (adelantado en "ver venir al FEM") afirma [en 1979] "que no conoce a alguien que ya lo esté usando para diseñar calibrados"; 350, en donde se informa (1985) sobre simulación para encarar diseños de pasos con método "upper-bound" y plastilina, pero no aún el FEM.

[Aclaración]: Los trabajos 264 y 288 son del mismo autor, Quinhones dos Santos, empresa Gerdau; y de contenido similar.

29° grupo. Descripción de laminadores

-Son 6 referencias: 43-82-122-250-319-365

30° grupo. Descripción de plantas siderúrgicas (que incluyen laminadores)

-Son 15 referencias: 16-83-99-172-194-261-270-280-281-284-314-332-368-373-

-383. -Destacamos especialmente los números 16-194, ARMCO, EUA,

respectivamente trenes estructurales estándar y universal; 83-270-284-368-383, CFI, EUA, trenes estructurales y rieles estándar, y estructurales universal; 99, Algoma, Canadá, trenes estructurales y rieles estándar, y estructurales universal; Weirton, EUA, trenes estructurales

estándar; 261 y 281, Nucor-Yamato, trenes estructurales universal; 280-373, Wheeling-Pittsburgh, EUA, tren de rieles; 314, Peine-Salzglitter, Alemania, trenes estructurales universal y 332, Inland, EUA, trenes estructurales estándar y universal.

31° grupo. Bethlehem, EUA. Evolución y ocaso de laminación de estructurales pesados, estándar y universal

-Son 11 referencias: 23-24-25-26-27-28-29-30-198-302-374

32° grupo. Marcha del proyecto Açominas y su concreción

-Son 6 referencias: 3-4-5-6-295-312

33° grupo. Futuro del calibrado de cilindros laminadores

-Es 1 referencia: 224

Nota: Los trabajos que acabamos de citar, en realidad, suman 408, ya que 11 de ellos están mencionados 2 veces.

Pantallazo estadístico. Artículos técnicos

1. Fecha de publicación: Sólo se incluyen trabajos publicados a partir de la década del 40, siglo XX. De tal primera década se citan 11 trabajos, correspondiendo 6 de ellos a R. E. Beynon, 1944 a 1949. Estos, más el publicado en 1950, dieron lugar al reputado libro Roll Design and Mill Layout.

1. Estadística de referencias bibliográficas

Trabajos Totales	Trabajos con referencias bibliográficas	Trabajos sin referencias bibliográficas	% trabajos con referencias bibliográficas	% trabajos sin referencias bibliográficas	Total de referencias bibliográficas
397	169	228	42,6	57,4	1798

Notas: a) Los 5 trabajos con mayor número de referencias bibliográficas son los 133 (84 refs.), 346 (72 refs.), 393 (63 refs), 92 (57 refs) y 46 (53 refs.).

b) Las 5 referencias bibliográficas más antiguas datan de 1856, 1857, 1864, 1867 y 1875.

c) Las 5 referencias bibliográficas más modernas datan de 1993, 1994, 1995, 1996 y 1998.

d) El número promedio de referencias por artículo con referencias es de 10,6

CAPÍTULO 2

CALIBRADOS DE ESTRUCTURALES Y RIELES

2.1. ESTRUCTURALES

-A continuación presentamos 24 calibrados de estructurales, 18 de ellos preparados especialmente para la presente Tesis en el Departamento de Materiales de la CNEA, Centro Atómico Constituyentes.

-Comenzamos con secciones angulares, transitando luego hacia secciones más complejas desde el punto de vista de su calibración y posterior laminación.

2.1.1. Ángulo de alas iguales de 3" x 3" x 3/16" (76,2 x 76,2 x 4,8). Origen: EUA. Son en total 10 pasos, partiendo de palanquilla de 4" x 4" (101,6 x 101,6), con 8 pasos de forma -3 a 10. Esta sección fue laminada en tren desbastador de 25" (635) diámetro pitch-d.p., pasos 1 y 2; 23" (584) d.p., pasos 3, 4 y 5; 19" (483) d.p., paso 6; y 15" (381) d.p., pasos 7 a 10. Diseñado en Blaw-Knox Co., verificado por el tesista, 1959, EUA

2.1.2. Ángulo de alas iguales de 4" x 4" x 1/4" (101,6 x 101,6 x 6,4). Origen: EUA. Son en total 11 pasos, partiendo de palanquilla de 5"x7" (127 x 177,8), con 10 pasos de forma -2 a 11. Esta sección fue laminada en tren desbastador de 16" (406) diámetro pitch -d.p., pasos 1 a 5; y 14" (356) d.p., pasos 6 a 11. Diseñado en Ohio Steel Foundry, verificado por el tesista, 1959, EUA.

2.1.3. Ángulo de alas iguales de 4" x 4" x 1/4" (101,6 x 101,6 x 6,4). Origen: EUA. Son en total 10 pasos, partiendo de palanquilla de 5" x 5" (127 x 127), con los 10 pasos de forma. Esta sección fue laminada en tren desbastador de 18" (457) diámetro pitch -d.p., pasos 1 a 7; y 16" (406) d.p., pasos 8 a 10. Diseñada en EUA y laminada en planta semi-integrada de México, D.F. El paso 7 a 8 es prácticamente "dummy" -"falso". El calibrado ilustrado en realidad ofrece la variante 4-1/4" x 4-1/4" x 1/4" (108 x 108 x 6,4), medida no estándar. Visto laminar por el tesista en 1976.

2.1.4. Ángulo de alas iguales de 5" x 5" x 5/8" (127 x 127 x 15,9). Origen: México. Son en total 7 pasos, partiendo de desbaste rectangular de 7-3/4" x 4" (196,9 x 101,6), con los 7 pasos de forma. Esta sección fue laminada en tren desbastador de 18" (457) diámetro pitch -d.p.- pasos 1 a 5; y 16" (406) d.p., pasos 6 y 7. Diseñada y laminada en planta semi-integrada de México, D.F. El paso 4 a 5 es prácticamente "dummy" -"falso"- El calibrado ilustrado en realidad ofrece la variante 5-1/4" x 5-1/4" x 5/8" (133,4 133,4 x 15,9), medida no estándar. Visto laminar por el tesista en 1976.

2.1.5. Ángulo de alas desiguales de 5" x 3" x 5/16" (127 x 76,2 x 7,9). Origen: EUA. Son en total 6 pasos, partiendo de desbaste rectangular, posiblemente de 6" x 3-1/2" (152,4 x 88,9), con los 6 pasos de forma. Esta sección fue laminada en tren desbastador de 23" (584) diámetro pitch -d.p., paso 1; 19" (483) d.p., pasos 2 y 3; y 15" (381) d.p., pasos 4, 5 y 6. Diseñado en Blaw-Knox Co., verificado por el tesista, 1959, EUA

2.1.6. Ángulo de 8" x 8" x 1/2" a 1" (203,2 x 203,2 x 12,7 a 25,4) Este calibrado del mayor ángulo estándar que se produce normalmente, fue preparado por Mr. J. S. Singer para ser eventualmente laminado en el tren de rieles y estructurales "grande" de SOMISA, 32" (813) de diámetro pitch. Se ofrece copia del trabajo artesanal original del experto canadiense, 12 hojas, c/u con un paso dibujado, que ilustran los 7 pasos totales en sus diversas variantes, a fin de cubrir todos los espesores normalizados. Los planos están fechados en San Nicolás en abril 1962. Esta sección, lamentablemente, nunca fue laminada en la Planta Grl. Savio.

2.1.7. Ángulo especial. Este calibrado, que data de 1900/1910, aún estaba en producción en un laminador semi-manual de Sheffield, Inglaterra, hacia 1956. Estaba destinado a la industria de fabricación de máquinas a vapor y fue visto laminar por el tesista. El material de entrada, palanquilla de 4" x 4" (101,6 x 101,6). El laminador tenía 15" (381) de diámetro pitch.

2.1.8. Ángulos de alas iguales de 50 x 50 x 5 y 63 x 63 x 5. Estos 2 ángulos, dados a conocer en su calibrado por una revista técnica soviética en 1962; tienen la particularidad de seguir la modalidad "plano y doblado" – "flat and bending". Parten de planchuelas – "flats", canteadas para obtener una especie de óvalo esbelto; y de allí, en sólo 4 pasos, lograr la sección terminada. Según la información citada, se laminaron en tren de 300 mm diámetro pitch.

2.1.9. Ángulos de alas iguales de 1" x 1" x 1/8" y 1-1/2" x 1-1/2" x 5/32" (25,4 x 25,4 x 3,2 y 38,1 x 38,1 x 4). Estos 2 ejemplos brindan calibrados y muestras de ambos ángulos. Trabajos efectuados por el tesista para laminadora ubicada en México, D.F., 1976

2.1.10. Tés de alas y patas iguales de 7/8" x 7/8" x 1/8" y 1" x 1" x 1/8" (22,2 x 22,2 x 3,2 y 25,4 x 25,4 x 3,2). Estos 2 ejemplos brindan calibrados y muestras de ambas téns. Trabajos efectuados por el tesista para laminadora ubicada en México, D.F., 1976.

2.1.11. Zapata de freno de tranvía. Este calibrado, que data de 1920/1925, aún estaba en producción en un laminador semi-manual de Sheffield, Inglaterra, hacia 1956. El material de entrada, palanquilla de 3-1/2" x 3-1/2" (88,9 x 88,9). Las piezas, antes de ser despachadas, eran sometidas a un "prolijado" con amoladora manual, a fin de eliminar eventuales "rebarbas". Fue visto laminar por el tesista. El laminador tenía 15" (381) de diámetro pitch.

2.1.12. U – "canal" – "channel" estándar EUA de 5" (127). Calibrado original empleado en SOMISA, tren "chico", de 26-1/2" (673) diámetro pitch. Se ofrece copia del trabajo artesanal original del tesista, 13 hojas, supervisado por J. S. Singer. Planos fechados en San Nicolás en diversos meses de 1962 y 1963. Como variantes, se brindan 2 diseños, conducentes a la misma canal terminadora, a partir de paso 6.

2.1.13. U – "canal" – "channel" estándar EUA de 4" (101,6). Calibrado efectuado por el tesista para laminadora ubicada en Prov. Bs. As., 1972,. Entra palanquilla de 78 x 110.

2.1.14. U – "canal" – "channel" UPN 140. Calibrado efectuado por el tesista para laminadora ubicada en Monclova, Coah., México, 1977. Antes de pasar al paso 2, al tocho de entrada, 203 x 114, se le da una "plancha" hasta 85/90 de altura. Este calibrado posiblemente requiera algunos "retoques" en los últimos 2 ó 3 pasos.

2.1.15. U – "canal" – "channel" UPN 200. Calibrado informado por los Sres. Castricone, Frades y Buscema en 1982 (Bibliografía, N° 68), preparado en base a los calibrados confeccionados por Mr. Singer y el tesista, SOMISA, San Nicolás, años 1961 a 1965.

2.1.16. Doble T –“viga” – “beam” estándar EUA de 6”. Calibrado informado por los Sres. Castricone, Frades y Buscema en 1982 (Bibliografía, N° 68), preparado en base a los calibrados confeccionados por Mr. Singer y el tesista, SOMISA, San Nicolás, años 1961 a 1965.

2.1.17. Doble T – “viga” – “beam” IPN180. Calibrado diseñado por Mr. Singer en 1961 y retocado por el tesista en 1963, SOMISA, San Nicolás; para ser aplicado al tren “chico” de 26-1/2” (673) diámetro pitch. Se incluyen copias de las 10 hojas originales artesanales, y los correspondientes dibujos con y sin cotas en AutoCAD, efectuados en CNEA.

2.1.18. Doble T tipo H –“viga H” –“H beam”. Últimos 4 pasos de calibrado para viga H de 5” x 5” (127 x 127) efectuado por Mr. J. S. Singer para CSN, Volta Redonda, RJ, Brasil, en 1955.

2.1.19. Viga bulbo (“bulb beam”). Sección destinada a la industria naviera. Diseño británico, “circa” 1935, ilustrado en Bibliografía, N° 196. Verificado por tesista, como trabajo práctico ante Mr. A. W. McCrum, BISRA, Sheffield, Inglaterra, 1958. Entra tocho de 16” x 12-3/4” (406 x 324), que luego de varias pasadas, llega a un “blank” adecuado para entrar en paso 1, ilustrado. Laminado en tren reversible, dúo, 3 cajas 32” (813) diámetro pitch.

2.1.20. Arcos de mina (“mine archs”). Se trata de 2 secciones, destinadas a la industria de la hulla (carbón “de piedra”). Se usan juntas con el fin de asegurar los techos de las galerías subterráneas y prevenir derrumbes. Es un diseño británico, “circa” 1950, ilustrado en Bibliografía, N° 196. Verificado por tesista, como trabajo práctico ante Mr. A. W. McCrum, BISRA, Sheffield, Inglaterra, 1958. Entra desbaste plano de 6” x 4-1/2” (152 x 114), con aproximadamente 17100 mm² de área. Laminado en tren reversible, 2 cajas, 24” (610) diámetro pitch. En el terreno, ambas secciones, luego de curvadas de acuerdo a la forma del techo de la galería, se usan juntas, entrando la sección B dentro de la A, hasta dejar entre ellas una luz interna de aproximadamente 3/8” (9,5)

2.1.21. Envoltura de bala (“bullet envelope”) Diseño británico, “circa” 1935, ilustrado en Bibliografía, N° 196. Verificado por tesista, como trabajo práctico ante Mr. A.W. McCrum, BISRA, Sheffield, Inglaterra, 1958. Se brindan últimos 5 pasos de este laminado de precisión, con pequeñas reducciones porcentuales en cada paso. Laminado en tren abierto, semi-manual, de 12-1/2” (318) diámetro pitch.

2.1.22. U – “canal” – “channel” de alma gruesa. Diseño británico, “circa” 1935, ilustrado en Bibliografía, N° 196. Verificado por tesista, como trabajo práctico ante Mr. A. W. McCrum, BISRA, Sheffield, Inglaterra, 1958. Se brindan los primeros 3 pasos. Laminado en tren abierto, semi-manual, de 14” (356) diámetro pitch.

2.1.23. Eclisa-barra para riel BS-100R (británico). Calibrado artesanal del tesista, preparado en 1965 para ser aplicado al tren “chico” de SOMISA, 26-1/2” (673) diámetro pitch. Entra palanquilla de 3-1/4” x 4-1/2” (83 x 114).

2.1.24. Eclisa- talón para riel EUA-100. Calibrado realizado por Mr. H. C. Ellermann, Blaw-Knox Co. para SOMISA en 1959, para ser aplicado en el tren “chico” de SOMISA, 26-1/2” (673) diámetro pitch. Dibujos del tesista, 1963. Entra palanquilla de 5-5/8” x 3-7/32” (143 x 82).

2.2. RIELES

-Pasamos ahora a la presentación de 8 calibrados de rieles -carriles- ferroviarios, complementada con algunos dibujos adicionales. Esta sección de la Tesis pertenece, por así decirlo, al maestro del tesista, Mr. John S. Singer. Ofrecemos el detalle de menor a mayor peso lineal, hasta llegar al riel BS 100R, el primero laminado en SOMISA; 8 meses después de la partida del maestro, en octubre 1963.

Fue un día inolvidable para el tesista aquel 26 de junio de 1964, cuando siendo las 11hs 16' de una fría mañana, emergió del paso 11, 3ª caja del Tron de Estructurales y Rieles, esa larga barra de acero al rojo, camino al lecho de enfriamiento. ¡El primer riel argentino habla tomado forma y el proyecto del Grl. Manuel N. Savlo se habla cumplido!

2.2.1. Riel de 50 lb/yd (24,8 kg/m) ASCE. Diseño de J. S. Singer, CSN, Volta Redonda, RJ, Brasil, 1958; dibujos del tesista, San Nicolás, 1963. Laminación en 9 pasos. A partir de paso 5, hasta paso 8, se brinda diseño estándar y diagonal.

2.2.2. Riel de 60 lb/yd (29,8 kg/m) BSS (129). Diseño de J. S. Singer, planta de Canadá, 1937; dibujos del tesista, San Nicolás, 1963. Laminación en 11 pasos, diagonal.

2.2.3. Riel de 65 lb/yd (32,3 kg/m) ASCE. Diseño de J. S. Singer, CSN, Volta Redonda, RJ, Brasil, 1958; dibujos del tesista, San Nicolás, 1963. Laminación en 9 pasos. A partir de paso 5, hasta paso 8, se brinda diseño estándar y diagonal.

2.2.4. Riel de 75 lb/yd (37,2 kg/m) ASCE. Diseño de J. S. Singer, CSN, Volta Redonda, RJ, Brasil, 1958; dibujos del tesista, San Nicolás, 1963. Laminación en 9 pasos. A partir de paso 5, hasta 8, se brinda diseño estándar y diagonal.

2.2.5. Riel de 85 lb/yd (42,2 kg/m) BS-85A. Estudio de aprendizaje efectuado por el tesista bajo la guía de J. S. Singer. Nunca laminó. San Nicolás, 1961. Se brindan últimos 4 pasos.

2.2.6. Riel de 100 lb/yd (49,6 kg/m) AREA. Diseño y dibujos de J. S. Singer. Nunca laminó. San Nicolás, 1962. Se brindan últimos 2 pasos.

2.2.7. Riel de 100 lb/yd (49,6 kg/m) BS-100A. Diseño y dibujos de J. S. Singer. Durante más de 2 años -hasta fines de 1962- fue el riel señalado por EFEA-Empresa Ferrocarriles del Estado Argentino, para ser el primero a laminar en SOMISA. San Nicolás, septiembre 1960. Diseño estándar en 11 pasos.

2.2.8. Riel de 100 lb/yd (49,6 kg/m) BS-100R. Diseño de J. S. Singer, dibujos del tesista. Primeros 3 pasos, iguales a calibrado BS-100A. Este fue, finalmente, el riel elegido por EFEA a principios de 1963 para ser laminado por SOMISA. San Nicolás, junio 1963. Diseño estándar en 11 pasos. Éste fue el último calibrado creado por Mr. Singer en Argentina (¡y creemos en su vida!) antes de su partida definitiva del país, en octubre 1963.

2.2.9. Rieles de 100 lb/yd (49,6 kg/m). Trabajos realizados por J. S. Singer. Se ilustran secciones terminadoras, unitarias.

- a): Riel AREA y eclisa EFEA-9. San Nicolás, septiembre 1960.
- b): Riel BS-100A. Sección en frío. San Nicolás, septiembre 1960.
- c): Riel BS-100R. Sección en frío. San Nicolás, junio 1963.
- d): Riel BS-100R y eclisa FNCR-49V.563. San Nicolás, julio 1963.

CAPÍTULO 3

ALREDEDOR DE LOS CALIBRADOS

3.1. INTRODUCCIÓN

-Pasamos ahora a tratar una serie de temas prácticos vinculados con los calibrados de estructurales y rieles, tomando como ejemplos, cuando corresponda, los diseños ofrecidos en el capítulo anterior. Como toda artesanía desarrollada en el tiempo y a lo largo de muchas décadas, la práctica del metier está matizada por una crecida cantidad de "tips" - en lenguaje muy coloquial podríamos decir de "chimentos"- de índole esencialmente práctica, pero a la vez muy significativos en su contenido explicativo y en el tiempo y dinero que ellos pueden eventualmente ahorrar.

-Son justamente "datos" o "avisos" de este tipo los que, según la tradición, se fueron transmitiendo a través de generaciones de calibristas, a lo largo del siglo XIX y buena parte del XX. Incluso hoy siguen siendo de gran utilidad en la operación de los laminadores. En libros y artículos técnicos de estas últimas décadas suelen aparecer, a veces con curiosos "ropajes" innovadores; lo cual muestra que algunos autores "continúan inventando la pólvora".

3.2. ¿EN QUÉ TREN SE PUEDE LAMINAR?

-Esta es, en general, la pregunta que uno se hace cuando tiene en vista una sección a producir y no cuenta con mayores antecedentes operativos.

-A lo largo de los años la necesidad, "que tiene cara de hereje", ha obligado a laminar secciones "grandes" en trenes pequeños, y viceversa. En el primer caso las consecuencias inmediatas serán roturas recurrentes de cilindros, excesivo número de pasos y pobre nivel horario de toneladas producidas; en el segundo, mal aprovechamiento de las instalaciones, dificultades para lograr las secciones por excesivo ensanchamiento y, a la postre, también escaso nivel de producción.

-En la siguiente Tabla brindamos un resumen de los rangos productivos para diversos diámetros pitch, de acuerdo a lo indicado por la experiencia y el uso eficiente de las unidades. Nótese que para los rieles, sólo se consideran aptos a trenes de al menos 14" (350) de diámetro pitch. Los trenes de más de 32" (800) no son tenidos en cuenta, pues casi no existen.

-Los comentarios al pie son sólo sugerencias de buena práctica de laminado. La necesidad también agudiza el ingenio y, en este caso, puede extender los rangos máximos y mínimos anotados a límites que, a primera vista, podrán parecer hasta insólitos. Suele ocurrir que la necesidad de cubrir un determinado rango o línea de producto, podrá obligar a la empresa laminadora a tomar una visión más comercial que técnica del asunto, induciendo y a veces hasta compelliendo al calibrista a producir un determinado producto. A una postura como esta última, Mr. Singer la calificaba de "bloody awkward situation", ... ¡o algo más rudo!

Tabla. Diámetros pitch de trenes laminadores y rangos máximos sugeridos de secciones a laminar

Diámetro pitch		Ángulo de alas iguales		Vigas U e I		Rieles en general	
(pulg)	(mm)	(pulg)	(mm)	(pulg)	(mm)	(lb/yd)	(kg/m)
		Hasta		Hasta		Hasta	
8	200	1-1/2	38	-----	-----	-----	-----
10	250	2-1/2	63	1-1/2	38	-----	-----
12	300	3	75	3	75	-----	-----
14	350	4	100	4	100	20	10
16	400	5	125	5	125	30	15
20	500	6	150	6	150	45	22,5
24	600	7	175	8	200	60	30
28	700	8	200	12/15	300/380	80/90	40/45
32	800	8 ó más	200 ó más	15/24	380/610	100 ó más	50 ó más

- Notas.** 1.- Para ángulos de alas desiguales, tomar a la medida de Tabla como la medida del ala mayor.
- 2.- Para vigas U e I, el uso de preformados -"blanks"- (laminados o de colada continua), permitirá producir secciones de tamaño algo mayor a los indicados en la Tabla.
- 3.- Para rieles, los valores de la Tabla son sólo indicativos. Dada la aparición de la colada continua, el laminado en trenes universales, la metalurgia de cuchara, etc.; sugerimos consultar las normas y especificaciones técnicas que correspondan.
- 4.- En caso de desearse conocer el rango mínimo sugerido, tomar la medida de 2 filas anteriores. P.e., la medida mínima de viga I sugerida para un D. P. de 20 – 500 será 4 – 100 (y no 6 – 150)

3.3. ¿EN CUANTOS PASOS SE PUEDE LAMINAR?

-Una vez definido el diámetro pitch del tren a emplear o, a la inversa, una vez ubicada la sección que se podrá laminar en un dado tren; viene el otro problema inicial a resolver: ¿cuántos pasos serán necesarios para obtener la sección acabada, partiendo de un semi-elaborado de forma cuadrada -palanquilla-, o rectangular -planchuela o placa-?

-En el laminado de formas simples tales como redondos, alambrón, planchuelas; existe en la literatura especializada mucha información referida a las reducciones promedio sugeridas, de acuerdo al tamaño del producto acabado, su composición química, tolerancias dimensionales, etc. Incluso se suele brindar información acerca de las 3 etapas del conformado normal: desbastadora, intermediaria y terminadora.

El laminado de los perfiles estructurales, rieles y otros afines no permite ese tratamiento, principalmente por la naturaleza de las deformaciones, con elongaciones diferentes en la sección transversal del producto. Es justamente tal asimetría, y el flujo de

material entre las diferentes zonas que se van conformando, lo que hace de la calibración de estos productos más un arte que una ciencia; ¡al menos hasta el presente!

-A continuación brindamos una serie de Tablas -10 en total- con la cantidad de pasos sugeridos por una buena práctica de laminado, para la obtención de las secciones básicas que estamos cubriendo en la Tesis: ángulos de alas iguales y desiguales, perfiles U -canales-, perfiles I -vigas-, y rieles; tanto en sistema métrico como inglés (pulgadas, libras y yardas). Los valores numéricos dados han sido extraídos de los archivos del tesista y, nuevamente, brindan sólo una orientación, una ayuda, para ubicarse en el problema.

-Estamos plenamente concientes de las limitaciones que Tablas como las que siguen, contienen en sus valores numéricos. Para prepararlas *no hemos consultado* los calibrados dados en el Capítulo 2, de modo que ya ahí se podrán encontrar discrepancias. De lo que sí estamos seguros es de que cada sección terminada, debido a su forma geométrica, tamaño y tolerancias dimensionales, requiere de un *absoluto mínimo* de pasos de conformado, que ni la potencia del tren ni el diámetro de cilindros, ... , ni los esfuerzos creativos del calibrista podrán soslayar. Es notable la consistencia de los números de pasos que, a través de las décadas, informa el acervo bibliográfico de calibrados afines.

Tabla - Ángulos de alas iguales (métricos)

Longitud de alas (mm)	Suma de longitud de alas (mm)	Número de pasos (Nº)	Área-Material de entrada (mm ²)	Cociente ala mayor/ala menor (-----)
20 x 20	40	5	609	1
40 x 40	80	5	1609	1
45 x 45	90	5	2445	1
46 x 46	92	5	1874	1
50 x 50	100	5	2798	1
50 x 50	100	7	3218	1
60 x 60	120	7	4680	1
72 x 72	144	8	16478	1
100 x 100	200	7	12285	1
150 x 150	300	7	32175	1

Nota: El ángulo de 72 x 72 termina "hacia el horno", por ello se diseñó con 8 pasos y no 7.

Tabla - Ángulos de alas desiguales (métricos)

Longitud de alas (mm)	Suma de longitud de alas (mm)	Número de pasos (Nº)	Área-Material de entrada (mm ²)	Cociente ala mayor/ala menor (-----)
40 x 25	65	5	1097	1,6
75 x 50	125	7	4388	1,5
89 x 59	148	7	5850	1,5
100 x 45	145	7	10749	2,2
150 x 100	250	7	17550	1,5
200 x 100	300	7	23595	2,0

Tabla - Ángulos de alas iguales (pulgadas)

Longitud de alas (pulg.)	Suma de longitud de alas (pulg)	Número de pasos (Nº)	Área-Material de entrada (pulg. ²)	Cociente ala mayor/ala menor (-----)
¾ x ¾	1-1/2	5	0,9	1
7/8 x 7/8	1-3/4	5	1,0	1
1-1/4 x 1-1/4	2-1/2	5	2,0	1
1-1/2 x 1-1/2	3	5	2,6	1
2 x 2	4	7	4,9	1
3 x 3	6	7	18	1
4 x 4	8	7	24	1
4-1/2 x 4-1/2	9	7	30	1
6 x 6	12	7	43	1
8 x 8	16	8	58	1

Nota: el ángulo de 8" x 8" incluye una pasada preformadora en el desbaste.

Tabla - Ángulos de alas desiguales (pulgadas)

Longitud de alas (pulg.)	Suma de longitud de alas (pulg)	Número de pasos (Nº)	Área-Material de entrada (pulg. ²)	Cociente ala mayor/ala menor (-----)
5 x 3	8	7	23	1,7
6 x 3-1/2	9-1/2	7	36	1,7
6 x 4	10	7	36	1,5
7 x 3	10	7	34	2,3
7 x 3-1/2	10-1/2	7	40	2,0
9 x 4	13	9	70	2,3

Tabla - Perfil normal U (métrico)

Perfil U PN (mm)	Número de pasos (Nº)	Area-Material de entrada (mm ²)
40 (x20)	5	1575
40 (x35)	5	4559
65	7	5100
100	7	9100
120	7	10094
140	9	18125
200	7	26350
300	9	Aprox. 68000

Nota: el U-200 laminado en forma combinada con el I-200 del siguiente ejemplo

Tabla - Perfil normal I (métrico)

Perfil I PN (mm)	Número de pasos (Nº)	Área-Material de entrada (mm ²)
80	7	6300
120	7	12600
160	9	23200
200	7	32800
240	9	Aprox. 40000
260	9	" 50000
400	11	" 105000
500	13	" 180000

Tabla - Perfil US Std. U (pulgadas)

Perfil U-U.S.Std. (pulg.)	Número de pasos (Nº)	Área-Material de entrada (pulg. ²)
1	5	1,5
3	7	8
5	7	22
6	9	40
7	9	44
9	9	50
10	9	57
12	9	102

Tabla - Perfil US Std. I (pulgadas)

Perfil I-U.S.Std. (pulg)	Número de pasos (Nº)	Área-Material de entrada (pulg. ²)
1-1/4	5	1,5
3	7	16
5	9	32
6	9	45
8	11	60
12	11	117
15	13	144
20	15	245

Tabla – Rieles métricos

Peso lineal (kg/m)	Número de pasos (Nº)	Área-Material de entrada (mm ²)
15	7	12000
25	9	20800
40	9	30000
48	9	37420
60	11	45150

Tabla – Rieles EUA – Gran Bretaña

Peso lineal (lb/yd)	Número de pasos (Nº)	Área-Material de entrada (pulg. ²)
48	8	30
92	9	50
94	10	46
98	9	61
100	10	78

.....XXX.....

Nota general: En caso de desearse confeccionar gráficos con la información brindada en estas 10 Tablas; sugerimos colocar en abscisas el área de la sección terminada, y en ordenadas el área del material de entrada. En el caso de los ángulos, algunos calibristas prefieren colocar en abscisas la suma de las longitudes de las alas, diferenciando así ángulos de alas iguales frente a ángulos de alas desiguales.

3.4. ¿CÓMO SE HACE EL CALIBRADO?

- Entramos ahora de lleno a la tarea por excelencia del calibrista, que es calibrar, diseñar, en una palabra *crear* los sucesivos pasos mediante acanaladuras en ambos cilindros laminadores; y así lograr la sección buscada. Cada paso, del primero al último, al llenarse de material, será una *pasada* de laminación. Dividiremos a ésta parte en 4 sub-temas: **ángulos, vigas U, vigas doble T y rieles**; confiando que así haremos al tema más ameno y didáctico, dentro del objetivo general de divulgación de la artesanía.

-Las referencias básicas que servirán de soporte técnico son las 6 obras claves que, según hemos visto, constituyen la mayor acumulación de conocimiento teórico-práctico existente sobre el calibrado de estructurales y rieles; a saber: *Beynon*, (3); *Brayshaw*, (5); *Hoff y Dahl*, (10-11), *Neumann*, (25); *The United Steel Cos. Ltd*, (38) y *Trinks*, (40-41). Los numeros entre paréntesis, que seguiremos usando a continuación, son los números identificatorios de las obras en la Bibliografía de Libros, al final de la Tesis. La referencia (10-11) que usaremos será la edición en castellano; la (40-41) será la edición en inglés, tomo II.

-Comenzamos entonces con los ángulos, tanto de alas iguales como desiguales. Haremos también una corta referencia a las tés y zetas.

3.4.1. Ángulos

-Tratados en (3), ps. 155 a 175; (5), ps. 189 a 250; (10-11), ps. 41 y 42; (25), 167 a 195; (38), ps. 173 a 210; y (40-41), ps. 99 a 111. Apreciamos que, curiosamente, (10-11) sólo dedica a los ángulos 2 ps., con un tratamiento muy superficial.

-En esta Tesis se brindan 9 calibrados de ángulos de alas iguales, 1 de alas desiguales, y un ángulo especial, con calibrado "gótico", hoy considerado obsoleto. La zapata de tranvía incluida puede asimismo considerarse una figura angular. Su diseño, también basado en la reducción "gótica", tiene características interesantes. Todos los dibujos realizados en la CNEA están duplicados, uno con cotas y el otro sin cotas; esto se ha hecho para facilitar el aprendizaje práctico de la superposición para aquellas personas que deseen hacerlo. El acotado resulta algo molesto cuando se está concentrado en el proceso de "ver" lo que entra y lo que sale.

-Las variantes para diferentes espesores -6- están incluidas en el ángulo de 8" x 8". Falta 1 espesor normalizado, el mayor - 1-1/8" -, que Mr. Singer no incluyó en su diseño por considerarlo no comercial y por tanto no laminable por SOMISA. Tampoco diseñó los pasos terminadores, por considerarlo trivial.

-Entrando "en materia", afirmamos que el ángulo es mucho más que una planchuela delgada doblada en 2. Las normas técnicas que determinan sus características nos hablan de alas limpias, de largo y espesor constante, lisas, con un apex o vértice de unión agudo y un radio de raíz de dimensión prefijada. Los bordes extremos de las alas deberán ser sanos, sin sobrellenados -aletas- cuarteaduras, grietas o estructura abierta.

-Estas características, que en líneas generales son comunes a todos los estructurales y más aún a los rieles, deberán ser aseguradas por el calibrado en sus sucesivos pasos de deformación plástica, que irán otorgando gradualmente forma y control dimensional. Obviamente la materia prima, sea de colada continua o laminada, deberá a su vez cumplir con prescripciones técnicas; y no traer consigo defectos físicos que el calibrado, lejos de eliminar o atenuar, pueda magnificar, o al menos poner en evidencia.

-Veamos algunos temas puntuales relacionados con el diseño de los ángulos. Los ángulos de alas desiguales y algo sobre tés y zetas figuran al final.

I.- El apex o vértice. Es uno de los aspectos físicos más visibles y delicados. Deberá estar a 90°, claramente formado, sin zonas romas, rebarbas o sobrellenados. El calibrista asegura sus características mediante un adecuado trabajo de formación gradual, con material desplazado "desde abajo" en las pasadas sucesivas.

Si bien algunos proyectistas usan ángulos de 90° desde las primeras pasadas, lo más conveniente es "ir cerrando" la apertura o confluencia de las futuras alas desde el primero o segundo paso (ver ejemplos anexos). Una secuencia lógica sería p.e. para ángulos "chicos": 140°/120°, 100°/95°, 92°, 90°, ...; y para "medianos y grandes": 100°, 95°, 93°/92°, 90°, ...

II.- El método de deformación. Las fuentes de información nos dicen que el método mariposa -butterfly- en sus diversas modalidades es, lejos, el más aceptado. En aquellos

trenes continuos que tienen muchas cajas en tandem, el método de "plano y canto" -"flat and bending"- puede ser atractivo.

El método gótico, preferido durante más de cien años; concentra la mayor parte del trabajo sobre la parte superior de las alas, lo cual trae desgaste de cilindros y suciedad por cascarilla pegada. Además, al "abrir" los cilindros para obtener los diferentes espesores de alas (¡pronto tocaremos este tema!), las alas "crecen" más rápido que con el método mariposa, lo cual las coloca fuera de norma.

III.- El número de pasos. Complementando las Tablas dadas páginas atrás, señalamos que hay relaciones lógicas entre tamaño del tren -diámetro pitch-, número de pasos, reducciones porcentuales en cada paso y potencia de accionamiento. Todo esto obrando en un equilibrio que ha sido evaluado y estudiado desde mediados del siglo XIX.

Como regla general, el laminado deberá realizarse en el menor número de pasos compatible con una adecuada conformación, una entrada "instantánea" en cada paso, una fuerza separatriz que no origine cuplas de laminación por encima de las posibilidades del motor de accionamiento, ... y un perfil de disminución de temperatura que no caiga por debajo de unos 900/950 °C en la última pasada.

IV.- Ángulos grandes vs. ángulos chicos. Los ángulos grandes requerirán de más pasos que los chicos, independientemente de los espesores normalizados que correspondan. Esto obedece a una proporción geométrica relacionada con el conformado fácil de explicar, diríamos casi trivial. Veamos:

El menor ángulo en pulgadas normalizado es 1" x 1", con espesores que van de 1/8" a 1/4"; a su vez el mayor es 8" x 8", con espesores que van de 1/2" a 1-1/8". Comparando las relaciones de interés inmediato para el calibrista, tendremos:

A.- Si laminamos al ángulo de 1" x 1" en un tren de 8" d.p., la relación d.p.-ala es 8 a 1.
Si laminamos al ángulo de 8" x 8" en un tren de 32" d.p., la relación d.p.-ala es 4 a 1.

Corolario 1. Hay menos exigencias mecánicas relativas sobre los cilindros al laminar un ángulo pequeño en un tren pequeño que un ángulo grande en un tren grande.

B.- Si dividimos para ambos ángulos los espesores máximos y mínimos por las respectivas longitudes de alas, tendremos:

Ángulo de 1" x 1": 0,25 a 0,13 } 0,14 frente a 0,25: 1,8 veces menor

Ángulo de 8" x 8": 0,14 a 0,06 } 0,06 frente a 0,13: 2,3 veces menor

Corolario 2. Las dificultades mecánicas al laminar ángulos van gradualmente creciendo con las longitudes de alas. Nótese que "el mínimo" -0,13- en el ángulo de 1" x 1" prácticamente coincide con "el máximo" -0,14- en el ángulo de 8" x 8".

Si a lo anterior sumamos el tema temperatura y su perfil, directamente asociado al número de pasos, no podemos dejar de concluir que, de una manera general: *Hay más peligro de rotura de cilindros cuando se laminan ángulos grandes que cuando se laminan ángulos pequeños.*

Conclusiones similares se podrán deducir de los ángulos producidos bajo normas métricas.

V.- Los ángulos y sus diferentes pesos lineales. Los ángulos, para las diferentes medidas de alas normalizadas, se laminan en diferentes pesos lineales; kg/m para los métricos, y lb/pie para los del sistema inglés. Estos pesos surgen de aumentar los espesores de las alas en medidas predeterminadas, y así lograr mayores momentos de inercia.

P.e., los ángulos métricos bajo normas DIN se especifican en 23 medidas, desde 20 x 20 a 200 x 200. Contando todos los espesores, suman 94 variedades, o sea 4,1 grosores por medida. La medida con menor número de grosores es 20 x 20, que tiene sólo 2; las medidas

con mayor número de grosores son 50 x 50, 100 x 100 y 150 x 150, que tienen 6 grosores cada una.

A su vez, los ángulos en pulgadas, normas US Std., se especifican en 12 medidas, desde 1" x 1" a 8" x 8". Contando todos los espesores, suman 62 variedades, o sea 5,2 grosores por medida. La medida con menor número de grosores es 1" x 1", que tiene sólo 3; la medida con mayor número de grosores es 6" x 6", que tiene 8.

En el tren, para cada medida de ángulo, los diversos pesos se obtienen "abriendo los cilindros", es decir separandolos uno del otro mientras se mantienen paralelos sus ejes de rotación. Esta separación trae un efecto muy interesante en los pasos acabadores (y en realidad en *todos* los pasos), que es el *crecimiento* de las alas. Ver, p.e. (3), p. 157, Drawing 294. Para neutralizar esta ocurrencia, hay que llevar a cabo varias acciones.

A.- Diseñar los terminadores "abiertos", es decir sin el límite de ala o "uña", a cada lado. Ver, p.e. el ángulo adjunto de 3" x 3" x 3/16", paso N° 10 (terminador). Con ello se evitan posibles aletas de sobrellenado.

B.- Diseñar un paso líder para cada espesor, a fin de mantener en el paso terminador la longitud correcta de norma.

C.- Diseñar un paso pre-líder para cada grupo de espesores, a los mismos efectos.

En el ejemplo de ángulo de 8" x 8" x 1/2" a 1", Mr. Singer en su estudio dibujó:

Pasos 1, 2, 3 y 4: 8" x 8" x 1/2" a 1". Total: 4 dibujos

Paso 5 (prelíder): 8" x 8" x 1/2" a 11/16" y 8" x 8" x 3/4" a 1". Total : 2 dibujos, estando c/u de ellos dibujado al espesor mínimo, 1/2" y 3/4".

Paso 6 (líder): Total, 6 dibujos, c/u a su espesor correspondiente, siendo ellos,

8" x 8" x 1/2" a 11/16", dibujado a 1/2"

8" x 8" x 1/2" a 11/16", dibujado a 19/32"

8" x 8" x 1/2" a 11/16", dibujado a 11/16"

8" x 8" x 3/4" a 1", dibujado a 3/4"

8" x 8" x 3/4" a 1", dibujado a 7/8"

8" x 8" x 3/4" a 1", dibujado a 1"

VI.- El diseño de las tablas de los cilindros. Al pasar del diseño de los pasos a la ejecución -el torneado- de las tablas -cuerpos- de los cilindros, habrá que "meditar" muy bien cuántos y cuáles pasos colocaremos mecanizados "in situ" y cuáles obtendremos por apertura de los cilindros. Aquí entra "a tallar" el aspecto comercial del asunto, ya que seguramente algunos espesores del ángulo se venderán más que otros; y por tanto algunas canales correrán el peligro de usarse poco, ..., ¡o nada!

En la experiencia del tesista es bien difícil "sacar" esta información al Dep. Ventas de "la Empresa". Nuestro consejo: *todo por escrito*, para quedar "bien cubierto". Si se piensa que un juego de cilindros trío de 28" a 32" d.p. puede pesar alrededor de 20000 kg y costar puesto en fundición (es decir sin el torneado del calibrado) US\$ 70000 a 80000, es mejor precaverse,..., y no pagar errores ajenos.

VII.- La superposición y algún "tip". Los calibrados que acompañan a esta Tesis confeccionados en CNEA -reiteramos- están "repetidos", en un caso con cotas y en el otro sin ellas. Estos segundos hacen más claro y simple el practicar el método de superposición, recordando que la hoja que hay que poner "arriba" debe ser la de entrada; y "abajo" la de salida. Hay quienes usan la clásica caja con tapa de vidrio translúcido con luz eléctrica en su interior; y otros el vidrio de una ventana, de pie frente a ella. Este 2º método es el que el tesista usa mientras escribe esto, con la calle Moldes y sus árboles como telón de fondo. Las correctas longitudes de alas se van obteniendo, todas, con práctica, experiencia acumulada y al decir de Singer: "judgement" (criterio y caletre -tino-)

La mecánica de la superposición, paso a paso, en el diseño de las alas en formación de los ángulos diseñados con el método mariposa -butterfly- es la siguiente:

Se coloca el dibujo del ala de entrada sobre el dibujo del ala de salida (el tesista prefiere comenzar con el ala izquierda), bien coincidente en el apex con el nacimiento del borde de la otra ala; y con la reducción de espesor que corresponda distribuida mitad arriba y mitad abajo. Ahora se trata de llevar a cabo con la superposición el camino que deberá recorrer el ala de entrada al ingresar en el siguiente paso, reduciéndose gradualmente en espesor y curvatura. Para ello, ayudado con una punta roma, se va "rodando" al ala de entrada sobre el ala de salida, aproximadamente centímetro a centímetro como máximo, tomando como centro instantáneo de rotación cada uno de los lugares donde la punta roma comprime a los dos dibujos.

Si lo anterior se ha hecho bien (rodadura sin desplazamiento mutuo), repitiendo quizás 5, 10 ó más veces a cada lado, se "sabrán" cómo se formará el ala siguiente, y así hasta la terminadora inclusive. Según nuestra experiencia -Singer dixit- aquí prácticamente no hay, mejor dicho no debe haber, ensanchamiento, sobretodo en alas largas y esbeltas (de poco espesor). Se admite que apenas ensanchará un 10 a un 20% de la reducción de espesor del ala. O sea, si el espesor de entrada es 6 mm y el de salida 4 mm, el ensanchamiento sólo será de 0,2 a 0,4 mm.

Recomendamos a los lectores interesados practicar, p.e. con el calibrado del ángulo de 8" x 8", que es grande y tiene reducciones "fuertes".

Se apreciará que entre un "fárrago" de cifras (método "alemán") y el trabajo artesanal de la superposición, hay una modalidad de transmisión de conocimientos en este último caso *difícil* de llevar a cabo sin la presencia física del maestro.

VIII.- De "adelante" hacia "atrás" o viceversa. ¿Cómo diseñar? En una primera aproximación parecería algo irrelevante la disyuntiva, sin embargo, cuando el calibrista encara un diseño, *siempre* comienza de atrás hacia adelante, es decir desde la pasada acabadora hacia la primera desbastadora. ¿Por qué hace esto?

La respuesta, que nuestros lectores (sobre todo los no experimentados) van a poder apreciar mejor ahora que si la hubiéramos explicitado en las páginas iniciales, es la siguiente:

La últimas pasadas, p.ej. de un ángulo, se efectúan con reducciones de área relativamente pequeñas -"leves"-, quizás de pre-líder a líder, 18/20%, y de líder a terminador 12/15%. Las razones: material -acero, ya relativamente "frío"; cilindros más duros y resistentes al desgaste, pero ... más frágiles; necesidad de mantener buenas tolerancias y buen acabado superficial; y a veces todo esto conviviendo con altas velocidades de laminación. En resumen, poca flexibilidad de diseño en estas pasadas.

A medida que marchemos hacia "atrás", las reducciones en cada paso podrán (y deberán) ser mayores, 25/30%, 30/35%, ó algo más; pues el acero estará más caliente, los cilindros serán más blandos y tenaces, las pasadas admitirán más desgaste, y las velocidades de laminación serán menores. En fin habrá ahora mucha mayor flexibilidad de diseño como para adaptarse a la materia prima disponible, que generalmente *no podrá ser cualquiera*, sino que seguramente estará estandarizada, especialmente por la máquina de colada continua, o por el espacio en el desbaste para dar alguna(s) pasada(s) de adaptación, etc.

IX.- Los ángulos de alas desiguales. Todo lo dicho en estas últimas páginas respecto a los ángulos en general se aplica a los de alas desiguales. Acotamos que en inglés a las alas (o patas) se las llama indistintamente "flanges" o "legs". A continuación tocaremos algunos temas vinculados con estas interesantes secciones, bastante usadas hasta el presente. Brindaremos asimismo algunos "tips" operativos.

-*Gran variedad normalizada.* Las normas DIN describen 28 tipos diferentes, desde 30 x 20 x 3 y 4 a 250 x 90 x 10, 12, 14 y 16. A su vez, las US Std. contienen 19 tipos diferentes,

desde 1-3/4" x 1-1/4" x 1/8", 3/16" y 1/4" a 9" x 4" x 1/2", 9/16", 5/8", 3/4", 7/8" y 1". El ejemplo adjunto en la Tesis responde a un ángulo de 5" x 3" x 5/16".

-*"Ubicación" de la sección.* En los ángulos de alas iguales, la sección se "coloca" en relación a los ejes de los cilindros, con los extremos de sus alas en una misma línea horizontal. Dada la simetría de la sección, en caso de tener el paso final o el paso líder a 90°, serán 45° para cada lado respecto de la vertical pasante por el ápex. Más hacia atrás en el calibrado, los medios ángulos geométricos podrán ser 46° + 46°, 47° + 47°, etc.

En el caso de los ángulos de alas desiguales no hay simetría que pueda ser respetada, pues una pata es más larga que la otra. Si colocamos a la figura terminadora o líder a 45° + 45°, el ala larga "cavará" más que la corta en el cuerpo del cilindro. ¿Y qué pasa entonces?. Al menos dos cosas, ambas nocivas para la operación del laminador.

a) La más inmediata es que el cilindro que "recibe" el ala larga se debilitará, más cuanto más larga sea ésta frente a la corta. El peligro de rotura se hará evidente.

b) La otra razón, más sutil, estriba en lo siguiente: a medida que el ala larga "penetra" en el cilindro, los diámetros que la deforman serán cada vez más pequeños, y el ala larga tenderá a poseer menos velocidad de salida (lineal) que la corta. El resultado final será que la sección, al salir, tenderá a adoptar un movimiento helicoidal -"tirabuzón" en lenguaje coloquial- que causará un sin fin de problemas en el lecho de enfriamiento, enderezado en frío, corte longitudinal, etc.

La clave entonces es ir "colocando" los pasos de modo que las alas corta y larga estén a la misma "altura". El semi-ángulo a cada lado surgirá de este hecho. En el ejemplo que acompaña, ángulo de 5" x 3" x 5/16", líder y terminador han sido diseñados respectivamente a 54°-36° y 60°-30°.

-*Reducciones de área.* La mecánica de la reducción es similar a la de los ángulos de patas iguales. El proyectista estimará algo más de ensanchamiento para la pata corta que para la larga, y vigilará, en las laminaciones de prueba, el comportamiento de salida, sobre todo respecto al "tirabuzón", el trabajo de las guías y la temperatura de ambas patas.

En general el ala mayor tenderá a enfriarse algo más rápido que el ala menor, dada su mayor superficie y contacto con los cilindros, y esto podrá afectar al ensanchamiento, aumentándolo ligeramente. Las temperaturas bajas tienen otro efecto, que es el de aumentar la fuerza separatriz y por tanto la flexión del cilindro, lo cual producirá un incremento del espesor del ala larga. Si el maestro laminador trata de neutralizar esto "cerrando" los cilindros, afectará el espesor del ala corta, disminuyéndolo.

Los defectos descritos se magnifican con el aumento del cociente ala larga/ala corta. El mayor ángulo DIN, 250 x 90, con un cociente de 2,78, es temible; como también lo es el mayor ángulo US Std., 9" x 4", con 2,25 de cociente. En el pasado, hasta mediados del siglo XX, se laminaron muchos ángulos de alas desiguales con el método gótico; hoy ya no, pues se reconoce la superioridad del método mariposa en lo referente a trabajo plástico uniforme, limpieza de patas, menor crecimiento de patas al abrir los cilindros, etc.

X.- Secciones té. Los perfiles té en el pasado gozaron de gran popularidad, especialmente los pequeños, hasta 1-1/2" x 1-1/2" ó 1-3/4" x 1-3/4" con cantos vivos y espesores alrededor de 1/8" ó 3/16". El avance de las técnicas de extrusión y el abaratamiento del metal base, sin embargo, han tomado a los perfiles de aluminio cada vez más competitivos, y ello no sólo en el campo de los perfiles té o similares, sino en formas mucho más complicadas.

Fue así que hacia la década del 80 no sólo las té, sino toda una serie de perfiles intrincados de acero llamados en inglés "window sash", es decir marco de ventana, identificados en la industria como "de doble o triple contacto" (con la forma de una silla vista de costado, con patas y respaldo) gradualmente fueron desapareciendo. Estas últimas secciones eran ciertamente difíciles de calibrar y laminar, y se pagaban muy bien en el menudeo.

Hoy, los perfiles té subsisten con una reducida demanda, y en medidas mayores a unas 2" x 2" se obtienen laminando vigas i (doble T) y cortándolas con soplete oxi-acetilénico en el (medio del) alma. Obviamente también se pueden hacer de chapa soldada.

Existe otro tipo de perfil T, que en realidad tiene más características en común con un riel ferroviario pequeño que con una té de carpintería metálica; es la denominada té o guía de ascensor ("elevator tee" en inglés). Ella, empotrada en las paredes del hueco de los ascensores, los guía para lograr un movimiento suave, sin oscilaciones, penduleos, vibraciones, etc.

Entre los calibrados ofrecidos en la Tesis, presentamos a 2 té de alas y patas iguales, de 7/8" y 1" x 1/8"; cuyas deformaciones plásticas tienen algunas características llamativas, particularmente en el campo del ensanchamiento forzado. Por su similitud con las técnicas empleadas para laminar rieles, las analizaremos páginas más adelante, justamente al tratar su laminación.

El libro (5) ofrece un extensivo panorama de calibrados para té en ps. 260 a 275.

XI.- Secciones zetas. Los perfiles zeta están bastante relacionados con los ángulos, en realidad podemos considerarlos como 2 ángulos unidos por una de las patas. Son secciones hoy muy poco laminadas, pues al igual que las té, han sufrido mucho la competencia de la perfilera en aluminio extruido. El método mariposa se aplica casi sin excepción en el calibrado.

Si sólo se analiza el costo de inventario de tener cilindros laminadores torneados para producir 1 ó 2 secciones zeta unas pocas veces al año, y en reducidos tonelajes cada vez; se comprenderá que pocos laminadores se embarcarán en el negocio. El círculo es así vicioso, y el mayor costo por tonelada a cargar, hará al perfil zeta aún menos competitivo frente al perfil de aluminio extruido.

Este tesista, en sus 5 décadas como calibrista, sólo una vez tuvo ocasión "de echar mano" a unos calibrados de zetas; y ello con resultados mediocres, ya que la operación comercial fracasó por falta de ventas, y los perfiles apenas se pudieron laminar en prueba...

El libro (5), en ps. 251 a 259, ofrece el mejor compendio de información sobre el calibrado de perfiles zeta que conocemos.

3.4.2. Vigas U y doble T

-Tratadas en (3), ps. 128 a 154; (5), ps. 118 a 188; (10-11), ps. 163 a 219; (25), ps. 196 a 267; (38), ps. 251 a 275 y (40-41), ps. 112 a 140.

-A continuación vamos a ocuparnos con bastante detalle de una serie de características propias del laminado de las vigas U y doble T (ó I). En idioma inglés se las alude, por simplicidad, como "channels" -canales-, y "beams" -vigas-. Acompañan a este texto 4 calibrados de canales, 2 US Std. y 2 DIN; y 4 calibrados de vigas, 1 US Std., 1 DIN, 1 tipo H incompleto y 1 especial, con bulbo de un lado. Estos 8 trazados serán suficientes para servir de ejemplos ilustrativos de diversas etapas de la reducción para la obtención de las pestañas -"flanges"-, y del alma -"web"- según la literatura anglo-sajona.

-Cubriremos asimismo 2 temas que, en realidad, deberíamos haber tratado antes pero que, en aras de la claridad conceptual, hemos preferido dejar para esta etapa de la Tesis; en la que al considerar los canales y vigas, ya tenemos presentados a los ángulos y (sucintamente) a las té. Estos 2 temas, que serán los iniciales, son los denominados de una manera general "de la entrada" y "de la línea pitch". Entremos pues "en materia".

I.- **La entrada del material.** Un viejo dicho de los herreros reza que "al fierro hay que machacarlo mientras está caliente". Veremos a continuación cuán cierto es esto, y no sólo en relación con el laminado de canales y vigas, sino de todas las laminaciones de desbaste de productos no planos.

La teoría elemental de la laminación en caliente del acero nos dice que el mayor ángulo α de entrada, también llamado de mordido o agarre, está alrededor de unos 22 a 23 grados angulares, equivalentes a un coeficiente de fricción μ de 0,40 a 0,42. Sin embargo, la experiencia ha demostrado que el acero bien caliente, digamos a 1200/1220 °C para un material apto para estructurales, con 0,20/0,25 %C, puede ser "obligado" a deformarse, y se deforma sin fisurarse, con reducciones de altura en la zona de contacto ($h_1 - h_2$) equivalentes a 35 y más grados angulares.

Esto se logra mediante lo que se denomina rugosidad artificial, marcado, indentado, estriado, moleteado, engranado y algún otro término práctico más. En inglés la palabra casi excluyente es "ragging", aunque también se suele usar "knurling". Remarcamos que este no es un tema menor, y puede significar que una sección sea o no laminable en un "dado" tren, de un "dado" diámetro pitch, con cilindros laminadores de un "dado" material, a una "dada" velocidad de rotación, etc., etc.

Los 6 libros tomados como referencias básicas tratan el tema, especialmente en alusión a los trenes desbastadores dúos reversibles, bastante disminuidos en importancia desde la aparición de la colada continua. El mejor tratamiento general hasta la fecha lo ofrecen 2 artículos técnicos bastante antiguos, aparecidos en el Iron and Steel Engineer Yearbook - Yearly Proceedings. Son ellos:

E. M. Benedict. "Roll Knurling at South Works of U.S. Steel". 1955, ps. 239 a 244

H. E. Muller. "Applications of Roll Ragging". 1960, ps. 379 a 390

Observamos que el primer autor usa la palabra "knurling" (estriado, moldurado); el segundo en cambio "ragging" (rugosidad, aspereza).

En general, el calibrista no indica en su calibrado la modalidad de "ragging" que se deberá usar, dejando el tema para ser resuelto en el momento de torneear los cilindros la primera vez, al llevar a cabo las laminaciones de prueba. Sólo 1 de los calibrados adjuntos lo indica ex profeso, y es el trazado del ángulo de 5" x 5" x 3/8", pasos 1 y 2, arriba y abajo.

Para el caso del ingreso del tocho o palanquilla a la primera pasada de forma en el laminado de canales y vigas (tema que pronto cubriremos), las indentaciones toman una forma muy particular -un dentado en forma de V- que se encuentra ilustrada en el Model M (Structural Mills), p. 384 del artículo de H. E. Muller recién citado; y también en (3), p. 24, Drawing 39 (Fig. 3).

A modo de orientación y sin el ánimo de complicar las cosas, agregamos las siguientes recomendaciones y vivencias, a fin de aprovechar al máximo la gran plasticidad que el acero tiene a las más altas temperaturas de laminación practicables.

- El "ragging" es un "mal necesario", pero a veces imprescindible. Debe ser cuidadosamente planeado e implantado en los cilindros, de modo que las marcas que deje en el material se "borren", es decir desaparezcan por "planchado", en los pasos siguientes (2 ó 3 a lo sumo). Bajo ningún concepto deberán quedar marcas visibles, "testigos", "sombas", en el producto acabado; p.e. en el alma de canales y vigas.
- Vinculado con lo anterior, las estrías, indentaciones, rugosidades en fin, deberán *siempre* ser bajo-relieve en el cilindro, o sea sobre-relieve en el material laminado. De tal modo el "planchado" aludido tiene lugar sin complicaciones.
- Los cordones de soldadura eléctrica a arco que algunos operadores colocan en los pasos para que "muerdan", son una *aberración*; pues producen Improntas bajo-relieve en el material, que en las siguientes laminaciones pueden originar pliegues que afectarán, a veces gravemente, al producto terminado. Además, este pésimo proceder daña a los

pasos de los cilindros, introduce puntos duros y fisuras en su superficie y dificulta su posterior retorneado.

- Las indentaciones empleadas en la primera o primera y segunda pasadas del laminado de canales y vigas deberán ser implantadas de modo que al tocar y "morder" la punta del tocho/palanquilla (barra) de entrada, sus superficies "de ataque" en ambos cilindros obren como "prolongaciones" de las 2 superficies horizontales de la barra. Un ángulo muy cerrado desgarrará al material, y uno muy abierto tenderá a ser inocuo, y no morderá bien.
- La persona especializada en las tareas que estamos comentando es llamada en inglés "chipper and brander", que traducimos en SOMISA hacia 1960 como "picador y marcador". Llega a ser un artesano "con luz propia", pues en una laminación de estructurales y rieles sus servicios son muy valorados y requeridos. Se convierte en un verdadero "orfebre del acero", no sólo por las estrías y molduras que cincela cual escultor, sino también por ser el operador que graba en el alma de los pasos terminadores de canales, vigas y rieles las leyendas, a veces extensas, que según norma deben llevar estampadas. El hombre que formamos en Somisa, peón rural proveniente de nuestra ciudad natal Pergamino, de apellido Díaz, llegó, en 4 años de intenso trabajo y aprendizaje, a dominar el metier de tal modo que Mr. Singer más de una vez lo puso de ejemplo ante sus pares; manifestando que nunca había visto alguien mejor en EUA o Canadá. Un poco en broma, este tesista lo llamaba Benvenuto (por el insigne Cellini).

Al repasar -retornear- los cilindros luego de sus campañas de laminación, el tornero deberá inspeccionar cuidadosamente las zonas en las que estén cinceladas las estrías, indentaciones, etc.; y todo comienzo de agrietamiento, presencia de material "quemado" o fisurado, deberá ser eliminado para evitar el avance de estas peligrosas zonas de rupturas. Desde luego que una refrigeración defectuosa o insuficiente podrá magnificar los defectos, acelerando su aparición.

II.- La línea pitch. También llamada línea de laminación (rolling line) es, como veremos a continuación, un elemento fundamental del calibrado. El tema está tratado en las 6 obras que estamos usando como referencias de saberes. Recomendamos en particular los tratamientos "compactos" de (10/11), ps. 16 a 23; y (38), ps. 29 a 32.

Llevándonos más bien por el concepto de "guía de campo" dado a la Tesis, señalaremos la importancia de este tema y sus colaterales, a menudo soslayada en las etapas de aprendizaje del calibrado. Remarcaremos sus implicancias y especialmente los beneficios que otorga a la laminación de no planos su correcta ubicación.

Comencemos fijando algunos conceptos y las relaciones idiomáticas castellano-inglés.

-Línea de laminación: Es la que nosotros aludimos frecuentemente como línea pitch, en un dudoso castellano, fruto de las fuentes de conocimiento que nos formaron. En inglés rolling line y pitch line deben usarse como sinónimos. Es, simplemente, la línea imaginaria, paralela a los ejes de los cilindros y ubicada a mitad de camino entre dichos ejes. Al rotar, todos los puntos de la línea pitch tienen la misma velocidad lineal.

-Línea neutra. En inglés neutral line. Es la línea imaginaria, paralela al eje de los cilindros, que pasa por el "centro de gravedad" (centroide) de la sección -paso- diseñada por el calibrista. En la práctica del calibrado se admite que cuando la línea neutra de una sección dada coincide por diseño con la línea de laminación, la salida o entrega de la barra es recta, derecha; sin curvatura hacia arriba (mayor influencia del cilindro inferior –"underdraft") o hacia abajo (mayor influencia del cilindro superior –"overdraft"). Acotamos que en Gran Bretaña a la palabra "draft" se la escribe "draught"

-Línea de trabajo. En inglés working line. Es la línea imaginaria, paralela al eje de los cilindros, cuyo diámetro D_t es tal que puesto en la fórmula $\pi D_t N$, nos da la velocidad de

salida de la barra en m/seg, siempre que D_t esté en metros y N, velocidad de rotación de los cilindros, en revoluciones por segundo.

Es dable preguntarse: ¿cuál es la importancia de estas 3 líneas?

Comencemos por la última definida. A menos que se trate del calibrado para un tren continuo con varias cajas -puentes- de laminación en tandem (una detrás de la otra), esta línea no reviste la importancia de las otras 2. En los trenes modernos (posteriores a las décadas del '70/'80) con regulación automática de la tensión -tiro- inter-cajas, la importancia de la línea de trabajo es menor que en los trenes más antiguos, con regulación manual.

-Importancia de las líneas pitch y neutra. Comencemos señalando que algunos de los calibrados que acompañan a la Tesis tienen ubicada a la línea pitch, p.e. los ángulos de 3" x 3" x 3/16" y de 8"; el ángulo especial y los 2 ángulos con sus muestras de 1" x 1" x 1/8" y 1-1/2" x 1-1/2" x 5/32". Asimismo lo llevan las tés de 7/8" x 7/8" x 1/8" y 1" x 1" x 1/8". De los canales nos ocuparemos más adelante.

El calibrista conoce la posición del centroide de cada sección que él está dibujando, entendiendo por centroide a un punto del área diseñada, alrededor del cual tal área está distribuida uniformemente. Para ello, ha recurrido a alguno de los métodos gráficos clásicos (ver las refs. (10/11) y (38)). En el presente, los utilitarios para dibujar con computadora lo brindan en forma inmediata, lo cuál ahorra mucho trabajo, ... y tiempo. Conforme a lo recién visto, tendremos definida así a la línea neutra.

Ahora bien, haciendo coincidir esta línea con la línea pitch o de laminación, es dable esperar que la sección emerja del paso en forma horizontal, sin tiro -curvatura- hacia arriba o hacia abajo. ¿Es correcta tal presunción?

El calibrista trabaja por experiencia, por inducción; y sabe que si sigue este procedimiento, se cumple lo esperado, no se conoce de "falsación" alguna. La barra saldrá "sensiblemente" derecha.

Las fuentes de información aludidas "se quedan aquí", y pasan directamente a la ubicación "por la práctica" de la sección con su centroide conocido frente a la línea pitch. En esta Tesis debemos "hilar más fino" antes de ir a esta última etapa. Veamos. Al reducir un paso de calibrado de un ángulo, té, canal, en otro de área más pequeña; una parte menor de tal área "se va" en ensanchamiento y una parte mayor "se va" en elongación. El material obviamente opone resistencia a tales cambios, lo cuál se traduce en la generación de una dada fuerza separatriz. Los esfuerzos -acciones- que realizan ambos cilindros al desplazar las áreas y convertir a la sección de entrada en la sección de salida, se balancean de modo que la fuerza separatriz hacia arriba es igual a la fuerza separatriz hacia abajo. Esto nos está diciendo que en realidad el "centroide" del que hablamos *no debería ser* el de la sección de salida, sino *el de todas las áreas desplazadas -laminadas- con sus diversas contribuciones a las fuerzas separatrices hacia arriba y abajo*. Confesamos que no conocemos de la existencia de un método de ubicación del centroide basado en lo señalado. Es más, no conocemos que este tema haya sido investigado en profundidad.

-Ubicación del paso respecto de la línea pitch. Retomemos la práctica de la artesanía.

Tenemos al paso diseñado y debemos ubicar su centroide respecto de la línea pitch.

Pedimos a los lectores que nos acompañen teniendo a los calibrados de las 2 tés con sus muestras a la vista.

Las pasadas 0, 3 y 5 no ofrecen problemas pues las reducciones son simétricas en relación a la horizontal. Línea neutra y línea de laminación o pitch coinciden.

Las pasadas 1, 2, 4 y 6 brindan otro panorama. Aquí hay reducciones altamente asimétricas, con posibilidades de que el material se adhiera -"se agarrote"- a la parte inferior del paso, que es "cerrada", pues pertenece al mismo cilindro, ya que así está diseñada y torneada. Como sinónimo de "cerrada" se suele usar la palabra "muerta".

Ahora viene la clave del asunto, la médula o, como dicen en el campo, "el caracú".

Examinemos la transformación del paso 5 en 6 (líder en terminador), rotando a la figura 90° antes de "entrar". A la mesa o tabla la reducimos muy poco, confiando que ensanche de 21,0 a 22,5; como ya venía con 20,6 (muestra) sólo logramos ensancharla hasta 21,8 y no 22,5, que era lo planeado. A la pata en paso 5 ya la tenemos en 3,0 de espesor (paso y muestra coinciden) de modo que al reducir de 5 a 6 sólo tenemos que "bajarla" en su altura total de 24,5 a 22,5; en las muestras de 22,5 a 21,8. Esta disminución de altura hay que llevarla a cabo sin que la pata toque los costados, pues si llega a hacerlo, seguro que se "agarrotará", es por ello que la anchura de la canal terminadora está diseñada a 3,3, para que la barra salga a 3,0 (¡aquí la muestra cumple!). De todos modos *siempre* algo de adherencia en el extremo de la pata se producirá, pues la estamos reduciendo de 24,5 a 22,5 teórica (2,0) y de 22,5 a 21,8 muestra (0,7) por lo que una mínima cantidad de ensanchamiento se producirá.

Este posible agarrotamiento debe ser controlado en todo momento, y más aún si la pata, por algún desajuste en paso 5, llega con "algo" más de 3,0 a la terminadora. Atención con lo siguiente: si la barra se adhiere de tal modo que en vez de emerger -salir-, se arrolla al cilindro inferior, tenemos "un desastre", pues la barra arrollada inmediatamente será nuevamente laminada y los 2 cilindros se quebrarán en forma instantánea, las guías de entrada y salida se dañará, e incluso su barrón de soporte se podrá doblar. Con 2 cilindros de unos 400 kg c/u rotos y el herramental dañado, el perjuicio será de 3500 a 4000 dólares EUA, además de los tiempos muertos, la no satisfacción de la orden de entrega comercial, nuevos costos de mecanizado, etc. ¿Cómo se asegura el calibrista de que lo descrito no ocurra, o al menos que no ocurra a menudo, dentro de lo que está a su alcance? Él emplea básicamente 2 recursos como mínimo. El primero, colocar guías de salida bien diseñadas y construidas, especialmente la inferior, cuya "nariz" apoya justamente en la pata del paso terminador. Se diseñan como "cuchillas" (sólo la pata) o completas (incluyendo apoyo inferior para la mesa). Ver p.e. el excelente libro de E. Fisher dado en la Bibliografía (Nº 8), p. 63, figs. 69 y 70. A veces incluso se coloca una segunda guía de seguridad en la parte inferior del puente, rozando con la canal terminadora tomeada en el cilindro inferior, quizás a unos 70° angulares con la zona de salida, de modo que si, lamentablemente, se comienza a producir el arrollamiento, este sea inmediatamente abortado y no alcance a dar su giro de 180°, para comenzar a ser nuevamente laminado.

Intuimos que los lectores se deben estar preguntando: ¿dónde quedó la línea pitch en todo esto?

Pues bien, el posicionado de la sección de salida, paso 6, frente a la línea pitch es, justamente, el segundo de los recursos que el calibrista usa. Su ubicación se hace de tal manera que tal línea quede "baja", es decir, que cruce a la sección diseñada bien por debajo de su centroide, que en el paso 6 que estudiamos, estará a lo sumo a unos 2,0/2,5 debajo del lado inferior de la mesa. Incluso algunos proyectistas hacen pasar a la línea pitch directamente por el centroide de la pata, es decir ignorando a la mesa, o sea unos 9,6/9,7 debajo de la mesa en paso 6.

¿Qué se logra con esto? "Pay really full attention, please" diría Mr. Singer al acercar su rostro al nuestro y explicarnos. Al estar la línea pitch "baja" respecto de la neutra (que en realidad nunca se dibuja en los calibrados), o lo que es lo mismo, al estar la figura del paso alta respecto de la línea pitch, los diámetros del cilindro inferior actúan con mayores valores en milímetros respecto del paso que los del cilindro superior, con lo que se consigue un tiro desde abajo, un "underdraft", y el trabajo de la guía de salida arriba mencionada se alivia. Lo anterior es algo engorroso de explicar y quizás de entender, pero aquí está la clave del tema del posicionado del paso respecto de la línea pitch. Son centenares de "tips" como el descrito los que el maestro va transmitiendo al alumno, y así se va aprendiendo, mitad del tiempo en el tablero -o la computadora, hoy- y mitad en el tren, sea durante la operación o durante los montajes y desmontajes. ¡No hay otra!

-La posición de la línea pitch y las laminaciones de prueba. Para acabar con esta larga explicación, faltan aún 2 temas conexos.

El primero es: ¿cómo sabe el calibrista si la línea pitch está correctamente posicionada, y así poder prevenir inconvenientes operativos como los ya vistos?

Hay 2 maneras. La primera es examinar cuidadosamente las guías de salida involucradas, p.e. las de patas de la té en pasos 4 y 6 principalmente. Si las guías han trabajado sin exigencias anormales, sus puntas (que rozan con el paso en su zona de apoyo y a la vez soportan la presión del material al salir), no deberán mostrar desgaste acentuado, doblado, trizaduras, etc.

La segunda, más sutil y difícil de transmitir ex cathedra es primero auditiva y luego visual, y se trata del "golpeteo", también llamado chasquido, atraso y en inglés "back-lash" (por el sonido que hace el látigo al ser impulsado y luego súbitamente tirado hacia atrás).

Expliquémoslo.

La mayoría de los trenes de estructurales y rieles fabricados antes de la década de los '70/'80 transmiten su movimiento de rotación desde el motor eléctrico y caja de piñones mediante alargaderas -árboles- y collares de acoplamiento -copies o "chocolateras"-. Toda esta cadena cinemática hasta los puentes laminadores, que podrán ser 1, 2 ó 3, tiene un juego o huelgo; y al transmitir el momento torsor -par motor- tal cadena se "cierra", es decir se auto-ajusta de modo que todas las partes constitutivas se ponen en íntimo contacto, de acuerdo a diseño; y así transmiten los quizás varios miles de HP/KW necesarios para laminar.

Si la línea pitch está correctamente colocada en todos los pasos, la potencia de accionamiento se distribuirá normalmente en los cilindros, y cada uno "hará su trabajo" de acuerdo a su demanda de potencia. Ahora bien, si la línea pitch está colocada de manera incorrecta, o sea el paso está *"muy arriba"* o *"muy abajo"* de tal línea, se produce un fenómeno singular, que es el de "arrastré". El cilindro con mayor influencia de diámetros sobre la sección -p. e. el inferior en los pasos 4 y 6 ya vistos- tenderá a arrastrar al cilindro superior, haciéndose cargo de parte o toda la potencia que él debería suministrar; y ese arrastre se hace ¡a través del material! Cuesta creerlo, pero es así, sobre todo en el laminado de ángulos y canales. Los lectores ya se imaginarán lo que pasa cuando el material termina de ser laminado y el paso queda vacío. La ligazón descrita se acaba en forma instantánea, la cadena cinemática en el cilindro superior de aquellos pasos 4 y 6 p.e. se afloja, las partes tienden a atrasarse en la rotación pero las "pesca" el giro en vacío del motor y todo ello ocurre muchas veces en menor tiempo de lo lleva que esta explicación. El ruido a veces es notable y dura 3 ó 4 segundos: paf-paf-paf-paf-paf- ... Si todo esto ocurre luego del pasaje de cada barra, los extremos o tréboles de los cilindros y copies se gastarán acentuadamente, e incluso los engranajes de la caja de piñones sufrirán por las súbitas presiones inter-dientes.

La solución es, desde luego, acercar "algo" la línea pitch a la neutra, conservando una distancia que facilite la salida y el trabajo de las guías, pero sin llegar al golpeteo grosero y audible. Como dicen en México respecto de las velas y el santo: "ni tan lejos que no lo alumbre, ni tan cerca que lo queme". Otra precaución será no permitir huelgos exagerados en la citada cadena cinemática, pues esto "invita" al golpeteo.

Hay otro tema conexo que de ninguna manera es menor, y se refiere a los desgastes acentuados de cilindros que puede ocasionar una línea pitch mal ubicada. Sobre todo en los trenes modernos, en los que el guiado es muy sofisticado y seguro, y las transmisiones de movimiento y potencia están dotadas de juntas cardánicas, acoplamientos universales, cojinetes anti-fricción, etc.; una pobre posición de la línea pitch no es tan fácil de detectar de acuerdo a lo recién visto, y sólo se hará evidente por un desgaste acentuado de algunas zonas de los pasos frente a otras. El detectar y corregir estas anomalías a veces requiere de mucha experiencia y tiempo de observación.

-Un comentario final. Ocurre a veces que un nuevo laminador es comisionado por la casa fabricante en un lapso corto y, una vez cumplidas las producciones de prueba, garantías de calidad y curva de aprendizaje que fija el contrato entre partes; el tren es entregado al comprador sin que medie un trabajo de sintonía fina en lo que hace a la eficiencia del calibrado. De tal modo, por desconocimiento y ausencia de una persona idónea, a veces pasan años en los que mal funcionamientos como los recién descritos tienen lugar, y son aceptados como rutina productiva, con la consiguiente pérdida de eficiencia y dinero.

III.- Canales y vigas. Ingresamos ahora plenamente en el campo de las denominadas "secciones estructurales mayores", los canales -U- y las vigas -I-. Este grupo, junto con los rieles ferroviarios, abarca las secciones más clásicas dentro del campo de acción del calibrista. Todo profesional que tenga ocasión de progresar en su carrera y llegar a los peldaños superiores del metier, pronto sabrá que las satisfacciones y la sensación de plenitud que brindan el diseñar y laminar estas formas *"es algo especial"*.

Hay muchas secciones más intrincadas ¡grandes y pequeñas!, y ciertamente otras más difíciles de calibrar, p.e. las tablestacas (en inglés "sheet pilings" o "piling bars"); pero, de una manera general, los canales, vigas y rieles tienen "ése no sé qué". Además, otro aspecto del tema es la posibilidad cierta de que un calibrista llegue a tener la ocasión de poder aprender a diseñar estas 3 secciones. En el presente, en virtud de la situación actual de oferta y demanda, no son muchas las laminaciones en América Latina que producen canales y vigas -en Argentina sólo 2. Respecto a los rieles ferroviarios, al filo del siglo XXI *ninguna* empresa produce rieles "al sur del río Grande".

-Un poco de historia reciente. Antes de involucrarnos en los detalles asociados al laminado de canales y vigas; deseamos ocuparnos brevemente de las 2 estructuras metálicas desnudas, puramente construidas con perfiles estructurales laminados, más portentosas en existencia: la Torre Eiffel y el Puente de Sydney.

Ambas manifestaciones de la ingeniería estructural están muy bien detalladas en las obras (23) y (32) la primera, y (34) la segunda.

La Torre Eiffel. Inaugurada en 1889, tenía un peso original de 9548 t, compuesto por 18000 piezas laminadas separadas -6891 t- y 2.500.000 remaches -2657 t- es decir prácticamente 1 kg c/u. Casi 100 años después, en 1983, modificaciones llevadas a cabo en su primer piso, a 58 m de altura, la "aligeraron" en 980 t. La altura original era de 300,7 m (987 pies), la actual, con antena, 319 m (1047 pies). Su pintado protector, cada 7 años, requiere 44 t de pintura. Al inaugurarse esta obra cumbre de Gustave Eiffel, las 5 construcciones humanas más altas del orbe eran:

- Obelisco G. Washington, en ciudad homónima, EUA: 165 m (piedra y hierro);
- Torres gemelas de catedral de Colonia, Alemania: 158 m (piedra);
- Aguja torre catedral de Rouen, Francia: 156 m (¿sólo piedra?)
- Pirámide de Keops, Egipto: 146 m (piedra)
- Coronamiento de cúpula Basílica de San Pedro, Vaticano, Italia: 132 m (piedra).

Durante 42 años fue la Torre Eiffel la construcción más elevada, hasta que la superó, en 1930 el edificio Chrysler y, poco después, en 1931, el Empire State Building con sus 381 m; ambos en Manhattan, Nueva York, EUA.

Hasta la fecha, la construcción humana autoportante más alta del mundo es la torre de radio y televisión "CN", Toronto, Canadá, que data de 1977 y se eleva a 553 m.

Si bien de las construcciones nombradas la más venerable es la pirámide de Keops, la catedral de Colonia es la que más tardó en construirse, pues se inició en 1248 y se completó -las 2 torres- el 15 de octubre de 1880, es decir ¡632 años después!

Volvamos a la Torre Eiffel. Toda su estructura fue laminada en el Establecimiento M. M. Dupont, Lorraine, y su material no es acero sino hierro pudelado ("wrought and tempered iron") con una tensión admisible de cálculo de 10 kg/mm². Ese material y el establecimiento

laminador eran muy familiares al Ing. Eiffel, que hasta esa época no había empleado al acero en sus ingenios civiles. Solía referirse al "nuevo" material como "ese invento inglés de (Sir Henry) Bessemer". En 1989 recorrimos lentamente el trayecto de ida y vuelta hasta el primer piso de la Torre y no vimos ningún perfil U ó I, sólo ángulos, planchuelas y cartelas remachadas en las cuatro patas sostén, ¡toda una apoteosis de material laminado!

El Puente de Sydney. Proyectado, construido y erigido por la firma inglesa Dorman Long and Co. Ltd., de Middlesbrough. Inaugurado en marzo 1932. La orden total de material laminado fue de 40.000 t; el peso final del puente es de unas 39.000 t. Su longitud libre es de 503 m y su altura máxima 134 m; la luz para buques es de 49 m. Los 4 pilares de sostén y anclaje de granito se elevan a 89 m. Cada 7/8 años su pintado requiere unas 270 t de pintura.

Respecto a la luz record en un puente de arco simple como el de Sydney, el puente Bayonne (Kill van Kull) de la ciudad de Nueva York es 900 mm más largo que el que nos ocupa, pero sólo pesa la mitad, y por él no pasan ni trenes ni personas. El de Sydney tiene 4 vías férreas, 6 carriles para automotores y 2 caminos para peatones.

-Calibración de canales y vigas. En las siguientes páginas cubriremos los 3 aspectos básicos del metier, que son la deformación inicial, la obtención de las pestañas y el control de las anchuras. Por razones de espacio y claridad conceptual, nos limitaremos al laminado vertical (no diagonal), con entrada de material inicial rectangular (no preformado). Los 8 calibrados adjuntos responden a esas características. La bibliografía técnica recomendada en esta Tesis abunda en otras modalidades de diseño menos frecuentes que el sistema vertical.

-La deformación inicial. Comenzaremos ahora la descripción detallada de las diversas características técnicas asociadas a la calibración de canales y vigas. Recomendamos a los lectores una continuada visión de los calibrados pertinentes, eventualmente recurriendo a la superposición.

El concepto asociado a esta primera etapa es que el acero para estructurales, a la máxima temperatura admisible de trabajado -1200/1220 °C- es sumamente plástico, deformable, de modo que con él podremos llevar a cabo reducciones y cambios de forma totalmente Impracticables cuando el material "baje" a 1000/1050 °C. Incluso en los primeros 3 ó 4 pasos tendrá lugar una especie de transferencia de material entre las pestañas y el alma, todas ellas *en formación*. Este "pasaje" de material entre partes ha recibido mucha atención de los investigadores; en la Bibliografía hay algunas referencias a estas llamadas "3 áreas elementales".

Las 2 primeras pasadas deben llevar a cabo una gran tarea de deformación, mediante la entrada en acción de las denominadas "lenguas" o "cuchillas", tal el nombre que reciben las zonas de los cilindros, arriba y abajo, diseñadas de tal manera que calen bien hondo, produciendo reducciones en la zona del alma cercanas al 50% en altura en una sola pasada, e incluso más en secciones pequeñas, p. ej. de hasta 3"/4" (75/100) de ancho. Esto sólo será posible con un correcto diseño de indentaciones -"ragging"- de acuerdo a lo ya visto algo más atrás. Tales indentaciones irán en las primeras zonas del paso que tocarán al tocho/palanquilla de entrada arriba y abajo, es decir las puntas de ambas lenguas. El calibrista trabaja con el concepto clave de reducir al espesor del alma en formación *todo lo posible* en los primeros 3, 4, 5 pasos como máximo, a la vez que las pestañas vayan tomando su forma y altura.

Compréndase bien, esta acción de cuña, de penetración ("wedge action" en inglés) de las lenguas, particularmente en el primer paso, produce una especie de amasado, laminación oblicua en realidad, al presionar contra las paredes del paso. A la vez, la tremenda reducción en altura a la que es sometida la parte central la obliga a elongar. Muy pronto volveremos sobre estos temas, sin temor de ser reiterativos, pues aún faltan hilar 2 conceptos de gran importancia. Por ahora "los dejamos picando".

Acotamos que los primeros pasos de desbaste son prácticamente iguales para canales y vigas. Algo más adelante el proyectista comienza a "abatir", es decir a reducir en altura, a 2

de las pestañas en formación, cuando lo que busque es producir un canal. Sugerimos una vez más analizar los ejemplos de canales dados. Lo descrito es una prueba más de que en los primeros 4 ó 5 pasos el acero "aguanta" deformaciones muy fuertes y que hay una intensa transferencia de volumen, conforme a diseño, entre pestañas y alma en formación. Bien, vayamos a las pestañas en sí.

-La obtención de las pestañas. El lograr pestañas -2 ó 4 según sean canales o vigas- de adecuada altura y forma, y ello en no más de 7/9 pasos, excepcionalmente 11, es uno de los más notables logros a cargo de los pioneros allá a mediados del siglo XIX. Como todo era tan secreto en el *metier*, ni siquiera se sabe a ciencia cierta quién, quienes, lo descubrieron. Francia, Alemania, Inglaterra, el Benelux, se atribuyen el mérito. Probablemente se haya avanzado en más de un país a la vez, y ello "ayudado" por algún tipo de espionaje industrial. Lo cierto es que el concepto, que casi inmediatamente explicaremos, ha permanecido incólume hasta hoy; es, por decirlo así, una invención que nació perfecta. Pedimos perdón por ser algo reiterativos en lo que sigue, pero es uno de los puntos "super-claves" en el reservado arte del *metier*. Todos los libros citados lo explican, pero ¡ay! no siempre con la claridad necesaria.

Dado que los cilindros son cuerpos en revolución, sus puntos, de la periferia al centro, tendrán una velocidad tangencial, lineal, proporcional al radio (diámetro) que corresponda. Mientras mayor sea su radio, mayor tal velocidad.

Analicemos lo que va pasando en la zona de pestañas, p. ej. en Pasada N° 4 del perfil I de 6" que ya las muestra sensiblemente formadas. Todos los puntos de las 2 pestañas superiores corresponden al mismo cilindro, por lo tanto puntos a ambos lados de ambas pestañas, determinadas por una misma horizontal (una misma paralela a los ejes de cilindros), tendrán *la misma* velocidad tangencial.

Pasemos a las 2 restantes pestañas. Ellas están conformadas por cilindros diferentes; las partes exteriores por el cilindro superior y las interiores por el cilindro inferior. Las partes exteriores, todas, tienen diámetros mayores que el pitch; las partes interiores, todas, tienen diámetros menores que el pitch. Como resultado, al rotar a las mismas r.p.m., estas 2 pestañas, que se forman *sólo* en el paso, tienen todo el tiempo velocidades tangenciales diferentes, especialmente al acercarnos a sus "puntas" (cota 8,8) indicada con rayas de dibujo que sólo son una ayuda para el plantillero y no indican material alguno de cilindro. Insistimos en lo referente a los límites o perímetros de las pestañas, p. ej. en el citado paso 4. Las superiores están *mecanizadas* - torneadas- en el cilindro; las inferiores sólo toman identidad en el paso, pues al rotar su parte exterior "se va" para arriba y su parte interior "se va" para abajo. Las pestañas inferiores no tienen límite inferior, son abiertas hasta algo más allá del dibujo. En el lenguaje de la artesanía, a las pestañas superiores se las denomina "muertas" ("dead flanges" o "dead holes"), y a las inferiores "vivas" ("live flanges" o "live holes"); la razón de estas denominaciones es obvia.

Bien. Los lectores se estarán preguntando: ¿Y cuándo viene el descubrimiento?. Pues ahora. Los pioneros se dieron cuenta de que mecanizando los cilindros del modo descrito, uno macho y el otro hembra, se podían ir formando las pestañas mediante la reducción alternativa del material una vez en altura y una vez en ancho. En altura, entrando a la pestaña "muerta" con material de ancho igual o ligeramente menor a la cavidad, pero de mayor altura; es decir ni más ni menos que practicando un canteo. En ancho, entrando a la pestaña "viva" con material de mayor ancho proporcional, pero de altura controlada por la pestaña anterior. Al estar formada por los 2 cilindros, y con sus paredes moviéndose todo el tiempo a diferentes velocidades, se podrá laminar *de costado*, es decir en forma oblicua, casi vertical.

Esta genialidad para su época, y aún hoy harto poco conocida, permitió al ingeniero civil francés Zorés cumplir con su sueño de disponer de las primeras vigas doble T, hasta ese entonces existentes sólo en el papel. Acotamos que aunque parezca más difícil laminar una

viga doble T que una viga U, las doble T fueron laminadas primero. Los canales llegaron pocos años después, abatiendo 2 de las pestañas en formación, tal como lo hemos explicado más atrás.

Recomendamos a los lectores practicar el método de superposición contra el vidrio de una ventana, comenzando de atrás hacia delante, con pasada líder, N° 8, entrando en pasada N° 9, acabadora. Para visualizar lo que se busca, tanto arriba como abajo, primero hacer coincidir ambos laterales extremos, el izquierdo para la pestaña izquierda, el derecho para la pestaña derecha; una vez hecho esto, hacer coincidir ambas almas; al tener ambas coincidencias, ¡bingo! se "vé" el material que esa pasada reduce (8 entrando en 9)

En la entrada del líder en la acabadora, las reducciones son bastante pequeñas. A medida que se vaya hacia atrás, cada vez serán más notables, y la visualización más inmediata.

-El control de las anchuras. Primeramente digamos que la sección terminadora, una vez fría, deberá cumplir con las normas de aplicación que correspondan, p. ej. IRAM-IAS, AISI, DIN etc. Especialmente en lo referente a la anchura de canales y vigas, existen 2 aspectos principales: la tolerancia en más y en menos sobre el valor nominal y la verticalidad de las pestañas frente al alma.

La tolerancia en ancho se fija con el objeto de tener en cuenta los naturales desgastes de las canales con el uso y con los sucesivos torneados de repaso. La tolerancia en verticalidad a su vez por una razón de repetitividad y armonía en los montajes y ensamblados por soldadura o roblonado, etc.

El calibrista procura satisfacer lo precedente diseñando la canal terminadora de modo que luego de tener en cuenta las naturales contracciones de enfriamiento (0,1% por $^{\circ}\text{C}/100$ de disminución de temperatura), la sección sea laminada satisfaciendo las dimensiones mínimas normalizadas, especialmente en anchura. Ya con los sucesivos torneados, repetimos, tales anchuras irán "creciendo" gradualmente hasta el fin de la vida de los cilindros. En cierta manera la tolerancia en más, fijada por las normas, para el peso lineal (kg/m) también es una manera de controlar que las anchuras no sean excesivas.

-La verticalidad de pestañas (y del pequeño sector de alma que vaya asociado). Los lectores ya habrán notado que los todos los pasos, tienen una cierta inclinación en sus costados. P. ej. en la canal terminadora es de $\frac{1}{2}^{\circ}$ ($30'$ angulares). Esto es el mínimo necesario para dar salida al material, y también para "ganar" algo de anchura al retornear -repasar- para eliminar al material "quemado" y fisurado por el agrietamiento térmico; manteniendo siempre la anchura dentro de tolerancias. Este tema, bastante complejo, está vinculado con el torneado -repaso- de mantenimiento, e íntimamente relacionado con la refrigeración de los cilindros; escapa por tanto al tema de esta Tesis.

A medida que nos acerquemos a las pasadas de desbaste, estas inclinaciones irán aumentando, por las razones citadas y podrán llegar a valer hasta $1-1/2^{\circ}$ en las pasadas desbastadoras 1 y 2. Más de 2° no es aconsejable emplear, pues el tocho de entrada podrá "bailar" en el paso y dar diferentes alturas de pestañas en formación.

-Algunos comentarios adicionales y "tips". Comenzamos ocupándonos nuevamente de las pestañas o patines. Uno de los problemas asociados con ellas es que lleguen con poca altura a las pasadas finales, o directamente que queden cortas, "rabonas", en la sección acabada. Este defecto es grave y en general se debe a un deficiente diseño de los 2 primeros pasos y sus "raggings", o a material de entrada de poca altura.

Ya hemos señalado que las lenguas a ambos lados de pasos 1 y 2, pero sobre todo del lado de las pestañas vivas, deben calar hondo, dar verdaderos "hachazos" y reducir hasta 40/45% en la zona del alma en una pasada, sin miedo. La punta de la lengua debe tener un radio relativamente pequeño, con el mínimo contorno plano o ninguno (ver ejemplos). Una zona horizontal como remate de lengua impide que penetre en el material, y a la vez eleva la presión de laminado y la fuerza separatriz.

De una manera general se puede afirmar que a partir de los pasos 3 ó 4 las pestañas muertas deberán cantear al menos una altura de material igual al ancho en su punta, o sea que al superponer, el área a "desaparecer" deberá ser al menos un cuadrado; si es un rectángulo, mejor.

Al reducir las pestañas en formación en las zonas vivas, p. ej. pasos 3 a 5, es dable esperar algo de crecimiento, es decir ensanchamiento en laminación oblicua, y ello ayudará a reducir algo más en la siguiente pestaña muerta, pero no conviene especular con ello; lo mejor es tener material suficiente como para darle un buen canteo en cada pasada muerta, y así hasta el final.

Una sección con pestañas "sucias" en las puntas, con bordes quebrados, abiertos, mal terminados, es inaceptable, y está evidenciando 2 cosas: o el calibrado está pobremente diseñado, o la sección de entrada es pequeña y en las primeras pasadas el material "se va" en elongación sin que las lenguas hayan actuado como deben.

Otro tema muy interesante es el asociado a defectos generales de curvado del alma y ondeado de pestañas, que se suele presentar a partir de pasos 4 ó 5. Una primera visión de las reducciones de área de pestañas y alma permitiría afirmar que para que la sección saliera bien formada, sin ondulosos en el sentido longitudinal de la barra, tales reducciones deberían ser iguales. Esta apreciación es errónea, y si se diseñara de tal manera, una mínima disminución de la luz entre cilindros produciría un alma curvada ("buckled web"). Este curvado proviene de material elongado en exceso que no tiene a donde ir, ya que el alma, por su poco volumen, *nunca* tendrá capacidad de estirar a las pestañas.

Para evitar estas ocurrencias, que pueden "volver loco" al maestro laminador, es que hay que llegar *lo más rápido posible* a espesores relativamente pequeños de alma, pasos 4 ó 5, y de allí hasta la pasada final, tener siempre al alma en tracción. Esto se logra reduciendo en área las pestañas, en promedio un 5/7% más que el alma, con lo cual se mantendrá al alma bien tirante. Piénsese qué "rompecabezas" significará analizar el estado triaxial de tensiones instantáneo del alma en cada pasada descrita, ya que ella estará comprimida verticalmente por los cilindros, traccionada en la dirección de laminación por la mayor elongación de pestañas, y ... traccionada por la mayor anchura de cada paso en el sentido perpendicular a la laminación.

Este sistema tensional se libera bruscamente al final de la barra, con lo que el alma se proyecta hacia delante y va formando una punta, que también recibe el nombre de lengua. Esta punta puede ser peligrosa, pues al ser de reducido espesor y no tener el calor de las pestañas, se enfría rápidamente -más aún con el agua que baña los cilindros, en el momento de la entrada y salida- y puede dañar las guías, clavarse en alguno de los rodillos de las mesas transportadoras, etc.

El ondeado de pestañas ("wavy flanges") es mucho menos frecuente que el curvado de alma. Se manifiesta con alturas de pestañas fluctuantes, en general bajo la forma de un ondeado. Obviamente se produce debido a una reducción en área de pestaña, sobre todo de muerta en viva, exagerada. La elongación "sobrante" no podrá arrastrar a la otra pestaña y se traducirá en alturas fluctuantes. Aquí poco o nada podrá hacer el maestro laminador; este es un problema puramente de diseño.

Otros problemas misceláneos pueden ocurrir en la cama -lecho- de enfriamiento. P. ej. en canales y vigas de 250/300 mm de ancho en adelante, a veces se produce lo que se llama curvado térmico ("thermal buckling"). Este curvado se genera cuando hay mucha diferencia de temperatura en la barra que llega a la cama. Si las pestañas están p. ej. 40/50 °C o más por encima de la temperatura de alma, al contraerse mas tardíamente curvan al alma y producen el defecto. Aquí la solución pasará por enfriar a las pestañas luego de la pasada terminadora y antes de llegar a la cama; una alternativa es disponer a las barras en forma "parada", es decir empujarlas a lo largo del lecho unas contra otras, de modo que las almas

no pierdan calor tan rápidamente. Este defecto, como vemos, no es fácil de solucionar, y suele dar "dolores de cabeza" en la sección de máquinas enderezadoras de los perfiles. Llegando al fin de esta miscelánea relacionada con el calibrado de canales y vigas, 4 últimos "chimentos".

Una ventaja que tiene el método vertical -único al que nos referimos en la Tesis- frente al método diagonal, es que no genera empujes axiales, que son muy nocivos para la vida de los cojinetes de cuellos de cilindros. Otra ventaja es que los pasos verticales ocupan menos espacio de tabla en los cilindros, con lo que se pueden repetir pasos o laminar secciones ligeramente mayores. El método diagonal, sin embargo, tiene el atractivo innegable de disminuir el consumo de cilindros, pues al estar los pasos inclinados es mucho más fácil "ganar" material al retomear, con lo que se ahorran mm de disminución de diámetro por repaso.

Es por lo comentado que en el laminado vertical no hay necesidad de diseñar y disponer de collares de empuje ("thrust/bearing collars") que absorban en las tablas de los cilindros, en un circuito cerrado de transmisión de fuerzas, eventuales empujes axiales.

Los últimos 2 "tips" están relacionados puramente con los canales, a los cuales no hemos olvidado. Si los hemos mencionado poco, es debido a que prácticamente todo lo dicho para las vigas se aplica a ellos. El primer comentario se refiere a la línea pitch.

Su posicionado siempre deberá favorecer la salida del material y el trabajo de las guías correspondientes. Si se prefiere el laminado con las pestañas para arriba, modalidad favorecida en los calibrados presentados, serán las guías colgantes las que deberán ser liberadas de un trabajo exagerado; especialmente en las pestañas muertas, que por su naturaleza podrán mostrar alguna tendencia a aprisionar al material. Una pestaña viva jamás aprisionará al material por la sencilla razón que sólo existe en el arco de contacto del laminado. También se deberán tomar recaudos de que no se presente el temido "backlash", como ya vimos páginas atrás; el que, sobre todo en trenes chicos, es muy dañino; por ser mayor la incidencia de una línea pitch mal colocada respecto de un diámetro pequeño que de uno grande.

Por último, dado que el canal tiene 2 pestañas y no cuatro, éstas al enfriarse en el lecho tienden a acercarse. Este hecho permite diseñar los pasos acabadores con $\frac{3}{4}^{\circ}$ o 1° de inclinación y no $\frac{1}{2}^{\circ}$ que es lo normal. Estos aparentemente insignificantes 15 ó 30' de cada lado pueden, con el correr de los años, ahorrar a un laminador un muy buen dinero por mayor número de repasos de tomeado y campañas en la vida útil de los juegos de cilindros. Bien, llegamos así al último punto del texto explicativo de esta Tesis: ¡los rieles de ferrocarril!

3.4.3- Rieles ferroviarios.

- A continuación comentaremos una serie de detalles vinculados con el calibrado de rieles -carriles- ferroviarios. Nos concentraremos en los 5 calibrados de la autoría de J. S. Singer brindados en la Tesis con desempeño probado en Canadá, 1; Brasil, 3; y Argentina (SOMISA) 1. Estos 5 calibrados están confeccionados con la misma filosofía de diseño, 3 de ellos empleando 9 pasos y 2 empleando 11 pasos.

-Recordamos que Mr. Singer comentaba que hasta 75 lb/yd no había inconvenientes en diseñar en 9 pasos; los más grandes era mejor hacerlos en 11 pasos, ya que la temperatura "daba" y el tren no se forzaba tanto. El calibrado de 60 lb/yd en 11 pasos es una excepción, y lo hizo así por razones de potencia.

Las explicaciones detalladas las referiremos al calibrado SOMISA, por razones obvias, acaso incluso sentimentales. Este riel fue laminado por primera vez en la planta de San Nicolás el 26 de junio de 1964.

Calibrado del riel BS-100R. Tocho de entrada: 8" x 9-1/2" (dibujado); eventualmente hasta 10" de altura. En el laminado de rieles está absolutamente prohibido usar cualquier tipo de rugosidad artificial -"ragging"- es por ello que las reducciones de área en los primeros 2/3 pasos son relativamente suaves. El acero para rieles, a menudo con %C de 0,70 a 0,80, no permite un calentamiento mucho más allá de 1100 °C, lo cual deberá ser tenido en cuenta.

Las 2 primeras pasadas están diseñadas para trabajar la 2 encima de la 1. Esto en el calibrado, paso 1, está indicado M # 1 y 2; y en el paso 2, M # 2 y 1. De tal modo se ahorra tabla de cilindros para los siguientes pasos, que sólo en el desbaste deberán ser 4 más.

Señalamos que las iniciales de posicionado (en inglés) usadas por Mr. Singer para juegos tríos son: T: *top*, cilindro superior; M: *middle*, cilindro medio; B, *bottom*, cilindro inferior. Si el juego es dúo, como será aquí en el caso de la última pasada, N° 11; sólo habrá 1 cilindro T, top y 1 cilindro B, bottom. Bien, sigamos.

Nótese, al superponer, cómo la geometría de pasos 1 y 2, 9° y 18° en los costados de paso 1, y 18° y 20° en paso 2, "aprisiona" al material de entrada y ayuda a su ingreso y laminación, sin "ragging" alguno. Las reducciones, de todos modos, son suaves, y el tocho, con 8" de ancho ensanchará muy poco al salir del paso 1, quizás no más de 3 ó 4 mm por lado.

La reducción de paso 2 a 3 es más fuerte y da una cabal idea del procedimiento de formación de los futuros patines o pestañas del riel (es decir de su base). El acero, en virtud de la geometría adoptada, es inducido a ensanchar e ir ubicándose "más" en anchura y "menos" en elongación.

Es de imaginar cuánto ingenio y trabajo, cuánto "trial and error" a través de décadas habrá detrás de estos manejos del material, todo hecho de manera artesanal, sin ninguna ayuda de los "expertos en plasticidad", que antes de Nadai y su libro "Theory of Flow and Fracture of Solids" de 1931 prácticamente no existían como tales.

El calibrado que estamos analizando es de alto vuelo, y en estos 11 pasos hay muchísimo más arte que ciencia. Y agregarla que prácticamente la totalidad de los rieles que hoy se laminan en el mundo están basados en el trabajo artesanal de los calibristas del siglo XX y no en la teoría de la plasticidad. ¿Por cuánto tiempo en el siglo XXI continuará siendo así?

El paso 4 es uno de los 3 más importantes del calibrado; los otros 2 son el paso 10-lider y el paso 11-acabador. Este paso 4, llamado sombrero ("hat") por su forma, es de enorme importancia, pues, como pronto veremos "gobierna" el calibrado de paso 5 en adelante.

La principal función del paso sombrero es crear, mediante ensanchamiento forzado, el comienzo de los 2 patines, que los pasos 5 y 6 definirán en plenitud. Esto se logra reduciendo relativamente poco la masa de material central y superior de paso 3, y obligando por tanto a la masa inferior izquierda y derecha a ensanchar obligadamente, deformando cada una hacia su lado. (¡Por favor, lectores, superponer y evaluar!)

El dibujo brindado, al igual que los 10 restantes, es el original usado por el tesista durante las pruebas de calibrado y las posteriores correcciones de 1964. A izquierda y derecha, en los extremos de los futuros patines, está indicado con líneas punteadas hasta dónde fue realmente el material. Singer, como vemos, lo evaluó con justeza, ya que prácticamente los límites coinciden con las 2 rayas verticales que son tanto de ayuda para el plantillero como de indicación de hasta dónde espera el calibrista que llegue el material.

Aquí deseamos hacer una digresión, referida al laminado de las té. Volviendo a los calibrados analizados páginas atrás de las secciones de 7/8" x 7/8 x 1/8" y 1" x 1" x 1/8", podemos comprobar que la idea subyacente en la deformación del paso 1 en 2 es muy parecida a la que estamos analizando para el riel. En la té, la que se deforma muy poco es la parte inferior de la figura del paso 1. La disminución de altura en el caso de la té de 7/8", que va de 27,8 a 17,1 en las muestras, es absorbida por la masa superior, que al no poder elongar por impedírselo la masa inferior, "se va" directamente en ensanchamiento. Al girar

90° de paso 2 a 3, las 2 zonas ensanchadas forman la futura mesa o tabla de la té. La similitud con el riel es evidente.

Volvamos al riel. Ahora vienen las 2 fuertes pasadas canteadoras 5 y 6, que a la vez que definen los futuros patines del riel, comenzarán asimismo a delimitar las 2 restantes partes, el alma y la cabeza u hongo. La pasada 4, antes de entrar en 5 debe ser virada 90° para el lado que corresponda.

A fin de ahorrar tabla de cilindro y poder colocar estos 2 pasos en el puente N° 1 del tren, 5 y 6 van superpuestos. Nótese las indicaciones que usa Singer: el paso 5 es el de abajo, pues en su parte inferior dice B y en la superior M # 5 y 6; el paso 6 a su vez dice en su parte inferior M # 6 y 5 (o sea es el mismo M # 5 y 6) y en su parte superior T. Si los lectores superponen M # 5 y 6 y M # 6 y 5, comprobarán que son la misma ranura, es decir el mismo paso de cilindro torneado. Con estos pasos 5 y 6 el trío desbastador está completo en su tabla; los pasos 7 a 10 ocuparán la totalidad de la tabla del trío intermediario.

Analícemos estos pasos 5 y 6. Primeramente observamos que el simétrico, igual arriba que debajo de la línea pitch de 32" es el 6. Obviamente así debe ser, pues de aquí en adelante comienza el trabajo de obtención de pestañas y hongo, rumbo a la terminación.

El paso 5, por estar ubicado debajo de 6, tiene su mitad superior igual a las mitades del paso 6; la parte de 5 por debajo de la línea pitch es bastante mayor, a fin de asegurar una buena formación del alma. Todo lo dicho respecto a rápido desarrollo del alma en el caso de canales y vigas se aplica aquí.

Ambos pasos llevan indicado en líneas punteadas hasta donde llegó el material en las laminaciones de prueba. Podemos apreciar que el material no alcanzó a llenar bien (plenamente) ambas pestañas en formación, faltando un poquito de material en M # 5 y 6, M # 6 y 5 y en T. También faltó una pequeña cantidad de material en los vértices de la cabeza en formación, en ambos pasos. Bueno,... Singer era un eximio calibrista pero no era un mago. El tesista, en base a todas las instrucciones y enseñanzas de él recibidas, fácilmente corrigió estas áreas "vacías" en posteriores laminaciones.

Elaboremos un poco más respecto a estos faltantes de material, pues el tema es muy didáctico para comprender por qué se gobierna así el llenado de las canales. Lo que vamos a explicar a continuación es puro arte de calibrado, pura artesanía de identificarse con el material y su comportamiento. Para ello, volvamos al importante sombrero, paso 4.

Si observamos la figura -y medimos- comprobaremos que no es simétrica respecto a la vertical, sino que la masa de material a su izquierda es menor que a su derecha; asimismo el "ala" del sombrero a la izquierda también es menor que a la derecha. Esto es así a fin de llenar bien el paso 5, que también es asimétrico, como acabamos algo más arriba de explicar. El paso 4 es virado 90° en el sentido de las agujas del reloj (¡superponer!) y el llenado se produce. Las curvaturas arriba y abajo en paso 4 se diseñan para que el material, al ser reducido en altura para comenzar a formar el alma, no sobrellene. Comprobamos que en paso 5 no sobrellena (ver punteados a ambos lados).

Nos preguntamos: ¿por qué los patines en formación en 5 no llenan bien? Comprobamos que B "apenas llena", y M # 5 y 6 no llena. Lo mismo pasa con los vértices del hongo en formación. Sin embargo al superponer, vemos que hay material de sobra para ser reducido en altura y llenar bien. La explicación es la misma que ya dimos al estudiar las primeras pasadas desbastadoras para canales y vigas. Al reducir la masa central para comenzar a formar el alma, la gran presión vertical de paso 4 a 5 "arrastra" ("drags"), "tira" ("pulls") al material hacia abajo y la combinación de elongación por un lado y ensanchamiento por otro, deja con escaso material de relleno a los patines y hongo en formación. El efecto se magnifica en la siguiente pasada, paso 5 en 6, como se puede apreciar en las líneas punteadas. Incluso el ensanchamiento se manifiesta más hacia la derecha que hacia la izquierda, por influencia de la masa de material que formará el hongo.

Todos estos desajustes, si bien ligeros, debieron ser corregidos en las siguientes pruebas, pues los posibles defectos a producirse y su repercusión en la sección acabadora serían los siguientes:

a.- Los patines mal llenados acumulan cascarilla y además el material, que ya viene fuertemente ensanchado desde 4, podrá abrirse, cuartearse, al no ser trabajado en canteo en pasos 5 y 6; y ello con el agravante de que en paso 7 nuevamente habrá un ensanchamiento de patines en formación. Todo esto dará una mala terminación e incluso fisurado en las puntas de los patines de la sección terminada, paso 11, lo cual será motivo de rechazo.

b.- El "grano" de sobrellenado a la derecha -entrehierro- paso 6, al ser reducido en altura en paso 7, podrá dar marcas, sombreado, cascarilla incrustada, etc. que quizás aparezcan en el hongo terminado, paso 11. Acá habrá que ser cuidadoso, pues la última chance que tiene la barra de recibir una buena "planchada" en cabeza y base (y a la vez compresión del alma) es la que dará el paso 7; de ahí en adelante, al alma se la irá ensanchando de manera forzada, como ya vimos se hace al laminar canales y vigas; la compresión de cabeza y base, por lo tanto, será discontinua y poco significativa.

Pasemos al paso 7. Este paso es una especie de preparador de la "materia prima" que ingresará al paso 8, rumbo a la terminación del riel. La reducción de área que en él se efectúa normalmente no supera el 10/12 %, razón por la cual alguna literatura inglesa lo llama "dummy". En realidad esta denominación no es correcta, pues tal palabra inglesa debe reservarse para aquellas pasadas que no reducen nada, o que, si reducen, será apenas un 1 ó 2 %; suficiente para que la barra sea "mordida" e impulsada a través del paso.

Aquí ciertamente hay reducciones, de 2 naturalezas, como fácilmente lo comprobamos superponiendo el paso 6 sobre el 7. Es por ello que preferimos usar en inglés otra palabra surgida del personal de operación de los laminadores: "swabbing", que significa algo así como desplazado, corrido o fregado.

Las reducciones que el paso 7 lleva a cabo son entonces, de 2 modalidades. La primera es en altura, preparando a la barra para que entre a la medida justa que el paso 8 debe aceptar. Además el paso plancha, por así decir, a la sección que sale del paso 6, eliminando el eventual "grano" de sobrellenado, o las irregularidades en la futura base del riel. La superposición de 6 sobre 7 muestra esto con toda claridad.

La segunda modalidad es conformar los 2 extremos de los patines en formación para que penetren correctamente en los correspondientes alojamientos del paso 8 que el calibrista diseña: el "vivo" (el inferior) y el "muerto", el superior, como veremos algo más adelante.

La pequeña reducción de área total no alcanza a elongar en magnitud a la sección en su totalidad, razón por la cual el alma a la salida de este paso 7 se presenta igual o algo más gruesa que a la entrada. El punteado indica la sección real obtenida en las laminaciones de prueba. Nótese que la pestaña superior de paso 6 sigue estando algo más corta en paso 7, frente a la estimación de Singer; la inferior, que en paso 6 estaba asimismo corta, en 7 está justa, o como diría Singer: "right on the nose". En resumen, el paso 7 de "dummy" no tiene nada.

El paso N° 8. Ahora sí, ya comenzamos a visualizar al riel que muy pronto estará acabado; sólo faltan 4 pasos. Mucho de lo que ocurre en estos últimos 4 pasos de una manera general ya lo hemos cubierto páginas atrás al tratar en especial el calibrado de las vigas que, al igual que en los pasos que aquí faltan, alternan en cada uno las pestañas vivas y muertas arriba y abajo. Viremos al paso 7 los 90° que corresponden y procedamos a analizar las reducciones. Comencemos con la anchura. Dada la gran cantidad de material que hay que reducir en la zona del alma, el calibrista "se cura en salud" y evita que el ensanchamiento que seguramente tendrá lugar, desgaste a la canal hembra, la superior, en anchura. Para ello diseña un crecido ensanchamiento forzado por la propia geometría del paso 8. Si

superponemos y medimos, veremos que la anchura en mm del paso 8 es alrededor de 13 mm mayor que la altura del paso 7.

La formación de los patines, como dijimos, es igual que en las vigas. Apreciamos que en el patín vivo el material llega justo donde Singer estimó; el muerto, no obstante, aún sigue escaso. La futura cabeza u hongo del riel, pese a su forma cuasi poligonal, se comienza a deformar de la misma manera que los patines; aquí en 8 aún no se aprecia, pero de 9 en adelante sí se hará visible.

Pasemos a la salida o inclinación del paso hembra. Como pronto veremos, aquí hay una novedad, que se repetirá hasta el paso acabador y que sobre todo en él es de capital importancia. De acuerdo a lo señalado al tratar este tema en relación con el laminado de canales y vigas, todas las pasadas hembras, que son las que tienen mecanizados los patines o pestañas muertos, deben contar con una salida, es decir se deben abrir del interior al exterior del canal a fin de facilitar la entrega del material. Esta salida o angularidad asimismo sirve para ganar algo de anchura al mecanizar en repaso a la canal a fin de eliminar las superficies agrietadas, erosionadas, quemadas en fin por la acción del calor de las barras y el shock térmico causado por el agua de refrigeración. En palabras más o menos parecidas, esto ya lo hemos señalado en más de una ocasión en el texto que llevamos escrito.

El riel ferroviario, en virtud del uso al que está destinado, tiene tolerancias muy estrictas en lo que hace a verticalidad; es decir a los 90° más o menos exactos que una vertical por el centro del alma y hongo forma con la línea basal. Y esto debe ser así. Piénsese el lector que en el terreno, cuando los rieles están prontos para ser instalados y dar origen a la vía del ferrocarril; ellos son unidos mediante eclisas o soldadura sin tener en cuenta cómo salieron del paso acabador. Esto equivale a decir que si el alma y hongo tienen, digamos ½° de inclinación frente a la base, al enfrentarse 2 rieles, cada uno con la inclinación para un lado distinto, las cabezas de ambos extremos estarán desplazadas, una respecto de la otra, 1°; y esto es absolutamente inadmisibles por estar fuera de norma.

¿Qué recaudo toma el calibrista para evitar esto? Pues el que está indicado en el paso 8 y también en los 3 restantes, acabador incluido, que es el siguiente. La línea central de alma y hongo en formación se tornea no en forma horizontal sino inclinada 1° respecto de la línea pitch, para el caso del paso 8, lo que garantiza que la sección, ya desde este paso, se va creando perfectamente vertical de acuerdo a lo explicado arriba.

En resumen, el paso 8 es el preparador de la etapa final de formación del riel. Entre paso 7 y 8 prácticamente no hay reducción de área sino fuertes desplazamientos de material a izquierda y derecha, por estiramiento forzado del alma. El sistema clásico de reducción vivo-muerto comienza a emplearse para ir acabando los patines, y el "amasado" del material consolida la estructura. Finalmente nótese que en las pruebas aún un patín, el superior, muerto, está "rabón".

Pasadas 9 y 10. Se repite punto por punto lo escrito para el paso 8. Finalmente aquí los patines están bien llenos, incluso el patín vivo de paso 10 un poquito en exceso. Si se superponen 8 sobre 9 y 9 sobre 10, se verá como se va trabajando al hongo, preferentemente de costado en el lado vivo y de canteo -de arriba o de abajo- en el lado muerto. Este trabajo de costado del hongo, más notable al ir del lado muerto al vivo que del vivo al muerto, es muy importante en estas últimas pasadas, pues el riel bajo ningún concepto deberá estar escaso de material en el acuerdo -arco- de unión hongo-alma, ya que ésta es la zona de transmisión del peso del tránsito ferroviario vía el alma a la base, durmientes, balasto y suelo. En inglés, a esa zona de unión se la denomina "fishing", en castellano cuello o garganta.

Y así llegamos al paso 11, donde se termina de laminar esta obra de arte que es un riel ferroviario laminado de manera correcta. La inclinación de salida aquí es sólo de ½ °, y la base se hace ligeramente cóncava -0,012" (0,3)- para prevenir un cierto levantamiento de

patines al enfriarse. Este paso terminador, con su compañero repetido, estaba torneado en el puente N° 3, dúo, del tren laminador Morgan Engineering Co. de SOMISA.

La última explicación que daremos está referida a la formación del hongo. Nótese que en la canal terminadora, en el lado izquierdo se cumple la alternancia de patines vivos y muertos; sin embargo en el lado derecho el hongo está abierto al medio, es decir el entrehierro se produce en coincidencia con la línea neutra, P.L.; que $\frac{1}{2}^\circ$ mediante prácticamente coincide con la línea central, C.L. del riel. La razón de este arreglo es la siguiente:

Este riel BS100R, y en realidad casi todos los rieles, tienen como tope del hongo una curvatura, aquí de 9" (228,6) de radio, y no una recta. Esto, desde luego, es para asegurar un correcto posicionado de la rueda del tren sobre el riel nuevo.

Esta curvatura se obtiene al reducir, de paso 10 a 11, mediante ensanchamiento libre, merced a la disminución de altura del material en forma vertical, desde arriba y abajo, (superponer, por favor).

El ensanchamiento que se logra, alrededor de $\frac{1}{32}$ " (0,8) en este caso, según lo dispuso Mr. Singer, es finalmente ajustado en el tren laminador por el maestro (en inglés el "roller") mediante un "toquecito" de apertura o cierre del paso 10.

Bien, la explicación de la artesanía de producción de un riel llega aquí a su fin. Sólo me resta testimoniar que aquellos meses de 1964 de plena puesta en marcha y obtención del primer riel argentino fueron maravillosos (*What a wonderful world* diría Louis Armstrong). El escribir esta última parte de la Tesis me los ha hecho revivir por primera vez, semana a semana ...

3.5. EPÍLOGO

-En las páginas anteriores hemos tratado de brindar una explicación detallada y clara del arte del calibrado. Los lectores son los destinatarios y a la vez jueces de la tarea acometida y del cumplimiento de su propósito.

-Por razones de espacio y a la vez de modalidad de laminado, no nos hemos ocupado de los denominados trenes universales de estructurales, de los cuales América Latina sólo cuenta con 2; uno con varias décadas de operación en Monclova, Coahuila, México; y otro ubicado en Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil, que se encuentra actualmente en su primer año de operación industrial.

-La artesanía del calibrado es hoy mayor de edad, y en lo que hace a sus resultados, posee un estado del arte que satisface plenamente los requerimientos de la industria siderúrgica y las necesidades de su mercado.

-Indudablemente que dentro del devenir natural propio de toda obra humana, el calibrado de cilindros continuará evolucionando y adquiriendo bases y fundamentos afines a las nuevas técnicas vinculadas con la deformación plástica.

-El camino futuro seguramente será una combinación fructífera de técnicas tales como la del método del elemento finito y los sistemas expertos. La siderurgia aguarda con interés y expectación la incorporación de estas nuevas modalidades a la realidad industrial de cada día, con sus exigencias y demandas. La práctica artesanal ya no estará sola y, en armoniosa combinación, dará todo de sí en aras del progreso futuro.

Suaviter in modo, fortiter in re

CAPÍTULO 4

RESUMEN ESTADÍSTICO

-A continuación brindamos 2 tablas referidas, respectivamente, a la producción y consumo de acero y a la producción y consumo de estructurales y rieles de acero en nuestro país. Ambas cubren el período 1985-2002

-Como veremos en un somero análisis, las series nos informan acerca de una situación lamentable de estancamiento; que desde luego viene de muy lejos en el tiempo, y que no permite abrigar mayores esperanzas de cambio en los próximos años.

PRODUCCIÓN Y CONSUMO DE ACERO EN LA ARGENTINA

Año	Producción total de acero crudo x 10 ³ , t	Consumo aparente de acero en términos de acero crudo x10 ³ , t	Población, millones de habitantes -----	Consumo aparente por habitante kg
1985	2.972	2.046	30,0	68
1986	3.272	2.821	30,5	92
1987	3.633	3.417	30,9	110
1988	3.652	3.131	31,3	100
1989	3.908	1.860	31,7	59
1990	3.657	1.461	32,2	45
1991	2.972	2.384	32,6	73
1992	2.680	3.368	32,9	102
1993	2.870	3.294	33,3	99
1994	3.275	4.153	33,7	123
1995	3.569	3.438	34,0	101
1996	4.065	4.234	34,4	123
1997	4.158	4.980	34,8	143
1998	4.210	5.151	35,1	147
1999	3.797	4.156	35,5	117
2000	4.479	3.910	35,8	109
2001	4.316	3.158	36,2	87
2002 (a)	4.280	1.908	36,6	52

Fuente: C.I.S. – Centro de Industriales Siderúrgicos

Nota: Consumo aparente: Producción + Importaciones – Exportaciones

(a): Cifras provisionales

PRODUCCIÓN DE ESTRUCTURALES Y RIELES DE ACERO EN LA ARGENTINA

Año	Producción x10 ³ , t	Población, millones de habitantes	Producción por habitante, kg
1985	56,9	30,0	1,9
1986	124,0	30,5	4,1
1987	135,9	30,9	4,4
1988	154,4	31,3	4,9
1989	141,0	31,7	4,5
1990	145,9	32,2	4,5
1991	82,8	32,6	2,5
1992	135,3	32,9	4,1
1993	82,4	33,3	2,5
1994	89,1	33,7	2,6
1995	96,1	34,0	2,8
1996	117,2	34,4	3,4
1997	119,6	34,8	3,4
1998	102,9	35,1	2,9
1999	76,1	35,5	2,1
2000	77,1	35,8	2,2
2001	70,9	36,2	2,0
2002	76,4	36,6	2,1

Fuente: C.L.I.M.A. – Centro de Laminadores Industriales Metalúrgicos Argentinos

- Notas:** 1.- SOMISA se transformó, a partir de su privatización, en Aceros Paraná S. A., luego denominada SIDERAR. La transferencia tuvo lugar el 27 de noviembre de 1992.
- 2.- La nueva empresa formada decidió cesar en forma inmediata y definitiva la producción de laminados no planos; comprendiendo los tochos, palanquillas, estructurales y rieles ferroviarios. SOMISA era el único fabricante de rieles ferroviarios en la Argentina.

Análisis sucinto de las tablas precedentes.

-Respecto de la primera tabla, poco es lo que podemos agregar, ya que la situación siderúrgica argentina es ampliamente conocida. Circunscribiéndonos a la amplitud de la serie brindada, 18 años, vemos que el consumo aparente máximo per cápita se da en 1998, con 147 kg, que es justamente el consumo medio mundial del año 2002. Respecto a la

producción total de acero crudo, ya en 1996 se habían alcanzado los 4 millones de toneladas. ¡La caída del consumo aparente por habitante a partir de 1998 es *impresionante*!

-La influencia de las exportaciones en la producción local de acero se aprecia a lo largo de la serie: sobre 18 años, en sólo 7 la producción local fue menor que el consumo aparente; o sea que la exportación ha permitido mantener un nivel productivo razonable en el 61% de esos 18 años.

-La segunda tabla nos muestra descarnadamente la lamentable situación de la producción de estructurales y rieles (e. y r.) en la Argentina. Tal producción es en los últimos años sólo ligeramente mayor que el nivel existente en 1985, y lo mismo puede decirse de la producción por habitante. A partir de 1992, la Argentina no produce más rieles ferroviarios.

-La súbita desaparición de SOMISA como productora de e. y r. en 1992 y la gradual declinación de Altos Hornos Zapla devenida Aceros Zapla S. A. como laminadora de ángulos, canales y vigas a partir de aquel año, ha motivado que actualmente CLIMA, que agrupa sólo a empresas no-integradas, sea responsable del 100% de la producción de estructurales; ello es así desde el bienio 1998/1999 en adelante.

-Dentro de lo modesto de las cifras generales locales, Argentina conoció ciertamente tiempos de esplendor en la producción de e. y r.; que fueron en el trienio 1972-1973-1974, época en la que se produjeron respectivamente 242.100, 259.100 y 229.600 toneladas, lo cual dio una producción per cápita de 9,9; 10,5 y 9,1 kilogramos: *¡15 veces más producción por habitante que las cifras actuales!!*.

-Aquí terminamos. Una profunda tristeza nos invade cuando analizamos estas cantidades y recordamos a las empresas productoras de e. y r. que ya no están más...

RAV/ ---

CAPÍTULO 5

BIBLIOGRAFÍA

Los libros

- 1.- **A.B.M.**- Barbosa, G. (Coordinador). *"Laminação e Calibração de Produtos Não-Planos de Aço"*. A.B.M. – Associação Brasileira de Metais. 614 ps. São Paulo, SP, Brasil. 1981. Bibliografía: 95 (1955 – 1981)
- 2.- **Associazione italiana di Metallurgia** – Centro Lavorazioni Plastiche. *"Teoria e Pratica della Laminazione"*. 281 ps. Milán, Italia. 1982. Bibliografía: 54 (1931 – 1980)
- 3.- **Beynon, R. E.**- *"Roll Design and Mill Layout"*. Association of Iron and Steel Engineers. 178 ps. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. 1956. Bibliografía: ---
- 4.- **Blain, P.**- *"Laminação e Forjamento dos Aços"*. Associação Brasileira de Metais. 496 ps. São Paulo, SP, Brasil. 1964. Bibliografía: 131 (1918 – 1959)
- 5.- **Brayshaw, E. E.**- *"Rolls and Rolling"*. Blaw-Knox Company. 346 ps. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. 1958. Bibliografía: ---
- 6.- **Burtsev, K.**- *"Rolling Practice"*. Mir Publishers. 448 ps. Moscú, Rusia. 1973. Bibliografía: ---
- 7.- **Cotel, E.**- *"Die Grundlagen des Walzens"*. VEB Wilhelm Knapp Verlag, 126 ps. Halle (Saale), Alemania. 1953. Bibliografía: 231 (1870 – 1950)
- 8.- **Fischer, E.**- *"Walzarmaturen"*. VEB Verlag Technik. 170 ps. Berlín, Alemania. 1958. Bibliografía: 54 (1931 – 1955)
- 9.- **Geuze, L.**- *"Traité Theorique et Pratique du Laminage du Fer et de l'Acier"*. Ch. Béranger. 280 ps. París, Francia. 1921. Bibliografía: ---
- 10.- **Hoff, H. y Dahl, T.**- *"Walzen und Kalibrieren"*. Verlag Stahleisen M.B.H. 216 ps. Düsseldorf, Alemania. 1954. Bibliografía: 65 (1867 – 1953)
- 11.- **Hoff, H. y Dahl, T.**- *"Laminación"*. Editorial Dossat S. A. 230 ps. Madrid, España. 1957. Traducción de la obra "Walzen und Kalibrieren", de los mismos autores. Bibliografía: ---
- 12.- **Holverscheld, A.**- *"Die Walzwerke"*. Walter de Gruyter u. Co. 144 ps. Berlín, Alemania. 1923. Bibliografía: ---
- 13.- **I.A.S. – Instituto Argentino de Siderurgia.**- *"Catálogo de Productos Siderúrgicos para la Edificación"*. 8 módulos. Buenos Aires, Argentina. 1ª edición, abril 1985. Bibliografía: ---

- 14.- I.A.S. – Instituto Argentino de Siderurgia.- "*Aceros para Construcciones Mecánicas – Hojas de Características*". (51 aceros). Buenos Aires, Argentina.
2ª edición, reimpresión, noviembre 1987. Bibliografía: 29 (1943 – 1981)
- 15.- Klöckner-Werke AG.- "*Klöckner-Mannstaedt Specialprofile*". Planta Troisdorf. 255 ps.
Duisburg, Alemania. 1951. Bibliografía: ---
- 16.- Kösters, F.- "*Walzwerke für Profil-und Stabstahl*". Band I, Band II, Band III; con 345, 321 y 66 ps. respectivamente. Verlag Stahleisen M.B.H. Düsseldorf, Alemania. Band I y II: 1971, Band III: 1972. Bibliografía: 159 (1929 – 1972)
- 17.- Kösters, F.- "*Rolling Mills for Steel Shapes and Bars*". Volume I - Volume III, Part 1. 469 ps., en un solo libro. Traducción de la obra "*Walzwerke für Profil-und Stabstahl*", Band I - Band III, del mismo autor. Rolling Mill Engineers, Inc. Douglassville, Pennsylvania, E.U.A. 1973. Bibliografía: 144 (1929 – 1972)
- 18.- Kösters, F.- "*Kalibrieren von schweren Profilen*". Verlag Stahleisen M.B.H. 247 ps. Düsseldorf, Alemania. 1978. Bibliografía: 33 (1925 – 1975)
- 19.- Kosak, D.- "*Cursillo de Calibrado de Cilindros*". I.A.S. – Instituto Argentino de Siderurgia. 83 ps. de texto y 78 figs. a página entera en volumen separado. Buenos Aires, Argentina. 1976. Bibliografía: ---
- 20.- Kosak, D.- "*Roll Pass Design for Structural and Rails*". A.B.M. – Associação Brasileira de Metais. 103 ps. de texto y 87 figs. a página entera en volumen separado. São Paulo, SP, Brasil. 1977. Bibliografía: ---
- 21.- Kudriavcev, P.- "*Apostila Cadeira de Laminação*". Manuscrito en idioma portugués, sin identificación de edición. 57 ps. Brasil. Circa 1960. Bibliografía: ---
- 22.- Liconnet, N.- "*Traité de Laminage a Chaud*". A. Lahuré. 159 ps. París, Francia. 1952. Bibliografía: ---
- 23.- Marrey, B.- "*The Extraordinary Life and Work of Monsieur Gustave Eiffel*". Graphite. 111 ps. París, Francia. 1984. Bibliografía: ---
- 24.- Metz, N. y Van Neste, A.- "*Le Laminage du Fer a Chaud et Le Tracé des Cannelures des Cylindres de Laminoirs*". ARBED-Aciéries Réunies de Burbach-Eich-Dudelange. 418 ps. y 16 planchas. Dudelange, Luxemburgo. 1930. Bibliografía: 46 (1870 – 1928)
- 25.- Neumann, H.- "*Kalibrieren von Walzen*". VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie. 472 ps. Leipzig, Alemania. 1975. Bibliografía: 322 (1880 – 1974)
- 26.- Pereira, J. A.. "*Calibração de perfilados*". A.B.M. – Associação Brasileira de Metais". 54 ps. São Paulo, SP, Brasil. 1999. Bibliografía: 9 (1956 – 1981)
- 27.- Piron, E.. "*Traité Pratique de Tracé des Cannelures pour Cylindres de Laminoirs*". A. de Boeck. 152 ps. Bruselas, Bélgica. 1922. Bibliografía: ---

- 28.- **Podestá, O. A.** "*Laminación de productos no planos. Laminación de desbastes. Laminación de perfiles*". I.A.S. – Instituto Argentino de Siderurgia . 186 ps. Buenos Aires, Argentina. 1987. Bibliografía: ---
- 29.- **Polukhin, P., Fedosov, N., Korolyov, A. y Matveyev, Y.** "*Rolling Mill Practice*". Peace Publishers. 510 ps. Moscú, Rusia. Circa 1963. Bibliografía: ---
- 30.- **Puppe, J. y Stauber, G.** "*Walzwerkswesen*". Vol. I, 1929; Vol. II, 1934; Vol. III, 1939. Verlag Stahleisen M.B.H. – Verlag Julius Springer. Berlín, Alemania. Ver especialmente el Vol. II, 524 ps. Bibliografía (Vol. II): 275 (1828 – 1933)
- 31.- **Richarme, E.** "*Laminoirs a Fers Marchands*". Dunod, 174 ps. París, Francia. 1929. Bibliografía: ---
- 32.- **Rickard, Ch.** "*The Eiffel Tower*". Ouest-France. 45 ps. Rennes, Francia. 1984. Bibliografía: ---
- 33.- **Roberts, W. L.** "*Hot Rolling of Steel*". Marcel Dekker, Inc. 1033 ps. Nueva York, N.Y., E.U.A. 1983. Bibliografía: 1202 (1686 – 1982)
- 34.- **RTA – Roads and Traffic Authority.** "*The Story of The Sydney Harbour Bridge*". 36 ps. Sydney, Australia. Febrero 1989. Bibliografía: ---
- 35.- **Saroschtschinski, M. L.** "*Walzstrassen*". VEB Verlag Technik. 213 ps. Berlín, Alemania. 1954. Bibliografía: 39 (1934 – 1950)
- 36.- **Sedlaczek, H.** "*Walzwerke*". Walter de Gruyter u. Co. 232 ps. Berlín, Alemania. 1958. Bibliografía: 470 (1874 – 1957)
- 37.- **Tafel, W.** "*The Theory and Practice of Rolling Steel*". Traducción de la obra alemana "Walzen u. Walzen-Kalibrieren". 2ª edición. The Penton Publishing Company, 304 ps. Cleveland, Ohio, E.U.A. 1931. Bibliografía: ---
- 38.- **The United Steel Companies Limited.** "*Roll Pass Design*". J. B. Orr, compilador; J. T. of Largs, consultor; J. S. Armstrong, E. Bailey, E. L. Burgess y J. McLauchlan, panelistas. 280 ps. Sheffield, Yorkshire, Inglaterra. 1960. Bibliografía: 24 (1903 – 1958)
- 39.- **Thieme, J. C. y Ammareller, S.** "*Rolling Mill Rolls*". 100 ps. Climax Molybdenum Co. Nueva York, N. Y., E.U.A. 1966. Bibliografía: 657 (1945 – 1965)
- 40.- **Trinks, W.** "*Roll Pass Design*". Vol. I, Vol. II, Suplemento al Vol. I y Vol. II. Vol. I: 201 ps, Vol. II: 246 ps., Suplemento: 84 ps. The Penton Publishing Company. Cleveland, Ohio. Vol. I, 3ª edición, 2ª impresión, 1949; Vol. II, 2ª edición, 2ª impresión, 1934; Suplemento, 1ª edición, 2ª impresión, 1949. Bibliografía: ---
- 41.- **Trinks, W.** "*Fundamentos de la Laminación*". Traducción de la obra "Roll Pass Design", Vol. I, II y Suplemento, actualizada y ampliada por el traductor, J. Montero Aires. Editorial Interclencia. 488 ps. Madrid, España, 1965. Bibliografía: ---
- 42.- **United States Steel – USS.** "*The Making, Shaping and Treating of Steel*". 10ª

Edición. Association of Iron and Steel Engineers. 1572 ps. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. 1985. Bibliografía: ---

43.- Wusatowski, Z. *"Fundamentals of Rolling"*. Pergamon Press. 679 ps. Londres, Inglaterra. 1969. Bibliografía: 184 (1904 – 1963)

44.- Zellkow, A. I. *"Lehrbuch des Walzwerksbaus"*. VEB Verlag Technik. 538 ps. Berlín, Alemania. 1957. Bibliografía: 178 (1899 – 1954)

45.- Zellkow, A. I. y Smirnov, V. V. *"Rolling Mills"*. Pergamon Press. 405 ps. Londres, Inglaterra. 1965. Bibliografía: 205 (1836 – 1957)

Ordenamiento de los 45 libros por año de aparición

1921: 9; 1922: 27; 1923: 12; 1929: 31; 1930: 24; 1931: 37; 1934: 30; 1934/49: 40; 1951: 15; 1952: 22; 1953: 7; 1954: 10 – 35; 1956: 3; 1957: 11 – 44; 1958: 5 – 8 – 36; c.1960: 21; 1960: 38; c.1963: 29; 1964: 4; 1965: 41 – 45; 1966: 39; 1969: 43; 1971/72: 16; 1973: 6 – 17; 1975: 25; 1976: 19; 1977: 20; 1978: 18; 1981: 1; 1982: 2; 1983: 33; 1984: 23 – 32; 1985: 13 – 42; 1987: 14 – 28; 1989: 34; 1999: 26

Los artículos técnicos

1.- A and K Railroad Materials, Inc.. *"Rail"*. 52 ps. Salt Lake City, Utah, E.U.A. 1980. Bibliografía: ---

2.- Acclarito Filho, E.; Ferreira, M. A.; Miranda de Freitas, R.; Farnezi, J. M.; Mendes do Nascimento, J.; Travassos Junior, M. L.; Costa e Silva, P. R. da y otros.. *"Produção de aço Niobrás-200 via processo de lingotamento indireto"*. Ps. 293 a 297. Metalurgia – ABM, São Paulo, SP, Brasil. Vol. 41, Nº 331, junio 1985. Bibliografía: 11 (1975 – 1984)

3.- Açominas.. *"Perfis estruturais"*. 8 ps. Aço Minas Gerais S.A. Ouro Branco, MG, Brasil. 1979. Bibliografía: ---

4.- Açominas.. *"Conheça a Açominas"*. 16 ps. Aço Minas Gerais S. A. Ouro Branco, MG, Brasil. 1982. Bibliografía: ---

5.- Açominas.. *"Perfil"*. Aço Minas Gerais S. A. Ouro Branco, MG, Brasil. Diversos números mensuales, desde Nº 7, febrero 1977, a Nº 165, abril 1990. Bibliografía: ---

6.- Açominas.. *"Jornal da Açominas"*. Aço Minas Gerais S. A. Ouro Branco, MG, Brasil. Ver especialmente junio 1991, pag. 5. Bibliografía: ---

7.- Adams, D. B. y O'Keefe, C. R.. *"Nucor-Yamato's large-section beam mill"*. Ps. 9 a 13. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Octubre 1996. Bibliografía: 2 (1989 – 1994)

8.- **Alsblitt, B.** "Algunos aspectos económicos de laminación". Ps. 1 a 26. I.A.S.-Instituto Argentino de Siderurgia, Servicio de Socios, Laminación. Año 3, N° 10. Buenos Aires, Argentina. Abril 1978. Bibliografía: ---

9.- **AISE – Association of Iron and Steel Engineers.** "Seventy years of service to the iron and steel industry". Ps. 48 a 51. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Abril 1977. Bibliografía: ---

10.- **Akgerman, N.; Lahoti, G. D. y Altan, T.** "Computer-aided roll pass design in rolling of airfoil shapes". 27 ps. Battelle–Columbus Laboratories. Columbus, O, E.U.A. Circa 1978. Bibliografía: 8 (1941 – 1978)

11.- **Algoma y BISRA.** "Continuously cast beam sections: A first for Algoma Steel". Ps 83 a 86. 33/The Magazine of Metals Producing. Nueva York, NY, E.U.A. Septiembre 1968. Bibliografía: ---

12.- **Altos Hornos Zapla.** "Lubricación en el proceso de laminación en caliente de perfiles". 32 ps. I.A.S. - Instituto Argentino de Siderurgia. Buenos Aires, Argentina. 1977. Bibliografía: 4 (1974 – 1975)

13.- **American Machine and Foundry Co.** "Welding system developed for crane rails". Ps. 185 y 186. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Abril 1963. Bibliografía: ---

14.- **Ammerling, W. J. y Schulz, A.** "Tension-free continuous rolling of beams and other medium sections". Ps. 65 a 71. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Enero 1974. Bibliografía: ---

15.- **Arino Garces, J. A.; Schiffner, P.; Garmatz, E; Schroeder, C. E. y Bertoja, R. C.** "Fabricação de placas de apoio para trilhos ferroviários". Seminário ABM sobre Laminação. Porto Alegre, RG, Brasil. Septiembre 1985. Bibliografía: 7 (1969)

16.- **Armco Steel Corporation.** "Armco's Houston Works". Ps. T-3 a T-14. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Abril 1971. Bibliografía: ---

17.- **Babbs, A. S. y Brinsmead, K.** "El diseño, el ensayo y la elección de secciones de riel". 13 ps. The United Steel Companies Ltd. Sheffield, Yorkshire, Inglaterra. 1962. Bibliografía: 3 (1918 – 1958)

18.- **Bäcker, L. y Gosselin, P.** "Continuous casting: its metallurgical aspects relative to high-grade alloy and carbon steels". Ps. 145 a 157, Continuous Casting II – Billets and Blooms. E.U.A. Circa 1971. Bibliografía: 8 (1962 – 1969)

19.- **Barrett, C. W.** "Rail slitting mills". Ps. 461 a 468. Iron and Steel Engineer Year Book. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. 1950. Bibliografía: ---

20.- **Bartyzel, J. y Mucha, M.** "Fractura frágil de rieles" (en polaco) Ps. 328 a 332. Hutnik. N° 10. Katowice, Polonia. 1985. Bibliografía: 6 (1962 – 1984)

21.- **Benedetti, G. P.** "Rolling techniques". 18 ps. Rolling Technology Dept. Danieli y Cia. Buttrio (Udine), Italia. 1971. Bibliografía: ---

22.- Bernlck, L. M. Y Wandrei, C. L.. *"Friction in hot rolling of steel"*. 13 ps. Inland Steel Research Laboratories. East Chicago, Indiana, E.U.A. Junio 1978. Bibliografía: 7 (1933 – 1974)

23.- Bethlehem Steel Corp.. *"Bethlehem's beam straightener features variable-center adjustment"*. Ps. 139 y 140. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Febrero 1967. Bibliografía: ---

24.- Bethlehem Steel Corp.. *"Bethlehem to modernize heavy structural mill"*. Ps. 69 y 70. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Enero 1985. Bibliografía: ---

25.- Bethlehem Steel Corp.. *"Bethlehem completes and continues capital projects at Shape and Rail Products Div."*. Ps. 61 y 62. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Mayo 1985. Bibliografía: ---

26.- Bethlehem Steel Corp.. *"Bethlehem facility transforms 8-ton blooms to 80-ft rails"*. P. 54. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Febrero 1987. Bibliografía: ---

27.- Bethlehem Steel Corp.. *"\$50 Million project nearing completion at Bethlehem"*. P. 69. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Marzo 1987. Bibliografía: ---

28.- Bethlehem Steel Corp.. *"Bethlehem structural mill rolls 40-in I-beam"*. P. 49. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Mayo 1991. Bibliografía: ---

29.- Bethlehem Steel Corp.. *"Bethlehem Steel revises modernization plan"*. P. 93. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Abril 1994. Bibliografía: ---

30.- Bethlehem Steel Corp.. *"Pennsylvania Steel Technologies rolls new rail"*. P. 57. AISE Steel Technology. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Abril 2000. Bibliografía: ---

31.- Beynon, R. E.. *"The rolling of semi-finished steel"*. Ps. 3 a 20. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Agosto 1944. Bibliografía: ---

32.- Beynon, R. E.. *"Structural mills and structural roll designing"*. Ps. 3 a 20, Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Febrero 1945. Bibliografía: ---

33.- Beynon, R. E.. *"Rail mills and rail mill roll design"*. Ps. 1 a 28. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Junio 1946. Bibliografía: ---.

34.- Beynon, R. E.. *"Rod mills and rod mill roll design"*. Ps. 2 a 28. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Junio 1947. Bibliografía: ---

35.- Beynon, R. E.. *"Application of the basic principles of rolling in rail design"*. Ps. 1 a 23. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Junio 1948. Bibliografía: ---

36.- Beynon, R. E.. *"Beam and channel rail design"*. Ps. 3 a 28. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Junio 1949. Bibliografía: ---

37.- Beynon, R. E.. "Pass design of angular sections". Ps. 3 a 24. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Junio 1950. Bibliografía: ---.

38.- Blggar, B. J.; Moller, R. H. y O'Neill, J. C.. "The rolling of steel rod and bar using grooveless rolls". Ps. 63 a 65. SEAI Quarterly. Manila, Filipinas. Octubre 1976. Bibliografía: ---

39.- Blggl, A.; Camplani, F. y Moretti, A.. "Laminado de perfiles grandes: características de los cilindros en relación con el tipo de desgaste y optimización del proceso de remaquinado". Ps. Y1 a Y13. III Seminario ILAFA de Cilindros para Trenes de Laminación. Monterrey, Nuevo León, México. Marzo 1988. Bibliografía: ---

40.- Bihari, V.. "A practical approach to roll pass design – I". Ps. 109 a 115. Iron and Steel International. Vol. 55, Nº 2. Sutton, Surrey, Inglaterra. Abril 1982. Bibliografía: ---

41.- Bihari, V.. "A practical approach to roll pass design – II". Ps. 149 a 156. Iron and Steel International. Vol. 55, Nº 3. Sutton, Surrey, Inglaterra. Junio 1982. Bibliografía: ---

42.- Blancon, R. y Felder, E.. "Etude théorique et expérimentale de la lubrification du laminage à chaud des produits longs". Ps. 135 a 149. Revue de Métallurgie – CIT. París, Francia. Febrero 1984. Bibliografía: 16 (1964 – 1982)

43.- Blaw-Knox Co.. "La laminación del acero – Parte II. Laminadores de planchas y perfiles estructurales". 43 ps. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Circa 1965. Bibliografía: ---

44.- Blondelot, E.. "New technology for producing long products". Ps. 84 a 87. Steel Technology International. Londres, Inglaterra. 1996/97. Bibliografía: ---

45.- Bocquet, J.; Mennel, G. y Montagut, J. L.. "Usure des cannelures: causes-suivi-rémèdes. Contribution a l'étude de l'usure des cylindres dans le domaine des trains à profilés". Ps. 739 a 750. Revue de Métallurgie – CIT. París, Francia. Octubre 1986. Bibliografía: 3 (1980 – 1985)

46.- Bodnar, R. L.; Ronemus, D. C.; Bramfitt, B. L. y Shah, D. C.. "Physical modeling of hot-deformation processes – using plasticine". Ps. 35 a 46. Iron and Steelmaker. Warrendale, Pennsylvania, E.U.A. Agosto 1986. Bibliografía: 53 (1941 – 1984)

47.- Borges, E. P. L. y Zamprogno, S. A.. "Simplificação no uso da fórmula de Ekelund para alargamento". 29 ps. XXIII Congresso Anual da Associação Brasileira de Metais. Belo Horizonte, MG, Brasil. Julio 1968. Bibliografía: 5 (1941 – 1968)

48.- Borges, E. P. L. y Zamprogno, S. A.. "A determinação de alargamento na laminação de perfilados". Ps. 867 a 875. Metallurgia – ABM, Nº 144-Vol.25. São Paulo, SP, Brasil. Noviembre 1969. Bibliografía: 4 (1944 – 1969)

49.- Bowman, R. E.. "Aplicación práctica y evaluación de cilindros para la producción de laminados no planos". Ps. C'1 a C'4. III Seminario ILAFA de Cilindros para Trenes de Laminación. Monterrey, Nuevo León, México. Marzo 1988. Bibliografía: ---

- 50.- Boyle, T. W.; Kahrs, J. R.; Pellegrino, Jr, J. V. y Repas, P. E.. "Attainment of revised toughness requirements on wide flange beams". Ps. 20 a 26. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Septiembre 1991. Bibliografía: 2 (1964 – 1989)
- 51.- Bozenhardt, H. F. y Shafer, J. D.. "Artificial Intelligence (AI) improves quality in steel making". Ps. 41 a 44. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Junio 1993. Bibliografía: ---
- 52.- Bramfitt, B. L.; Wirick, D. P. y Cross, R. L.. "Rail head hardening facility at Pennsylvania Steel Technologies". Ps. 33 a 36. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Mayo 1996. Bibliografía: 6 (1954 – 1990)
- 53.- Braumüller, F.. *Expériences acquises en employant de nouvelles méthodes de calibrage pour les nouveaux et anciens trains de laminage*". Ps. 49 a 70. Der Kalibreur, N° 9. Verlag Stahleisen mbH. 4000 Düsseldorf, Alemania. Septiembre 1968. Bibliografía: ---
- 54.- Braun-Angott, P. y Neuschütz, E.. "Ermittlung von breitung und umformleistung beim kaliberwalzen nach einen neuen berechnungsverfahren" ("Determinación de ensanchamiento y capacidad de transformación en la laminación con cilindros calibrados según un nuevo método de cálculo"). 11 ps. VDEh-Institut für angewandte forschung GmbH. METEC '84. 2nd International Conference on Steel Rolling. Düsseldorf, Alemania. 1984. Bibliografía: ---
- 55.- British Steel Corporation.. "BSC Teesside works introduces continuously cast slabs for rolling heavy beams and columns". P. 97. Steel Times. Londres, Inglaterra. Febrero 1986. Bibliografía: ---
- 56.- Brown, D. I.. "Quality factors in direct cast steel billets". Ps. 69 a 79. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Mayo 1966. Bibliografía: ---
- 57.- Brück, J.. "Über die Verformung in modernen Feinstahlstrassen". 30 ps. Demag Metallverformung. Duisburg, Alemania. Circa 1976. Bibliografía: ---
- 58.- Brück, J.. "Considerations on a tandem rolling mill for wide-flange beams and merchant bars". Ps. 3 a 38. Der Kalibreur, N° 20. Verlag Stahleisen mbH. 4000 Düsseldorf, Alemania. Mayo 1974. Bibliografía: ---
- 59.- Brück, J.. "The rolling of channels with special reference to the use of universal stands". Ps. 3 a 44. Der Kalibreur, N° 45. Verlag Stahleisen mbH. 4000 Düsseldorf, Alemania. Diciembre 1986. Bibliografía: ---
- 60.- Brunet, J.-C.. "Reduction ratios in continuous casting: how important are they? Ps. 45 a 53. Metal Progress. Metals Park, Ohio, E.U.A. Octubre 1985. Bibliografía: 2 (1982 – 1983)
- 61.- Buch, E.; Klute, F. y Rekos, W.. "Modernization of a section mili for the Egyptian Iron and Steel Co.". Ps. 35 a 44. Technische Mitteilungen Krupp. Essen, Alemania. 1-1987. Bibliografía: ---
- 62.- Buessler, P.; Le Bon, A.; Ratte, P. y Cambler, J. B.. "Application de modèles mathématiques à la mise au point du laminage à température contrôlée des poutrelles". Ps. 127 a 133. Revue de Métallurgie – CIT. París, Francia. 81, N° 2 . Febrero 1984. Bibliografía: 5 (1975 – 1984)

63.- Buessler, P.; Campas, J. J.; Petit, P. y Tourscher, G.. "Etude de la dissymétrie des poutrelles par simulation sur plasticine. Mise au point d'un capteur industriel". Ps. 555 a 563. Revue de Métallurgie – CIT. París, Francia. 82, Nº 7. Julio 1985. Bibliografía: ---

64.- Bulloch, J. H.. "The growth of fatigue cracks in rail steel". Ps. 93 a 106. Journal of the South African Institute of Mining and Metallurgy. Marshalltown, Transvaal, Sur Africa. Abril 1987. Bibliografía: 17 (1966 – 1985)

65.- Buscema, P.. "Uso de lubricante en la laminación de rieles y perfiles". Ps. 85 a 93 y 98. Siderurgia, Nº 46. I.A.S. - Instituto Argentino de Siderurgia. Buenos Aires, Argentina. Septiembre-diciembre 1987. Bibliografía: 10 (1970 – 1982)

66.- Business Week.. "He custom-builds light steel beams". P. 1. McGraw-Hill, Inc. Nueva York, NY, E.U.A. 26 junio 1971. Bibliografía: ---

67.- Campas, J. J.; Petit, P. y Tourscher, G.. "Development of an industrial beam dimensions measuring device". P.B.-222. IRSID-Institut de Recherches de la Siderurgie Francalse. Iron and Steel Institute of Japan, meeting 107. Lecture Nº S421. Tokyo, Japón. Abril 1984. Bibliografía: ---

68.- Castricone, C; Frades, J. L. y Buscema, P.. "Método práctico-gráfico para diseños de pasadas en perfiles "U" e "I". Ps. 3 a 22. Siderurgia, Nº 30. I.A.S. - Instituto Argentino de Siderurgia. Buenos Aires, Argentina. Enero-junio 1982. Bibliografía: 3 (1957 –1965)

69.- Causevic, M.. "Forming parameters in rail groove design". Ps. 43 a 74. Der Kalibreur, Nº 17. Verlag Stahleisen mbH. 4000 Düsseldorf, Alemania. Octubre 1972. Bibliografía: 7 (1953 – 1989)

70.- Causevic, M.. "Parameters in rail pass design". Preguntas y respuestas sobre trabajo presentado en 1972 (Der Kalibreur, Nº 17). Der Kalibreur, Nº 19. Verlag Stahleisen mbH. 4000 Düsseldorf, Alemania. Noviembre 1973. Bibliografía: ---

71.- Cetlin, P. R. y Mesquita, E. L. A.. "A plasticina na análise da deformação na laminação". Ps. 829 a 832. Metalurgia-ABM. São Paulo, SP, Brasil. Vol. 35, Nº 265. Diciembre 1979. Bibliografía: 10 (1942 –1977)

72.- Choné, J. y Oriol, P.. "Fragilisation par l'hydrogène des aciers durs issus de coulée continue. Moyens de s'en prémunir". Ps. 881 a 889. Revue de Métallurgie – CIT. París, Francia. Diciembre 1986. Bibliografía: 8 (1975 –1985)

73.- Cichelli, A. E.. "Studies in roll lubrication – shape mills". Ps. 56 a 62. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Junio 1974. Bibliografía: ---

74.- Cichelli, A. E.. "Estudios sobre lubricación de cilindros de trenes laminadores de perfiles". 18 ps. I.A.S. – Instituto Argentino de Siderurgia. Servicio de socios (Laminación). Año 2 – Nº 9. Buenos Aires, Argentina. Junio 1977. Bibliografía: ---

75.- Clsteras, E. G.. "Técnicas de tomeado y rectificado de cilindros de laminación". Ps. K/1 a K/13. Seminario latinoamericano "Cilindros de Laminación". ILAFA-IBS-ABM. São Paulo, SP, Brasil. Mayo 1974. Bibliografía: 9 (1948 –1970)

- 76.- Clark, P. A.. *"Modern wide flange beam mill plant for Hadir"*. Davy-Ashmore Group. Ps.10 a 14. Anvil, Vol. 7, N° 8, Winter. Sheffield, Yorkshire, Inglaterra. 1966. Bibliografía: 1 (1964)
- 77.- Clark, P. A.. *"A modern wide-flange beam mill. Davy-United Plant for Hadir"*. Ps. 142 a 145. Iron and Steel. Londres, Inglaterra. Abril 1967. Bibliografía: 1 (1966)
- 78.- Coche, L.. *"La investigación en siderurgia"*. Ps. 53 a 59. Siderurgia. N° 8. I.A.S. – Instituto Argentino de Siderurgia. Abril-Mayo-Junio 1976. Bibliografía: ---
- 79.- Coheur, P.. *"Reflections on collective or cooperative research"*. Ps. 24 a 30. Proceedings ICTIS, Supplement to Transactions of the Iron and Steel Institute of Japan. Vol. 11, 1971. Tokyo, Japón. Bibliografía: 9 (1856 –1965)
- 80.- Concast AG. *"Continuous casting of beam blanks"*. 4 ps. Concast AG. Zurich, Suiza. Noviembre 1970. Bibliografía: 1 (1969/70)
- 81.- Conneely, M. D. *"Standardization of roll pass design for bar mills"*. Ps. 38 a 42. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Mayo 1992. Bibliografía: ---
- 82.- Courthéoux, J.. *"Bloomings et trains finisseurs"*. 20 ps. IRSID-Centre d'études supérieures de la sidérurgie. Metz, Francia. 1963. Bibliografía: ---
- 83.- Crawford, C.C.. *"C.F.I. Steel at Pueblo"*. Ps. P-1 a P-27. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Mayo 1962. Bibliografía: ---
- 84.- Curtiss-Wright Corporation.. *"Extrusion press produces large structural sections at Curtiss-Wright plant"*. Ps. 133 a 136. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Marzo 1962. Bibliografía: ---
- 85.- Curtiss-Wright Corporation.. *"Metal forming by extrusion"*. 8 ps. Buffalo, NY, E.U.A. Circa 1987. Bibliografía: ---
- 86.- Cygler, M.; Meurer, H. y Schultz, U.. *"Near net shape casting and associated mill developments"*. Ps. 32 a 38. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Enero 1995. Bibliografía: 1 (1992)
- 87.- Daskalov, K. y Petrov, K.. *"Determining the bending stress in case of side loading of the roll rims"* (en idioma búlgaro). Ps. 28 a 32. Metalurgia. N° 41-6. Sofía, Bulgaria. Noviembre 1986. Bibliografía: 7 (1960 –1977)
- 88.- Daum, M.; Bärenfänger, G y Gerhold, K.. *"Special profiles of steel for the building sector"*. Ps. 36 a 40. Forum-Technische Mitteilungen ThyssenKrupp. Diciembre 1999. Bibliografía: ---
- 89.- Davy-Ashmore Group.. *"Universal beam mill plant for Luxembourg"*. Ps. 16 y 17. Anvil, Vol. 6, N° 2, Summer. Sheffield, Yorkshire, Inglaterra. 1962. Bibliografía: ---

90.- Desvallees, J; Faessel, A.; Gouth, G y Mennel, G.. *"Universal rolling of rails-State of the art"*. Ps. 25 a 31. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Marzo 1987. Bibliografía: ---

91.- Dickson, R. W.. *"Operation and roll design of the Gary rail mill"*. Ps. 91 a 99. Iron and Steel Engineer Year Book. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. 1953. Bibliografía: ---

92.- Dinsdale, C.. *"Steel Rails"*. The Iron and Coal Trades Review. Part.I: Septiembre 13, ps. 447-454; Part II, Septiembre 20, ps. 487-494; Part III: septiembre 27, ps. 537-547; Part IV: Octubre 4, ps. 585-591 y Part. V: Octubre 11, ps. 631-638. Londres, Inglaterra. 1946. Bibliografía: 57 (1875 – 1944)

93.- Dittrich, W. E.. *"Wide flange beam rolling at Inland Steel Co."*. Ps. 13 a 21. Iron and Steel Engineer Year Book. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. 1957. Bibliografía: ---

94.- Druschke, W.. *"Laminación de vigas de alas anchas"*. Pags. 23 a 28. Tema: Colvilles Ltd (Lanarkshire) y South Durham Ltd. (Cargo Fleet). Revista Demag. Duisburg, Alemania. Circa 1966/67. Bibliografía: ---

95.- Druschke, W.. *"Tren de vigas universales y de perfiles, de la firma Shelton Iron and Steel Ltd."*. Ps. 1 a 8. Revista Demag. Nos. 178-179-180. Duisburg, Alemania. Circa 1968/70. Bibliografía: ---

96.- Dzierzawski, J. T.. *"Continuous casting of beam blanks"*. Ps. 36 a 41. Iron and Steel Engineer, Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Septiembre 1999. Bibliografía: ---

97.- Elbe, W. W.. *"History of the development of rolling mills and their rolls"*. Rolls for the metal working Industries. Iron and Steel Society-AIME. Warrendale, Pennsylvania, E.U.A. 1990. Bibliografía: 11 (1950 – 1986)

98.- Elbis International.. *"Welded beams for construction and shipbuilding use less steel"*. Tehdaspaikki Oy. P. 71. Iron and Steel Engineer, Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Junio 1999. Bibliografía: ---

99.- Ess, T. J.. *"Steel at the Sault-The story of the Algoma Steel Corporation, Limited"*. Ps. A-1 a A-31. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Agosto 1964. Bibliografía: ---

100.- Estaba, N.. *"Estímulo al consumo de acero en la construcción de estructurales"*. Ps. 13 a 19. Sidor hoy. Año 6, N° 16. Matanzas, Estado Bolívar, Venezuela. Junio 1984. Bibliografía: 6 (1982 – 1983)

101.- Evans, P. R. V.; Owen, N. B. y Hopkins, B. E.. *"Fatigue crack growth and sudden fast fracture in a rail steel"*. Ps. 560 a 567. Journal of the Iron and Steel Institute. Londres, Inglaterra. Junio 1970. Bibliografía: 21 (1950 – 1969)

102.- Faessel, A.; Llegeon, E.; Siener, P. y Vathaire, M. de.. *"Reduction of crop-losses by optimal setting of the roughing stands in a hot strip mill"*. 11ps. Circa 1980. Sollac, Florange, Francia. Bibliografía: 8 (1962 – 1978)

- 103.- Fattorini, F.; Ronchiato, G.; Baffigi, M. y Rigoni, S.. *"Mechanical properties of engineering steel produced via ingot and c.c. route for automotive components"*. Ps. 85 a 90. IQ-Special issue. Centro Sviluppo Materiali – ILVA-Fiat Auto. Milán-Turín, Italia. 1990. Bibliografía: 4 (1968 – 1985)
- 104.- Feldman, G. A.. *"Noncontact rail dimensional measurement using machine vision"*. Ps. 19 a 22. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Enero 1995. Bibliografía: -
--
- 105.- Feldmann, H; Engel, G. y Kosak, D.. *"New methods of rolling medium and heavy steel sections, especially for use in mini steel plants"*. Ps. 3 a 32. Der Kalibreur, Nº 47. Verlag Stahleisen mbH. 4000 Düsseldorf, Alemania. Diciembre 1987. Bibliografía: ---
- 106.- Fiduciary Trust Building.. *"Boston's new building features structural steel"*. P. 53. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Mayo 1977. Bibliografía: ---

- 107.- Fisher, Ch. H.. *"Expert systems and artificial intelligence"*. Ps. 58 a 62. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Noviembre 1985. Bibliografía: 5 (1981 – 1985)
- 108.- Fitzgerald, F. *"Continuous casting – Growth, development and future trends"*. 16 ps. British Steel Corporation. Londres, Inglaterra. 1982. Bibliografía: 24 (1971 – 1982)
- 109.- Fleck, E. E. y Davis, H. L.. *"Crane rail lubrication"*. Ps. 99 a 102. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Agosto 1962. Bibliografía: ---
- 110.- Folfas, J. y Gow, W.. *"Computerized roll record system"*. Ps. 205 a 217. Iron and Steel Society-AIME. Proceedings Vol. 25th Mechanical Working and Steel Processing Conference. Warrendale, Pennsylvania, E.U.A. Octubre 1984. Bibliografía: ---
- 111.- Forward, G. E. y Nicholson, W. T.. *"Chaparral's market mill"*. Ps. 49 a 52. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Febrero 1981. Bibliografía: ---
- 112.- Frantz, A.; Hamette, J. de la y Becker, F.. *"Technological developments in heavy beam production"*. Arbed S. A. Differdange, Luxemburgo. Circa 1988. Bibliografía: ---
- 113.- Frantz, A.; Becker, F. y Hamette, J. de la. *"Verbesserte thermomechanische walzprozesse für schwere trägerprofile"*. Ps. 171 a 176 (497 a 502). Sumario: *"Improved thermomechanical rolling processes for heavy beam sections"*. P. 302. Stahl u. Eisen. 4000 Düsseldorf, Alemania. Mayo 1989. Bibliografía: 5 (1984 –1988)
- 114.- Fukuda, N.. *"Progress of rolling technology in Japan"*. Ps. 1 a 26. International Conference on Steel Rolling. The Iron and Steel Institute of Japan. Proceedings. Vol. 1 Septiembre 29/Octubre 4, 1980. Tokyo, Japón. Bibliografía: ---
- 115.- Fundición Bolueta S.A.. *"Tensiones de temperatura en cilindros de trabajo de hierro fundido"*. 16 ps. Bilbao, España. 1969. Bibliografía: ---
- 116.- Gaydoul, J.. *"Descaling of long products"*. Ps. 41 a 43. AISE Steel Technology. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Febrero 2002. Bibliografía: ---

- 117.- Gimenez Cacho, L.. *"Tendencias del consumo de acero en el área de la construcción civil"*. 5 ps. ILAFA-22. Instituto Latinoamericano del Fierro y el Acero. Santiago , Chile. 1981. Bibliografía: ---
- 118.- Gino, T. y Gocho, M.. *"Rail production at the N° 2 large section mill at Fukuyama works"*. Ps. 25 a 31. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Junio 1975. Bibliografía: 7 (1967 – 1973)
- 119.- Globus, A. R.. *"A new high-temperature lubricant for hot rolling"*. Ps. 429 y 430. Iron and Steel Engineer Year Book. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. 1970. Bibliografía: ---
- 120.- Gordon Senior, A.. *"New methods of mounting crane rails on overhead runways"*. Ps. 132 a 134. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Julio 1961. Bibliografía: ---
- 121.- Gricuk, N. F. y Bêlkin, E. I.. *"Método teórico-práctico de calibrado de vigas de alas paralelas laminadas en tren universal"* (en idioma checo). Ps. 123 a 128. Hutnické listy, Praga-Brno, Checoslovaquia. 1987, c.2. Bibliografía: 6 (1972 – 1983)
- 122.- Gupta, V. S.. *"The rolling mills of Bhilai steel plant"*. Ps. 107 a 115. Iron and Steel. Londres, Inglaterra. Abril 1970. Bibliografía: ---
- 123.- Gutierrez R., A. J.. *"Experiencia en el establecimiento de una serie normalizada de perfiles laminados de importación"*. Ps. 7 a 10. Sidor hoy. Año 5, N° 13. Matanzas, Estado Bolívar, Venezuela.. Abril 1983. Bibliografía: 9 (1969 – 1983)
- 124.- Gutierrez R., A. J.. *"Criterios para la elaboración de series de perfiles"*. Ps. 3 a 7. Sidor hoy. Año 5, N° 14. Matanzas, Estado Bolívar, Venezuela.. Agosto 1983. Bibliografía: 22 (1970 – 1983)
- 125.- Gutierrez R., A. J.. *"Comportamiento de perfiles pesados en la construcción antisísmica"*. 12 ps. Seminario ILAFA-Instituto Latinoamericano del Fierro y el Acero, Belo Horizonte, MG, Brasil. Junio 1987. Bibliografía: 1 (1986)
- 126.- Haji, T. y Tanaka, Y.. *"Recent application of wide-flanged beams for building construction and relevant new rolling mills"*. 21 ps. SEASI Conference. Tokyo, Japón. Marzo 1985. Bibliografía: ---
- 127.- Harris, S.. *"From data processing to knowledge processing"*. Ps.87 a 96. Technische Mitteilungen Krupp. Essen, Alemania. 2/1988. Bibliografía: ---
- 128.- Harrison, J. A.. Davy-Ashmore Group. *"Automation of wide flange beam production- New installation at Hadir"*. Ps. 17 a 23. Anvil, Vol. 6, N° 12, Christmas. Sheffield, Yorkshire, Inglaterra. 1964. Bibliografía: ---
- 129.- Hayashi, H.; Yamanaka, E. y Saitoh, S.. *"H-beams with fixed outer dimensions"*. Ps. 14 a 20. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Octubre 1996. Bibliografía: 10 (1977 – 1995)
- 130.- Heller, W.. *"Rail production at Krupp Stahl AG"*. Ps. 184 a 187. Steel Times. Vol. 210, N° 4. Redhill, Surrey, Inglaterra. Abril 1982. Bibliografía: 7 (1937 – 1979)

131.- Hellmanns, S.. *"Le calibrage dans l'évolution des temps"*. Ps. 1 a 18. Der Kalibreur, N° 3. Verlag Stahleisen mbH. 4000 Düsseldorf, Alemania. Agosto 1965. Bibliografía: 6 (1867 – 1964)

132.- Heuse, E.. *"Virutamiento en el mecanizado de cilindros"*. Ps. 19 a 30. Primer Simposio de Cilindros para Laminación de Acero. Acinfer-ILAFA. Mar del Plata, Argentina. Enero 1965. Bibliografía: ---

133.- Holden, C.. *"Developments in the processing of liquid steel"*. Ps. 74 a 93. The Iron and Steel Institute, ISI Centenary Meeting preprint. Londres, Inglaterra. 1969. Bibliografía: 84 (1857/91 – 1968)

134.- Hong, M. Y.. *"How to increase the roll performance in China Steel Corporation bar mill"*. 19 ps. Kaohsiung, Taiwan, República China. Circa 1984. Bibliografía: 2 (1970 – 1978)

135.- Houck, D. S.. *"Mc.Donald Steel producing hot rolled special shapes and considering expansion"*. Ps. 33 a 36. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Enero 1986. Bibliografía: ---

136.- Hubbard, C. N.. *"Production of high-frecuency welded structural shapes"*. Ps. 49 a 58. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Febrero 1969. Bibliografía: 7 (1958 – 1967)

137.- IAS - Instituto Argentino de Siderurgia.. *"Uso de acero en los ferrocarriles latinoamericanos"*. Ps. 93 a 114. Siderurgia, N° 32. Buenos Aires, Argentina. Octubre-diciembre 1982. Bibliografía: 10 (1974 – 1980)

138.- IAS – Instituto Argentino de Siderurgia.. *"El acero y sus usos – Elementos estructurales de acero"*. 14 ps. Buenos Aires, Argentina. Junio 1991. Bibliografía: ---

139.- IISI – ILAFA.. *"Máxima seguridad sísmica con estructuras de acero"*. 27 ps. ILAFA – Instituto Latinoamericano del Fierro y el Acero. Seminario Belo Horizonte, MG, Brasil. Junio 1987. Bibliografía: ---

140.- ILAFA – Instituto Latinoamericano del Fierro y el Acero.. *"Reflexiones sobre los ferrocarriles de América Latina cómo mercado para el acero"*. P. 1. Siderurgia Latinoamericana. N° 326. Santiago, Chile. Junio 1987. Bibliografía: ---

141.- Innace, J. J.. *"Steel's stake in rail: will the big gamble pay off?"* Ps. 33 a 39. 33 Metal Producing. New York, N. Y., E.U.A. Febrero 1983. Bibliografía: ---

142.- Iscor Limited.. *"A single model for flat bottom rails"*. Ps. 1 a 3 . Iscor News. Pretoria, Sudáfrica. Febrero 1987. Bibliografía: ---

143.- Iurman, L.. *"Fricción y lubricación"*. 39 ps. Curso de Laminación. I.A.S. – Instituto Argentino de Siderurgia. Buenos Aires, Argentina. 1978. Bibliografía: 11 (1952 – 1978)

144.- Iurman, L.. *"La colina de roce"*. 26 ps. Curso de Laminación. I.A.S. – Instituto Argentino de Siderurgia. Buenos Aires, Argentina. 1978. Bibliografía: 6 (1952 – 1972)

- 145.- Jauch, R.; Löwenkamp, H.; Regnitter, F.; Fischer, K.; Schroer, H.; Simon, R. W. y Jericho, E.. *"Quality of continuously cast blooms and billets"*. Ps. 24 a 33. Metallurgical Plant and Technology. Düsseldorf, Alemania. 2/1978. Bibliografía: 19 (1965 –1977)
- 146.- Jennings, D.; Backhaus, K. O.; Krengel, R. N.; Runde, W. y Schulze, D. R.. *"Process control model improves quality at British Steel Lackenby universal beam mill"*. Ps. 25 a 28. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Septiembre 1993. Bibliografía: ---
- 147.- Jones, D. T.. *"Improvements in roll pass design for the production of flat bottom rails"*. Ps. 3 a 42. Der Kalibreur, Nº 24. Verlag Stahleisen mbH. 4000 Düsseldorf, Alemania. Junio 1976. Bibliografía: ---
- 148.- Jurkowski, J.; Ludyga, J. y Wusatowski, R.. *"The development of the rail production at the metallurgical works of Huta Katowice"*. Ps. 5 a 34. Der Kalibreur, Nº 50. Verlag Stahleisen mbH. 4000 Düsseldorf, Alemania. Junio 1989. Bibliografía: 4 (1978 –1980)
- 149.- Kaiser, H.. *"Influence de la température sur les cylindres de laminaires"*. Ps. 39 a 58. Der Kalibreur, Nº 3. Verlag Stahleisen mbH. 4000 Düsseldorf, Alemania. Agosto 1965. Bibliografía: 6 (1954 –1960)
- 150.- Kallabis, H.-P. y Kopp, R.. *"Vergleichende untersuchungen zur querflussberechnung beim warmwalzen von formstahl"*. Ps. 53 a 60 (343 a 350). Sumario: *"Comparative Investigations on transverse flow calculation in the hot rolling of sectional steel"*. P. 97. Stahl u. Eisen. 4000 Düsseldorf, Alemania. Abril 1984. Bibliografía: 7 (1957 –1982)
- 151.- Karlén, T. E.. *"Aumento da produtividade e qualidade superficial en laminadores de barras e fio máquina através da melhoria da calibração"*. Ps. 773 a 777. Metalurgia-ABM. São Paulo, SP, Brasil. Vol. 36, Nº 277, diciembre 1980. Bibliografía: ---
- 152.- Kawamura, A. y Okumura, H.. *"Web off-center of H-shape"*. P.B.-104. Kawasaki Steel Corporation. Iron and Steel Institute of Japan, meeting 112. Lecture Nº S1238. Tokyo, Japón. Octubre 1986. Bibliografía: ---
- 153.- Kawasaki Steel Corporation.. *"Epochal H-shapes rolling method"*. 17 ps. KSC Engineering Div. Tokyo, Japón. 1981. Bibliografía: ---
- 154.- Kemshall, G. E.. *"Roll pass design: Section 1"*. Ps. 183 a 188. Steel Times. Vol. 203, Nº 2. Redhill, Surrey, Inglaterra. Febrero 1975. Bibliografía: ---
- 155.- Kemshall, G. E.. *"Roll pass design: Section 2"*. Ps. 275 a 281. Steel Times. Vol. 203, Nº 3. Redhill, Surrey, Inglaterra. Marzo 1975. Bibliografía: ---
- 156.- Kennedy, J. F.. *"Introduction to rail and pass design"*. Ps. 43 a 47. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Mayo 1992. Bibliografía: ---
- 157.- Kennedy, K. F.; Altan, T. y Lahoti, G. D.. *"Computer-aided analysis of metal flow stresses and roll pass design in rod rolling"*. Ps. 50 a 54. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Junio 1983. Bibliografía: 46 (1927 –1982)

- 158.- Kenyon, A. F.. *"Factors involved in the selection of electrical drive ratings for metal rolling mills"*. Ps. 121 a 129. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Noviembre 1961. Bibliografía: 15 (1924 – 1956)
- 159.- Kihara, J.; Masaki, N. y Fujiwara, R.. *"Deformation of plasticine block in flat rolling under back pressure. Reducing crop in blooming"*. 12 ps. The University of Tokyo. Tokyo, Japón. Circa 1980. Bibliografía: 2 (1979)
- 160.- Kini, S. y Shivpuri, R.. *"Computer aided system for roll pass design evaluation applying robust design techniques"*. Ps. 687 a 697. Iron and Steel Society-AIME. Proceedings Vol. 40th. Mechanical Working and Steel Processing Conference. Warrendale, Pennsylvania, E.U.A. 1998. Bibliografía: 16 (1968 – 1996)
- 161.- Kirchmann, G. y Kosak, D.. *"Roll pass design for continuous medium structural mills with one or several universal stands"*. Ps. 75 a 93. Der Kalibreur, N° 22. Verlag Stahleisen mbH. 4000 Düsseldorf, Alemania. Junio 1975. Bibliografía: ---
- 162.- Klausman, J. I. y Bernick, L. M.. *"Use of Nalco HM-15 hot rolling lubricant at the 14" merchant mill"*. 15 ps. Inland Steel Company, Indiana Harbor Works, East Chicago, Indiana, E.U.A. Enero 1972. Bibliografía: ---
- 163.- Kopp, R.; Helsper, T.; Kallabis, H.-P. y Osterburg, H.. *"Modelle zur berechnung des stoffflusses für stabstahl-und formstahlkaliberreihen zur weiterentwicklung der kalibrierungstechnik"*. Ps. 43 a 49 (931 a 937). Sumario: *Models for the calculation of metal flow in steel bar and section pass series for a further development of roll pass design"*. P. 119. Stahl u. Eisen. 4000 Düsseldorf, Alemania. Septiembre 1985. Bibliografía: 13 (1957 – 1984)
- 164.- Kopp, R.; Helsper, T.; Kallabis, H. P. y Osterburg, H.. *"Computation models of the material flow in bar and section pass sequences, for further advancement of the roll pass designing technique"*. Ps. 43 a 83. Der Kalibreur, N° 43. Verlag Stahleisen mbH. 4000 Düsseldorf, Alemania. Diciembre 1985. Bibliografía: 14 (1957 – 1984)
- 165.- Kopp, R.; Twickler, M.; Bünten, R. y Hachmann, B.. *"Simulation and optimization of section rolling processes"*. Ps. 3 a 44. Der Kalibreur, N° 54. Verlag Stahleisen mbH. 4000 Düsseldorf, Alemania. Junio 1991. Bibliografía: 24 (1970 – 1990)
- 166.- Kozono, H.. *"Integrated CAD/CAM system for rolls, tools and steel products"*. Ps. 503 a 507. Advanced Technology of Plasticity, Vol. I. Tokyo, Japón. 1984. Bibliografía: 7 (1958 – 1984)
- 167.- Krapf, G. H. y Pearson, E. I.. *"54 years of operation of the first electric driven reversing mill"*. Ps. 140 a 146. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Agosto 1960. Bibliografía: 2 (1896 – 1924)
- 168.- Kubota, Ltd.. *"Cooling method of roll for bar and section hot rolling"*. 9 ps. Japón. Circa 1988. Bibliografía: ---
- 169.- Kuchenbuch, G.. *"Material flow when rolling straight-flange beams on a four-roll stand"*. Ps. 39 a 57. Der Kalibreur, N° 20. Verlag Stahleisen mbH. 4000 Düsseldorf, Alemania. Mayo 1974. Bibliografía: ---

- 170.- Kusaba, T. y Sasaki, T.. *"Beam blank deformation characteristics during open pass web rolling"*. Ps. 68 a 80. Kawasaki Steel Technical Report N° 5. Tokyo, Japón. Mayo 1982. Bibliografía: 5 (1964 –1981)
- 171.- Kusaba, T.; Kataoka, K.; Sasaki, T. y Okumura, H.. *"Procédé de laminage partiel de l'âme pour fabriquer de grandes poutrelles H à partir de brames"*. Ps. 343 a 354. Revue de Métallurgie-CIT. París, Francia. Abril 1984. Bibliografía: 7 (1972 –1982)
- 172.- Labee, Ch. J.. *"Steelmaking at Weirton"*. Ps. W-1 a W-26. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Octubre 1969. Bibliografía: ---
- 173.- Laws, W. R.; Reed, G. R.; Walker, J. H. y Nicholls, R. M.. *"Heat conservation during hot rolling of beams and sections: The Encoscreen"*. Ps. 37 a 41. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Enero 1990. Bibliografía: 3 (1983 –1988)
- 174.- Lehnert, W. y Goldhahn, G.. *"Mathematical simulation of profile, rod and wire rolling"*. Ps. 171 a 185. Iron and Steel Society-AIME. Proceedings Vol. 41th Mechanical Working and Steel Processing Conference. Warrendale, Pennsylvania, E.U.A. 1999. Bibliografía: 12 (1978 –1998)
- 175.- Lempitskii, V. V.; Trishevskii, I. S. y Kazarnovskii, D. S.. *"Methods of further improving the quality of railway rails"*. Ps. 929 a 933. Stal. Moscú, Rusia. Noviembre 1967. Bibliografía: ---
- 176.- Li, B.. *"FEM - An effective tool for development and design in shape rolling"*. Ps. 64 y 65. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Junio 1998. Bibliografía: ---
- 177.- Li, B.. *"Compared numerical and experimental studies of angle steel production process"*. Ps. 705 a 719. Iron and Steel Society-AIME. Proceedings Vol. 39th Mechanical Working and Steel Processing Conference. Warrendale, Pennsylvania, E.U.A. 1998. Bibliografía: 24 (1976 – 1996)
- 178.- Liégeon, E.; Vathaire, M. de; Faessel, A. y Siener, P.. *Conception assistee par ordinateur. Application au calibrage des produits longs*. 11 ps. Laboratoire de Recherches SACILOR-SOLLAC. Florange, Francia. Septiembre 1984. Bibliografía: ---
- 179.- Lindberg, V. H. y Duffy, J. E.. *Automated structural rolling facilities at South Works of U.S.Steel*. Ps. 87 a 99. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Noviembre 1961. Bibliografía: ---
- 180.- Loewy Div. – B. L. H. Corp.. *I-Beam straightener has advanced features*. Ps. 151 y 152. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Abril 1959. Bibliografía: ---
- 181.- Loria, E. A. – The Technical and Research Committee of the Roll Manufacturers Institute.. *"Coefficient of friction of cast rolls"*. 22 ps. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Mayo 1977. Bibliografía: 32 (1924 – 1974)
- 182.- Lucenti, G. S.. *"The continuous casting of beam blanks at the Algoma Steel Corp., Ltd."*. Ps. 83 a 100. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Julio 1969. Bibliografía: ---

- 183.- Ludyga, J.; Wusatowski, R. y Struk, S.. "Essais pratiques réalisés au cours de la production des rails de chemin de fer." Ps. 49 a 60. Der Kalibreur, N° 13. Verlag Stahleisen mbH. 4000 Düsseldorf, Alemania. Septiembre 1970. Bibliografía: ---
- 184.- Ludyga, J. y Kolodziej, K.. "Roll design for straight-edge beams for open rolling mills". Ps. 47 a 81. Der Kalibreur, N° 26. Verlag Stahleisen mbH. 4000 Düsseldorf, Alemania. Mayo 1977. Bibliografía: 7 (1934 –1971)
- 185.- Ludyga, J.; Jonka, J. y Kirchmann, G.. "Roll pass design for channels, including mill measurements for optimized calculation of forces". Ps. 35 a 75. Der Kalibreur, N° 50. Verlag Stahleisen mbH. 4000 Düsseldorf, Alemania. Junio 1989. Bibliografía: 5 (1964 – 1978)
- 186.- Macedo, I. de A.. "Usinagem de cilindros de laminação". Ps. Z1 a Z10. Congreso ILAFA Laminación. Río de Janeiro, RJ, Brasil. Mayo 1980. Bibliografía: 5 (1974 –1975)
- 187.- MacIls, L. R.. "Control y optimización de consumos específicos de laminación". Ps. III.1 a III.34. Altos Hornos Zapla, Palpalá, Jujuy, Argentina. 1984. Bibliografía: 1
- 188.- Magela de M. S., G.; Andrade, L. P. C. de y Stahr, R.. "Usina de Cariacica-COFAVI. Laminção Experimental. Quebra de Cilindros-Soluções". Ps. 89 a 104. Primer simposio de Cilindros para Laminación de Acero. Acinfe-ILAFA. Mar del Plata, Argentina. Enero 1965. Bibliografía: ---
- 189.- Majewski, M.. "Roll pass designing and experiences in pass designing on a continuous universal beam mill". Ps. 5 a 44. Der Kalibreur, N° 33. Verlag Stahleisen mbH. 4000 Düsseldorf, Alemania. Diciembre 1980. Bibliografía: ---
- 190.- Marr, H. S.; Marsden, B. W. H. y Marshall, R. I.. "Continuous casting and rolling wide-flange beam blanks". Paper SM/B/71/66-BISRA (The British Iron and Steel Research Association). Ps. 1186 a1193. Journal of The Iron and Steel Institute. Londres, Inglaterra. Diciembre 1966. Bibliografía: 7 (1959 –1964)
- 191.- Marriott, P. J. y Stephens, R. I.. "Automation of universal beam and section mills". Ps. 23 a 27. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Enero 1995. Bibliografía: 11 (1954 – 1993)
- 192.- Mauer, J. y Conti, R.. "Evolution of rail steel quality and manufacturing methods in Europe from 1935 until today". Ps. 3 a 46. Der Kalibreur, N° 22. Verlag Stahleisen mbH. 4000 Düsseldorf, Alemania. Junio 1975. Bibliografía: 15 (1965 –1973)
- 193.- Mauk, P. J. y Kopp, R.. "Computer-aided roll pass design". Ps. 69 a 93. Der Kalibreur, N° 37. Verlag Stahleisen mbH. 4000 Düsseldorf, Alemania. Diciembre 1982. Bibliografía: 6 (1972 – 1982)
- 194.- Mayo, A. O.. "Armco's wide flange beams". Ps. 52 a 57. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Febrero 1972. Bibliografía: ---
- 195.- McCreery, R. H.. "Effects of reduction on a mini-mill steel". Ps. 29 a 31. Metal Progress, Metals Park, Ohio, E.U.A. Diciembre 1984. Bibliografía: ---

- 196.- **Mc Crum, A. W.**. *"Miscellaneous roll pass designs"*. 31 ps. Paper MW/AA/15/55, List N° 72-BISRA (The British Iron and Steel Research Association). Londres, Inglaterra. Septiembre-Octubre 1955. Bibliografía: 2 (1952 – 1953)
- 197.- **McLauchland, J.**. *"Le laminage de gros profilés et de palplanches"*. Ps. 2 a 12. Der Kalibreur, N° 11. Verlag Stahleisen mbH. 4000 Düsseldorf, Alemania. Septiembre 1969. Bibliografía: ---
- 198.- **McManus, G. J.**. *"Demise of integrated structural production contributes to tightening of supply"*. P. 9. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Febrero 1996. Bibliografía: ---
- 199.- **McManus, G. J.**. *"How to succeed in the steel business"*. P. 17. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Mayo 1998. Bibliografía: ---
- 200.- **McManus, G. J.**. *"A fast pace at Chaparral"*. Ps. 61 y 62. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Julio 1998. Bibliografía: ---
- 201.- **McManus, G. J.**. *"Wave of rail mill construction gets untracked in steel"*. Ps. MP-4 a MP-9. Iron Age. Chilton Way, Radnor, Pennsylvania, E.U.A. Febrero 1, 1982. Bibliografía: ---
- 202.- **McManus, G. J.**. *"Railroad needs demand new rail mills"*. Ps. MP8 y MP9. IAMI. Chilton Way, Radnor, Pennsylvania, E.U.A. Mayo 1982. Bibliografía: ---
- 203.- **Menne, H.**. *"Groove designs for straight-flange beams in rolling mills with and without universal stands"*. Ps. 3 a 30. Der Kalibreur, N° 15. Verlag Stahleisen mbH. 4000 Düsseldorf, Alemania. Octubre 1971. Bibliografía: ---
- 204.- **Mennel, G.**. *"Rolling rails in the universal stands on the modernised rolling mill Hayange"*. Ps. 15 a 64. Der Kalibreur, N° 35. Verlag Stahleisen mbH. 4000 Düsseldorf, Alemania. Diciembre 1981. Bibliografía: 6 (1968 – 1980)
- 205.- **Metzdorf, J.**. *"Calculator-aided roll pass designing – Models of application"*. Ps. 29 a 82. Der Kalibreur, N° 34. Verlag Stahleisen mbH. 4000 Düsseldorf, Alemania. Junio 1981. Bibliografía: ---
- 206.- **Meunier, M.**. *"Calibrage d'un profil special complete par l'outillage"*. Ps. 1 a 18. Der Kalibreur, N° 2. Verlag Stahleisen mbH. 4000 Düsseldorf, Alemania. Marzo 1965. Bibliografía: ---
- 207.- **Mills, R.**. *"Development of Peddinghaus automated lines for structural steel fabrication"*. Ps. 374 a 377. Steel Times. Redhill, Surrey, Inglaterra. Vol. 209, N° 7, julio 1981. Bibliografía: ---
- 208.- **Milman, R. S. y Hanson, D. J.**. *"Knee braced crane girders – Problems and solutions"*. Ps. 57 a 61. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Abril 1993. Bibliografía: 5 (1932 – 1991)

209. Molchanov, M. M.; Shneerov, B.Y.; Mel'nikov, B. F. y Perminova, L. M.. *"Use of industrial lubricants in hot rolling"*. Ps. 614 a 616. Steel in the USSR. Moscú, Rusia. Noviembre 1975. Bibliografía: 11 (1955 – 1973)
- 210.- Molyneux, G. y Molyneux G. M. O.. *"Crane rails and their installation"*. Ps. 48 a 51. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Abril 1978. Bibliografía: ---
- 211.- Moore, J.. *"Re-rolling of rails"*. Ps. 97 y 99. Metal Bulletin Monthly. Londres, Inglaterra. Mayo 1986. Bibliografía: ---
- 212.- Morgan, E. L.. *"Factors influencing surface defects on rails produced by the acid bessemer process"*. Ps. 39 a 46. Journal of The Iron and Steel Institute. Londres, Inglaterra. Enero 1968. Bibliografía: 7 (1954 – 1966)
- 213.- Morley, R.. *"Reconstruction of 32in mill at Scunthorpe to roll Larssen piling"*. Ps. 263 a 266. Ironmaking and Steelmaking. Londres, Inglaterra. Vol.13, Nº 5, 1986. Bibliografía: ---
- 214.- Morrison, W. B. y Preston, R. R.. *"Aciers au niobium pour profilés"*. Ps. 341 a 356. Revue de Métallurgie-CIT. Paris, Francia. 80-Nº 4, Abril 1983. Bibliografía: 44 (1953 – 1981)
- 215.- Moses, L.. *"A report of rolling experiences"*. Ps. 13 a 21. Iron and Steel Engineer Year Book. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. 1951. Bibliografía: ---
- 216.- Mudersbach, W.. *"Planung und betrieb von universalwalzwerken"*. Ps. 67 a 72 (463 a 468). Sumario: *"Design and operation of universal mills"*. P. 106. Stahl u. Eisen. 4000 Düsseldorf, Alemania. Abril 1985. Bibliografía: ---
- 217.- Mudersbach, W.. *"Planning and operation of universal beam and rail mills, with particular reference to thermomechanical rolling"*. Ps. 59 y 60. Steel Times Vol. 213, Nº 2. Redhill, Surrey, Inglaterra. Febrero 1985. Bibliografía: ---
- 218.- Mulhauser, R. S. y Lamar, C.C.. *"Continuously cast high quality coarse-grain and fine-grain billets"*. Ps. 500 a 505. Iron and Steel Engineer Year Book. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. 1973. Bibliografía: 4 (1970 – 1972)
- 219.- Muller, H. E.. *"Roll pass design for combination structural and wide flange beam mill"*. Ps. 951 a 963. Iron and Steel Engineer Year Book. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. 1958. Bibliografía: ---
- 220.- Muller, H. E.. *"Structural Mills"*. 30 ps. Inland Steel Co. – I.A.S.-Instituto Argentino de Siderurgia. Buenos Aires, Argentina. Agosto 1978. Bibliografía: ---
- 221.- Muller, H. E.. *"Interactive computer graphics"*. 33 ps. Conferencia pronunciada ante el Roll Designers Institute of E.U.A. Harvey, Illinois, E.U.A. Febrero 1980. Bibliografía: ---
- 222.- Muller, H. E.. *"Uso efectivo del sistema CAD en el calibrado de cilindros laminadores"*. 27 ps. Conferencia pronunciada en el III Seminario ILAFA de Cilindros para Trenes de Laminación. Monterrey, Nuevo León, México. Marzo 1988. Bibliografía: ---

- 223.- Muller, H. E. y Abramhamson, D. A. "*Inland's method of keeping a history and inventory of rolls*". Ps. 193 a 200. Iron and Steel Engineer Year Book. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. 1970. Bibliografía: ---
- 224.- Muller, H. E.. "*Computer aided roli design – Card*". Ps. 3 a 58. Der Kalibreur, N° 31. Verlag Stahleisen mbH. 4000 Düsseldorf, Alemania. Diciembre 1979. Bibliografía:---
- 225.- Muñoz I., L. F.. "*Influencia del arco de contacto en la laminación de vigas en molinos universales*". Ps. 1 a 6. AHMSA - Altos Hornos de México, S. A., Monclova, Coahuila, México. Octubre 1979. Bibliografía: ---
- 226.- Nakanishi, A; Nakayama, K.; Kazama, H.; Yamaguchi, H. y Fujisawa, K.. "*Development of ultrasonic detection system for high frecuency electric resistance welded H-beam*". P. B-423. Transactions Iron and Steel Institute of Japan. Tokyo, Japón. Vol.23, 1983. Bibliografía: ---
- 227.- Nakazima, K.; Naol, H. y Watanabe, K.. "*Study on the rolling load and deformation in caliper rolling*". Ps. 640 a 644. Proceedings ICSTIS. Iron and Steel Institute of Japan. Tokyo, Japón. Vol. 11, 1971. Bibliografía: 4 (1961 – 1968)
- 228.- Naklelski, G. y Eichholz, E.. "*Development of beams and universal beam mills*". Ps. 56 a 69. Metallurgical Plant and Technology. Düsseldorf, Alemania. 6-1986. Bibliografía: ---
- 229.- Negri, J.. "*Las tensiones admisibles en el dimensionado de estructuras metálicas*". 113 ps. CEILP-Centro Estudiantes de Ingeniería La Plata, La Plata, Argentina. Agosto 1945. Bibliografía: 14
- 230.- Nelpp, G.. "*Artificial intelligence. A future dimension for industry*". Ps. 73 a 84. Technische Mitteilungen Krupp. Essen, Alemania. 2/1988. Bibliografía: 21 (1981 – 1987)
- 231.- Nelpp, G.. "*Information management – a tool for strengthening competitiveness*". Ps. 5 a 20. Technische Mitteilungen Krupp. Essen, Alemania. 1/1990. Bibliografía: 14 (1984 – 1989)
- 232.- Nemeth, E. L.. "*Unique philosophy insures Chaparral's future*". Ps. 17 a 24. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Marzo 1983. Bibliografía: ---
- 233.- Neumann, H.. "*Les caractéristiques d'elargissement lors du calibrage de cornières, comme base de conception technologique*". Ps. 19 a 48. Der Kalibreur, N° 12. Verlag Stahleisen mbH. 4000 Düsseldorf, Alemania. Abril 1970. Bibliografía: 20 1919 – 1969)
- 234.- Niederhausen, H.-P.. "*Product and process modelling using advanced computer technologies*". Ps. 61 a 70. Technische Mitteilungen Krupp. Essen, Alemania. 1/1991. Bibliografía: 11 (1984 – 1990)
- 235.- Nilsson, T.. "*Computerized roll pass design for steel angles*". Ps. 49 a 79. Der Kalibreur, N° 36. Verlag Stahleisen mbH. 4000 Düsseldorf, Alemania. Junio 1982. Bibliografía: 15 (1958 – 1979)
- 236.- Nippon Steel Corporation.. "*Sections - Bar, Shape and Wire Rod Technical Division*". Ps. 59 a 69. Nippon Steel Technical Report N° 21. Tokyo, Japón. Junio 1983. Bibliografía: ---

- 237.- Nippon Steel Corporation.. *"Tecnología Nippon Steel en Laminación"*. Nos. 6, 7, 8, 9 y 10 de *"La Tecnología de la Nippon Steel en la Fabricación de Acero"*. Total: 5 ps. Nippon Steel News en Castellano. Tokyo, Japón. 1975. Bibliografía: ---
- 238.- Nippon Steel Corporation.. *"New slit rolling technology for producing deformed bars"*. Ps. 21 a 25, Steel Times. Redhili, Surrey, Inglaterra. Enero 1986. Bibliografía: ---
- 239.- Nishida, S.-I.; Urashima, Ch. y Sugino, K.. *Failure analysis of crane rails*. Vol. 26, P. B-181. Transactions Iron and Steel Institute of Japan. Tokyo, Japón. 1986. Bibliografía: ---
- 240.- Nishino, T.; Terada, T.; Nagasoe, S. y Watanabe, K.. *"Universal rolling method for angles"*. Vol. 23, P. B-94. Transactions Iron and Steel Institute of Japan. Tokyo, Japón. 1983. Bibliografía: 1 (1978)
- 241.- Nogueira, M. A. S.; Morone, C.; Rebellato, M. A. y Silva, J. D. da.. *"Conceitos básicos aplicados à refrigeração na laminação de não planos"*. 18 ps. Aços Villares S. A. – VIBASA, São Paulo, SP, Brasil. Abril 1992. Bibliografía: 5 (1971 – 1991)
- 242.- Nolasco, C. A.; Quintal de Oliveira, E. y Peixoto Bordignon, P. J.. *"Trilhos de elevadas resistências mecânica e ao desgaste para ferrovias"*. Vol. 33, Nº 234, Ps. 257 a 263. Metalurgia – ABM. São Paulo, SP, Brasil. Mayo 1977. Bibliografía: 6 (1971 – 1975)
- 243.- Nolasco, C. A.; Peixoto Bordignon, P. J. y Quintal de Oliveira, E.. *"Soldabilidade dos trilhos Niobrás 200"*. Ps. 31 a 36. XXXII Congresso Anual da ABM. São Paulo, SP, Brasil. Julio 1977. Bibliografía: 5 (1971 – 1976)
- 244.- Norlinder, Ö.. *"Processo de laminação para fio-máquina e barras"*. Ps. 47 a 52. Metalurgia-ABM. São Paulo, SP, Brasil. Vol. 36, Nº 266. Enero 1980. Bibliografía: 1
- 245.- Ohtani, M.. *"The present situation and future prospects of metal processing"*. Ps. 929 a 941. Transactions Iron and Steel Institute of Japan. Vol. 26, Nº 11, 1986. Tokyo, Japón. Bibliografía: 4 (1968 – 1986)
- 246.- Okamoto, K.; Ueda, M.; Makinohara, M.; Watanabe, M. y Fukushige, N.. *"Development of technique for new heat treating of steel shapes"*. Ps. 60 a 68. Nippon Kokan Technlcal Report. Overseas Nº 44. 1985. Japón. Bibliografía: 8 (1980 – 1984)
- 247.- Okazaki, A.; Sugino, K.; Kageyama, H. y Masumoto, H.. *Development of flash butt and gas pressure welding for high-strength rails"*. Ps. 38 a 49. Nippon Steel Technical Report. Nº. 31. Nippon Steel Corporation. Tokyo, Japon. Octubre 1986. Bibliografía: 19 (1955 – 1985)
- 248.- O'Keefe, Ch. R. y Davis, R. N.. *"Installation and start-up of the Nucor-Yamato wide flange beam mill"*. Ps. 28 a 31. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Enero 1995. Bibliografía: ---
- 249.- Oosthuizen, J. M. H. y Calder, A. W.. *"A computer model for the design of flat-bottom rails"*. Ps. 3 a 50. Der Kalibreur, Nº 46. Verlag Stahleisen mbH. 4000 Düsseldorf, Alemania. Junio 1987. Bibliografía: 6 (1947 – 1983)

- 250.- Panserl, S.. *"Experiences gained in starting-up the merchant bar mill of Bayou (USA)"*. Ps. 37 a 76. Der Kalibreur, N° 39. Verlag Stahleisen mbH. 4000 Düsseldorf, Alemania. Diciembre 1983. Bibliografía: ---
- 251.- Park, G. A.; Domonoske, D. D. y Faherty, R. P.. *"Thermite welding of crane rails at Kaiser Steel"*. Ps. 77 a 82. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Septiembre 1977. Bibliografía: ---
- 252.- Parkitny, R.; Piekarska, W. y Pawlak, A.. *"Stresses in hardened rails" (en idioma polaco)*. Ps. 178 a 182. Hutnik. Katowice, Polonia. Junio 1987. Bibliografía: 12 (1964 – 1986)
- 253.- Pauskar, P. y Shivpuri, R.. *"Integrated micro structural-phenomenological approach to the analysis of roll pass design in bar rolling"*. Ps. 755 a 771. Iron and Steel Society - AIME. Proceedings Vol 40th. Mechanical Working and Steel Processing Conference. Warrendale, Pennsylvania, E.U.A. 1998. Bibliografía: 19 (1973 – 1998)
- 254.- Pawelski, O.; Rasp, W. y Klasen, F.. *"Einfluss des indirekten druckes auf die breitung beim warmwalzen"*. Ps. 161 a 166 (603 a 608). Sumario: *"Influence of indirect pressure on lateral spread in hot rolling"*. P. 280. Stahl u. Eisen. Düsseldorf, Alemania. Junio 1984. Bibliografía: ---
- 255.- Pawelski, O.. *"Contribution of fundamental research to progress in rolling technology"*. Ps. 27 a 57. International Conference on Steel Rolling. The Iron and Steel Institute of Japan. Proceedings. Vol. 1. September 29/October 4, 1980. Tokyo, Japón. Bibliografía: 45 (1984 – 1980)
- 256.- Pera, J.-O. y Lundberg, S.-E.. *"Application of computer simulations to low-temperature bar and rod rolling"*. Ps. 48 a 52. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Noviembre 1985. Bibliografía: 12 (1969 – 1983)
- 257.- Pfeiffer, J.; Slepman, T. y Teichmann, W.. *"Expert system for metal machining practice"*. Ps. 113 a 124. Technische Mitteilungen Krupp. Essen, Alemania. 2/1988. Bibliografía: 6 (1963 – 1987)
- 258.- Plaut, R. L.; Simielli, E. A.; Silva, V. R. da y Godoi, F. A.. *"Simulação da laminação de lingotes da COSIPA, utilizando chumbo"*. 19 ps. ABM – XXXVIII Congresso Anual, São Paulo, SP, Brasil. Julio 1983. Bibliografía: 7 (1966 – 1981)
- 259.- Pleschiutchnigg, F. P.; Rensch, W. y Schrewe, H.. *"Continuously cast rounds in combination with the high reduction technology to produce rods, bars and sections up to medium size range"*. Ps. 301 a 306. Fachberichte – Hüttenpraxis Metallwelter verarbeitung. Vol. 25, N° 4. Abril 1987. Coburg, Alemania. Abril 1987. Bibliografía: 7 (1985 – 1986)
- 260.- Plimpton, T. F.. *"Rehabilitate or build new?. The Inland's Chicago Heights plant rail - rerolling mill"*. Ps. 114 a 123. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Junio 1962. Bibliografía: ---
- 261.- Prichard, L. C.; Naito, Y. y Toritani, Y.. *"The Nucor – Yamato structural mill"*. Ps. 45 a 47. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Noviembre 1989. Bibliografía: -

--

- 262.- Prikhod'ko, V. P.; Kulak, Y. E.; Roeva, Z. M.; D'Yachenko, K. K. y Vergeles, V. I.. *"Improving accuracy of rolling steel section"*. Ps. 154 a 157. Steel in the USSR. Moscú, Rusia. Marzo 1981. Bibliografía: 5 (1953 – 1978)
- 263.- Queenborough Rolling Mills.. *"Profitable rail rerolling on the right tracks"*. Ps. 621 y 622. Steel Times. Redhill, Surrey, Inglaterra. Noviembre 1986. Bibliografía: 1 (1986)
- 264.- Quinhones dos Santos, P.. *Aplicações de minicomputadores na solução de problemas de engenharia em laminação*". 13 ps. Grupo Gerdau, Porto Alegre, RS, Brasil. Circa 1978. Bibliografía: --- (Nota: Este autor y el de referencia 288 son la misma persona)
- 265.- Quintal de Oliveira, E.; de Souza, O. A.; da Costa, L. F.; Coutinho, R. y de Faria Dutra, H.. *Lubrificação da interface cilindro - laminado no laminador de trilhos e perfis (da CSN)*". Ps. 181 a 198. Seminario COLAM, Río de Janeiro, RJ, Brasil. 1981. Bibliografía: ---. Ver también Ps. 535 a 540. Metallurgia – ABM, Vol. 38, Nº 298. Septiembre 1982.
- 266.- Raghupathi, P. S. y Altan, T.. *"Roll pass design in shape rolling"*. 42 ps. Battelle - Columbus Laboratories, Columbus, Ohio, E.U.A. Circa 1979. Bibliografía: 37 (1954 – 1978)
- 267.- Rains, J. y Fabro, M.. *"New super-flexible structural mill at SMI Steel - South Carolina"*. Ps. 29 a 33. AISE-Steel Technology. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Marzo 2001. Bibliografía: ---
- 268.- Rapp, K. W.. *"Bar mill tandem 3-h roughers"*. Ps. 49 a 54. Iron and Steel Engineer Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Mayo 1979. Bibliografía: ---
- 269.- Reemsnyder, H. S. y Demo, D. A.. *Fatigue cracking in welded crane runway girders: causes and repair procedures*". Ps. 52 a 56. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Abril 1978. Bibliografía: 9 (1963 – 1976)
- 270.- Renberg, C. W.. *"Parallel wide flange mill - The Colorado Fuel and Iron Corp."*. Ps. 117 a 126. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Noviembre 1963. Bibliografía: ---
- 271.- Reuter, P. H.. *"Modern mill layout and design for rolling structural steel"*. Ps. 270 a 284. Iron and Steel Engineer Year Book. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. 1970. Bibliografía: 7 (1955 – 1968)
- 272.- Roll Manufacturers Institute.. N. R. Arant, Director Técnico. *"Investigation of fractured iron rolls"*. Project Nº 9 (3). Final Report. 102 ps. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Marzo 1957. Bibliografía: 18 (1924 – 1956)
- 273.- Rosy, J.. *"The groove design of straight-flange beams on a universal finishing mill"*. Ps. 21 a 50. Der Kalibreur, Nº 16. Verlag Stahleisen mbH. 4000 Düsseldorf, Alemania. Abril 1972. Bibliografía: ---
- 274.- Ruddle, G. E.; Milliken, K. S. y Jubb, J. T.. *"Prediction of rail mill power from pilot-scale"*. Physical Metallurgy Research Laboratories, CANMET, Ottawa, Canada and Sydney Steel Corp., Sydney, Nova Scotia, Canada. Ps. 95 a 111. Iron and Steel Society-AIME, Mechanical Working and Steel Processing. Vol. 19th. Warrendale, Pennsylvania, E.U.A. 1982. Bibliografía: 8 (1934 – 1978)

- 275.- Rydén, J.; Arén, B. y Wuopio, U.. "Direct quenching of wide flange beams in pilot plant experiments". Ps. 187 a 192. Scandinavian Journal of Metallurgy. Helsinki, Finlandia. Vol. 13, 1984. Bibliografía: 8 (1970 – 1980)
- 276.- Sacilor – Sollac. "Calibrage assiste par ordinateur". Ps. 725-726. Revue de Métallurgie – CIT. París, Francia. 81 - N° 8-9, agosto-septiembre 1984. Bibliografía: ---
- 277.- Saitoh, S.; Okumura, H.; Nagayama, E. y Hayashi, H.. "Development of set-up control system for universal mill". P. B105. Kawasaki Steel Corporation. Iron and Steel Institute of Japan, meeting 112. Lecture N° S1240. Tokyo, Japón. Octubre 1986. Bibliografía: 1 (1985)
- 278.- Salkin, R.. "Étude des contraintes résiduelles de laminage". 28 ps. Centre National de Recherches Métallurgiques. Lieja, Bélgica. RA 277/63. Octubre 1963. Bibliografía: ---
- 279.- Salkin, R.. "La mesure des contraintes résiduelles dans les produits laminés". 29 ps. Centre National de Recherches Métallurgiques. Lieja, Bélgica. RA 157/61. Diciembre 1961. Bibliografía: ---
- 280.- Samways, N. L.. "Wheeling – Pittsburgh's modern continuous casting/rail mill complex". Ps. 25 a 31. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Junio 1986. Bibliografía: ---
- 281.- Samways, N. L.. "Nucor-Yamato – Largest producer of structural shapes in the U.S". Ps. 85 a 93. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Abril 1994. Bibliografía: 1 (1989)
- 282.- Samways, N. L.. "Chaparral Steel: An international competitor". Ps. 59 a 68. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Abril 1992. Bibliografía: 4 (1976 – 1983)
- 283.- Samways, N. L.. "TXI Chaparral Steel: The new Virginia structural mill". Ps. 21 a 27. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Octubre 1999. Bibliografía: 1 (1992)
- 284.- Samways, N. L. y Fritz, D. M.. "The resurgence of CF&I Steel". Ps. 9 a 21. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Noviembre 1994. Bibliografía: ---
- 285.- Santos Bonilla, L.. "Agrietamiento en los muñones de los cilindros". Ps. G/1 a G/23. Seminario latinoamericano "Cilindros de Laminación". ILAFA-IBS-ABM. São Paulo, SP, Brasil. Mayo 1974. Bibliografía: 15 (1952 – 1971)
- 286.- Santos Bonilla, L.. "Roll selection as a function of pass designs". Ps. 211 a 225. Proceedings of The Second Japan - Venezuelan Symposium, The Iron and Steel Institute of Japan. Tokio, Japón. Junio 1982. Bibliografía: 11 (1965 – 1981)
- 287.- Santos Bonilla, L.. "Relaciones entre calidad superficial de los perfiles de acero, calidad de los cilindros y el diseño de pases". Ps. Z1 a Z9. III Seminario ILAFA de Cilindros para Trenes de Laminación. Monterrey, Nuevo León, México. Marzo 1988. Bibliografía: 8 (1966 – 1986)

- 288.- Santos, P.. *"Roll pass design in Gerdau companies – Brasil"*. Ps. 3 a 36. Der Kalibreur, N° 39. Verlag Stahleisen mbH. 4000 Düsseldorf, Alemania. Diciembre 1983. Bibliografía: ---
(Nota: Este autor y el de referencia 264 son la misma persona)
- 289.- Sato, M.; Kageyama, H. y Sugino, K.. *"Effect of wheel and rail profiles on wear and fatigue behavior of high strength rail"*. P. B-320. Transactions Iron and Steel Institute of Japan. Tokyo, Japón. Vol. 26, 1986. Bibliografía: 1 (1985)
- 290.- Schauwinhold, D.. *"Characteristic properties and applications of products from continuously cast steel"*. 15 ps. Thyssen Aktiengesellschaft – August Thyssen-Hütte. 4100 Duisburg 11. Alemania. Circa 1982. Bibliografía: 12 (1952 – 1981)
- 291.- Schey, J. A.. *"Lead modeling for section breakdown mill"*. Ps. 205 a 211. Iron and Steel Society - AIME. Proceedings Vol. 33th. Mechanical Working and Steel Processing Conference. Warrendale, Pennsylvania, E.U.A. 1996. Bibliografía: 1 (1995)
- 292.- Schlanzke, K.. *"Layout of modern medium section mills"*. Ps. 47 a 74. Der Kalibreur, N° 22. Verlag Stahleisen mbH. 4000 Düsseldorf, Alemania. Junio 1975. Bibliografía: ---
- 293.- Schloemann-Siemag Aktiengesellschaft – SMS.. *"Finishing line for heavy rolled sections"*. 8 ps. Düsseldorf, Alemania. Marzo 1980. Bibliografía: ---
- 294.- Schloemann-Siemag Aktiengesellschaft – SMS.. *"Continuous medium-section mill at Chaparral Steel"*. 11 ps. Düsseldorf, Alemania. Octubre 1983. Bibliografía: ---
- 295.- Schloemann-Siemag Aktiengesellschaft – SMS.. *"Universal compact stand for rolling heavy sections"*. 7 ps. Düsseldorf, Alemania. 1978. Bibliografía: ---
- 296.- Schmeling, F.. *"Computerized roll pass design and machining"*. Ps. 98 a 109. Metallurgical Plant and Technology. Düsseldorf, Alemania. 5/1982. Bibliografía: ---
- 297.- Schummer, A.. *"Controlled Cooling processes for wire rod and structural shapes"*. Ps. 433 a 451. Hot Rolling Mill Practice – Part II. Shapes and Wire Rods. IISI-International Iron and Steel Institute. Bruselas, Bélgica. Abril 1978. Bibliografía: ---
- 298.- Sekimoto, Y.. *"Composite sleeved rolls reduce cost and improve productivity in H-beam mills"*. Ps. 64 a 69. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Septiembre 1977. Bibliografía: 2 (1951)
- 299.- Sels Corporation of America.. *"Hardening rails ends"*. 4 ps. Dresher, Pennsylvania, E.U.A. 1956. Bibliografía: ---
- 300.- Sendzimir, M. G.; Ghobarah, A. A. y Hubbard Jr, C. N.. *"Mini strip mill for welded profiles"*. Ps. 41 a 47. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Agosto 1978. Bibliografía: ---
- 301.- Sevenler, K.; Raghupathi, P. S. y Altan, T.. *"Spread and bulging in bar and rod rolling using flat rolls"*. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Marzo 1986. Bibliografía: trabajo, 20; apéndice, 4 (1941 – 1984)

- 302.- Shaffer, R. E.. *"Rolling of structural steel"*. Ps. 101 a 105. Iron and Steel Engineer Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Enero 1963. Bibliografía: ---
- 303.- Shlmamura, N. Nishimura, H.; Saito, K.; Asanuma, A. y Maeda, A.. *"Fully computerized wide-flange beam mili and finishing line"*. Ps. 35 a 41. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Diciembre 1978. Bibliografía: ---
- 304.- Shin, W. y Shivpuri, R.. *"A computer simulation technique for improving roll pass design and strain distributions in the rolled products"*. Ps. 361 a 370. Iron and Steel Society - AIME. Proceedings Vol. 34th. Mechanical Working and Steel Processing Conference. Warrendale, Pennsylvania., E.U.A. 1993. Bibliografía: 27 (1927 – 1992)
- 305.- Shivpuri, R. y Kini, S.. *"Application of fuzzy reasoning techniques for roll pass design optimization"*. Ps. 755 a 763. Iron and Steel Society – AIME. Proceedings Vol. 39th. Mechanical Working and Steel Processing Conference. Warrendale, Pennsylvania, E.U.A. 1998. Bibliografía: 15 (1948 – 1995)
- 306.- Singh, R.; Lakshminarayanan B. y Singh, S.. *"Low cost mini-mill for beams for developing countries"*. Ps. 9/0 a 9/26. Singh and Associates. Delhi, India. Circa 1985. Bibliografía: ---
- 307.- Skelton, C. R. y Stevens, P. G.. *"The improvement of product surface finish in Skinningrove hot-section milis"*. Ps. 37 a 72. Der Kalibreur, N° 30. Verlag Stahleisen mbH. 4000 Düsseldorf, Alemania. Junio 1979. Bibliografía: ---
- 308.- Skelton, C. R.. *"Update on hot section and hot strip rolling oil lubrication"*. Ps. 3 a 42. Der Kalibreur, N° 43. Verlag Stahleisen mbH. 4000 Düsseldorf, Alemania. Diciembre 1985. Bibliografía: 1 (1979)
- 309.- Smith, S. J.. *"Influence of ingot shape on billet yield"*. BISRA Billet Products. Ps. 247 a 254. Journal of The Iron and Steel Institute. Londres, Inglaterra. Marzo 1970. Bibliografía: ---
- 310.- Smith, T.. *"Roll designing"*. Ps. 577 a 580. Iron and Steel Engineer Year Book. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. 1944. Bibliografía: ---
- 311.- Smith, Y. E. y Fletcher, F. B.. *"Alloy steels for high-strength, as rolled rails"*. Ps. 212 a 232. Special Technical Publication 644. American Society for Testing and Materials. Philadelphia, Pennsylvania, E.U.A. Reimpreso por Climax Molybdenum Company, Greenwich, Connecticut, E.U.A. 1978. Bibliografía: 4 (1954 – 1976)
- 312.- Spaude, A. y Engel, G.. *"The Açominas heavy section mill"*. Ps. 58 a 63. Metallurgical Plant and Technology. Düsseldorf, Alemania. 4/1981. Bibliografía: ---
- 313.- Spuzic, S.. *"Calibración computacional"*. (En idioma servlo). Ps. 25 a 27. Godina XXI. Celik, Belgrado, Yugoelavla. Junio1985. Bibliografía: 7 (1973 – 1985)
- 314.- Stähler, K.; Rauterberg, H.-D. y Schiller, H.. *"Planning and start-up of a new universal beam rolling mili at Stahlwerke Peine-Salzgitter AG"*. Ps. 19 a 28. Metallurgical Plant and Technology. Düsseldorf, Alemania. 1/1978. Bibliografía: ---

- 315.- **Stammbach, R.** *"Das walzen von schienen auf walzwerken mit universalgerüsten"*. Ps. 668 a 671. Stahl u. Eisen. N° 87 (11). Düsseldorf, Alemania. 1967. Bibliografía: ---
- 316.- **Stammbach, R.** *"Le laminage de poutrelles et de rails sur cages trios spéciales ou sur cages continues suivant le principe du laminage universel"*. Ps. 25 a 48. Der Kalibreur, N° 9. Verlag Stahleisen mbH. 4000 Düsseldorf, Alemania. Septiembre 1968. Bibliografía: ---
- 317.- **Stammbach, R.; Rosy y Touchard.** *"L'ébauchage des grosses poutrelles"*. Ps. 13 a 22. Der Kalibreur, N° 11. Verlag Stahleisen mbH. 4000 Düsseldorf, Alemania. Septiembre 1969. Bibliografía: ---
- 318.- **Stewart, D. G.; Papazian, R. P. y Leedy, D.** *"New roughing mill stands at the Co-Steel Lasco structural mill"*. Ps. 37 a 40. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Mayo 1996. Bibliografía: ---
- 319.- **Structural rolling.** *"Medium section mill"*. Ps. S105 a S112. Iron and Steel, Special Issue. Sutton, Surrey, Inglaterra. 1972. Bibliografía: ---
- 320.- **Struk, S.; Miernik, A. y Flak, K.** *"Tensiones internas en rieles ferroviarios – métodos de determinación"*. (En Idioma polaco). Ps. 13 a 18. Hutnik, Katowice, Polonia. Enero 1986. Bibliografía: 9 (1973 – 1985)
- 321.- **Suppo, U.** *"Calibrage de cornières egales et inegales"*. Ps. 21 a 30. Der Kalibreur N° 1. Verlag Stahleisen mbH, 4000 Düsseldorf, Alemania. Agosto 1964. Bibliografía: 6 (1955 – 1962)
- 322.- **Suppo, U.** *"Studi e ricerche relativi alla calibratura di profili scomponibili in tre aree elementari"*. Ps. 19 a 40. Der Kalibreur, N° 2. Verlag Stahleisen mbH. 4000 Düsseldorf, Alemania. Marzo 1965. Bibliografía: 9 (1934 – 1963)
- 323.- **Suppo, U.** *"Forming in the primary grooves when rolling channels"*. Ps. 3 a 40. Der Kalibreur, N° 14. Verlag Stahleisen mbH. 4000 Düsseldorf, Alemania. Abril 1971. Bibliografía: ---
- 324.- **Suppo, U.** *"The roll pass designer and his future"*. Ps. 41 a 84. Der Kalibreur, N° 48. Verlag Stahleisen mbH. 4000 Düsseldorf, Alemania. Junio 1988. Bibliografía: 16 (1930 – 1986)
- 325.- **Svejkovsky, U.** *"Newest technologies for economical sections production"*. Ps. 33 a 39. AISE Steel Technology, Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Febrero 2002. Bibliografía: ---
- 326.- **Svetlanov, V. T.; Gritsuk, N. F.; Vavilov, N. Y.; Gubert, V. S. y Kirichkov, A. A.** *"Monitoring quality of I-beams by means of nomograms"*. Ps. 346 a 348. Steel in the USSR. Moscú, Rusia. Junio 1981. Bibliografía: ---
- 327.- **Tamano, T.; Takada, N. y Yanagimoto, S.** *"Determinación del coeficiente de rozamiento para distintas condiciones de laminación"*. 11 ps. I.A.S. - Instituto Argentino de Siderurgia. Servicio de socios (Laminación). Año 1 - N° 3. Buenos Aires, Argentina. Junio 1975. Bibliografía: 7 (1943 – 1970)

- 328.- Tanaka, M.; Hirasawa, T.; Nagahashi, S. y Morioka, K.. *"Rolling technics of wide flange beams from continuously casted materials"*. Ps. 22 a 30. Nippon Kokan Technical Report. Overseas N° 41. Tokyo, Japón. 1984. Bibliografía: 5 (1978 – 1980)
- 329.- Tanaka, T.; Yamashita, M.; Okumura, H.; Sasada, M.; Saito, S. y Miura, H.. *"One-heat rolling technique for large H-shapes out of c. c. slabs"*. P. B-58. Kawasaki Steel Corp. Iron and Steel Institute of Japan, meeting 102. Lecture N° S1054. Tokyo, Japón. Noviembre 1981. Bibliografía: 3 (1980)
- 330.- Targa, C. A.. *"Laminação de tarugos com defeitos sintéticos"*. Ps. 687 a 690. Metalurgia-ABM. São Paulo, SP, Brasil. Vol. 42, N° 347. Octubre 1986. Bibliografía: 4 (1975 – 1977)
- 331.- Taylor, J. H.. *"Power requirements of rolling mills"*. Ps. 4 a 13. United Effort. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Primer cuarto, 1958. Bibliografía: ---
- 332.- The British Steelmaker.. *"Indiana Harbor biggest US steelworks"*. Ps. 9 a 12. Londres, Inglaterra. Circa 1980. Bibliografía: ---
- 333.- The Iron and Steel Institute of Japan – Transactions.. *"Plastic Working – Large Sections"*. Ps. 747 a 749. The 70th Anniversary Special Issue (Part 2). Vol. 25 - N° 8 . Tokyo, Japón. 1985. Bibliografía: ---
- 334.- Thermatool, Inc.. *"Light and hybrid structural shapes produced by high-speed welding process"*. Ps. 200 y 202. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Junio 1965. Bibliografía: ---
- 335.- Thomas, C. C.. *"Electrical equipment for billet, structural and rail mills"*. 15 ps. General Electric Co.. Schenectady, NY, E.U.A. 1955. Es una reimpresión con algunos cambios del artículo publicado en Blast Furnace and Steel Plant. Mayo 1950. Bibliografía: ---
- 336.- Tischbein, J. A.. *"Eliminating defects through improved rolling methods"*. Ps. 13 a 21. Iron and Steel Engineer Year Book. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. 1949. Bibliografía: ---
- 337.- Totten, Ch. A.. *"Flash butt welding of crane rails at Burns Harbor"*. Ps. 42 a 45. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Septiembre 1989. Bibliografía: ---
- 338.- Totten, Ch. A.. *"Profile grinding of crane rail at Bethlehem's Burns Harbor plant"*. Ps. 62 a 65. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Abril 1993. Bibliografía: 9 (1966 – 1990)
- 339.- Totten, Ch. A.. *"Economics of crane runway rerailing"*. Ps. 39 a 41. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Octubre 1996. Bibliografía: ---
- 340.- Trompler Jr, R.. *"Flash butt welding of crane rail"*. Ps. 42 a 44. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Octubre 1996. Bibliografía: 4 (1972 – 1989)
- 341.- Tsuda, O.; Yamaguchi, Y.; Mizuta, A.; Osuna, H.; Yugaki, H.; Hirose, I. y Salto, S.. *"A comprehensive approach to minimizing crop loss in slabbing"*. 11 ps. Kobe Steel Ltd. Kobe, Japón. Circa 1980. Bibliografía: 3 (1960 – 1974)

342.- Tunny, W. J.. "EOT Crane runway rail installations". Ps. 67 a 72. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Marzo 1960. Bibliografía: ---. (Nota: EOT, iniciales de Electric Overhead Travelling).

343.- Ueda, M.; Fukuda, K.; Wada, T.; Nagahashi, S.; Saito, Y. y Sato, Y.. "Development of NKK – low alloy head hardened rails". Ps. 49 a 58. Nippon Kokan Technical Report – Overseas. N° 48. Tokyo, Japón. Febrero 1987. Bibliografía: 8 (1978 – 1986)

344.- United.. "Rail or structural mill and rolls". 16 ps. United Engineering and Foundry Company. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Circa 1958, Bibliografía: ---

345.- United Engineering and Foundry Co.. "United rolls for rail slitting bar mills". 4 ps. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. 1958. Bibliografía: ---

346.- Ushijima, K.. "Working process and resulting properties of continuously casting steel". Ps. 51 a 62. SEASI Quarterly. Manila, Filipinas. Octubre 1976. Bibliografía: 72 (1953 – 1973)

347.- Ushijima, K.. "Proceso de trabajo y propiedades resultantes de acero de colada continua". Traducción de artículo anterior, N° 346. IAS-Instituto Argentino de Siderurgia, Buenos Aires, Argentina. Servicio de Socios, Colada Continua. Año 2, N° 7. Mayo 1976.

348.- Vathaire, M. de; Liégeon, E. y Faessel, A.. "Application of CAD/CAM to the rolling of long products". Ps. 62 y 67. Steel Times. Redhill, Surrey, Inglaterra. Febrero 1985. Bibliografía: 5 (1981 – 1984)

349.- Vathaire, M. de; Liégeon, E.; Mennel, G. y Faessel, A.. "Conception assistée par ordinateur: application au laminage des produits longs". Ps. 387 a 398. Revue de Métallurgie-CIT. 82-N° 5. París, Francia. Mayo 1985. Bibliografía: 13 (1979 – 1984)

350.- Vathaire, M. de; Liégeon, E.; Faessel, A. y Mennel, G.. "Constructing a section roll pass design with the aid of a computer as well as of simulation". Ps. 3 a 52. Der Kalibreur, N° 42. Verlag Stahleisen mbH. 4000 Düsseldorf, Alemania. Junio 1985. Bibliografía: ---

351.- Viest, I. M.. "What's new in steel construction". Ps. 202 a 207. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Septiembre 1966. Bibliografía: ---

352.- Vila, J.; Andrés, M. P. de y López, V.. "Evaluación y fabricación de camil con desbastes de colada continua". Ps. 311 a 323. Revista de Metalurgia-CENIM. Madrid, España. Septiembre-Octubre 1981. Bibliografía: 10 (1971 – 1978)

353.- Villanueva, R. A.. "Laminación en caliente lubricada – Área de no planos". 14 ps. Curso de Laminación. IAS-Instituto Argentino de Siderurgia. Buenos Aires, Argentina. 1991. Bibliografía: 6

354.- Villanueva, R. A.. "Desbaste y colada continua". 14 ps. ILAFA – IX Congreso Latinoamericano de Siderurgia. Buenos Aires, Argentina. Octubre 1969. Bibliografía: ---

355.- Villanueva, R. A.. "Estudio sobre laminación de barras de colada continua y la variación de sus características mecánicas". 5 ps. Acindar S.A. (Planta 2 - Tablada). Dep. Laminación. Abril 1992. Bibliografía: 3 (1964 – 1974)

- 356.- Villanueva, R. A.. "*Comercialización de cilindros laminadores. Notas sobre su compra y venta*". Ps. E/1 a E/9. Seminario latinoamericano "Cilindros de Laminación". ILAFA-IBS-ABM. São Paulo, SP, Brasil. Mayo 1974. Bibliografía: ---
- 357.- Villanueva, R. A.. "*Breve historia de la fabricación de cilindros laminadores*". Ps. B/1 a B/12. Seminario latinoamericano "Cilindros de Laminación". ILAFA-IBS-ABM. São Paulo, SP, Brasil. Mayo 1974. Bibliografía: 13 (1929 – 1971)
- 358.- Villanueva, R. A.. "*Laminación: 500 años de evolución desde Leonardo da Vinci*". Ps. 2 a 13. Siderurgia Latinoamericana. N° 283. ILAFA. Santiago, Chile. Noviembre 1983. Bibliografía: ---
- 359.- Villanueva, R. A.. "*Cilindros para trenes de laminación*". Ps. 2 a 20. Siderurgia Latinoamericana. N° 297. ILAFA. Santiago. Chile. Enero 1985. Bibliografía: ---
- 360.- Villanueva, R. A.. "*Análisis de la situación actual de la industria de laminación en México. Vol. II: Equipos*". 71 ps. ATISA-Asesoría Técnica industrial, S.A. de C.V. México, D.F., México. Septiembre 1976. Bibliografía: ---
- 361.- Vyas, M. M. y Romberger, C. J.. "*Diseño de calibrados de cilindros para secciones estructurales especiales usando técnicas de diseño computarizadas*". Ps. 49 a 53. Siderurgia Latinoamericana. N° 297. ILAFA. Santiago, Chile. Enero 1985. Bibliografía: 9 (1931 – 1984)
- 362.- Voigt, H. F. y Elsel, F.. "*improved design for rail and structural mills*". Ps. 711 a 725. Iron and Steel Engineer Year Book. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. 1947. Bibliografía: ---
- 363.- Voykovsky, J.. "*UE – Section Roll Groove Design*". Ps. 15 a 38. Der Kalibreur, N°10. Verlag Stahleisen mbH. 4000 Düsseldorf, Alemania. Marzo 1969. Bibliografía: ---
- 364.- Wada, A.. "*Application of steels to building structures*". 17 ps. ILAFA-Instituto Latinoamericano del Fierro y el Acero. Seminario Belo Horizonte, MG, Brasil. Junio 1987. Bibliografía: ---
- 365.- Walker, T.. "*Engineering aspects of heavy section mills*". 29 ps. Davy and United Engineering Co. Ltd., Sheffield, Yorkshire, Inglaterra. 1955. Bibliografía: 12 (1943 – 1954)
- 366.- Watanabe, I.; Kojima, T.; Matsuda, Y.; Fujita, T. y Ueda, M.. "*Crack propagation and arrest behavior of rail steels*". Ps. 37 a 45. Nippon Kokan Technical Report. Overseas N° 49. Tokyo, Japón. 1987. Bibliografía: 2 (1984)
- 367.- Wattleworth, D. R.. "*New British Standard specifications for rails and fishplates*". 6 ps. The United Steel Companies Ltd. Sheffield, Yorkshire, Inglaterra. (Publicado originalmente en Railway Steel Topics. Vol. 5, N° 1). 1960. Bibliografía: 2
- 368.- Wean United.. "*CFI rolls longer, stronger rails after mill modernization program*". P. 1. Iron and Steel Engineer, Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Noviembre 1979. Bibliografía: ---
- 369.- Weber, R. D.. "*Wire rod rolling on flat rolls*". Ps. 200 a 203. Wire Industry. Marzo 1975. Bibliografía: ---

- 370.- Weldemann, J.; White, W. C. y Furst, G. L.. "Machine monitoring for heavy beam mills – Innovations at Nucor-Yamato Steel". Ps. 43 a 49. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Enero 1995. Bibliografía: 6 (1945 – 1993)
- 371.- West, R. E.. "History and future of rail haulage in surface mining". Ps. 41 a 43. World Mining. Vol 36, N° 4. San Francisco, California, E.U.A. Abril 1983. Bibliografía: ---
- 372.- Westinghouse Electric.. "Main drive motors in rolling mill service". 55 ps. Westinghouse Electric Corp. East Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Circa 1959. Bibliografía: - --
- 373.- Wheeling-Pittsburgh Steel Corp.. "Chapter 11". P. 7. AISE Steel Technology. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Enero 2001. Bibliografía: ---
- 374.- Wilde, W. J.. "Modernization of Bethlehem's 48-in. heavy structural mill – The Grey mill". Ps. 56 a 60. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Abril 1990. Bibliografía: ---
- 375.- Wilson, A.. "Combination wide flange beam and structural mill at Dorman Long Co., Ltd. – England". Ps. 6 a 17. United Effort, Second Quarter. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. 1959. Bibliografía: ---
- 376.- Wilson, P. B. y Lestani, M.. "Design and start-up of Birmingham Steel's Seattle bar mill". Ps. 39 a 42. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Enero 1995. Bibliografía: ---
- 377.- Winchester, A. J.. "How to get and use rolling mill power data". Ps. 92 a 98. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Julio 1961. Bibliografía: ---
- 378.- Winchester, A. J.. "Determination of optimum motor-load drive ratio". Ps. 77 a 90. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Octubre 1968. Bibliografía: ---
- 379.- Wittig, T.. "Expert systems in process control". Ps. 71 a 78. Technische Mitteilungen Krupp. Essen, Alemania. 2/1987. Bibliografía: 10 (1976 – 1986)
- 380.- Workington Iron and Steel Company.. "Workington celebrates 100 years of railmaking". Ps. 13 a 16. The British Steelmaker. Londres, Inglaterra. 1977. Bibliografía: ---
- 381.- Wright, R. H.. "Steel mill drives – Past, present and future". Ps. 22 a 27. Iron and Steel Engineer Year Book. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. 1957. Bibliografía: ---
- 382.- Wright, C. B. y Dickinson, W. A.. "Experiencias en el enlace técnico entre las plantas de laminación y el fabricante de cilindros". Ps. Q/1 a Q/19. Seminario latinoamericano "Cilindros de Laminación". ILAFA-IBS-ABM. São Paulo, SP, Brasil. Mayo 1974. Bibliografía: - --
- 383.- Yaklich, F. J.; Farris, D. y Porter, V. S. C.. "Rolling and in-line finishing of bars and shapes at CF&I Steel's Pueblo plant". Ps. 33 a 38. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Agosto 1976. Bibliografía: ---

- 384.- Yamamoto, M.; Hori, M.; Tsuda, A. y Ayagaki, M.. "Características y aplicaciones de cilindros de laminación de N.S.C.-Nippon Steel Corporation". Ps. AB1 a AB10. Congreso ILAFA Laminación. Río de Janeiro, RJ, Brasil. Mayo 1980. Bibliografía: ---
- 385.- Yanaka, T..- "Manufacture of roll sleeves". Ps. 121 a 134. Rolls for the metalworking industries. Iron and Steel Society – AIME. Warrendale, Pennsylvania, E.U.A. 1990. Bibliografía: 8 (1942 – 1984)
- 386.- Yanazawa, T.; Tanaka, T.; Morita, T.; Aoyama, K.; Noda, A. y Takeda, R.. "Application of caliberless rolling to roughing mills" ("Development of caliberless rolling – I"). P. B-59. Transactions of the ISIJ. Vol. 22. Tokyo, Japón. 1982. Bibliografía: ---
- 387.- Yanazawa, T.; Tanaka, T.; Morita, T.; Aoyama, K.; Noda, A. y Takeda, R.. "Application of caliberless rolling to finishing mills" ("Development of caliberless rolling – II"). P. B-60. Transactions of the ISIJ. Vol. 22. Tokyo, Japón. 1982. Bibliografía: 2 (1964 – 1968)
- 388.- Yanazawa, T.; Tanaka, T.; Hoshijima, T.; Noda, A.; Imamura, H. y Takeda, R.. "Application of caliberless rolling to bar mill" ("Development of caliberless rolling – III"). P. B-386. Transactions of the ISIJ. Vol. 22. Tokyo, Japón. 1982. Bibliografía: 1 (1981)
- 389.- Yanazawa, T.; Tanaka, T.; Noda, A.; Morita, T.; Takeda, R. y Hayashi, H.. "Development of grooveless rolling". Ps. 710 a 715. Transactions of the ISIJ. Vol. 23, Tokyo, Japón. 1983. Bibliografía: 3 (1978 – 1981)
- 390.- Yanazawa, T.; Hirai, N.; Tanaka, T. e Imamura, H.. "Desarrollo del laminado sin canales para barras y palanquillas". Ps. 24 a 32. Nº 70. Unesid - Información Siderúrgica. Madrid, España. Mayo 1984. Bibliografía: 3 (1978 – 1980)
- 391.- Yanazawa, T.; Hirai, N.; Tanaka, T. y Aoyama, K.. "Development of grooveless rolling for a billet mill". Ps. 27 a 32. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Agosto 1984. Bibliografía: 3. (1961 – 1981)
- 392.- Yanazawa, T.; Tanaka, T.; Noda, A.; Morita, T.; Takeda, R. y Hayashi, H.. "Development of grooveless rolling". Ps. 150 a 154. Vol. 6, 84/85. World Steel and Metalworking. Alemania 1984/85. Bibliografía: 3 (1978 – 1981)
- 393.- Yaritha, I.. "Problems of friction, lubrication, and materials for rolls in the rolling technology". Ps. 1014 a 1035. Kawasaki Steel Corporation. Transactions of the Iron and Steel Institute of Japan. Vol. 24, Nº 12. Tokyo, Japón. Diciembre 1984. Bibliografía: 63 (1925 – 1983)
- 394.- Yawata Limited.. "Rails and accessories". 34 ps. Yawata Iron and Steel Co., Ltd. Tokyo, Japón. 1964. Bibliografía: ---
- 395.- Young, J. D.. "The development of rails from continuously cast blooms". Ps. 84 a 89. Steel Times. Vol. 207, Nº 6. Redhill, Surrey, Inglaterra. Junio 1979. Bibliografía: ---
- 396.- Zelikow, A. I. y Zjuzin, V. I.. "Modern rolling mills in the USSR". Ps. 53 a 59. Iron and Steel Engineer. Pittsburgh, Pennsylvania, E.U.A. Septiembre 1978. Bibliografía: ---

397.- Zullani, J. L.; Albin, A. y Poato, N.. "Fabricación de acero para rieles". Ps. 14 a 34. Siderurgia. IAS - Instituto Argentino de Siderurgia. Buenos Aires, Argentina. Enero/Marzo 1980. Bibliografía: 18 (1955 – 1979)

Estadística de publicación

<u>Décadas</u>	<u>Artículos</u>	<u>Porcentajes</u>
'40	11	2,8
'50	18	4,5
'60	57	14,4
'70	89	22,4
'80	164	41,3
'90	53	13,3
'00	5	1,3
<u>Totales</u>	397	100,0

RAV/---

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE GENERAL SAN MARTÍN
COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA
INSTITUTO DE TECNOLOGÍA
"Prof. Jorge A. Sábato"**

**Deformación plástica en el laminado en
caliente de estructurales y rieles de acero ^(*)
(Anexos)**

por Ing. Roberto Alfredo Villanueva

**Director
Dr. Ing. Carlos A. Martínez Vidal**

**^(*) Tesis para optar al título de Doctor en Ciencia y Tecnología,
mención Materiales**

**República Argentina
2003**

INTRODUCCIÓN

-El presente Anexo a la Tesis *Deformación Plástica en el Laminado en Caliente de Estructurales y Rieles de Acero*, tiene como propósito incluir algunos temas complementarios; tanto desde el punto de vista descriptivo de la artesanía del calibrado como desde la visión de actividades colindantes necesarias para asegurar una operación exitosa de los diseños.

-El detalle de los temas presentados es el siguiente:

- 1.- Estudio de muestras de laminación; su planificación, obtención y análisis. Ventajas y limitaciones.
- 2.- Descripción del trabajo del plantillero y su importancia dentro del proceso de laminación no plana.
- 3.- Un temprano esfuerzo local en el campo del Trabajado Mecánico. Los 21 capítulos dedicados a la deformación de los metales, editados en 1970 por el Dep. de Metalurgia de la CNEA – Comisión Nacional de Energía Atómica.
- 4.- Estado del arte de los laminadores de estructurales y rieles a comienzos del siglo XXI. Descripción de 2 instalaciones que marcan rumbos; y producción de un nuevo riel norteamericano.
- 5.- Estado del arte de la producción de preformados *-blanks-* para vigas mediante colada continua a comienzos del siglo XXI. Descripción de 1 instalación que marca rumbos.
- 6.- Detalles de reducciones específicas, procesos y calibrados generales, ofrecidas por algunas de las obras citadas en la Bibliografía.
- 7.- Defectos generales de operación y problemas de conformado y metalúrgicos que se pueden presentar durante la operación de los laminadores de estructurales y rieles.
- 8.- Glosario trilingüe preparado durante la estancia del Tesista en ILAFA – Instituto Latinoamericano del Fierro y el Acero, Santiago, Chile. Encuadernado por separado.

-Señalamos que hemos dejado fuera de nuestro tratamiento, tanto dentro de la Tesis propiamente dicha como en este Anexo, el amplísimo campo de los cilindros laminadores como tales. A las personas que deseen profundizar de una manera general este tema, los referimos al artículo de 19 ps. de extensión que escribimos para la revista *Siderurgia Latinoamericana*, publicación mensual de ILAFA, Santiago Chile. Este artículo, titulado justamente *Cilindros para trenes de laminación*, salió impreso en el número 297 de la citada revista, correspondiente al mes de enero 1985, ps. 2 a 20.

-Para terminar, remarcamos lo señalado en la nota editorial de pag. 1 de la citada revista: "Por muchas décadas todo lo relacionado con los cilindros estuvo rodeado de reserva y secreto, transmitiéndose el conocimiento vinculado con su fabricación y mecanizado -el diseño de los pasos en especial- mediante "recetas" y enseñanza oral, a menudo cedidas de padres a hijos". #

Tema 1. Las muestras de laminación

-Es casi un lugar común afirmar que el trabajo fundamental del calibrista es asegurar la obtención de la sección terminadora, con pleno cumplimiento de las normas de aplicación. Para verificarlo, el propio maestro laminador hará cortar un trozo de la barra acabada, la hará enfriar e inmediatamente la medirá.

-Sin embargo, aún si la sección obtenida cumple con lo especificado, el calibrista no estará plenamente satisfecho. Especialmente en las laminaciones de prueba, cuando el calibrado es probado por primera vez, será importante comprobar que todas las hipótesis de llenado de cada paso de reducción se han cumplido. Ello exigirá cortar un trozo de barra antes de cada pasada, de la primera a la última.

-Estos trozos, de tamaño adecuado y fácil manipulación, con sus extremos cortados y pulidos, perpendiculares a la dirección de la laminación, son lo que se denominan *muestras de laminación*. El lector de la Tesis ya ha tenido ante sí la Impronta o huella de estas muestras, en los calibrados de ángulos y térs 2.1.9 y 2.1.10. Las figuras que acompañan a este escrito a continuación, brindan nuevas secuencias de muestras de un ángulo, una U y una doble T, esta vez sin acotar.

-Cuando existan a lo largo de las diferentes pasadas discrepancias de la realidad frente a la estimación adoptada por el calibrista, será éste el que decidirá si dejará las cosas "tal como están" o si modificará su trazado de acuerdo a la realidad -las muestras- de lo que ocurre en el tren.

-Una vez que la sección esté en plena producción, el calibrista se guiará en sus comprobaciones de rutina por las marcas de laminación que dejará el material laminado en los pasos ya desgastados. Obviamente eventuales discrepancias con lo que se considere normal motivará un seguimiento más atento y cercano; y quizás la obtención de nuevas muestras.

Obtención de muestras. -La manera más simple, siempre que se trate de un tren abierto, es detener la barra antes de su ingreso al siguiente paso, con el operador y su soplete oxi-acetilénico listos para el corte. De esta manera, la operación se podrá cumplir en no más de 10" a 15"; y la temperatura de la barra no bajará demasiado como para afectar las reducciones en las pasadas restantes.

- Si el tren es continuo, la cosa se hace más problemática, dado que si se para la barra, esta quedará en el entrehierro de diversos pasos, con lo que habrá peligro cierto de daño a los cilindros laminadores en los arcos de contacto. Un recurso al que a veces se echa mano cuando es imprescindible lograr las muestras es detener el tren e inmediatamente dar suavemente marcha atrás, ¡sólo unos pocos centímetros lineales!, equivalentes a $\frac{1}{4}$ ó $\frac{1}{2}$ revolución de los cilindros; a fin de evitar el contacto íntimo material-cilindro y el fisuramiento que podrá producirse en los arcos de contacto.

-En fin, cuando se trate de comprobar sólo la forma de una parte del perfil de un paso, se suele echar mano del "quemado" de una madera. El tema es así: si se dispone de tablas de madera blanda y bien seca, de digamos hasta 12/15 mm

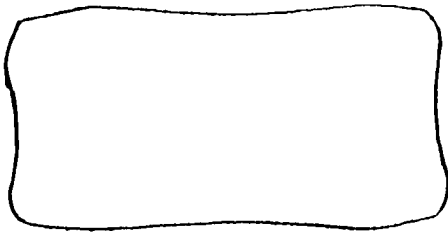
de grosor; al apoyar a ésta firmemente durante pocos segundos contra la barra en proceso de laminación, p.e. entre caja y caja en un tren continuo, el material quemará a la barra y dejará en ella su contorno.

- No es un método altamente aconsejable, sobretodo en la verificación de calibrados medianos y grandes, ya que el calor de la barra y la extensión del contorno a verificar toman al método inseguro y sacrificado. Cuando se trate de detectar sobrellenados, p.e. de óvalos, cuadrados, rombos, etc. en trenes de barras y alambrón; este método, bien llevado a cabo y evaluado, da interesantes satisfacciones al maestro laminador, ..., y porqué no, también al proyectista del calibrado.

Aprovechar lo contingente .- Las cosas no siempre marchan en un tren laminador del modo como uno lo planifica, y a veces sucede lo inesperado, ..., y no deseado: rotura de un cilindro laminador o, mucho peor, un súbito corte de energía eléctrica. Esto último significa la detención instantánea de la laminación en todos los pasos que estén trabajando y, obviamente, un perjuicio económico asociado.

-Sin embargo, este contratiempo brinda un "sub-producto" que para el calibrista puede ser "maná del cielo" o, como decía mi maestro Mr. Singer: "gold nuggets in your pocket" (pepitas de oro en tu bolsillo). Al ocurrir estos accidentes, en cada paso queda la barra con su geometría de transformación completa bajo ambos arcos de laminación; es decir con su sección antes, durante y después de la laminación.

-No creemos necesario insistir en la valiosa información que estas muestras pueden brindar, no solamente para aplicarlas a la rutina productiva sino asimismo para aumentar el acervo del calibrista estudioso. Un poco en broma y otro poco en serio, agregamos que ¡es un crimen desaprovecharlas!, sobretodo cuando ocurren en un tren continuo. #



#1



#2



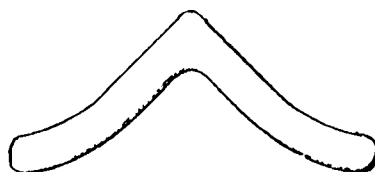
#3



#4



#5

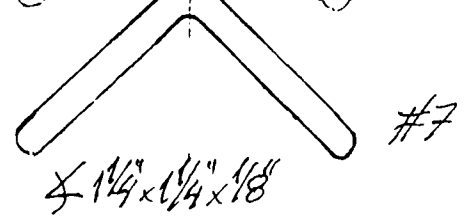
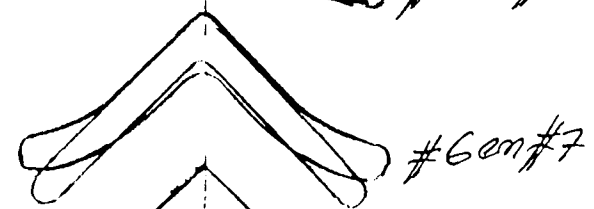
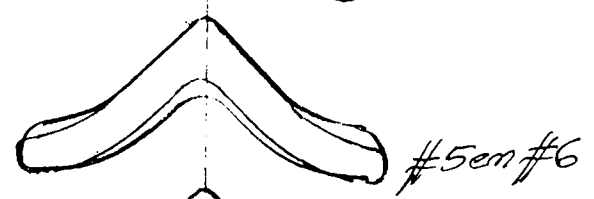
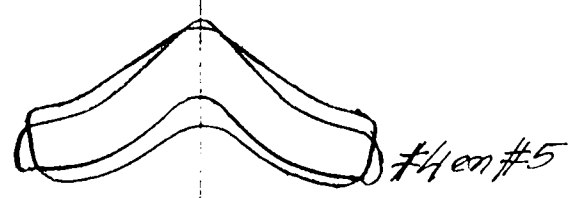
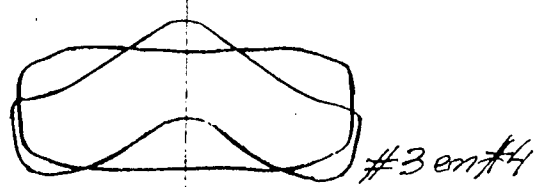
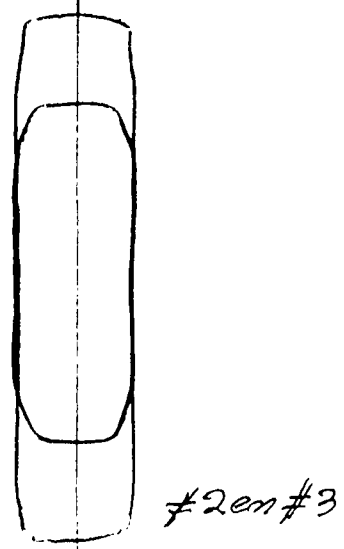
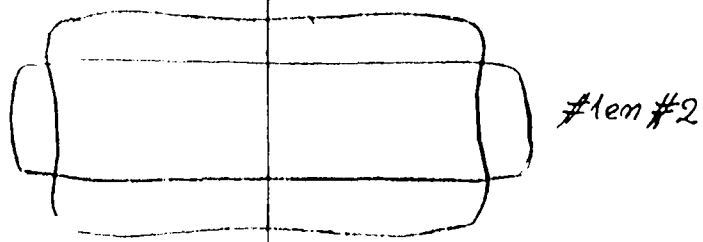


#6



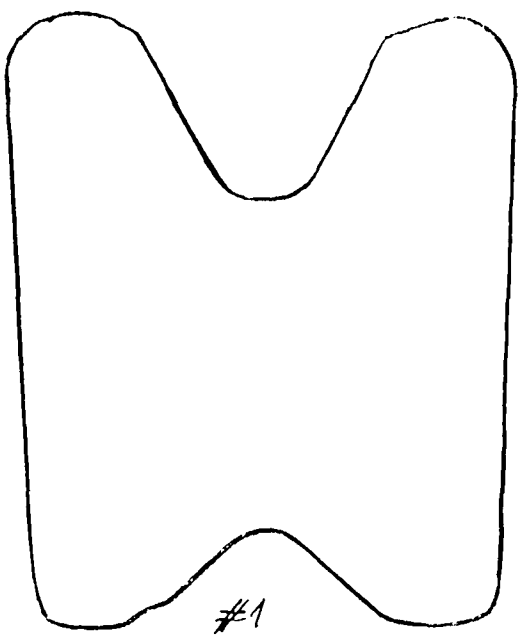
#7
1 1/4" x 1 1/4"
x 1/8"

QAU
1970

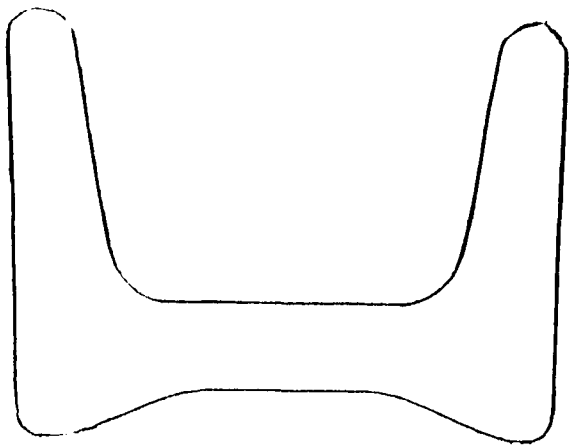


$\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{8}$

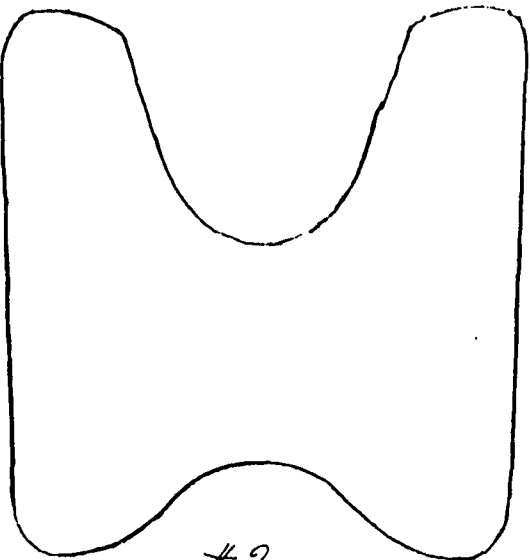
RAV
1970



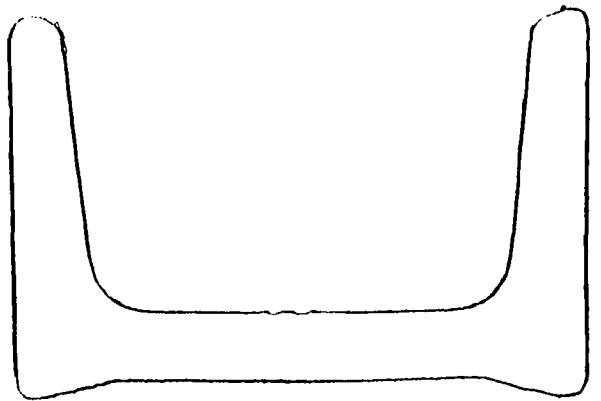
#1



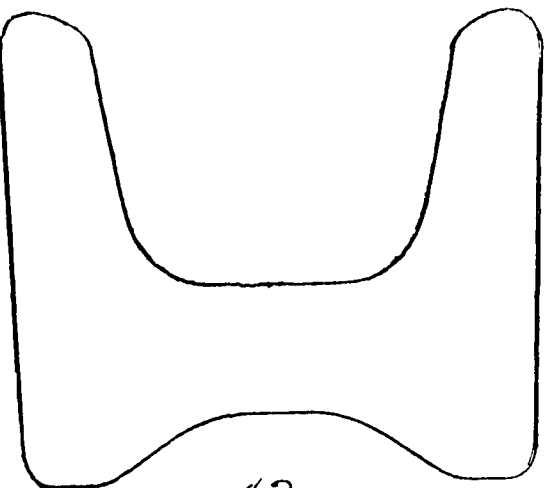
#4



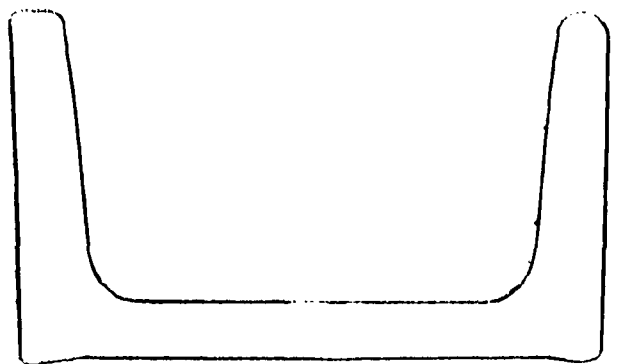
#2



#5



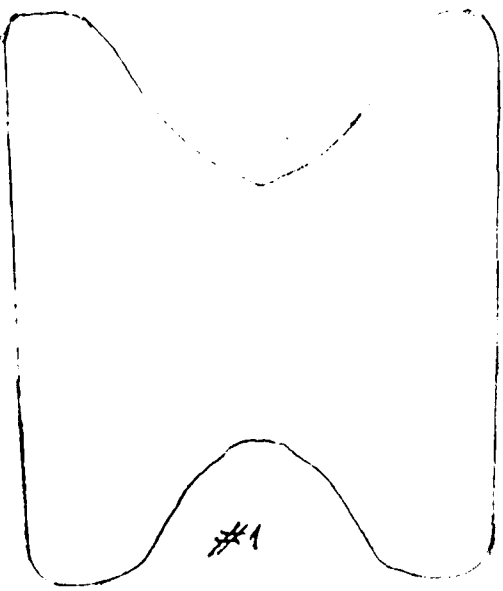
#3



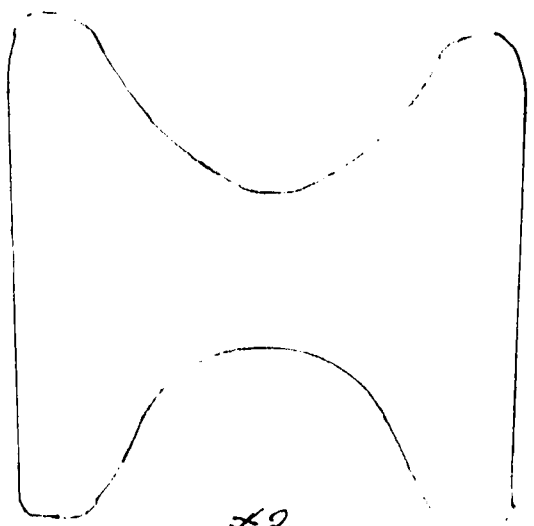
#6

LPN80

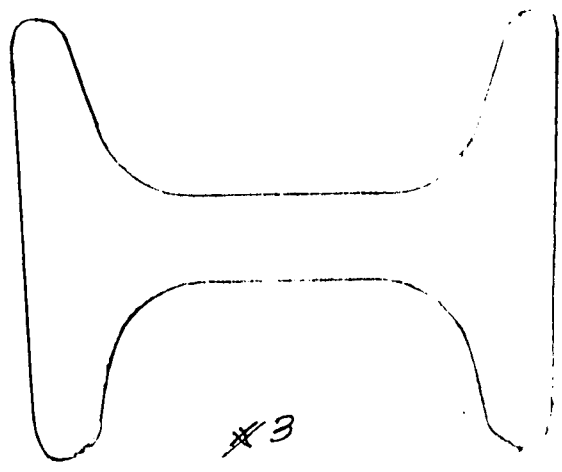
RAV
1970



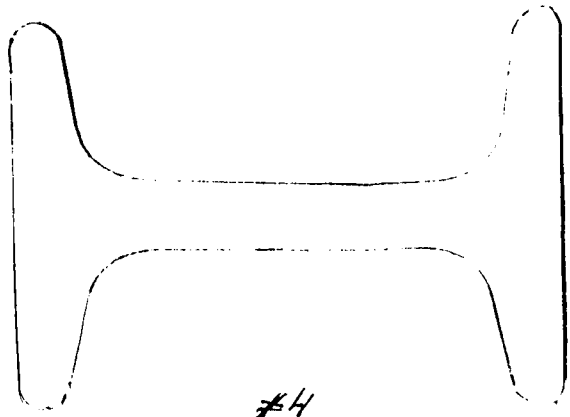
#1



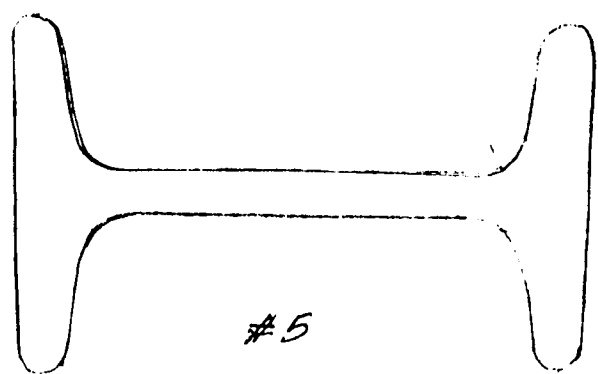
#2



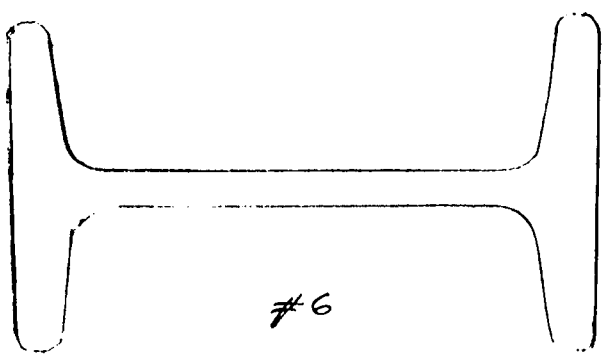
#3



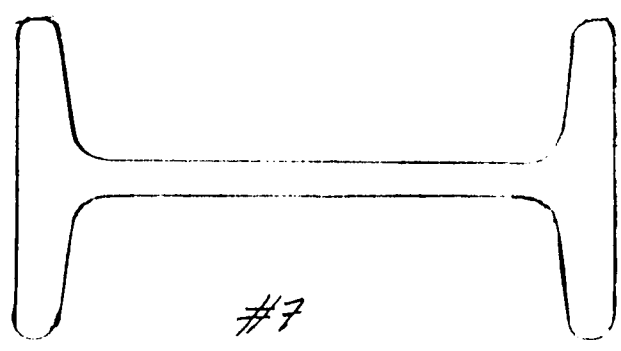
#4



#5



#6



#7

IPN 80

RAV
1970

Tema 2. El plantillero y sus plantillas

-En diversa ocasiones hemos mencionado en la Tesis al plantillero y su trabajo natural: las plantillas ("templets"). El tesista cree por tanto necesario ocuparse de este valioso colaborador del calibrista, describiendo someramente su particular e imprescindible artesanía.

-Comencemos definiendo a las plantillas. Ellas son trozos de metal, en general bajo la forma de láminas -chapas- de acero, trabajadas ora en forma manual, ora mediante alguna máquina herramienta, a fin de darles adecuada forma. Las plantillas reproducen, de la manera más exacta posible, partes o todo el contorno de cada paso de calibrado, y su propósito es cuádruple:

- Sirven para verificar la forma y afilado de las herramientas de torneado que se usarán para mecanizar los cilindros laminadores;
- Sirven para controlar la exactitud de tal mecanizado, especialmente cuando la comprobación incluya a los 2 cilindros, ubicados en posición de trabajo en el torno; uno encima del otro con la adecuada luz de entrehierro;
- Sirven para verificar la exactitud de las pasadas de laminación, y muy especialmente de la sección terminadora, que deberá cumplir con todas y cada una de las especificaciones de inspección que correspondan: p.e. dimensiones lineales, angulares, peso por metro, forma y acabado superficial;
- Sirven para evaluar en el torneado de repaso, luego de que los cilindros hayan servido en el tren, la cantidad de milímetros de diámetro que habrá que mecanizar a fin de volver a tener el paso sano; sin restos de material agrietado por el calor, rugoso, quemado, etc.

-El material que Mr. Singer especificó en SOMISA era: chapa de acero con 0,70 a 0,90 %C, laminada en caliente y sin decapar, es decir con la cascarilla de laminación pegada. Los espesores usados, según tamaño y uso, fueron 1/32" o 3/64" (0,8 ó 1,2); y excepcionalmente 1/16" (1,6).

-Los 2 operarios que inicialmente se formaron en la Planta Grl. Savio a partir de mediados de 1960 fueron Ricardo Armellini, de Acevedo; y Nestor Calviello, de Conesa; ambos pueblos cercanos a Pergamino, Pcia. de Buenos Aires. De ambos, el Sr. Calviello continuó en su valiosa ocupación artesanal hasta el cierre de las instalaciones de laminación de no-planos, luego de su privatización. Por más de 30 años, todo el trabajo de plantillería relacionado con el Tren de Estructurales y Rieles de SOMISA fue dirigido por este sobresaliente y laborioso artesano, que usó sus limas, gramiles, buriles y cuños de golpe; al igual que las sierras, amoladoras y rectificadora plana, con singular maestría. #

Tema 3. Un temprano y loable esfuerzo

-Hace ya unos 33 años, el Departamento de Metalurgia de la C.N.E.A. – Comisión Nacional de Energía Atómica publicó una extensa obra, compuesta de 3 fascículos y 21 capítulos, titulada "Introducción al Trabajado Mecánico". Esta publicación fue dedicada particularmente a aquellas personas interesadas en la elaboración plástica de los metales y sus aleaciones. Fueron sus autores los ingenieros Lucio Iurman, Carlos A. Martínez Vidal y Alfredo R. Saenz Lopez; y la extensión total cubrió 522 ps. más prólogo, índice y fe de erratas.

- Como homenaje, brindamos a continuación tal prólogo, y 3 ps. del fascículo III, punto 19, dedicadas a la laminación. Muchos ingenieros y técnicos, a lo largo de los años, adquirieron sus primeros conocimientos sobre trabajado mecánico a través del texto de esta obra; que aún hoy mantiene su significación en virtud de su contenido y extensión.*

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
DEPENDIENTE DE LA PRESIDENCIA DE LA NACION

SEXTO CURSO PANAMERICANO DE METALURGIA

Dentro del Programa Multinacional de Metalurgia
(Programa Regional de Ciencia y Tecnología - OEA)

INTRODUCCION AL TRABAJADO MECANICO

Ingenieros L. Iurman, C.A. Martínez Vidal y A. Sáenz López

FASCICULO I

Capítulos 1 a 7

Departamento de Metalurgia
Buenos Aires - Argentina
1970

P R O L O G O

Si bien las primeras manifestaciones de metales trabajados o deformados se remonta a algunos milenios antes de Cristo, puede decirse que recién luego de la segunda guerra mundial comienza a entenderse "cómo" y "por qué" deforman (cuáles son sus mecanismos). Ello ha obligado a replantear una cantidad de conceptos y hechos: Tomando sólo algunos:

- a) Existían dos áreas totalmente aisladas: Ingeniería mecánica que se ocupaba sólo del diseño, construcción y mantenimiento de los equipos para deformar; e Ingeniería metalúrgica, a la que interesaba sólo el metal o aleación obtenida. Podríamos decir que era "materiales vs. equipos". Actualmente se ha efectuado una síntesis entre ambas, lo que se ha traducido en enormes adelantos en la capacidad y calidad de producción.
- b) Puede decirse que cuando se pasa de "investigación básica" a "investigación aplicada" y a "investigación tecnológica" ("development"), aumentan exponencialmente la cantidad de parámetros que entran en juego, o sea, aumenta exponencialmente la complejidad del fenómeno o proceso a controlar. Surge así que, para hacer "buena tecnología" es indispensable la correcta aplicación de los "conocimientos y conceptos básicos".
- c) La "transferencia" de los resultados de la "investigación tecnológica" a la "producción", es un mecanismo aún hoy muy mal conocido, incluso en los países más desarrollados. Además, supuestos conocidos, esos mecanismos no son extrapolables a otros países. A esto se agrega que la mejor "solución técnica", no va a ser seguramente la óptima "solución técnico-económica" y, deben además tenerse presente los factores sociológicos y políticos, que terminarán dando una "solución coyuntural" para cada país, inclusive, para cada región (la definiremos como "tecnología de escala", en oposición al concepto de "economía de escala").
- d) El punto c) determina también que el profesional de industria, domine un conocimiento "empírico-tecnológico", poco conocido para el investigador, que posee su conocimiento "científico-tecnológico". Es fundamental el respeto mutuo de ambos conocimientos y tender a un "lenguaje común" que permita acelerar la "transferencia".
- e) Como se dijo al comienzo, todos los procesos metalúrgicos están sufriendo una "crisis de conocimientos", debiendo ser reanalizados a la luz de herramientas modernas: física del sólido, computación, automatización, instrumental cada vez más sofisticado, etc.

Esta revolución científico-tecnológica es uno de los factores que permita a países "en desarrollo", tentar la superación o el acortamiento de la "brecha tecnológica" que nos separa de los países "desarrollados".

Estos hechos se tuvieron presentes como premisas para ir elaborando el programa de esta materia, que empezó a gestarse en 1964. En octubre de ese año se dictó un curso sobre "Trabajado de Metales" (C. A. Martínez Vidal) organizado conjuntamente por la Comisión Nacional de Energía Atómica y la Sociedad Argentina de Metales.

En el II Curso Panamericano de Metalurgia, en 1965, en el ciclo básico se dió "Comportamiento Mecánico de Materiales" (C. A. Martínez Vidal y A. Vidoz) y en el ciclo de especialización: "Introducción al trabajado mecánico" (C. A. Martínez Vidal y A. Sáenz López).

De la unión de ambos cursos surgió el programa del "IX Curso de Especialización de la Associação Brasileira de Metais", que sobre el tema "Deformación Mecánica de Metales", fuera dictado por C. A. Martínez Vidal en San Pablo en noviembre/diciembre de 1965. En esa oportunidad se imprimió la primera versión de estos apuntes.

En el III Curso Panamericano de Metalurgia, en 1967, se dictó en el ciclo básico "Comportamiento Mecánico y Trabajado de Metales" (C. A. Martínez Vidal), continuando las modificaciones de los temas que formaban el programa del curso.

En 1968, IV Curso Panamericano de Metalurgia, se dió en el ciclo básico "Comportamiento Mecánico y Trabajado de Metales" (L. Iurman, C. A. Martínez Vidal y A. Sáenz López) y en el de especialización: "Introducción al Trabajado Mecánico" (L. Iurman y C. A. Martínez Vidal). Se le dió forma final al programa y es ya la correspondiente a estos apuntes.

En 1969, el V Curso Panamericano de Metalurgia ya es dictado como parte del "Programa Multinacional de Metalurgia" dentro del "Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico" de la Organización de los Estados Americanos. En el ciclo básico se dictó "Comportamiento Mecánico y Trabajado de Metales" (H. Helman, L. Iurman y A. Sáenz López), de acuerdo al programa presente.

Los puntos 1 a 13 corresponden a "Comportamiento Mecánico de Metales" y de 14 a 21 a "Trabajado de Metales". Se analizará a continuación el programa.

1) Comportamiento Mecánico de Metales

En esta parte se ha procurado dar los dos enfoques con que se estudia el comportamiento de los materiales: el plasticista (teoría matemática de plasticidad como capítulo de la mecánica del continuo -corresponden los puntos 2, 3 y 4). En este campo plástico se ha dado mayor énfasis al estudio de las "grandes deformaciones", que interesan más al trabajado de metales que al estudio de las "pequeñas deformaciones" (moderno método usado en el área del diseño); y el metalurgista (deformación plástica y fractura desde el punto de vista de metalurgia física -puntos 5 y 6).

En el punto 7 se hace una revisión crítica de los "ensayos mecánicos" utilizados para determinar las curvas tensión-deformación, baso experimental de lo anterior. En el punto 8 se trata la "recuperación y recristalización de metales", necesarios para entender la "influencia de la temperatura", discutida en el punto 9. En el punto 10 se estudia la "influencia de la velocidad de deformación" y de ésta sobre la temperatura.

Los puntos 11 y 12 "creep" y "fatiga" respectivamente, completa dos temas con carácter informativo. No son importantes desde el punto de vista del trabajo de metales, si bien son fundamentales en los problemas de diseño.

Finalmente, el punto 13 presenta los problemas creados por la inhomogeneidad en la deformación y las tensiones residuales.

ii) Trabajo de Metales

En esta parte se ha intentado dar una idea de este proceso, como para que aquellos alumnos que seguirán la orientación de "Metalurgia Física" en el ciclo de especialización, tengan nociones generales. Los que sigan la orientación "Metalurgia Tecnológica" ampliarán específicamente esta parte posteriormente.

El punto 14 presenta someramente los métodos que permiten estudiar e investigar los procesos de trabajo. El 15 da distintos criterios usados para la clasificación de procesos.

Los puntos 16 y 17 completan el panorama general de "Introducción al Trabajado de Metales", discutiendo los problemas de "fricción y lubricación" y de las "texturas por trabajo y por recocido".

El punto 18 indica las posibilidades para deformar y trabajar metales en laboratorio.

En el punto 19 se dan los procesos industriales de trabajo más importantes y el 20 los distintos posibles métodos de elaboración de formas finales.

Finalmente, en el punto 21 se presentan las tendencias modernas en los procesos de trabajo, aunque algunas de ellas no hayan llegado al sector productivo y estén en etapa experimental.

Los puntos 14 y 17 a 21 fueron escritos por L. Iurman, en función de los temas dados. Los otros puntos fueron preparados por C. A. Martínez Vidal y revisados y reescritos por L. Iurman y A. Sáenz López. Se agradece a M. Victoria las sugerencias sobre el punto 5. Durante la impresión de los apuntes colaboraron en la revisión de los originales J. C. Almagro, H. Holman y C. Lerch. Los dibujos fueron ejecutados por A. Leston y O. Lemos.

L. I., C. M. V. y A. S. L.

1. LAMINACION

El término general de laminación se usa para describir distintos procesos que trabajan el metal por medio de rodillos. Las operaciones de laminación más importantes son aquellas en las cuales se convierten en productos terminados y semiterminados tales como chapas, flejes, barras, perfiles y tubos. En estas operaciones, el metal es sometido a compresión entre dos rodillos y la rotación de éstos sirve para hacer avanzar el metal en forma continua.

La apertura entre los rodillos es menor que el espesor del material entrante, de manera que el material es aplastado y su espesor, reducido. Los rodillos giran alrededor de sus ejes de manera tal que cuando el material es puesto en contacto con ellos, lo agarran y fuerzan a su interior. Sucesivas pasadas a través de rodillos de apertura decreciente reducen el material al tamaño deseado.

La laminación es un proceso que se puede llevar a cabo en frío o en caliente. Normalmente, el laminado en caliente se usa para las operaciones de desbaste y el laminado en frío para las de acabado. Existen numerosas excepciones, sin embargo.

Generalmente sólo se usa una caja de rodillos, o a lo sumo dos o tres para la primera parte del laminado en caliente y el lingote pasa varias veces entre los mismos rodillos. Las últimas etapas del laminado en caliente y la mayor parte del laminado en frío se efectúan en cajas múltiples.

Se usan varios tipos de laminadoras. La más simple, conocida como dúo ("twohigh"), consiste en dos rodillos, fig. 1a. Generalmente una laminadora tal es reversible, permitiendo que el material pase en ambas direcciones alternativamente. Luego de cada pasada, se reduce la apertura entre los rodillos.

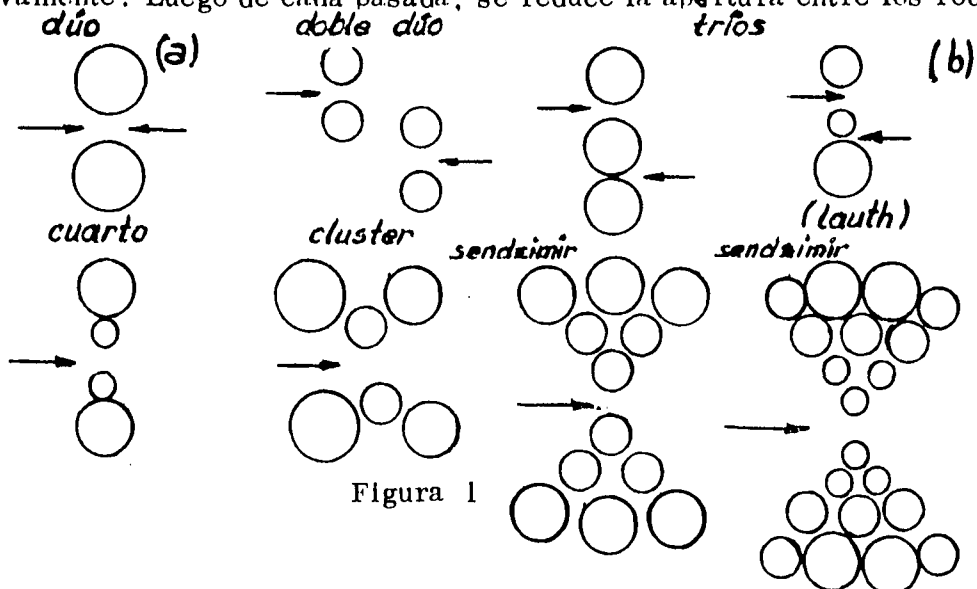


Figura 1

Es necesario un gran equipo auxiliar para invertir la rotación en las laminadoras. Para obviar esta necesidad, se ha proyectado al laminador trío ("three-high"). En éste se usan tres rodillos que giran como se indica en la figura 1. b. El material (bloom) es pasado primero a través de los dos rodillos inferiores en una dirección y vuelve luego a través de la apertura superior.

Cuanto menor es el diámetro de los rodillos, menor es la fricción entre éstos y el metal y por lo tanto se necesita menor potencia para una misma producción. Por otro lado, cuanto menor es el diámetro, menor es la rigidez de los rodillos. Así, las tensiones originadas por la resistencia del metal a la deformación conducen a la flexión de los rodillos y por consiguiente, a la producción de un material más grueso en el centro que en el borde. Esta diferencia de espesor puede corregirse en alguna medida con rodillos "bombó" (cambered rolls), o sea haciendo el diámetro en el centro mayor que en los lados. De esta manera puede producirse una chapa plana a pesar de la flexión de los rodillos. Así puede corregirse sólo una pequeña cantidad de deflexión, del orden de décimas de milímetro (unas pocas centésimas de pulgada). Si la deflexión es mayor a las altas tensiones producidas en los rodillos por la presión, pueden añadirse efectos de fatiga y conducir a la rotura de los rodillos.

Para aprovechar la ventaja de los menores requerimientos de potencia de laminadoras con rodillos de pequeño diámetro, se han proyectado las laminadoras cuarto ("four-high").

En esta laminadora los rodillos centrales, de diámetro relativamente pequeño, se usan para el laminado. A cada lado de los mismos se coloca un rodillo de soporte. Esta idea ha sido extendida luego a una mayor cantidad, hasta llegar a los laminadores Sendzimir actuales. A causa del costo elevado de los rodillos estos laminadores son muy costosos y se usan sólo para el laminado en frío, donde las tolerancias dimensionales son menores.

1.1. LAMINACION PLANA Y DE PERFILES

Para la producción de chapas y de placas se usan rodillos cilíndricos.

Se llama placa (plate) a cualquier pieza de material cuyo ancho es por lo menos 20 veces el espesor y éste es por lo menos de 6,25 mm ($1/4''$); cuando el espesor es menor de 6,25 mm y mayor que 0,25 mm ($0,01''$) se denomina chapa (sheet); por debajo de este espesor se llama hoja (foil). El fleje (strip) es una chapa cuya longitud es mucho mayor que su ancho. En laminación, la chapa se elabora pieza por pieza, y el fleje se bobina.

La colada de lingotes anchos en comparación con su espesor es más difícil que la de lingotes cuadrados. Al laminar, el alargamiento se produce principalmente en la dirección de laminación y prácticamente no hay ensanchamiento. Por estas razones, las chapas o placas de más de 0,60 ó 1 m (2 a 3 pies) de ancho se producen mediante laminación cruzada de lingotes para ensancharlos hasta que alcancen una dimensión transversal mayor que la de la

chapa requerida, luego de lo cual se laminan longitudinalmente hasta alcanzar el espesor deseado. Es necesario un ancho mayor que el de la chapa final debido a que los bordes de la chapa tienden a agrietarse y son necesarios varios cortes para eliminar las zonas agrietadas.

Luego de completar el laminado en caliente, la chapa o placa es, o bien enviada a los rodillos de acabado, donde se ajusta el espesor y se mejora la superficie, o es bobinada para facilitar el posterior manipuleo y laminado en frío.

Las barras y los perfiles se laminan generalmente a partir de un lingote cuadrado u octogonal. Una operación de desbaste en rodillos de superficie plana transforma al lingote en un "bloom" o "billet". El laminado sucesivo se lleva a cabo con rodillos que tienen canales especiales.

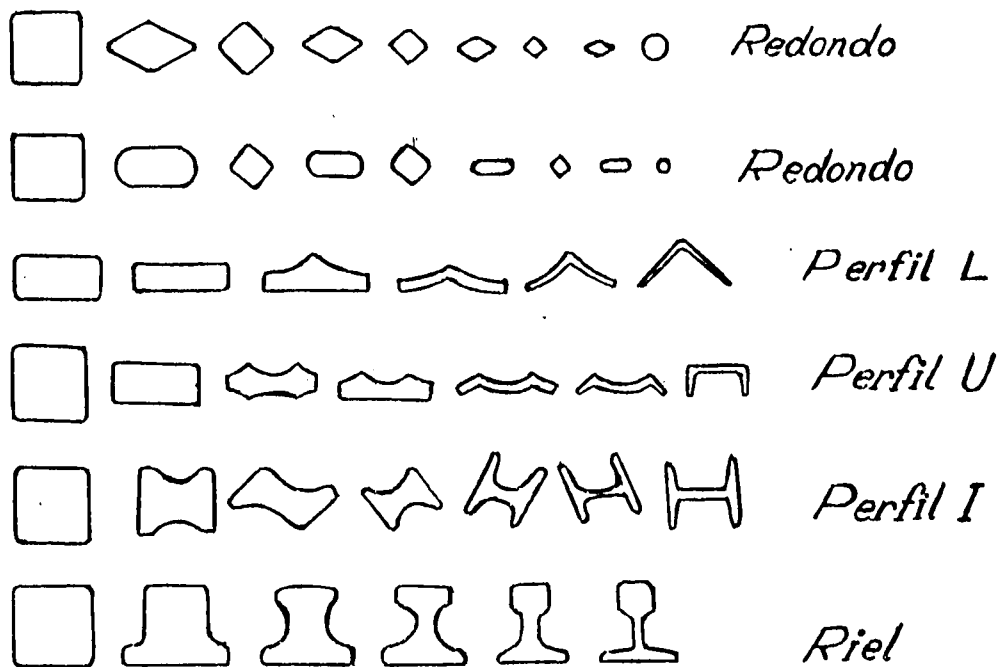


Figura 2

Tema 4. Laminadores y nuevo riel que marcan rumbos

A.- Tren laminador en Corea del Sur

Referencia: AISE Steel Technology – Febrero 2002 – Vol. 79, Nº2 - p. 33. Tren Kangwon Industries, Ltd. (INI Steel), Corea del Sur.

Artículo: "Newest technologies for economical sections production", por Ulrich Svejksky, SMS Meer GmbH, Alemania. E-mail: ulrich.svejksky sms-meer.com. Se adjunta artículo fotocopiado

Resumen y detalles (por Tesista RAV)

-Las nuevas tecnologías aquí tratadas comenzaron con la producción de preformados de vigas doble T mediante colada continua de secciones bastante cercanas a las secciones laminadas acabadas. Las 2 primeras plantas que innovaron fueron las de Nucor – Yamato Steel y TXI Chaparral Steel, ambas en E.U.A. La última nombrada ha comenzado a producir, a partir de 1999, preformados de vigas de sólo 2" (50,8) de espesor. Los "dog-bones" (preformados convencionales) de colada continua tienen de 4-1/2" a 5-1/2" (114 a 140) de espesor.

Detalles sucintos

- Producción – 1ª etapa – 700.000 t/año; idem 2ª etapa – 1.200.000 t/año
- Peso max. materia prima: tochos colada continua, 12 t;
preformados para vigas: 11 t
- Secciones a producir: vigas IPN: 200 a 300;
vigas HE: 1100 a 800;
vigas "jumbo" (extra-grandes): 400 a 7000;
canales: 150 a 380;
angulos: 130 a 250;
rieles, hasta 69,5 kg/m;
otras secciones misceláneas: tablestacas y zapatas
de orugas. #

B.- Tren laminador en E.U.A.

Referencia: AISE Steel Technology – Noviembre/Diciembre 2002 – Vol. 79, Nº 11/12 – P.27. Tren Steel Dynamics, E.U.A.

Artículo: "Steel Dynamics commissions its new structural and rail division", por Frank E. Fonner, Editor. E-mail: ffonner aise.org. Se adjunta artículo fotocopiado

Resumen y detalles (por Tesista RAV)

-Planta localizada en Columbia City, Indiana, E.U.A. Puesta en marcha ("commissioned") a partir de mayo 2002. Equipos provistos por SMS Demag, sola o en combinación con otras 2 empresas, que son Toshiba y ABB-American Brown-Boveri. En pocas palabras, se trata de un laminador "state of the art" del mundo siderúrgico de hoy; que p.e. podrá producir rieles ferroviarios de casi 100 m de longitud.

-Suministro SMS Demag: 2 hornos eléctricos a arco, 150 t c/u; 2 hornos cuchara, 120 t c/u; 1 máquina de colada continua, 3 líneas, expandible a 4 líneas; apta para colar tochos de 10" x 6" (254 x 152) y 4 medidas de preformados para vigas ("beam blanks")

-Suministro SMS DEMAG, parte mecánica; TOSHIBA, parte eléctrica: laminador desbastador dúo reversible, 51" (1295); laminador compacto de estructurales y rieles, con 3 cajas de 51" (1295), siendo las cajas 1 y 3 respectivamente desbastadora y acabadora universales; y la 2 canteadora. La potencia de los motores eléctricos es de 5500 kW para los desbastador reversible, desbastador universal y terminador universal. El canteador a su vez con 3500 kW.

-El tiempo insumido en el montaje de la planta fue de 13 meses. La capacidad total planeada se irá alcanzando hacia mediados del 2004; y será de unas 800.000 t de estructurales y 400.000 t de rieles.

-El laminador producirá la gama total de estructurales, incluyendo no sólo ángulos, vigas y canales estándar y universales, sino también vigas bulbo, zetas, tablestacas y secciones "jumbo-beam" universales. P. e. la gama de canales y vigas US Std. irá hasta 15" y 24" respectivamente, y la de vigas universales desde 6" x 4" a 36" x 12". En milímetros serían 381 y 610; y 152 x 102 a 914 x 305.

-Los rieles serán laminados a partir de tochos de 12" x 10" (305 x 254) Los hongos serán endurecidos mediante un equipo ABB de inducción ubicado a la salida del lecho de enfriamiento. Una innovación será la longitud del riel producido: 320 pies (97,4 m), que eliminará en un 80% la frecuencia de soldadura de extremos de rieles en el terreno, frente a las longitudes tradicionales de 80 pies (24,4 m).✱

C.- Nuevo riel norteamericano

-“Nuevo riel laminado por la Pennsylvania Steel Technologies”. Información suministrada en AISE Steel Technology. Vol. 77, Nº 4. Abril 2000, p.57. Su traducción es la siguiente:

-Pennsylvania Steel Technologies, Inc., Steelton, Pennsylvania, E.U.A., subsidiaria de Bethlehem Steel Corp.; ha laminado exitosamente una nueva sección de riel ferroviario que promete una vida más prolongada, gracias a un mejor contacto rueda-riel. Identificada como riel de 142 lb/yd (70,4 kg/m), la nueva sección fue diseñada por la American Railway Engineering Association (AREA), aprovechando las mejores características del riel de 136 lb/yd (67,5 kg/m), ampliamente aceptado en el presente.

-El diseño presenta cambios en la geometría y medida del hongo, a fin de ofrecer mejor contacto con la rueda; y a la vez poseer mayor resistencia y una vida más prolongada frente al desgaste. Se ha adelantado que este nuevo tipo de riel será primero instalado en curvas, en las que el desgaste es mayor. Los despachos a 4 de las más grandes empresas ferroviarias de carga de E.U.A. comenzaron en febrero 2000. #

Newest Technologies for Economical Sections Production

THIS ARTICLE AVAILABLE ON-LINE WWW.STEELTECHNOLOGY.ORG

Introduction

At the end of the 1980s little had changed with respect to the processes and technologies employed for sections production. Heavy sections were primarily produced by integrated steel mills in the 1980s.

With the introduction of beam-blank casting, the technology became available to allow heavy sections production to be incorporated into the minimill concept. As a result, minimills like Nucor-Yamato Steel and TXI Chaparral Steel that are capable of producing heavy sections were built in the last 10 years.

Today's global markets, combined with the rising speeds of change and information exchange, require ever-increasing efforts to remain competitive. Thus, reducing conversion costs is an increasingly critical task.

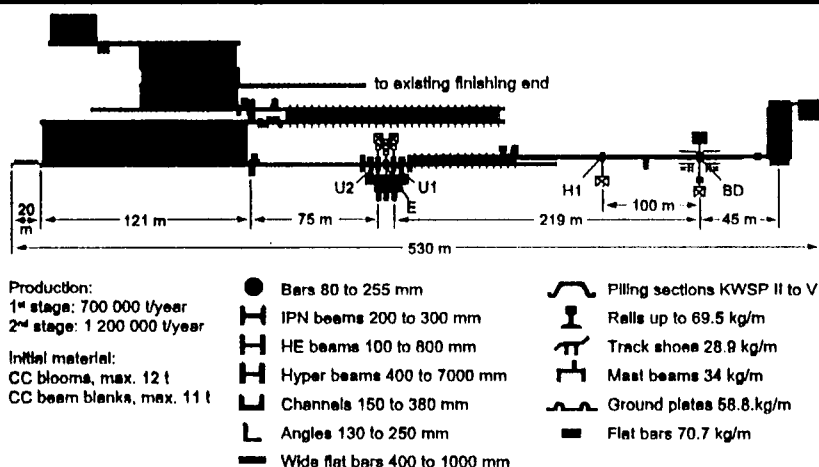
In recent years, equipment and processes have been developed that produce medium and heavy sections such as beams, channels, rails and sheet piling at substantially lower conversion costs with improved dimensional accuracy and mechanical properties using a high degree of automation.

State-of-the-Art Section Rolling Mills

The heavy section mill of Kangwon Industries, Ltd. in South Korea (now INI Steel) was the first mill designed in a compact arrangement. This rolling mill is rated for a capacity of 1.2 million tonnes per year and can produce a wide range of sections (Fig. 1). In addition to beams, rails and sheet piling sections account for the majority of the product mix. This mill uses a tandem reversing group instead of the usual mill stand arrangement and features a universal roughing/edging stand and a separate universal finishing stand. This arrangement allows beams to be rolled with the so-called X-11[®] roll pass design, with each run using both the work and finishing stands. This process is now successfully used at several mills and may be regarded as state-of-the-art for beam production. The Kangwon mill also produces sheet piling sections using the 2-high roll pass design, for which the universal stands are equipped with 2-high roll sets.

In recent years, a number of processes and facilities have been developed for medium and heavy sections production. These processes have lowered conversion costs and improved finished product quality with regard to dimensional accuracy and mechanical properties.

Figure 1

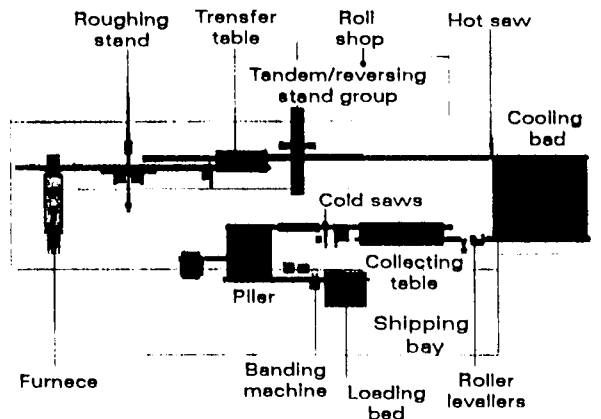


Heavy section mill of Kangwon Industries, South Korea.

Author

Ulrich Svejksky, Vice President—Section and Billet Mills, SMS Meer GmbH, Mönchengladbach, Germany (Ulrich.Svejksky@sms-meer.com)



Figure 2

Heavy section mill at Steel Dynamics Inc., Columbia City, Ind.

Another mill designed according to this concept is the heavy section rolling mill of Steel Dynamics Inc. (SDI), currently under construction at Columbia City, Ind. (Fig. 2). The complete minimill was supplied by SMS Demag and is comprised of a meltshop with two EAFs and a beam-blank/bloom continuous caster with a downstream heavy section mill. The plant is designed for a capacity of 1.0 million tons per year. In addition to a breakdown stand, a tandem reversing group is available and can be operated both with universal and 2-high roll sets.

The heavy section mill is designed for quick product changing and covers a wide range of products (Table 1). This mill will be extended to incorporate rail rolling.

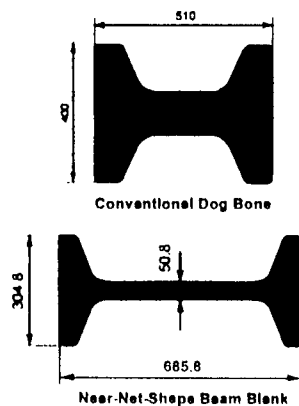
Table 1

Product Range at Steel Dynamics

Wide flange beams	6 x 4 to 36 x 12 in.
Standard beams	S 6 to S 24 in.
Piling sections	8 x 8 to 14 x 14 in.
M-shape beams	8 to 12 in.
Sheet piling sections	PZ 22 to 35
American standard channel	6 to 15 in.
Special section	

Multipurpose Section (MPS)

A caster for near-net-shape beam blanks has been in operation at TXI Chaparral Steel's Midlothian, Texas, mill since 1991. These beam blanks have a web thickness of as little as 50 mm, while conventional dogbones feature web thicknesses of around 120 mm (Fig. 3).

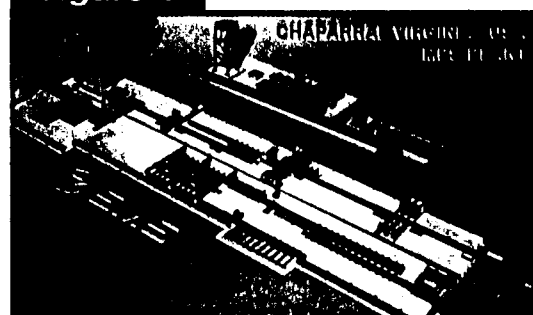
Figure 3

Comparison between conventional dogbones and near-net-shape beam blanks.

Compared with conventional dogbones, this technology offers a number of advantages such as:

- Smaller casting radius.
- Rapid solidification and good cast structure.
- Rapid reheating.
- Lower incidence of "tongue" formation during rolling.
- Use of lower-grade scrap (automobile scrap with higher copper contents).

Based on this casting technology, TXI Chaparral Steel and SMS Demag have developed a multipurpose section (MPS) plant capable of producing a wide range of sections, including medium and heavy beams and sections, as well as sheet piling sections (Fig. 4).

Figure 4

MPS plant of TXI Chaparral Steel, Virginia.

The first MPS plant began operation at TXI Chaparral Steel's new Virginia facility in the summer of 1999. The plant features:

- Use of near-net-shape beam blanks.
- Direct linking of continuous caster and rolling mill.
- No breakdown stand, only vertical/horizontal breakdown group.

- Exclusive use of universal rolling, using new roll-pass design methods.

The MPS mill (Fig. 4) consists of a vertical/horizontal roughing group, plus a tandem reversing mill. A heavy conventional breakdown stand is not required.

In contrast to conventional mills, beams and sections can be produced at much lower conversion cost. The MPS mill at TXI Chaparral Steel, Virginia, is able to produce the full range of sheet piling sections for the first time via universal rolling, reducing roll costs substantially.

The MPS mill concept follows the idea of a low-cost production line and employs novel rolling methods. The starting material for all sections is near-net-shape beam blanks. For beam rolling, the vertical/horizontal stand in the roughing mill adjusts the web height and flange width. For channels and sheet piles, the shiftable horizontal stand is equipped with multigroove rolls and is used as shaping stand.

The universal stands in the tandem reversing mill are designed for universal rolling only. In addition to beams, all other sections are rolled by this method. Z-type piles are finish rolled in a single groove 2-high finishing mill.

New Mill Stand Group

Important factors that determine the cost effectiveness of a new mill type include its capability for quick product size changes and good finished products dimensional accuracy. SMS Demag developed a new generation of mill stands that allow size changes within 20 minutes. The new stand, named the compact cartridge stand (CCS®), allows rolls and guides to be changed together. CCS stands are equally usable as universal stands and 2-high stands and can be operated both in heavy and medium section mills or rail mills.

The CCS has become an integral part of a tandem reversing stand group, forming the core

of the company's section rolling mills. A tandem reversing stand group consists of two universal stands with a flange edging stand between them. All stands are of CCS design (Fig. 5).

In addition to use in new mills, the CCS is an excellent choice for modernization and revamping projects due to its compact design. As such it is ideally suited for existing mills with limited space and dimensions. Moreover, this stand allows the reuse of existing rolls.

The CCS mill stand has the following features:

- Operator- and drive-side housings are hydraulically braced to each other by tie rods.
- Operator-side housing is movable.
- Rolled-stock guides are firmly connected to roll chocks on horizontal rolls.
- The roll assembly and guides are changed together using a cartridge exchange platform.
- The housing distance is variable for universal and 2-high rolling.

Furthermore, these mill stands are equipped with purely hydraulic-type adjustment systems for top and bottom horizontal rolls and both vertical rolls. Hydraulic roll adjustment systems have been state-of-the-art for many years in hot strip and cold rolling mills and have proved their efficiency.

Hydraulic roll adjustment provides a variety of benefits:

- High adjusting accuracy.
- Close rolling tolerances for finished product.
- Automatic zeroing of rolls.
- Establishing roll spring after roll changing.
- Exact presetting of roll gap.
- Change of adjusting position during the rolling process and hence automatic gauge control.
- Overload protection.

Medium Section Rolling Mills

In the past, medium section rolling mills were built for a specific range of dimensions which was rarely larger than IPE 240 or HE 160. Larger dimensions of up to IPE 450 or HE 240 are in demand today. Currently, smaller sizes such as IPE 80 and smaller sections are predominantly rolled in merchant bar mills, as these offer a suitable starting size and the stand size and arrangement are better suited to handle these small sections.

For a typical medium section rolling schedule ranging from IPE 140 to 450 and HE 100 to 240, a tandem reversing mill is an ideal choice. In this design, as compared to continuous or semi-continuous mills, only four smaller mill stands are needed to produce a section. This

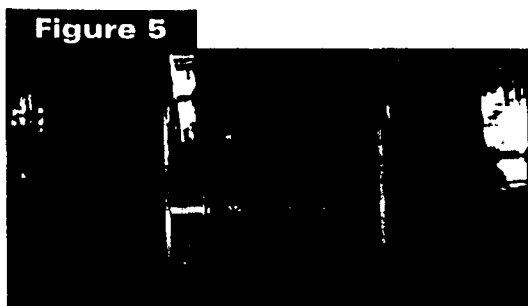


Figure 5
Tandem reversing stand group with compact cartridge stands (CCS®).

Product Range at Celsa

Beams	IPE 140-450; HE 100-280
Channels	140 to 400 mm
Angles	100 x 100 to 200 x 200 mm
Flats	150-400 x 10-35 mm

arrangement requires less effort in roll assembly preparation and roll remachining, translating into lower operating costs compared to a continuous-type rolling mill.

The use of CCS allows a rapid and flexible change of products, and a wide range of rolled products can be profitably produced. Compared with continuous-type mills, a substantial savings for rolls and guides inventory can be achieved (Fig. 6). In addition, significant conversion cost savings are realized due to lowered remachining, labor and maintenance (Fig. 7).

Medium section tandem reversing mills using the X-II rolling technology include Stahlwerk Thüringen, Germany and Tung Ho, Taiwan.

A medium section mill at Celsa, Spain, was commissioned in the summer of 2001 and was

also designed with this technology. The new mill was rated for a capacity of more than 500,000 tonnes per year, and its product range is presented in Table 2. The finishing line was designed for high capacity, with a walking beam cooling bed with additional aerosol cooling, a tandem cold saw and high-capacity stacking machines. Coordination of this mill was provided by an UBS computer system (level 2) that includes an online process model for rolling mill process control and regulation.

Process Models for Section Rolling Mills

Process control computers (level 2) and technological control systems (TCS) for section rolling mills are available that supervise and coordinate all major functions of the mill. Their main tasks are storage and administration of data, process control, generation of information, and operator guidance.

The process computer administers a multitude of process data by which conclusions may be drawn as to cost-effective mill operation, including:

- Material yield calculations.
- System reporting.
- Fault analysis.

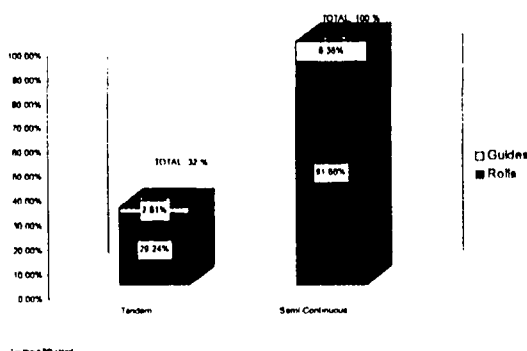
A technological rolling model is available for controlling the rolling process. This process model determines rolling mill parameter settings in offline mode and continuously verifies settings online. If a major change is detected in any process parameter (e.g., rolling force due to a different rolling temperature), settings are adapted accordingly. Moreover, state-of-the-art section rolling mills are equipped with corresponding final control elements, such as hydraulic roll adjusting systems, which provide rapid and dynamic process control.

Quick-acting roll gap controls (TCS) ensure an almost constant cross-section over the bar length, even in the case of short-term changes in process parameters.

Benefits to the customer are:

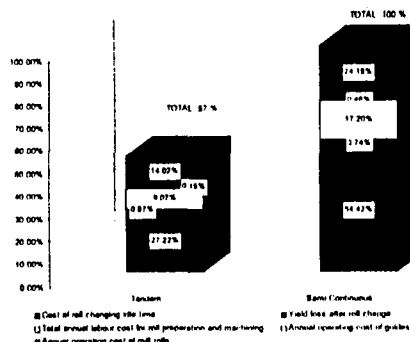
- Improved and more stable (reproducible) product quality.
- Omission of sampling.
- Direct response to changes in the process.

Figure 6



Comparison of roll and guide inventory for a tandem mill versus a semicontinuous mill.

Figure 7



Comparison of conversion costs for a tandem mill versus a semicontinuous mill.

- Shorter learning curves for the introduction of new sections.
- Shorter commissioning times after product changing.

All of the above items generate cost savings, generating a payback period for process computers and control systems of one to two years.

Cooling Section Using the Sensible Heat after Rolling

It has become common practice to perform thermal treatment using the sensible heat after rolling. This practice has become a tried-and-tested method in bar production. Thermomechanical rolling generates substantial cost savings due to elimination of separate heat treatment stages a reduction in alloying elements needed to obtain higher-grade qualities.

In sections production, this technology is in initial development, with the following being the primary targets:

- Influencing the section straightness.
- Minimizing residual stresses in the section.
- Improving mechanical properties (heat treatment using the sensible heat after rolling).

Extensive tests have been undertaken to provide information necessary to design a suitable cooling section. A clever arrangement of nozzles (Fig. 8), some of which are adjustable, allows different water flowrates to reach each individual cross-sectional element. As a result, it is possible to perform heat treatments using only one cooling section for a wide range of dimensions and section shapes. This cooling section is located between the last mill stand and the cooling bed.

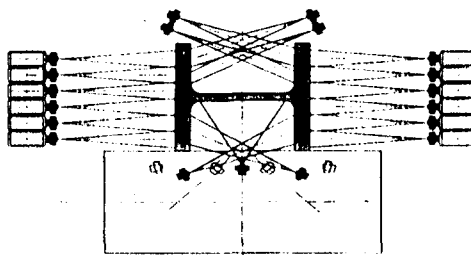
The online cooling section allows various heat treatments to be performed. Improved straightness during cooling, especially in the case of asymmetric sections, facilitates handling on the cooling bed and admission into the straightener. Thus, straightening can be accomplished with reduced overstretching and adjustment.

Reductions in residual internal stresses in sections will continue to increase in importance. Residual internal stresses significantly reduce the amount of a beam's admissible stressing. Furthermore, internal stresses occasionally result in problems during straightening or further processing.

Modern Rail Production

Current processes commonly used for the production of rails include rolling on 2-high reversing stands or 3-high stands and universal rolling.

Figure 8



Cooling line for a range of dimensions and section shapes.

At the Kangwon mill in South Korea, rails are rolled on the tandem reversing mill and through universal rolling. A total of three runs are employed in the tandem group, with three passes in the universal roughing stand and one pass in the universal finishing stand. The edging stand is shiftable and has two grooves applied in accordance with the pass schedule.

Kangwon's experience with dimensional accuracy and surface properties has been favorable. Compared to open-type universal rolling mills, the Kangwon mill is very compact. With only three roll assemblies required for finish rolling, the arrangement is more cost-effective than a continuous rolling process. The new rail and section mill being designed for Angang New Steel, Anshan, China, will have a similar arrangement.

A state-of-the-art straightener is in operation at Voest-Alpine Schienen GmbH, Donawitz, Austria, capable of meeting tight tolerances for high-speed transportation requirements (Fig. 9). This straightener unit for standard and head-hardened rails consists of an 8-roll horizontal and a 7-roll vertical straightener. The mechanical equipment includes:

- Rigid housing.
- No-clearance fit of straightening sleeve and straightening shaft.
- Straightening shafts individually driven for optimal torque transmission.

The requirements placed on rails used for high-speed trains are very strict regarding straightness and residual internal stresses. The straightener at Voest-Alpine Schienen was equipped with an offline process model. Using this process model, positioning values are calculated offline and optimized so rails are straightened with a minimum amount of residual stresses. The settings established by the level 2 computer are automatically transmitted to the straightener's control system. Positioning values are stored and reused for similar cases.

Figure 9



(a)



(b)

Horizontal (a) and vertical (b) straightening machines for rolls.

Straighteners with Hydraulic Adjustment

SMS Demag supplied the first section straightener with an hydraulic adjusting system to a German producer of special sections. The task specified there was to straighten heavily curved and twisted sections in the production flow that possess asymmetrical cross-sections. A hydraulic adjusting system allows the straightener arbor to be swung into position under load. Furthermore, bending of the straightener arbor under load may be corrected.

The straightener has been operating successfully for several years and is capable of straightening sections with multiple twisting in one straightening operation.

For the revamping project at Stahlwerk Thüringen a new generation of straightener—the compact roller straightener (CRS®)—was introduced. The straightener, designed with a rigid and compact frame, is characterized by its double supported roller shafts. This feature is important for straightening beams with a wide web height and avoids introduction of unequal forces and bending. The machine is also equipped with hydraulic adjustment. The design features of this machine, combined with a process model for optimizing the setting values, allow residual stresses to significantly be reduced.

Close Tolerances for Large-Size Bars

Quality requirements for high-quality rolled bars (SBQ) are becoming increasingly stringent. These requirements also apply to large-size bars and semifinished products. Thus far no sizing method has been available for such

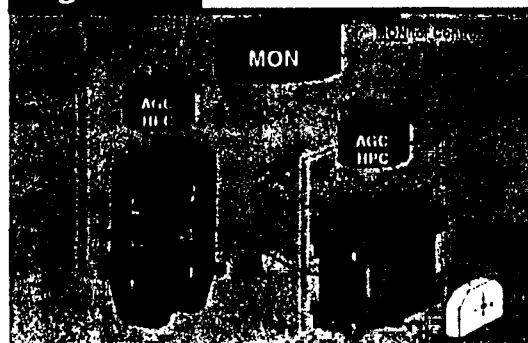
large dimensions. A control system-based sizing system—automatic size control (ASC®)—has been in use at the China Steel bar mill of in Taiwan for a few years. (Fig. 10). There the last two stands are equipped with hydraulic positioning systems. A newly developed diameter measuring gauge measures height, width and ovality of the exiting bar, and controls position, speed and tension of the two stands via monitor control. Tolerances and ovalities of ± 0.1 mm have been achieved.

This system requires no additional rolling or sizing stands. The ASC system may be used both in continuous mills and downstream on 2-high reversing mills for diameters up to 150 mm.

Future Billet Production

For the production of billets, semifinished shapes and SBQ bars different mill concepts, such as reversing mills and continuous mills, are in operation. These products, used in the forging

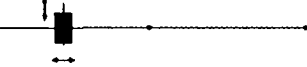
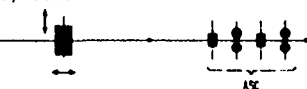
Figure 10



ASC sizing system for large bars.

and automotive industry, must be cost competitive and meet high-quality standards at low-conversion costs.

Figure 11

Billet Mill Concepts	Initial- Sections mm	Finished Dimensions mm	Capacity t/a	Tolerances mm
A) Reversing Mill 	150 □ to 350 □	# 50 to # 150	500 000	1/2 DIN ±0,5 - ±1 mm
B) Semi Continuous Mill 	250 □ to 350 □	# 50 to # 150	700 000	1/4 DIN ±0,25 - ±0,5 mm

New billet mill concepts.

It is difficult to meet such quality requirements with conventional reversing mills as such mills are not equipped with precise adjusting and control systems. Quality requirements are better met by continuous mills or with the addition of sizing mills. It must be kept in mind, however, that continuous mills require more rolls and guides, resulting in higher conversion costs. Two concepts that depend on capacity and requirements have been developed (Fig. 11).

Concept A—a reversing mill that is shiftable into the passline. The mill is equipped with a hydraulic adjustment system and a bar gauge after the reversing stand that allows bar sizing by monitor control. A process model allows for automatic setting of the mill according to prod-

uct size, steel grade and online adjustment when operating parameters change.

Concept B—four continuous stands in horizontal/vertical arrangement are located after the shiftable reversing mill. The four mill stands employ automatic size control (ASC) and quick size changing and are also equipped with hydraulic adjustments. This mill is suited for bars sized 2- to 6-inches at a capacity of approximately 700,000 to 800,000 tons per year. Compared to continuous mills widely used for such products, bars can be produced by this semicontinuous mill at lower conversion costs and high flexibility in

terms of product size and steel grade changes. Concept B is preferred when higher production capacity is required and closer tolerances are necessary.

Outlook

A number of new developments have been introduced in recent years. Further improvements are underway and will soon be available. A variety of new processes are conceivable when mill operators and designers work in close partnership. The mutual goal is to develop new processes and systems for sections production that are cost-effective.

AISE

MULTIFUEL ULTRA-LOW NOX BURNER TO BE DEVELOPED

Peabody Engineering, a division of Hamworthy Combustion Engineering Group, entered an agreement with Gas Technology Institute (GTI) to develop a multifuel ultra-low NOx natural gas burner. The burner will target the steel industry and will be designed to fire a variety of fuels, including natural gas, coke oven gas, blast furnace gas and fuel oil at NOx levels below 10 ppm while burning natural gas and less than 20 ppm when using coke oven gas. The new burner will be based on GTI's forced internal recirculation (FIR) patent.

Steel Dynamics Commissions Its New Structural and Rail Division

THIS ARTICLE AVAILABLE ONLINE WWW.STEELTECHNOLOGY.ORG

Following a more than two-year delay in obtaining a PSD air permit from the state of Indiana, Steel Dynamics, Inc. (SDI) began commissioning its new Structural and Rail Division, located in Columbia City, Ind., in May 2002.

Built at a total capital cost of \$315 million, the new structural and rail facility is capable of producing up to 1.2 million tons per year of wide-flange beams, H-piling, angles, channels, sheet piling and rail products.

Background

The 611-acre greenfield plant (Figure 1) is located in Whitley County along U.S. 30, midway between Fort Wayne and Columbia City, and is approximately 10 miles west of Interstate 69. This location was chosen to provide truck access to the large markets of the Midwest and northeastern U.S. and Canada. In addition to truck access, an existing main rail line across the southern boundary of the property provides direct rail access to CSX Transportation and Norfolk Southern railroads.

SDI first announced its intentions to build a structural mill in the upper Midwest in Aug. 1997. Site selection was finalized in July 1998. Later, in May 1999, SDI announced that the project was being expanded to include the manufacture of standard- and premium-quality rail products.

As previously mentioned, construction was delayed for approximately two years due to the filing of appeals by local groups against the PSD air permit, which was considered the most comprehensive air permit in the country to date. In April 2001, the U.S. Environmental Protection Agency's Environmental Appeals Board denied the sole remaining opponent's appeal.

During the permitting process, engineering progressed, and much of the construction material and manufacturing equipment was moved on site. SDI served as the general contractor, and Centerline Engineering/Lockwood Greene was employed for general engineering. Following permit issuance,

groundbreaking ceremonies were held on May 29, 2001. A short 11 months later, the facility was melting and casting its first steel. Rolling and shipping of product were commenced 13 months after groundbreaking.

Plant Facilities

The plant is laid out running west to east, with scrap entering the meltshop at the extreme west end of the building (Figure 2) and finished product leaving the facility at its southeast corner.

Electricity is provided to the plant by Northeastern REMC. The main electrical substation was located on the south side of the plant and was designed and built by GE. It consists of one 345-kV bus and three 34.5-kV busses, with one for the meltshop, one for the rolling mill and one spare. Three 80/149 MVA transformers were supplied by GE Prolec, and the static VAR compensation system was supplied by Alstom. Should the facility be expanded to a two-furnace operation, a fourth transformer would be installed on the meltshop bus. Power distribution equipment was standardized throughout the mill and was supplied by Toshiba and Square D.

Natural gas is supplied to the mill by NIPSCO.

USFilter designed the water treatment plant that is owned and operated by SDI. Make-up water is provided by two independent deep-well sources located on the property. Two retention ponds are located on the property for surface water runoff control.

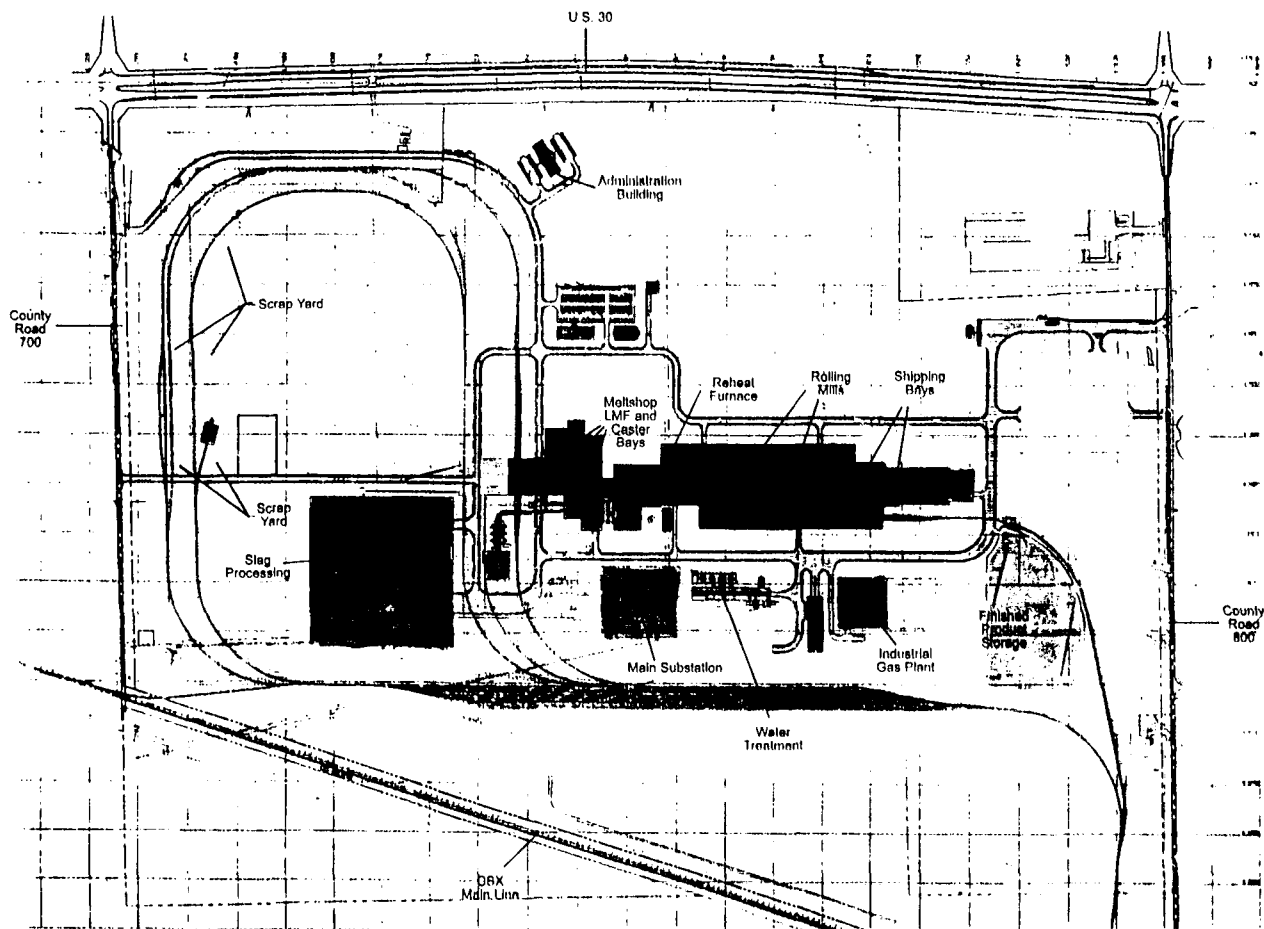
Praxair owns and operates an industrial gas plant on the facility.

Slag processing is done on site under contract with Edward C. Levy Co.

After experiencing a two-year permitting delay, construction at Steel Dynamics' new Structural and Rail Division was completed in 13 months. Commissioning of structural products commenced in July 2002. Rail production is expected to commence in the first quarter of 2003.

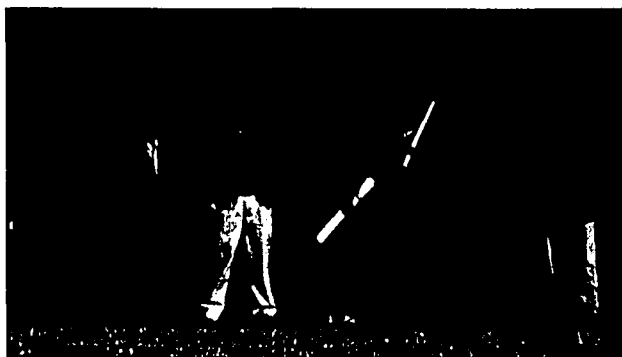
Author

Frank E. Fonner, Editor, *AISE Steel Technology* (ffonner@aise.org)



Footprint of SDI's new Structural and Rail Division.

From SDI's Structural and Rail Division Management Team



SDI's management team, left to right: Kevin Bort, Engineering Manager; Dick Teets, Vice President and General Manager; Will Hawley, Construction Manager; Kevin Peralta, Melting and Casting Manager; Roy Peralta, Rolling and Finishing Manager; Chris Graham, Material and Transportation Manager; and Bill Kautz, Controller.

All of us at Steel Dynamics' Columbia City facility are very pleased with the successful completion of construction and ongoing commissioning of our new mill. The meltshop and caster are working extremely well, and the rolling mill and finishing equipment have been in full operation since mid-July, performing rolling trials each week on new sizes and shapes. It is satisfying to see finished beams staged in our yard and being loaded onto semi-trailers and railcars for shipment to customers.

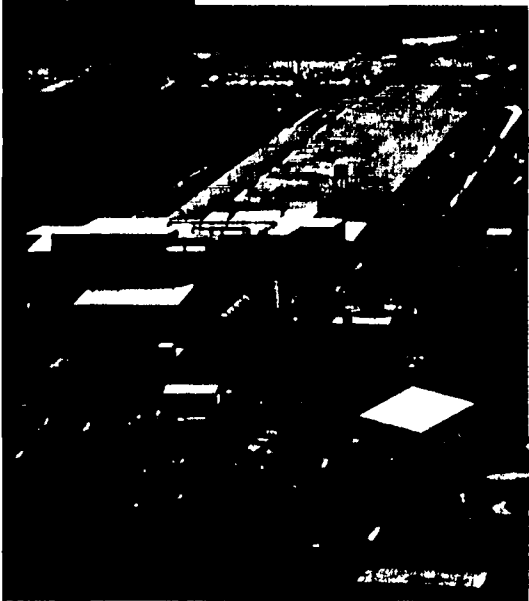
We are extremely proud of all our employees and contractors who worked together to move this project along safely, on budget, and ahead of schedule. They made it possible for us to initiate our production within 13 months from the start of construction of the mill.

We are proceeding with the installation of additional equipment for the production of all popular sizes of rail in the early part of 2003. In rail, we see an opportunity to become the premier supplier of high-quality,

long-length rail to North America's railroads. Producing rail in the same plant as structural steel gives us the ability to be the low-cost producer of both products, while exceeding stringent quality demands.

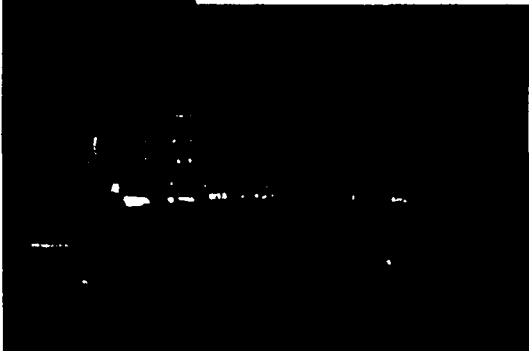
We look forward to the success of SDI's entry into the Midwest structural steel and North American rail businesses. We expect our cost structure and close proximity to major structural steel markets to permit us to be extremely competitive. Our goal as a team is to provide exceptionally high quality long steel products, and to do so with the flexibility and level of service that will earn us distinction as the preferred supplier.

Figure 2



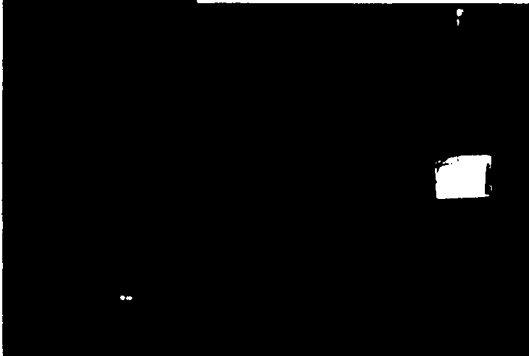
Aerial view of the SDI facility, looking west to east. The scrap-handling building and bag-house are in the foreground, with finishing facilities located in the background.

Figure 4



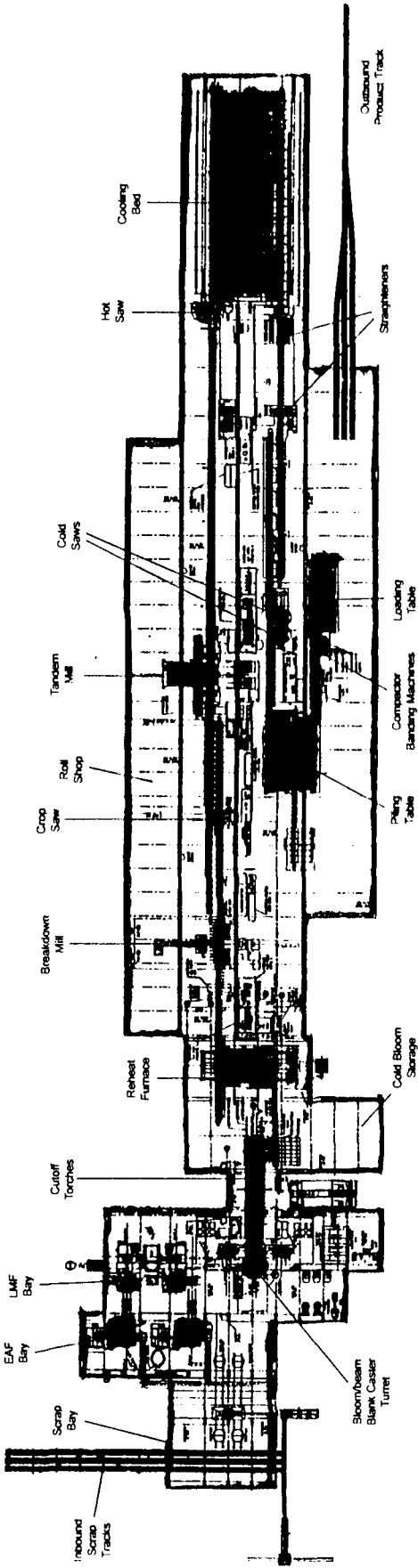
View of the A-furnace in operation.

Figure 5



View of three beam blank strands exiting unbending and undergoing torch cutoff.

Figure 3



General arrangement of the major operating equipment at SDI's Structural and Rail Division.

Table 1**EAF Specifications**

Tap weight	120 tons
Shell diameter	22 ft.
Transformer rating	120 MVA
Electrode diameter	24 in.
Electrode arms	power conducting copper-clad steel
Chemical energy input	five oxy-fuel sidewall burners (each rated at 8.0 MW); three are capable of decarburizing
	one O ₂ /C sidewall injection lance

A general arrangement showing the major pieces of operating equipment is shown in Figure 3. Equipment descriptions follow under the appropriate heading.

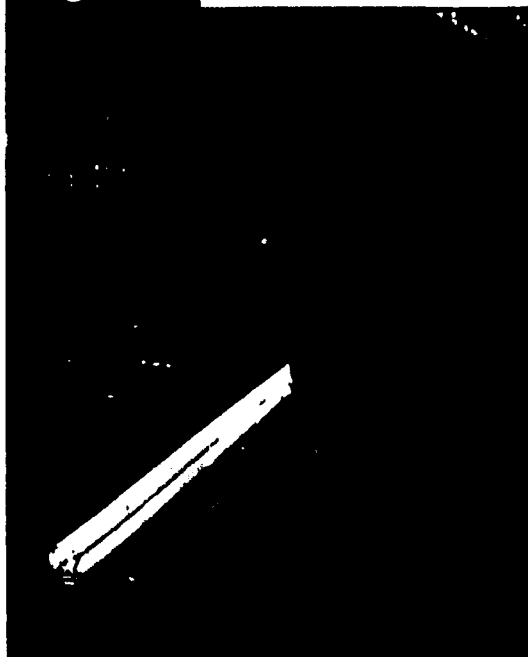
Inbound Materials and Transportation

The plant is configured with two main entrances. A truck entrance for inbound scrap and outbound product, complete with a scale and a radiation detection device, is located on the east side of the plant. The state of Indiana made infrastructure improvements to County Road 800 to accommodate the increased truck traffic. A visitor/employee entrance is located on the west side of the property from County Road 700 to minimize congestion and interference with truck traffic.

Inbound scrap arriving via rail crosses over a car scale and a radiation detection device located in the scrap yard on the west side of the mill. Track-driven excavators configured

Table 2**LMF Specifications**

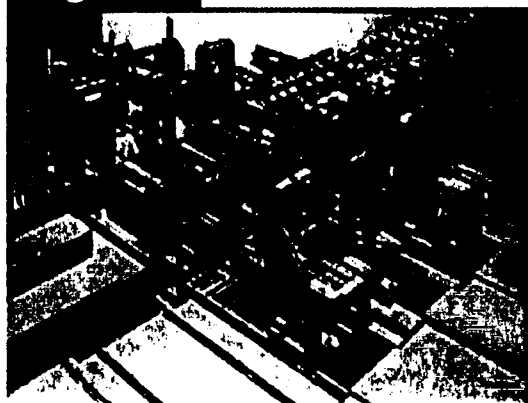
Heat size	120 tons
Treatment time	40 min.
Heating rate	7°F/min. (max.)
Ladle freeboard	20 in.
Electrode diameter	18 in.

Figure 6

Product first goes across a breakdown mill.

Table 3**Bloom/Beam Blank Caster Specifications**

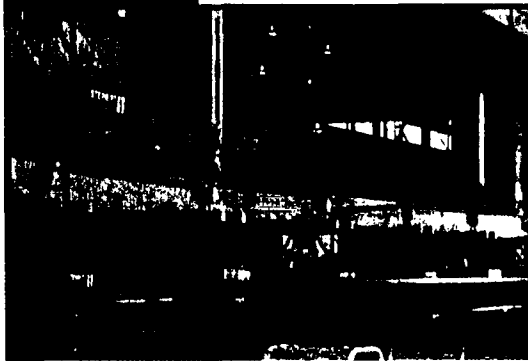
Number of strands	3, expendable to 4
Mold type	curved mold, tube and plate configurations
Cast sizes	10 x 8 in. bloom, tube mold 12 x 10 in. bloom, plate mold BB1, tube mold BB2, plate mold BB3, plate mold BB4, plate mold
Nominal casting speeds	10 x 8 in. bloom; 70 lpm 10 x 12 in. bloom; 32 lpm BB1; 60 lpm BB2; 32 lpm BB3; 34 lpm BB4; 27 lpm
Casting radius	33 ft.
Number of unbending points	2
Containment length	193 in.

Figure 7

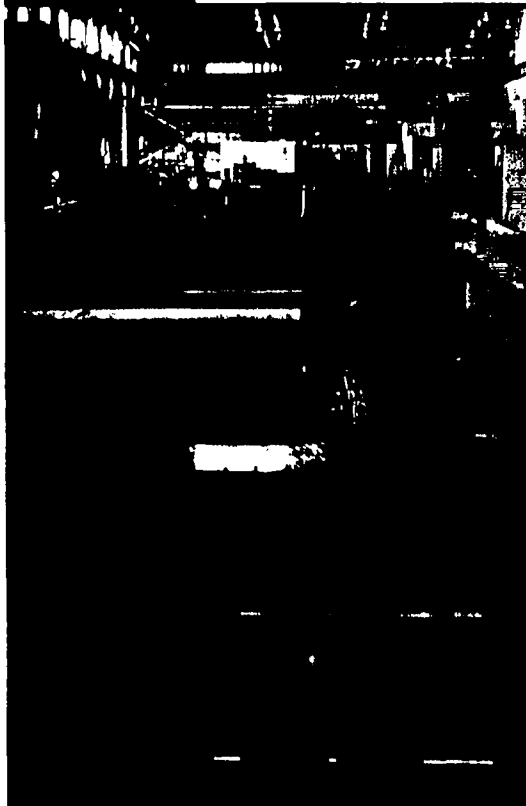
A complete roll change of all three stands, including guides, is accomplished in less than 25 minutes using the compact cartridge stand changing procedure.

Figure 8

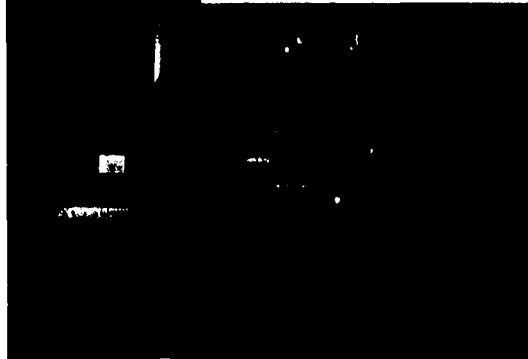
Product goes across either of two straighteners after exiting the cooling bed. The No. 1 straightener is shown here.

Figure 10

Product is bundled for shipment on a piling table after being cut to length.

Figure 9

A fixed or a moveable cold saw gang-cuts product to finished lengths.

Figure 11

A compacting/banding machine completes the finishing operation. Product is now ready for shipment.

charge buckets during magnet loading of scrap. Magnets hauling scrap pass a second radiation detection device as buckets are being filled. Fully loaded buckets are transported on SES cars into the meltshop bay and charged into the EAF via a 250-ton radio-controlled Alliance overhead crane.

Steelmaking Facilities

SDI installed two SMS-Demag 120-ton AC eccentric bottom tapping EAFs (Table 1), each fed by 120-MVA ABB transformers. The transformers installed were identical to those at SDI's Butler, Ind. facility to allow spares to be fully interchangeable. Water-cooled ductwork on both furnaces was supplied by AmeriFab.

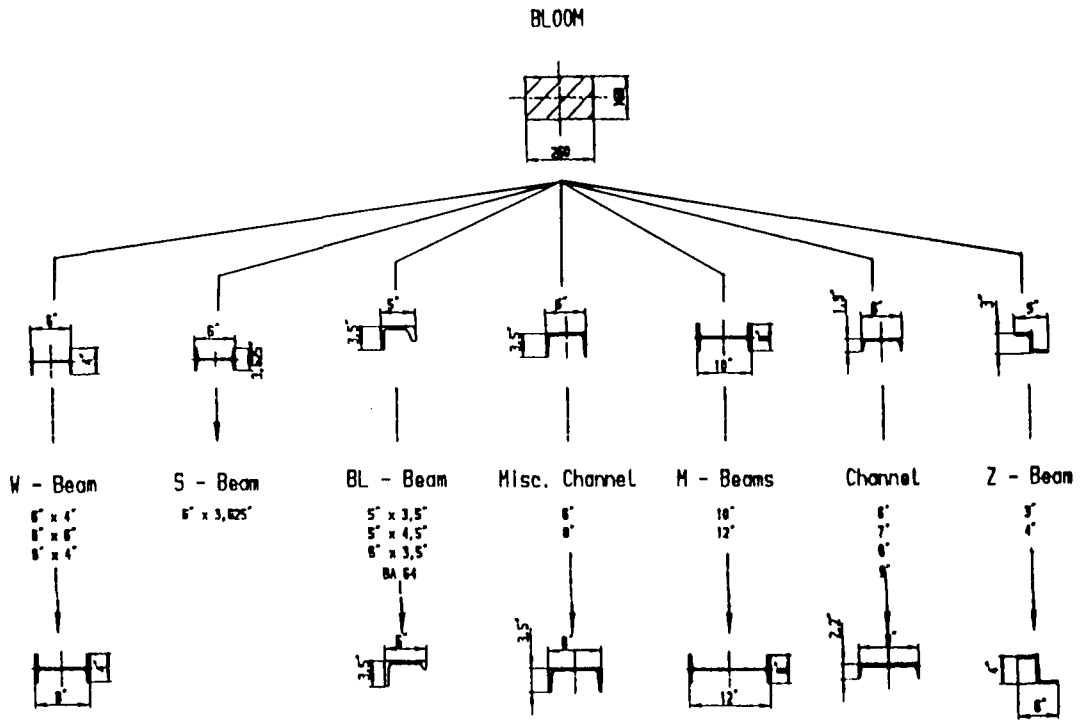
While two EAFs were installed, the facility was permitted to operate only as a one-furnace operation at a rated annual capacity of 1.2 million tons (Figure 4). The second furnace is available as a ready spare. In the event of an extended furnace outage, production can proceed on the backup furnace. With such an arrangement, SDI positioned the meltshop to accommodate future production level expansion by installing a working spare during plant construction.

with magnets unload scrap onto the ground and reload it into in-plant gondola cars for delivery to the meltshop. Three tracks are located under roof in the meltshop, and transfer cars are spotted under two 30-ton cab-operated Zenar cranes for loading of scrap into charge buckets.

Inbound scrap arriving via truck can either be dumped in the scrap yard or onto a concrete pad outside the meltshop and then pushed into the scrap-loading building via front-end loaders.

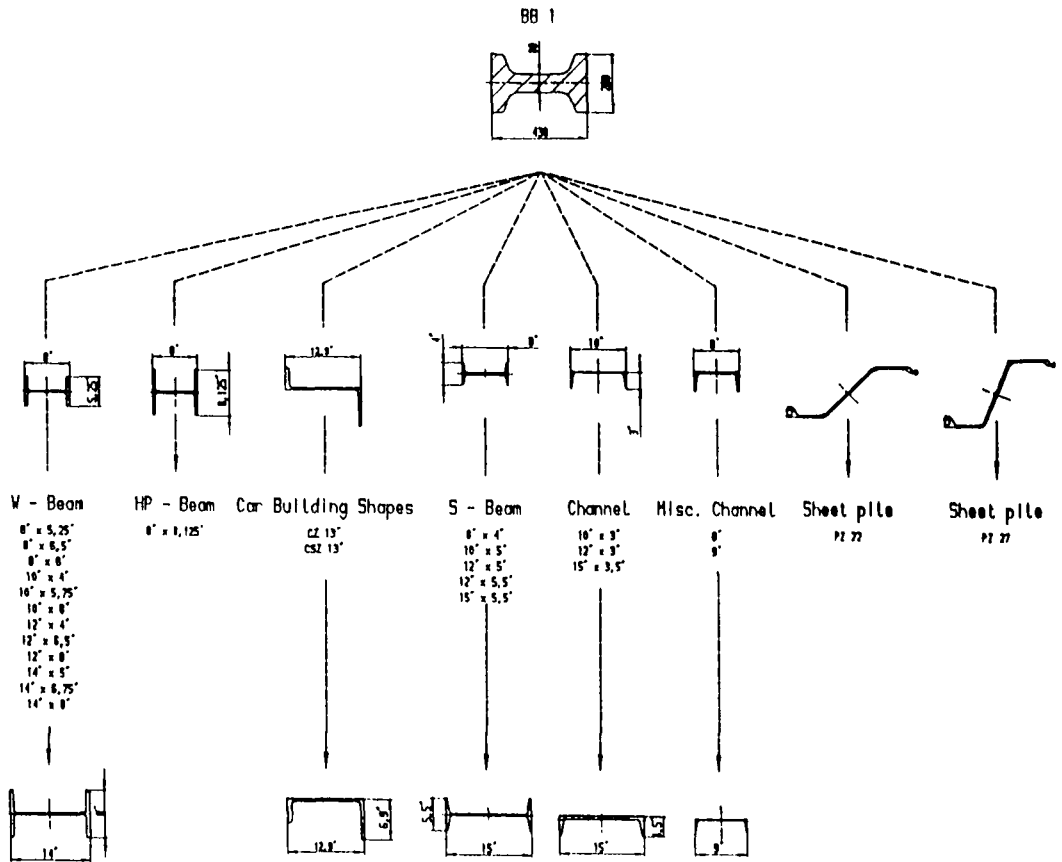
Lime, dolomitic lime and carbon are stored in EMCI-supplied silos and conveyed into

Figure 12



Structural shapes rolled from the 6-by-10-inch bloom.

Figure 13



Structural shapes rolled from the BB1 beam blank.

Level 2 control for the EAFs was provided by CTG. The furnace is capable of operating with a single bucket scrap charge, with a typical charge containing 7% bundles, 5% pig iron, 30% shredded, balance home and pit scrap. Tap-to-tap times achieved thus far are consistently under 45 minutes.

The meltshop is complemented by two SMS-Demag porous plug stationary roof LMFs (Table 2). Each is powered by a 22-MVA ABB transformer; these transformers, likewise, are duplicates of those at the Butler, Ind., facility to make spares interchangeable.

Ladles, supplied by Ewing, are transported to and from the LMFs via SES transport cars. The north EAF and LMF are connected via a dedicated east/west track. The east/west track from the south EAF is dead-headed, and ladles from this furnace must be lifted by crane onto a second car on a north/south track for transport under an LMF. Alloys are supplied to the LMF by conveyor from storage silos located outdoors, north of the meltshop bay. Finished ladles are lifted onto the caster's turret by 250-ton cab-operated Alliance cranes.

A 3-strand SMS-Concast continuous bloom/beam blank caster was installed (Figure 5 and Table 3). The curved mold machine casts two bloom (10 x 6 and 10 x 12 inches) and four beam blank (BB1, BB2, BB3 and BB4) sizes. Provisions, including foundations and deck structurals, were built into the caster for future expansion to four strands.

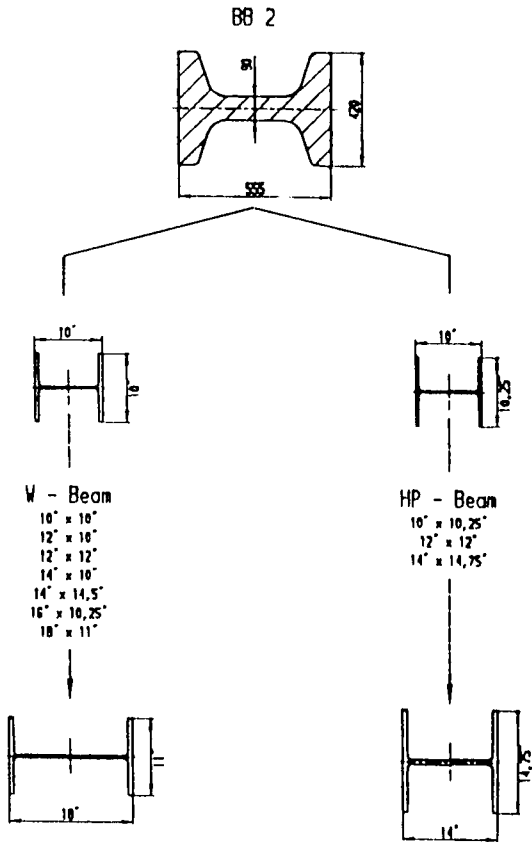
Level 2 for the caster was supplied by CTG. Two tundish heaters, supplied by American Combustion, were located on either side of the casting position for added flexibility. Cast lengths are 17 to 47.5 feet. Cutoff torches were supplied by Gega.

While containment for the caster is accomplished with one segment, provisions were made for the installation of a second segment when required. Water spray cooling is also employed.

All as-cast product is tagged after cutoff, and identification is maintained relative to heat number, chemistry and strand number. As-cast blooms and beam blanks can be hot charged into the reheat furnace via a cross-transfer table for subsequent rolling on the mill, or walked onto a storage bed for cold storage. There a cab-operated 40-ton Zenar crane off-loads as-cast product, using a spreader beam outfitted with electromagnets, for off-line storage. Cold blooms and beam blanks are individually loaded onto the cold charging table using the same crane and spreader beam arrangement.

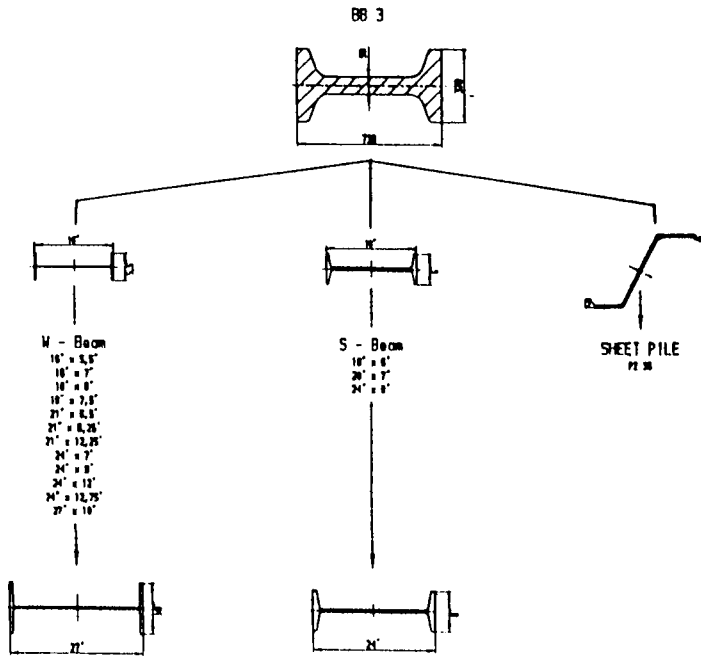
Direct evacuation of the EAF and LMF canopies and the entire meltshop is to a 10-compartment, 1,200,000-acfm positive-pressure

Figure 14



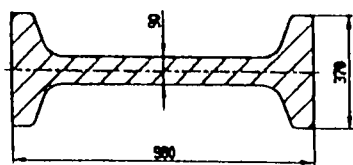
Structural shapes rolled from the BB2 beam blank.

Figure 15



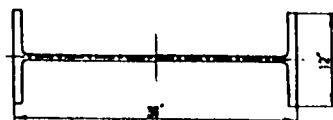
Structural shapes rolled from the BB3 beam blank.

BB 4



W - Beam

30" x 10.5"
33" x 11.5"
36" x 12"



Structural shapes rolled from the BB4 beam blank.

baghouse, supplied by Wheelabrator. The baghouse uses reverse-air fabric filters at a maximum gas temperature of 275°F and was built to be expandable to 16 compartments for a 2-furnace operation. Baghouse fan motors were sized the same as those at the Butler, Ind., facility to utilize common spares.

One vertical and three horizontal ladle preheaters, supplied by Process Technology International, are located at the south end of the LMF bay.

With SDI's planned expansion into rail products, a vacuum tank degasser was envisioned to be installed at the north end of the LMF bay. Engineering work is already under way for this equipment, with installation slated for the first quarter of 2003.

Rolling Facilities

A walking beam reheat furnace was provided to SDI by A.C. Leadbetter on a turnkey basis. Leadbetter also supplied the level 1.5 controls for the furnace. Throughput is rated at 350 and 250 tons per hour for hot and cold charging, respectively. The furnace is nominally rated at 260 MMBtu/hr.

Product exiting the reheat furnace undergoes high-pressure descaling using AC pump motors fed by a Toshiba drive.

Rolling is done across a single-stand 2-high 51-inch reversing breakdown mill (Figure 6), followed by cross-transfer to a 3-stand 51-inch tandem X-II mill, consisting of a universal roughing, edger and universal finishing stand. A crop saw is located at the east end of the breakdown mill delivery table to cut product head-ends, when necessary, before the product enters the tandem mill.

SMS Demag supplied the mechanical equipment for the four rolling mill stands, while Toshiba International supplied the drives and automation. Extensive use was made of packaged control rooms to facilitate drive installation. Drives are sized at 5500 kW for the breakdown, universal roughing and finishing mill stands and 3500 kW for the edger stand. Level 2 controls for the mill were supplied by SMS Demag.

The 3-stand X-II mill is equipped with compact cartridge stands, allowing all three stands to be completely changed out in less than 25 minutes, including guides. To accomplish this, the front of the mill stands are sledged out from the mill, and a perpendicular sled arrangement replaces the old roll assemblies with new assemblies, complete with all guides (Figure 7).

The breakdown and tandem mills are serviced by a 55/25-ton radio-controlled Zenar crane.

Following tandem rolling, products cross an 82-inch-diameter hot saw before traversing south across a 246-by-105-foot cooling bed. Cooled product is transported west off the cooling bed and then goes through one of two straighteners—No. 1 being a four-over-five-roll configuration for larger sections (Figure 8) and No. 2 being a four-over-three-roll configuration for smaller sections.

After straightening, product is gathered on a collecting transfer table before being transported to two 82-inch cold saws, one fixed and one moveable (Figure 9), for cutting to finished lengths using laser measurement equipment. Product is then cross-transferred south and routed across a 120-foot piling bed (Figure 10), to compactor and handling machines (Figure 11) and then delivered onto the loading bed as finished, tagged product, ready for shipment.

Figures 12 through 16 present the structural products rolled by SDI from the 10-by-6-inch bloom and four beam blank sizes. Future rail products will be rolled from a 12-by-10-inch bloom (not pictured).

SDI also plans to produce standard and high-quality rail product at this facility. Engineering and construction is currently under way to install an induction head-hardening facility ahead of the cooling bed. This equipment is being supplied by SMS Demag, ABB and GE Toshiba.

After rail product exits the cooling bed, it passes through the No. 1 straightener and a new vertical straightener supplied by SMS Demag. Rail product then proceeds east through an in-line testing center, where product is checked for internal and external defects, straightness, and profile. Product will then be cross-transferred to a cold saw and gag press before being delivered to the loading table. This equipment is being supplied by SES, NDT and Linsinger. An extension of the finishing buildings is under way to house the rail finishing equipment.

Production of rail products is planned to occur in the first quarter of 2003. SDI has planned its rail facility to produce 320-foot finished lengths. These longer rails are expected to be quite attractive to the market, as

they will reduce by 80% the number of field welds required when installing track. Most rail product is supplied in finished lengths of 80 feet.

Outbound Materials and Transportation

Given the mill's geographic location, finished product is expected to ship from the plant predominantly by truck, with an anticipated mix of 70% truck, 30% rail. Most product going outbound by rail will be stored inside and loaded by cab-operated cranes onto rail cars.

Approximately 20 acres of finished product storage yard have been developed for truck shipments. Finished product will be removed from the loading table by crane and deposited onto in-house flatbed trailers for transport to the storage yard, where they will be off-loaded by rubber-tired fork trucks. These same fork trucks will load outbound trucks in the yard.

SDI, with CTG, has developed a computerized method to allow cross-application of product in the storage yard. Currently, this system is being manually managed, but plans exist to convert this system over to a handheld wireless bar code scanner system in the near future.

Staffing

Total staffing is expected to approach 325 persons upon start-up of the rail products facility. Many of the management personnel are from SDI's Butler facility, and approximately 50 to 60 production and maintenance personnel transferred to the Structural and Rail Division from SDI Butler and Iron Dynamics facilities. The balance of personnel were new hires who either had experience in structural or rail production or were brought on board by SDI during the mill's construction in order to begin their training.

SDI is proud of its employees' achievements and their safety performance during the fast-tracked construction project. SDI also expects similar success as they move forward with production.

Summary

After overcoming more than two years of permitting delays, SDI constructed its Structural and Rail Division in Columbia City, Ind., in 13 months. Given its geographic location in the Midwest, the company expects to reach its faceplate capacity of 1.2 million tons to trade in 2004, with a mix of 400,000 tons of rail and 800,000 tons of structural products.

AISE

NEW TECHNOLOGIES REDUCE AUTOMOBILE EMISSIONS AND SAVE ENERGY

The U.S. Environmental Protection Agency (EPA) has just published the American Iron and Steel Institute's (AISI) "green engineering" case study on its website (www.epa.gov/opptintr/greenengineering/docs/ulsab-avc.pdf). The case study, entitled "Reducing Automobile Emissions and Saving Energy: ULSAB-AVC," details the environmental benefits of new technologies emerging from AISI's ULSAB-AVC (Advanced Vehicle Concepts) program. The program demonstrates how advanced steels and manufacturing techniques can provide solutions to today's environmental problems in a safe, affordable manner. Utilizing ULSAB-AVC designs, mid-size sedans will achieve 52 miles per gallon when powered with a gasoline engine and 68 miles per gallon if equipped with a diesel engine, reducing engine emissions by more than 50%. The ULSAB-AVC designs achieve "Five Star" crash safety ratings based on anticipated 2004 safety standards and cost no more to build than traditionally engineered vehicles.

Tema 5. Nuevos preformados para trenes universales

Referencia: AISE Steel Technology, septiembre 2002. Vol. 79, N°9

Artículo: "Beam blank casting technology", por Heinz Hoedl y otros. Voest – Alpine Industrieanlagenbau GmbH, Linz, Austria. E-mail: heinz.hoedl vai.at. Se adjunta artículo fotocopiado.

Detalles (Por tesista RAV)

-Máquinas de colada continua ubicadas en Stahlwerk Thüringen GmbH, Arbed Group, Unterwellenborn, Alemania; y AmeriSteel, Cartersville, Georgia, E.U.A. Se tratan de instalaciones para la producción de preformados más esbeltos y de área más próxima a las secciones acabadas. Se brindan 5 referencias bibliográficas, desde 1995 a 2000. #

Beam Blank Casting Technology

Beam blank casting offers advantages for heavy and medium sections production similar to those of thin slab casting for flat products production. For the manufacturer of H and U beams in the upper weight range, beam blanks are an excellent alternative to conventional blooms. Beam blank grade is determined by the minimum number of rolling passes required to obtain the desired microstructure.

Beam blank casting combined with direct hot charging offers significant cost savings for the production of structural beams.

Economic advantages of beam blank casting are mainly attributed to the rolling process. Due to the near net shape of the beam blanks, less breakdown mill rolling is required to achieve the necessary cross-section for finished rolling operations. For example, at Arbed, Stahlwerk Thüringen, the IPE 300 beam was previously produced from a 380 x 300-mm rectangular cross-section bloom requiring 11 rolling passes in the breakdown rolling mill stand. By employing a BBI cross-section, only

five breakdown mill passes are necessary to achieve the same result.

The following advantages were derived from the aforementioned example:

- Reduced rolling passes at the breakdown mill.
- Increased rolling mill productivity by approximately 15%.
- Reduced breakdown mill energy consumption by approximately 55%.
- Reduced roll costs due to lower required number of calibers.
- Reduced breakdown stand maintenance costs by approximately 55%.

Rolling mill yield was also increased by about 1.0% due to improved shape formation as a consequence of

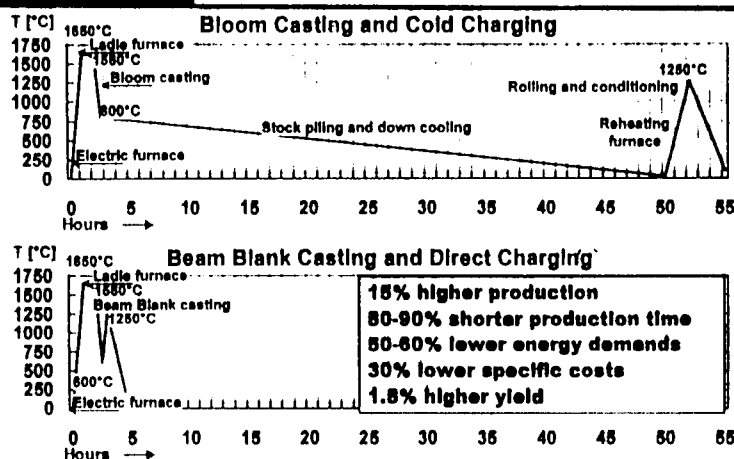
the near net shape beam blank, particularly at the head-end of the rolled beam. Increased surface-to-volume ratio for beam blanks brought about an additional reheating energy cost savings of about 8.0% during cold charging operations.

By using beam blanks, Stahlwerk Thüringen was also able to reduce the number of cast sizes from 12 rectangular blooms to three beam blank formats, achieving the following advantages:

- Simplified mold storage logistics and reduced spares.
- Reduced size changeovers on the continuous caster.
- Reduced amount of format-dependent equipment on the continuous caster.

To gain the most benefit from beam blank technology, the caster must be directly coupled to the rolling mill. A comparison of beam blank casting and direct charging to conventional bloom casting and cold charging with subsequent rolling to the as-cast beam blank size is shown in Figure 1. Advantages gained by beam blank casting include:

Figure 1



Beam blank casting and direct charging shortens the production cycle by 80 to 90% compared to bloom casting, cold charging and hot rolling to the same beam blank size.

Authors

Heinz Hoedl (left), Vice President—Continuous Casting Technologies, F. Wimmer (not pictured), F. Karl Mayrhofer (center), Project Manager, Voest-Alpine Industrieanlagenbau GmbH, Linz, Austria, Johannes S. Spliss (right), General Manager—Voest-Alpine Industries Inc., Canonsburg, Pa., G. Hartmann (not pictured), J. M. Dengler (not pictured), and H. Baumann (not pictured), Stahlwerk Thüringen GmbH, Unterweilenborn, Germany (heinz.hoedl@val.at)

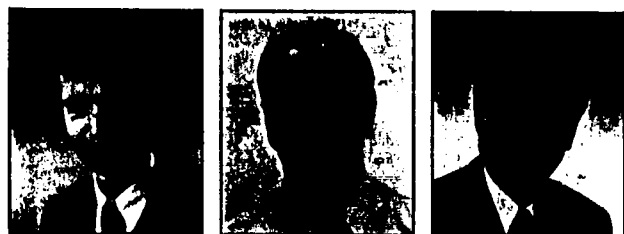
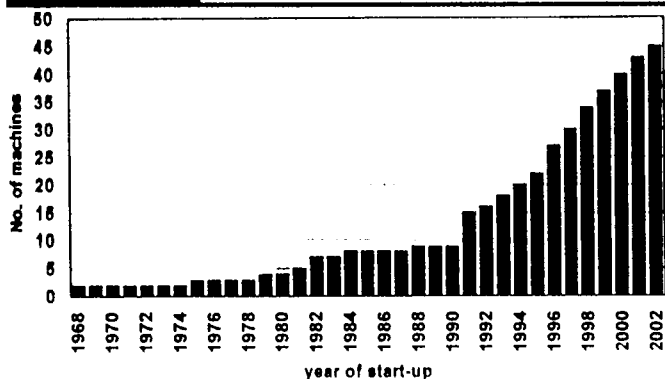


Figure 2**Worldwide growth rate of beam blank casters.**

- Approximately 30% lower investment costs.
- 50 to 60% lower energy consumption.
- Up to 90% less production time required from scrap to the final beam blank size.
- 15% higher productivity.
- 1.5% higher yield.
- No intermediate storage required.
- Reduced labor costs.
- Lower operating and maintenance costs.

The benefits discussed in this section have substantially contributed to the rapid worldwide increase of beam blank casting technology use in recent years (Figure 2).

Economical success for beam blank casting requires optimal selection of the beam blank size and depends on criteria such as final section dimensions and required deformation ratio. Beam blank sizes should be minimized to control investment costs and maximize caster utilization time (casting time) by decreasing size changes and restranding times. Additionally, as the beam blank size approaches that of the final section, flexibility to roll a variety of final sections from that beam blank is lost.

Fundamentals

Tube versus Plate Mold Design — In general, there are two possibilities for beam blank mold design—tube and plate. Tube molds are mainly used for beam blank formats with up to 300 x 400 mm outer cross-sections. Depending on beam blank size, copper tube wall is up to 25 mm in thickness. Primary cooling water is guided between the outer surface of the copper tube and a special baffle tube. Due to manufacturing methods, negative taper on the shoulder area and variation of copper wall thickness for temperature homogenization over the circumference are not possible. Tube molds reduce manufacturing costs and ease handling.

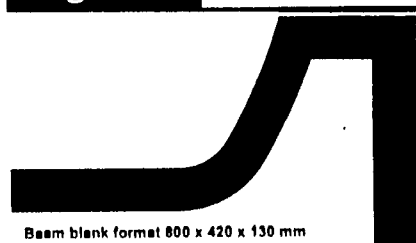
For larger beam blank sections, a plate mold is more suitable, where the copper plates are fixed on support plates. These individual plates are connected via screws and form the beam blank cross-section. Primary cooling water is

guided within cooling slots and holes. With this design a negative taper in the shoulder area is possible to account for web shrinkage; copper surface temperature homogenization is possible by proper arrangement of the cooling holes.

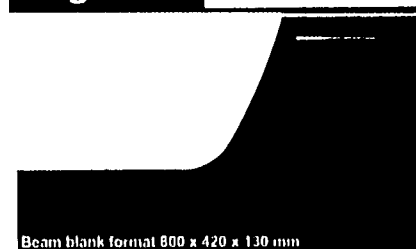
Taper Design — The geometric and thermal mold conditions for initial strand solidification are highly important to obtain a strand with outstanding surface and internal quality. From this perspective, a proper primary cooling system and a suitable mold taper are necessary preconditions to meet these requirements. VAI has developed a two-dimensional, fully coupled thermomechanical finite element model to calculate the temperature and displacement fields of the strand during initial solidification in the mold. This simulation provides deeper insight into the complex shrinkage behavior of the particular beam blank section and yields the correct answer for shaping the mold inner contour with regards to taper. These 2-D FE models were verified successfully at Arbed, Stahlwerk Thüringen, with respect to shell growth, beam blank internal and surface quality, and mold wear.

Figure 3 shows the results from the 2-D FE model for the 800 x 440 x 130-mm beam blank format used at the Peine beam blank caster. The temperature and displacement fields were determined as a transient analysis, neglecting heat flux in the longitudinal direction, with the casting speed set at 1.1 meters per minute. The influence of different mold tapers on shell growth, temperature fields and contact pressures due to the shell shrinkage are easily studied with the model. The internal ferrostatic pressure is increased as the strand shell moves through the mold.

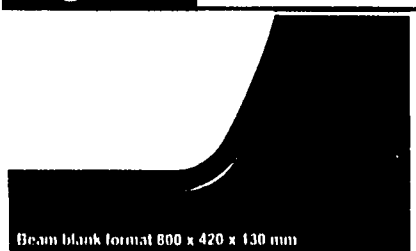
To demonstrate the effect of mold taper, Figure 4 illustrates the shell thickness distribution at the mold exit for the case of too little taper. A wrong taper, particularly in the fillet and shoulder area, yields a separation of the strand from the copper mold. The resulting air gap

Figure 3

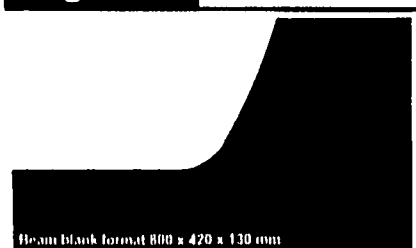
Two dimensional, fully coupled temperature-stress analysis finite element model results for the 800 x 440 x 130-mm beam blank format.

Figure 4

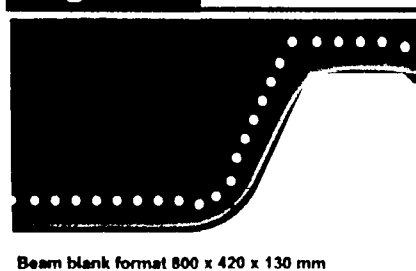
Shell thickness at the fillet and shoulder is reduced by too little taper at the mold exit.

Figure 5

Shell thickness in the flange and flange tip area is reduced by too much taper at the mold exit.

Figure 6

Shell thickness for an optimized taper, mold exit.

Figure 7

Temperature distribution for wide side of a plate mold.

reduces shell growth. Too much taper at the mold flange and flange tip area also causes a separation of the shell from the copper plate in the beam blank fillet area (Figure 5). An optimized taper yields a homogeneous shell thickness over the entire beam blank circumference at the mold exit (Figure 6).

Copper Plate Cooling Design

In addition to optimized taper, the unique shape of the beam blank mold for large blank formats also requires optimization of the copper plate's surface temperature to ensure proper solidification conditions, particularly at the meniscus level. The aim is to properly arrange the cooling holes or slots to achieve a homogeneous surface temperature distribution over the entire circumference of the mold. A steady-state heat transfer finite element analysis is performed to calculate the mold temperature field in the meniscus area for the web, plate of the beam blank plate mold. The heat flux density is assumed to be 2.5 MW/m^2 in the meniscus area, and the conductivity of the mold material (CuAg) is set to $370 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. The flowing cooling water in the cooling slots/holes generates a heat

convection coefficient of $40,000 \text{ W/m}^2$, which is applied on the cooling surface. The result from this analysis is a temperature field, as depicted in Figure 7.

Strand Support — Due to the unique shape of the beam blank section, four different areas on the surface of the beam blank section have to be considered—the web, flange, flange tip and shoulder. Each is described in the following four sections.

Web — The web of the beam blank section must be supported until sufficient solidification over its width is achieved. This is done to prevent bulging of the web, which may cause more pronounced center segregation. This phenomenon can be detected in the finished beam

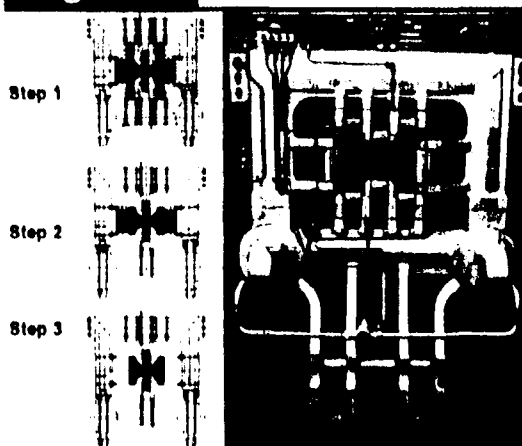
cross-section. A 2-D thermal analysis provides necessary information to determine the supporting length.

Flange — The flange must be supported to avoid bulging and internal cracking. A 2-D thermal analysis yields the temperature field and the corresponding shell thickness. A subsequent stress analysis yields the stress/strain and displacement fields, whereby the internal ferrostatic pressure represents the loading. Due to the ferrostatic loading at the liquid/solid transition of the flange inner surface, the criterion for the length of the support in this area is the generated interface strain.

Flange Tip — Issues relative to flange support also apply to the flange tip. In general, the supporting length depends on the casting size and casting speed. In many cases, particularly for lower casting speeds and small beam blank cross-sections, no additional support beyond the mold foot rollers is necessary.

Shoulder — Due to static reasons, the shoulder area acts like a vault and, therefore, normally does not require support. A 2-D finite element analysis yields the stress and displacement field.

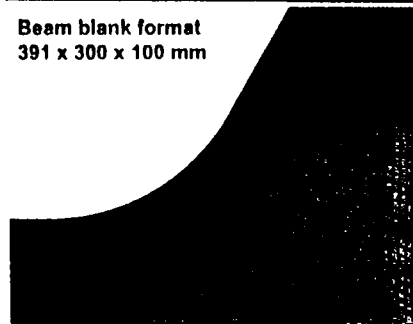
For the design of the strand support length, a transient heat transfer analysis for the beam blank section is performed. This type of analysis provides the necessary information about the shell growth within the strand support and the exact metallurgical length. Insufficient strand support of the web area may cause bulging or even reopening of the web center and therefore a refilling of the beam blank web, resulting in segregation and an undesired higher web thickness. Insufficient strand support of the flange area can cause bulging and interface cracks. A typical strand support arrangement is illustrated in Figure 8.

Figure 8

Typical strand support arrangement.

Figure 9

Beam blank format
391 x 300 x 100 mm



Finite element model results from transient heat transfer analysis.

Figure 9 shows the finite element model results. The material properties are taken from a structural steel with 0.07% carbon content and are assumed to depend on the temperature. The initial condition is represented by the fully liquid steel state at the beginning of the casting process. Cooling conditions during the casting process are applied as changing boundary conditions on the beam blank surface for the analysis, starting with primary cooling within the mold, then shifting to secondary cooling. The temperature variation versus strand length for different points on the beam blank section are shown in Figure 10. The corresponding cross-section displaying the shell thickness at different strand positions can also be derived.

An insufficient support length and/or spray cooling of the web results in a bulging, or if severe, reopening of the web. This can result in high centerline segregation of the beam blank section or possibly a gap formation (Figure 11).

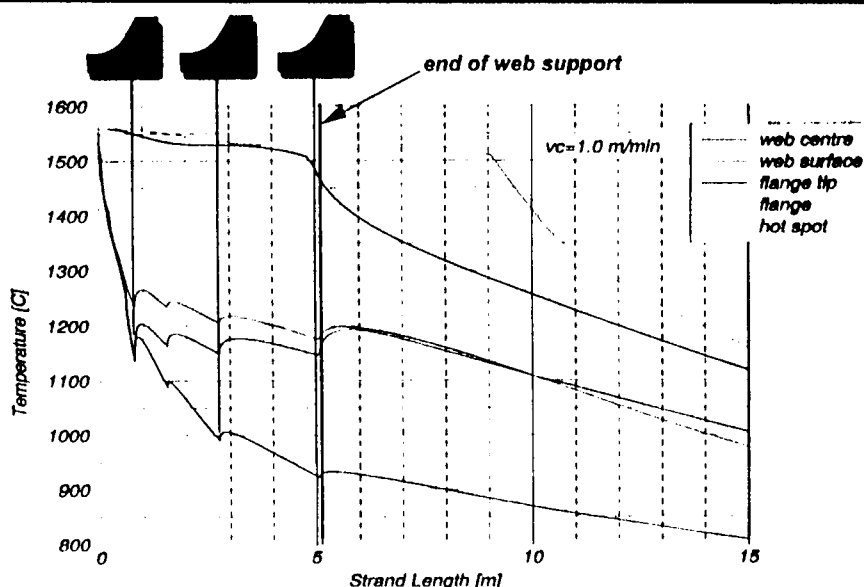
In casting, speed is too high relative to the strand support length, the beam blank shape completely converts to an extremely bulged shape (Figure 12). The internal ferrostatic pressure causes a wide opening and bulging of the web and leads to the mentioned phenomenon.

Operational Results

Stahlwerk Thüringen — In Sept. 1993, Stahlwerk Thüringen, a company of the Arbed Group, awarded VAI a turnkey contract for a 120-tonne DC electric arc furnace, a ladle furnace and a 4-strand beam blank caster. The plant was designed according to the minimill philosophy and start-up began in Feb. 1995.

A sketch of the layout is provided in Figure 13.

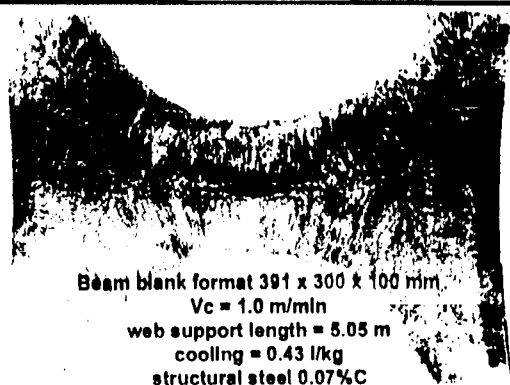
Two remotely controlled transfer cars carry scrap buckets, with a capacity of more than 45 tonnes, from the scrap yard to the electric arc furnace. The EAF is a 120-tonne DC furnace with an installed transformer capacity

Figure 10

Time and temperature plot for different points on a beam blank section.

of 120 MVA and seven natural gas/air/O₂ burners, each rated at 3.5 MW. The tap-to-tap time is roughly 50 minutes. The ladle containing tapped steel is treated at the in-line ladle furnace, having a transformer capacity of 18 MVA and a heating rate of 4°C per minute, in approximately 35 minutes and is then transported to the 4-strand continuous beam blank caster. Meanwhile, the ladle transfer car is free for the next cycle.

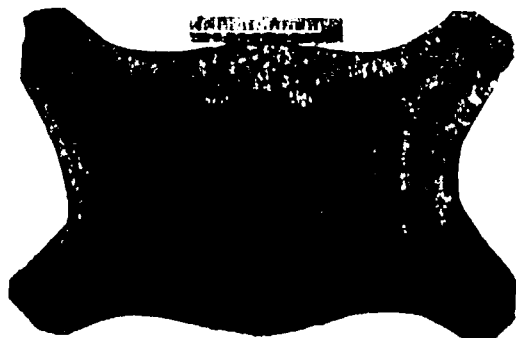
Products from the continuous caster are either directly transported on a roller table into the pusher-type furnace, placed on a cooling and buffer bed and transferred while still hot to

Figure 11

Beam blank cross-section with reopened web.

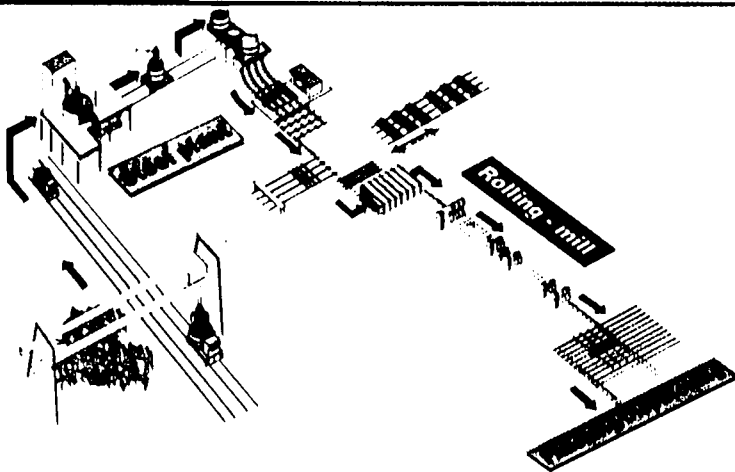
Figure 12

Strand support is too short
Extreme bulging of web



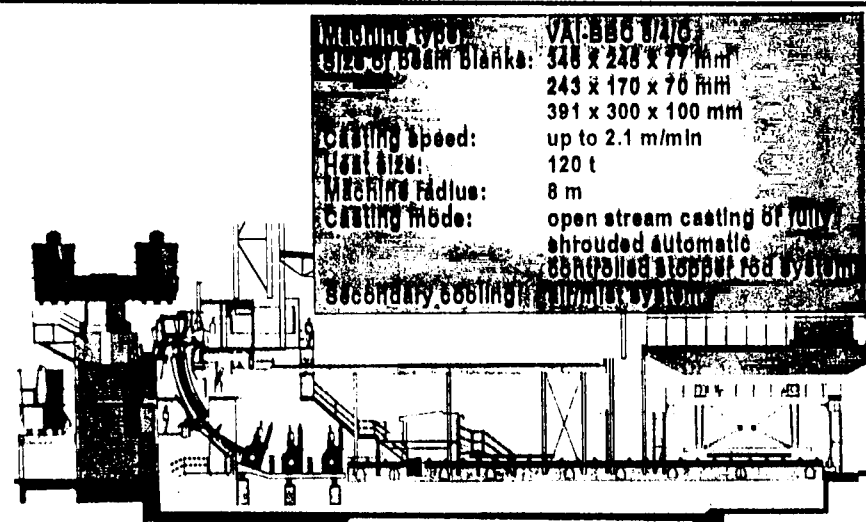
Extreme bulging results from too high a casting speed relative to the strand support length.

Figure 13



Equipment layout at Arbed, Stahlwerk Thüringen.

Figure 14



Elevation of the 4-strand beam blank caster at Arbed, Stahlwerk Thüringen.

the pusher-type furnace; or they are placed by crane from the end of the cooling bed to the stock yard for subsequent cold charging.

The 4-strand beam blank caster (Figure 14) employs a casting radius of 8.0 meters.

The caster turret is equipped with a weighing system and fixed arms. The ladle shroud manipulator is operated manually. Flying tundish changes are possible with the two tundish cars. The tundish content is 24 tonnes, and overflow height is at 950 mm. The length of the mold tube is 700 mm. Mold oscillation movement is performed via a lever-type system with a vertical flange plate for automatic connec-

tion to the mold. One layer of foot rollers is arranged below the mold. The size-dependent segment guides the strand in varying arrangements by internally uncooled, centrally lubricated rollers. Secondary cooling is of air-mist design, divided into four zones that are controlled according to the casting speed, on all four sides of the beam blank. The withdrawal and straightening process is carried out continuously in three pinch roll stands per strand. Torch cutters cut the strands according to the demands of the rolling mill into lengths ranging between 4.0 and 11.5 meters. An automatic cross-transfer manipulator places the products onto the connecting roller table, which transports the beam blanks to the rolling mill.

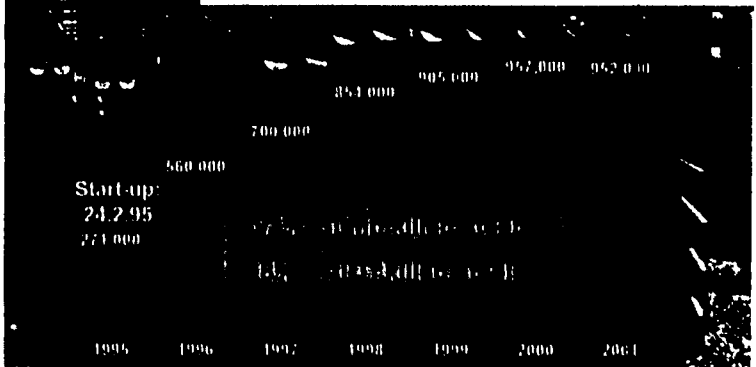
Total beam blank production has continuously increased since start-up of the caster in 1995 (Figure 15), and reached 952,000 tonnes in the year 2001 (nominal capacity is 630,000 tonnes per year).

Approximately 92% of the product mix is made up of Si-Mn killed steels that are open-stream cast using rapeseed oil. The balance, approximately 8.0% Al-Ti killed steels, are cast with granulated casting powder.

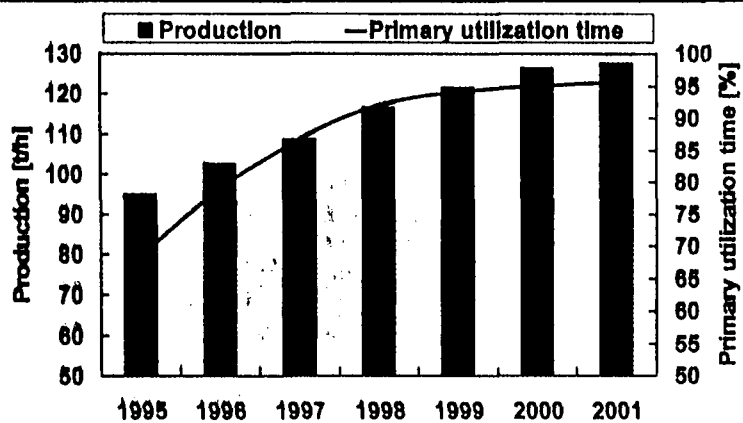
This high production is a result of a third beam blank size (started up in 1997); a 20-shifts per week production schedule, instead of the originally planned 17 shifts per week; and increased casting speed in connection with a high utilization time. Figure 16 presents the increasing trend in specific productivity and utilization time.

The planned production rate for the BB3 cross-section was 114 tonnes per hour. The production rate in 2000 was 126.4 tonnes per hour, an increase of 11% beyond the plan. Due to a higher speed for the BB3 cross-section placed in operation in Sept. 2001, this

Figure 15



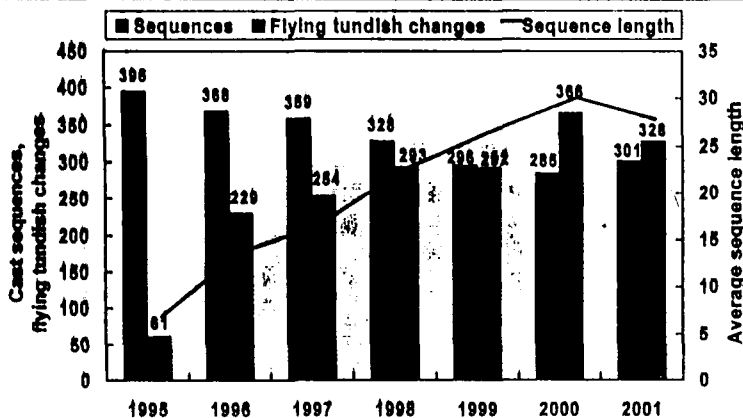
Increasing beam blank production at Stahlwerk Thüringen.

Figure 16

Increasing specific productivity and utilization time at Stahlwerk Thüringen.

figure will increase to more than 130 tonnes per hour in 2002.

Since start-up, the number of sequences have been continuously decreased to 285 sequences in 2000, and the number of flying tundish changes have been increased to 366 in 2000 (Figure 17). These figures are a result of optimal timing between the DC electric arc furnace and the caster, and also high utilization time with less maintenance interruptions. The average sequence length is approximately 29 heats. The maximum sequence length achieved at Stahlwerk Thüringen was 204 heats within 195 hours, until the sequence had to be terminated due to a planned maintenance outage.

Figure 17

Sequence casting at Stahlwerk Thüringen.

Due to the use of 100% scrap as the steel-making raw material, subsequent high amount of tramp elements and specific customer demands, certain analysis restrictions apply.

All steels are cast below the peritectic range. The guideline for analysis lies between 0.06 and 0.08% C. Heats with over 0.1% C are rejected and lead to sequence

interruptions because the danger of breakouts increases dramatically between 0.10 and 0.15% C.

All rolled products must be capable of being hot dip galvanized. For this reason, a silicon content between 0.15 and 0.25% is prescribed. This level also meets the rule-of-thumb for open-stream casting. The Mn:Si ratio must be kept greater than 3.0 to avoid shell surface defects and breakouts.

Primarily for reasons of beam quality, the voluntarily determined internal objective for phosphorus and sulfur lies at 0.025% maximum, even though customers standards allow higher limits.

The occurrence of copper, chrome and nickel cannot metallurgically be influenced. The effects of 0.5% Cu and 0.2% Cr or Ni are negligible in continuous casting of beam blanks.

Zinc values exceeding 0.016% cause problems during open-stream casting, manifesting as splashes caused by vapor pressure of the zinc on the casting stream and on the surface of the steel in the mold, leading to shell sticking and thus breakouts. The absolute limit with respect to casting lies at 0.030% Zn.

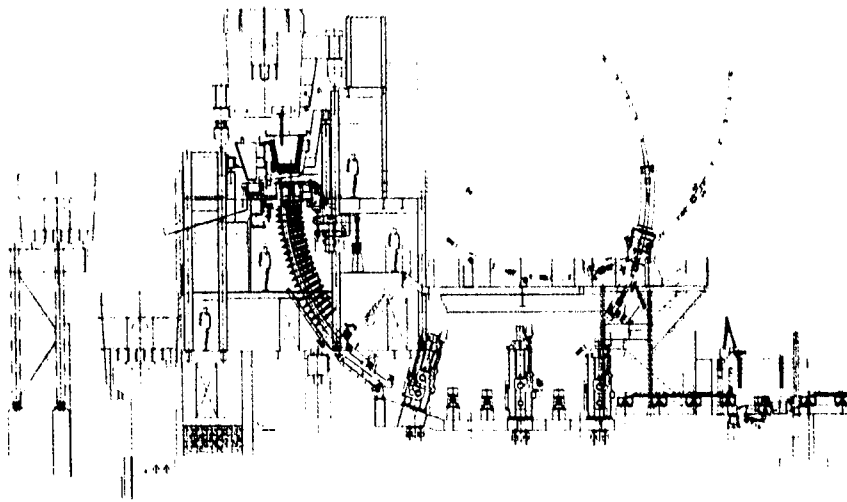
Steels with up to 0.040% Sn have not had any negative consequences in the casting process.

To minimize clogging caused by Al_2O_3 in open-stream casting, a first deoxidation with carbon is performed in the ladle during tapping of the EAF, and the following LMF treatment is completed with Ca-Si wire injection. When aluminum-alloyed steels are cast, an Al content of 0.010% has proven effective, along with titanium, to bind nitrogen.

Lastly, procedures for melting, casting and refractory refining were developed to maintain the steel gas content at low levels to prevent defects such as subcutaneous blowholes and pinholes.

AmeriSteel, Cartersville, Ga. — In 1999, VAI commissioned the 4-strand combination caster at Birmingham Southeast LLC, Cartersville,

Figure 18



Elevation view of the combination caster at AmeriSteel, Cartersville, Ga.

Ga., now a plant of AmeriSteel. The caster is capable of casting 725,000 tonnes of high quality billets, blooms and beam blanks per year. The flexibility of casting various section sizes (130 mm squares, 140 mm squares, 160 mm squares, 160 x 230 mm rectangles, 160 x 230 mm and 285 x 175 x 77 mm beam blanks) allows the caster to meet the demand of its structural mill and outside billet customers. The machine casts a wide range of steel grades, including low-carbon silicon grades, alloy steels and resulfurized steels.

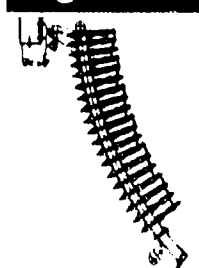
Melting facilities include an electric arc furnace with an 85-MVA transformer and a tap weight of 105 tonnes.

The 4-strand combination caster can be seen in elevation view in Figure 18. The caster employs an 8-meter radius. Steel is tapped from the ladle in the ladle cars into 25-tonne capacity delta-shaped tundishes. All casting is done with an open stream. The mold for the beam blank has a length of 700 mm. Regular linear taper is used for beam blanks. To reduce wear and increase mold life, copper-chrome-zirconium mold tubes are used. For mold lubrication, lubricating oil is used.

The total containment for the beam blank section is as follows. The first eight footrollers consists of rollers holding the flange sides, flange tips and the inner and outer radius. The next eight rollers provide containment only on the flanges and web sides. The last containment zone (two sets of rollers) has rollers holding the web area only. The segment frames are of tubular design and are internally water cooled by the machine water circuit. Roller cooling is achieved by the secondary water circuit spray nozzles. The segment is a modular design to accommodate easy maintenance.

Figure 19 illustrates the layout of the beam blank segments. Spray water is controlled on a per strand and per zone basis. For beam

Figure 19



Layout of the beam blank segment.

blanks, the spray water can be individually adjusted on the two opposite flanges and on the upper and lower web surfaces. An air blower is used at the end of the segment to remove the water out of the upper shape of the cast beam blank.

Figure 20 shows four cast beam blanks in the straightener section. Straightening is done according to VAP's patented continuous straightening curve. A retractable rigid starter bar system (Figure 21) is used at the caster for all sections. This caster was the first design in the world to use a rigid starter bar for an 8-meter radius beam blank casting machine.

Figure 20



Beam blanks exiting the straightener stands.

Figure 21



Overview of the rigid starter bar system.

Figure 22

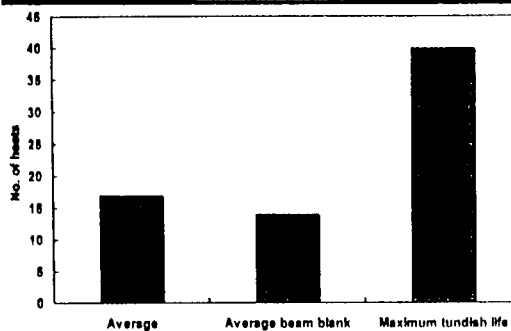
Billets are transferred onto the turnover-type cooling bed by the overhead cross-transfer mechanism.

Strands are cut to the required length with torches. A weighing device after the cutting area allows the product to be cut to weight. In the cross-transfer area, an overhead cross-transfer mechanism (Figure 22) pushes the product on the turnover-type bed. When casting billets, the bed is used to turn billets to allow even cooling. When casting blooms and beam blanks, the bed is used in a walking beam mode.

The first heat was cast on Jan. 13, 1999, in a structural steel grade in the 140 x 140-mm square section size. The caster was then commissioned on different section sizes staggered over several months depending upon the production requirements. The beam blank size was commissioned successfully on Sept. 16, 1999. An additional new size of 130 x 130 mm square was the last size commissioned on June 24, 2000.

Figure 23 shows the overall average sequence length, the average sequence length for beam blanks and the maximum tundish life experienced by this caster.

When casting beam blanks, surface defects such as cracks, depressions and inclusions have not been detected. Oscillation marks are uniform and have no detrimental effect on product quality. Internal quality of cast products has been satisfactory.

Figure 23

Performances on the caster at Cartersville, Ga.

Beam blanks at Cartersville are rolled into 10- and 12-inch wide flange beams and 12-inch channels.

Summary

Today's market requirements mandate that steel companies focus on increasing caster productivity and flexibility, improving product quality and decreasing production costs.

For production of medium and heavy sections (beams), the use of beam blank casters employing near net shape casting is a prerequisite to meet these requirements.

Bibliography

- Becker, B., et al, *VAI's High Performance Combination Caster at Birmingham Southeast*, Cartersville, 8th International Continuous Casting Conference, Linz, Austria, 2000.
- Hartmann, G., Dengler, J. M., and Mayrhofer, K. F., *Five Years Beam Blank Casting at Stahlwerk Thüringen—Developments and Experience*, 8th International Continuous Casting Conference, Linz, Austria, 2000.
- Henrion, R., et al, *Beam Blank Casting at Stahlwerk Thüringen*, 7th International Continuous Casting Conference, Linz, Austria, 1996.
- Holleis, G., et al., *VAI Beam Blank Casting Technology, International Symposium on Near Net Shape Casting in the Minimills*, Vancouver, Canada, 1995.
- Spörl, N., et al, *The conversion from numerous different rectangular bloom into three beam blank formats for the production of hot rolled steel sections at Stahlwerk Thüringen GmbH*. AISE

STEEL SHIPMENTS DOWN THROUGH APRIL 2002

The American Iron and Steel Institute (AISI) has reported that during the first four months of 2002, U.S. steel mills shipped 32,528,000 net tons, down 2.8% from the 33,458,000 net tons shipped in the same period in 2001. In April 2002, steel shipments totaled 8,610,000, an increase of 4.0% from the 8,281,000 net tons shipped in April 2001.

A year-to-year comparison of shipments shows the following changes within major market classifications: service centers and distributors, down 5.3%; automotive, up 2.5%; construction and contractors' products, up 4.2%; oil and gas, down 33.2%; machinery, industrial equipment and tools, down 16.0%; appliances, utensils and cutlery, up 6.7%; containers, packaging and shipping materials, down, 3.3%; and electrical equipment, down 24.7%. *

Temas 6 y 7. Calibrados, defectos generales y problemas de conformado

-Los calibrados adjuntos pertenecen a las obras de Neumann, Polukhin et al., Beynon, The United Steel Companies Ltd., United Engineering y artículos técnicos misceláneos según corresponda.

-Las descripciones de defectos en castellano han sido extraídas de las obras: **A) Album de defectos de productos siderúrgicos**, Parte II (colada continua) y Parte III (semi productos y productos acabados en caliente) UNESID – ILAFA); y **B) Metalografía dos produtos siderúrgicos comuns**, de Hubertus Colpaert; São Paulo, SP, Brasil.

-**Nota:** El tema 8, Glosario, se adjunta anillado por separado. #

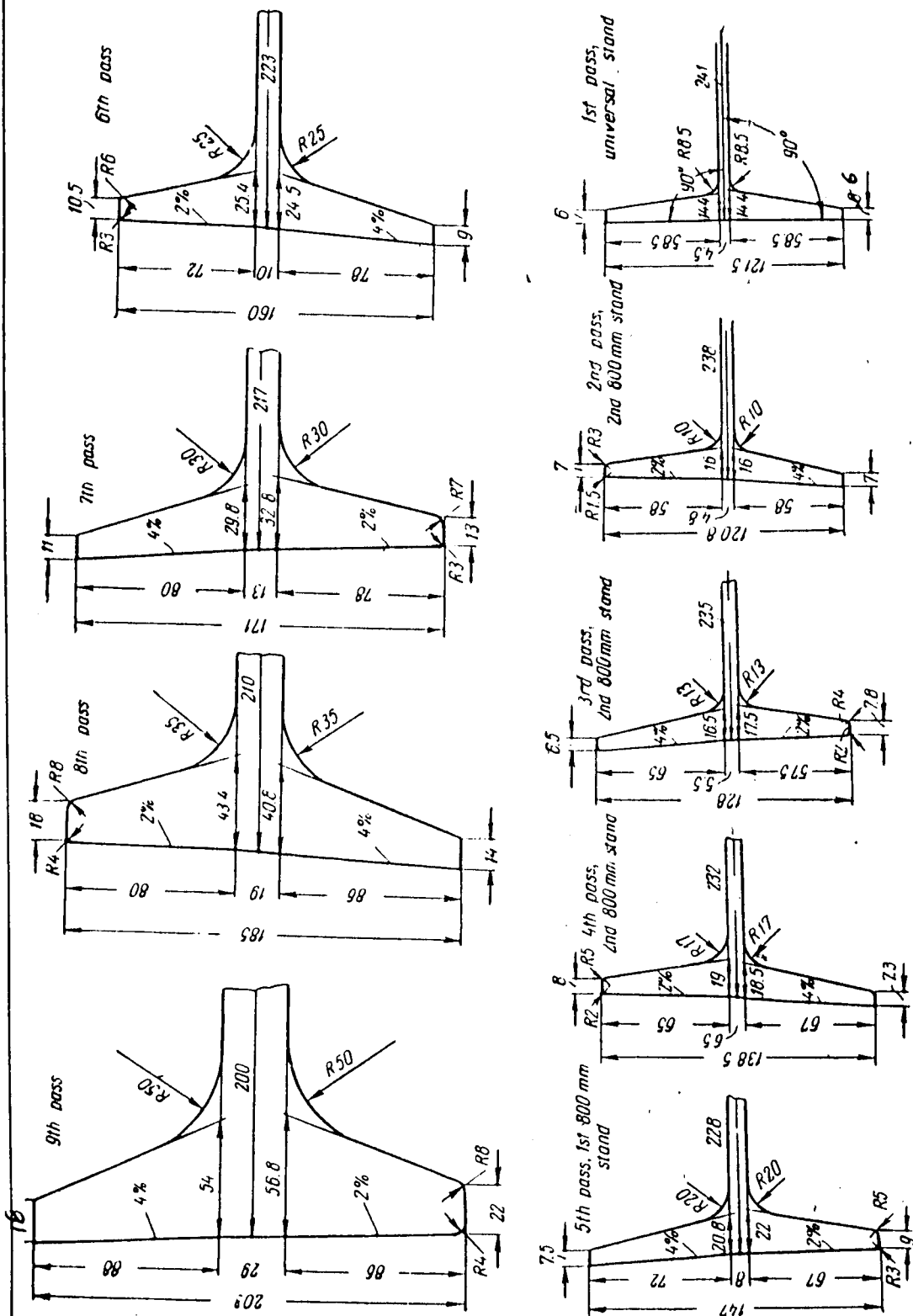


Fig. 132. Rolling sequence for the No. 24 light-weight I-beam.

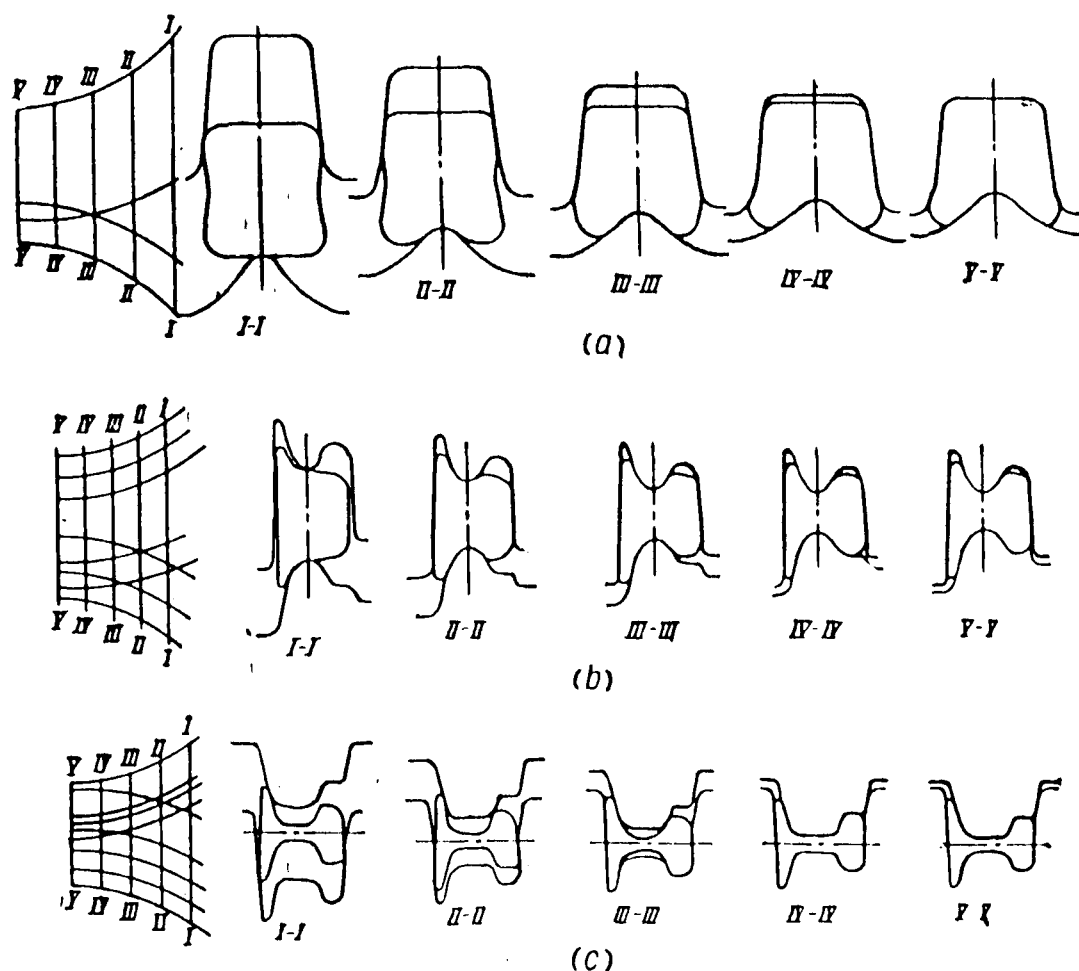


Fig. 140. Stages in rolling along the zone of deformation.

The walls in the hat pass are inclined 8 to 10 per cent.

The thickness at the flange tips in the hat pass equals that of the edging pass.

After designing the hat pass, the angle of contact is calculated for the web-cutting pass when rolling the bar obtained in the hat pass.

The other hat passes are designed to provide for both direct draught and side work, the latter being less in magnitude.

When the rectangular bloom is rolled in the first hat pass, sharply nonuniform deformation occurs along the width of the bar. Though the elongation of the bar as a whole is not large, certain parts are subject to considerable draught. The gradual knifing action of the lower roll and the filling of the pass is shown in Fig. 140a. From the moment the bar enters the rolls, it begins to enter the groove and is subject to considerable side work. At the same time, the bar is knifed by the V-element of the roll. The consecutive stages of deformation in the web-cutting pass are illustrated in Fig. 140b.

Large draught in the middle of the bar will cause induced spread and pulling down of the flanges. The deformation process in an intermediate edging pass is shown in Fig. 140c. Here work on the web begins after reduction of the head and flanges.

Roll pass design for P-65 rails is illustrated in Fig. 141. These rails are produced from a bloom, 320×330 mm in cross-section, which is rolled in box passes with two turning operations. Then the bar, 180×250 mm in cross-

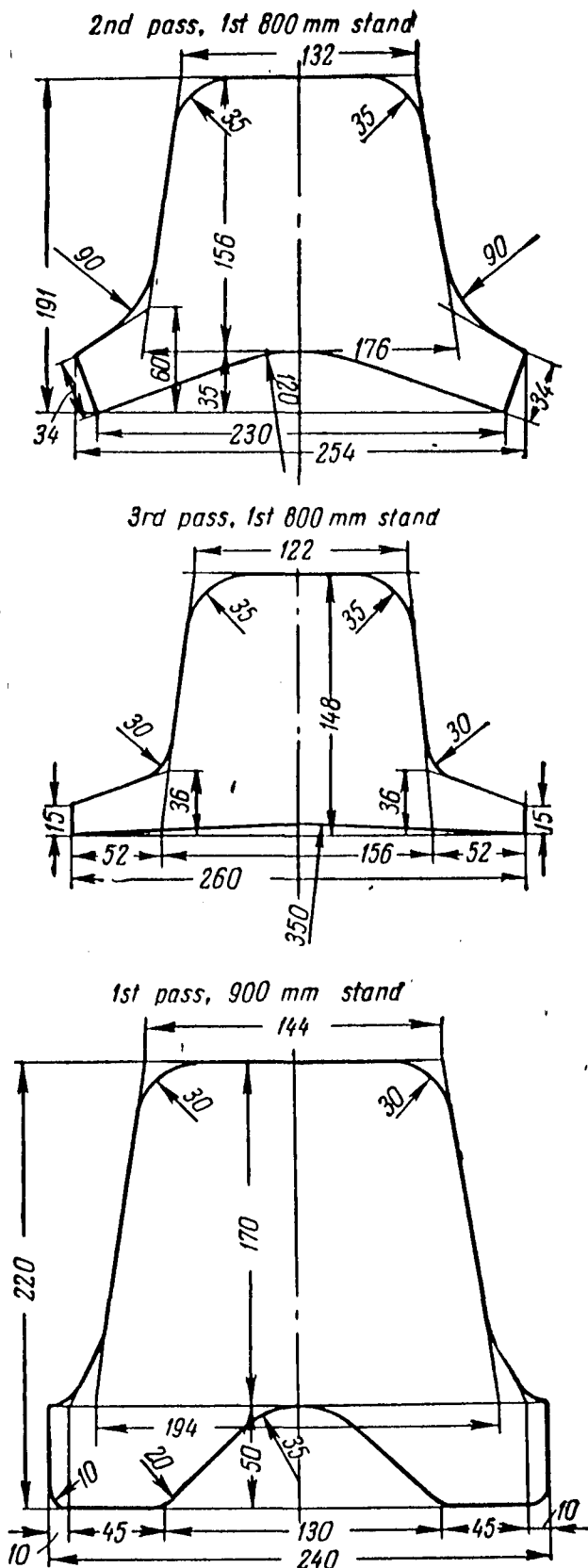
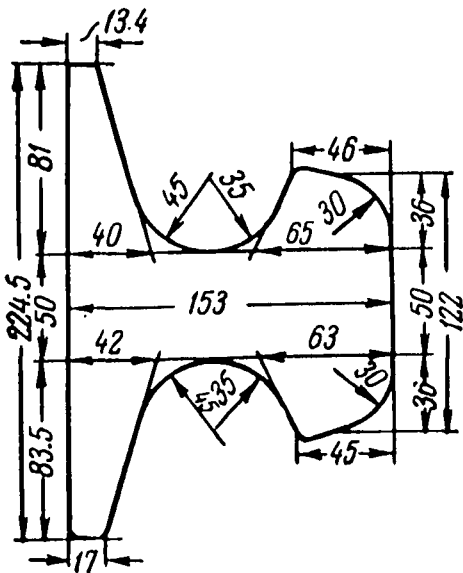
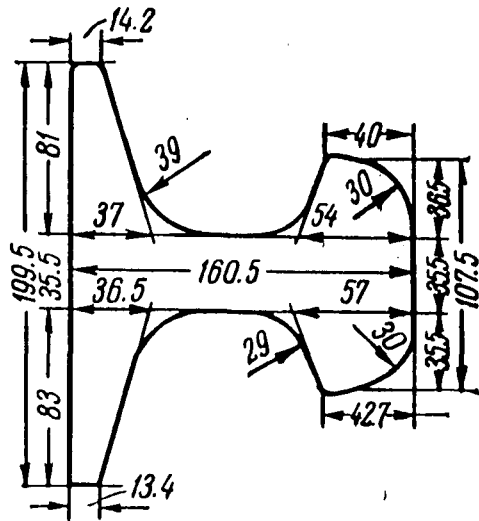


Fig. 141. Roll pass design for P-65 rails. Numbers of the edging passes are given

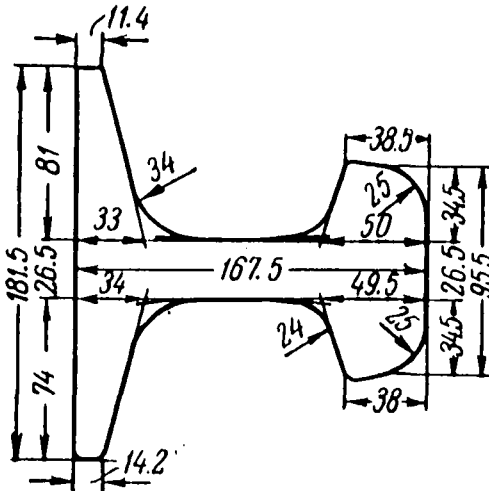
6th pass, 1st 800 mm stand



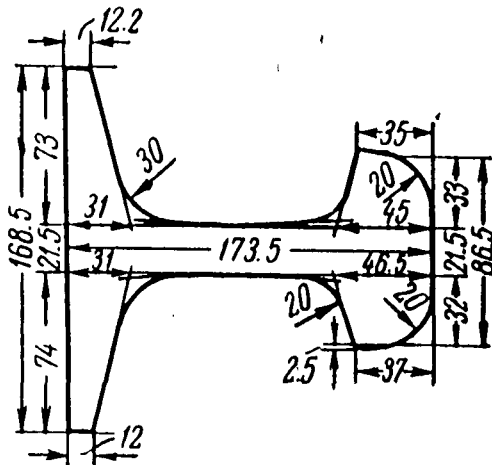
5th pass, 1st 800 mm stand



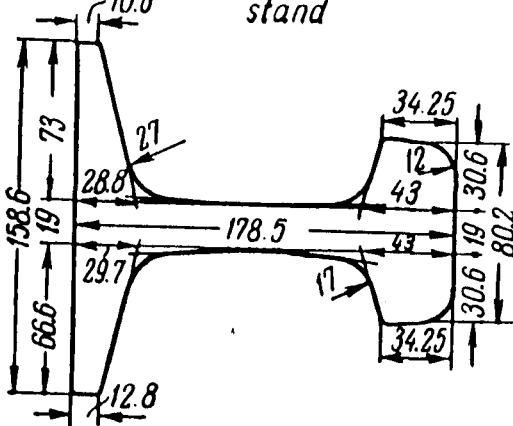
4th pass, 2nd 800 mm stand



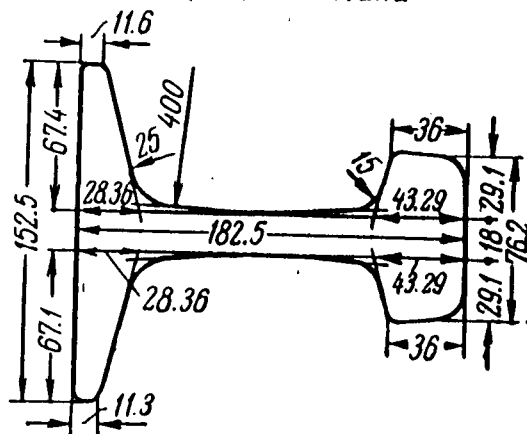
3rd pass, 2nd 800 mm stand



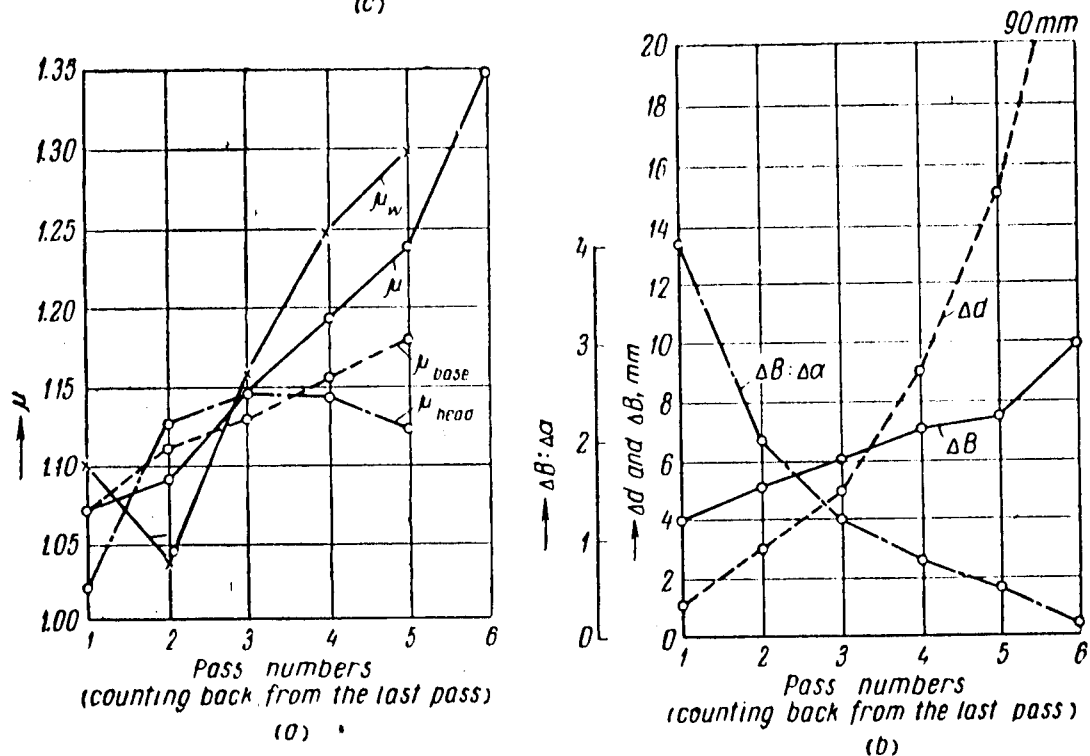
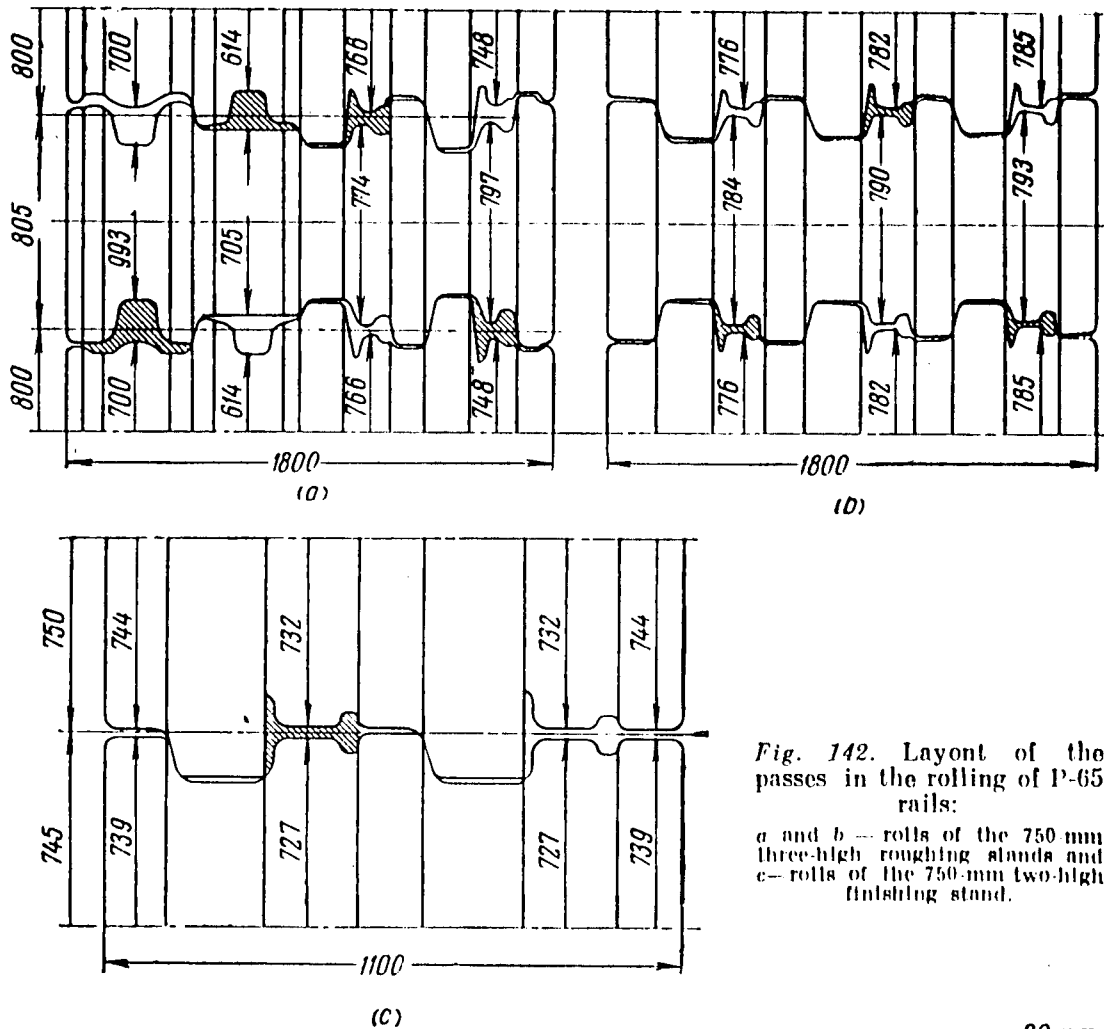
2nd pass, 2nd 800 mm stand



1st pass, 750 mm stand



counting back from the finishing pass, those of the hat passes are in the order of rolling.



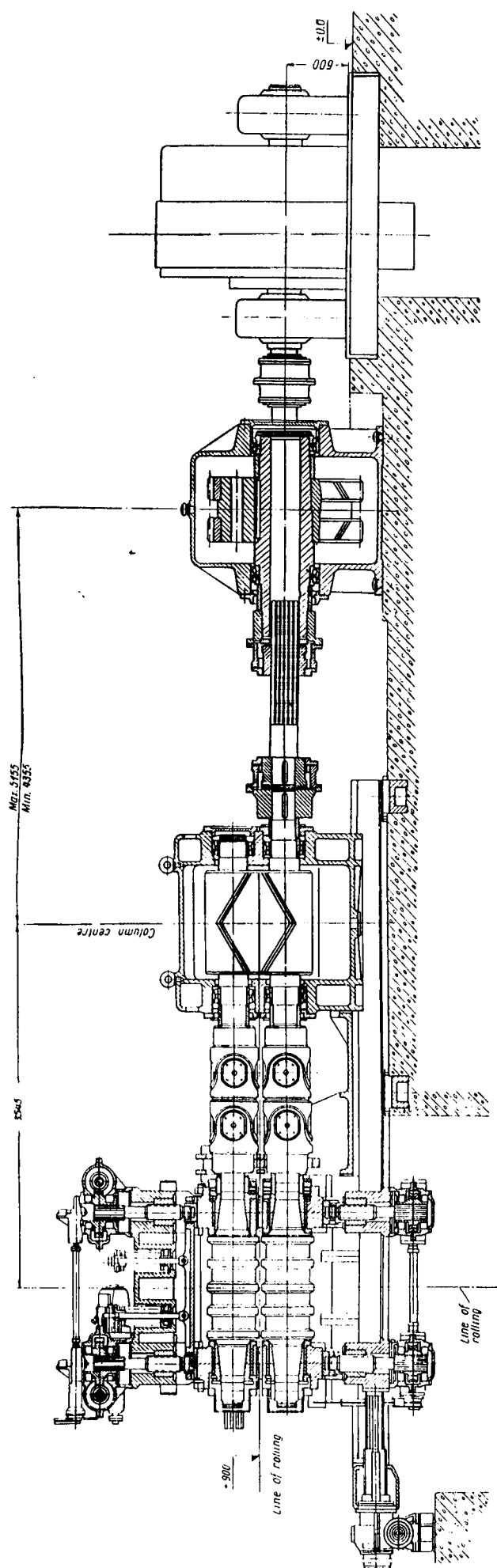


Fig. 154. Main line of a horizontal roll stand in the 350-mm section mill.

Table 20

**Average Unit Electrical Energy Consumption for Rail
and Structural Mills, and Section Mills**
(Data compiled by the Gipromez Institute)

Mill	Energy consumption, kwh per ton of finished product
Rail and structural mills (including energy consumption for ancillary motors in rail heat-treating shop)	50
600-650-mm heavy-section open-train mills . . .	50 to 55
500-550-mm heavy-section open-train mills . . .	30 to 35
Continuous and semicontinuous mills:	
300-400-mm medium-section mills	40 to 45
250-mm bar mills	50
Rod mills	70

The reference fuel consumption for rolling in rail and structural, and in section mills, when the billet or bloom is heated in two- or three-zone continuous recuperative furnaces, is 500,000 kcal per ton of blooms (or billets). The consumption value for bar, rod and strip mills with the billet heated in continuous recuperative furnaces without water-cooled slides in the hearth is 350,000 kcal per ton of billets.

Number of rolls required. Roll service data for various types of section mills are listed in Table 21.

Table 21

Roll Service Data for Section Mills
(Data compiled by the Gipromez Institute)

Mill	Number of redressings	Amount of metal rolled, thousands of tons		Amount of rolls per ton of rolled product, kg
		per redressing	total	
Rail and structural mills:				
roughing two-high reversing stand . . .	5	35-45	210-270	3.5
roughing three-high stand	6-7	5-6	35-48	
finishing two-high stand	4-6	2.5-3	12.5-21	
850-750-mm heavy-section open-train mills:				
roughing two-high reversing stand . . .	5	20-25	120-150	2.5
roughing three-high stand	5-7	3-5	18-40	
roughing two-high stand	5-7	2-2.5	12-20	
350-400-mm medium-section continuous mills:				
horizontal roll stands of roughing train	4-5	10-15	50-90	1.0-1.5*
horizontal roll stands of finishing train	4-6	5-6	25-42	
vertical roll stands	4-6	6-8	30-56	
250-300-mm continuous bar mills:				
stands of roughing train	4-5	10-12	50-72	0.4

* When rolling jobs include a large amount of flanged sections.

Continued

Mill	Number of redress- ings	Amount of metal rolled, thousands of tons		Amount of rolls per ton of rolled product, kg
		per redress- ing	total	
horizontal roll stands of finishing train	5-6	5-6	30-42	0.4
vertical roll stands of finishing train	6-7	4-5	28-40	
Continuous rod mills:				
stands of roughing train	5-6	12-15	72-105	0.3
stands of intermediate train	6	8-10	56-70	
stands of finishing train	9	2-4	20-40	
Continuous strip mills:				
vertical roll stands	9	20-25	200-250	0.3
horizontal roll stands of roughing train	11-14	6-10	72-150	
horizontal roll stands of finishing train	14-19	2-4	30-80	
Four-high stands of finishing train:				
working rolls	14-19	0.5-1	7.5-20	
back-up rolls	9	10-15	100-150	

The water consumption for various types of section mills is listed in Table 22. The total water consumption indicated does not take into account repeated use of the water.

Table 22

Water Consumption of Section Mills

Mill	Water consumption, cu m per hr							
	For cooling						For removing scale	Total
	heating devices	rolls	bearings	air	lubricating devices	auxiliary devices, etc.		
Rail and structural, and heavy-section mills	1,200 *	250	400	500	250	600	200	3,400
Continuous and semicontinuous mills:								
medium-section	900 *	400	—	500	300	200	300	2,600
bar	150 **	500	—	500	150	300	200	1,800
rod	150 **	600	—	400	150	450	250	2,000

* Water consumption for three furnaces.
** Water consumption for one furnace.

7.2.2. Schmetterlingskalibrierung

Die bisher genannten Verfahren zur Kalibrierung von Winkeln, die Aufklappkalibrierung und die Kalibrierung mit gestuften Scheitelwinkeln, werden zur heute meist benutzten Schmetterlingskalibrierung nach Bild 145 und 140 kombiniert. Der im ersten Formkaliber vorhandene Scheitelwinkel von 130 bis 145° wird von Stich zu Stich bis auf 90° verringert. Die Winkelschenkel bleiben dabei aufgebogen und werden erst im Fertigstich gerade (vgl. Bild 140).

Der charakteristischen Kaliberform verdankt das Verfahren den Namen Schmetterlingskalibrierung. Dieses Verfahren hat gegenüber den vorgenannten folgende Vorteile:

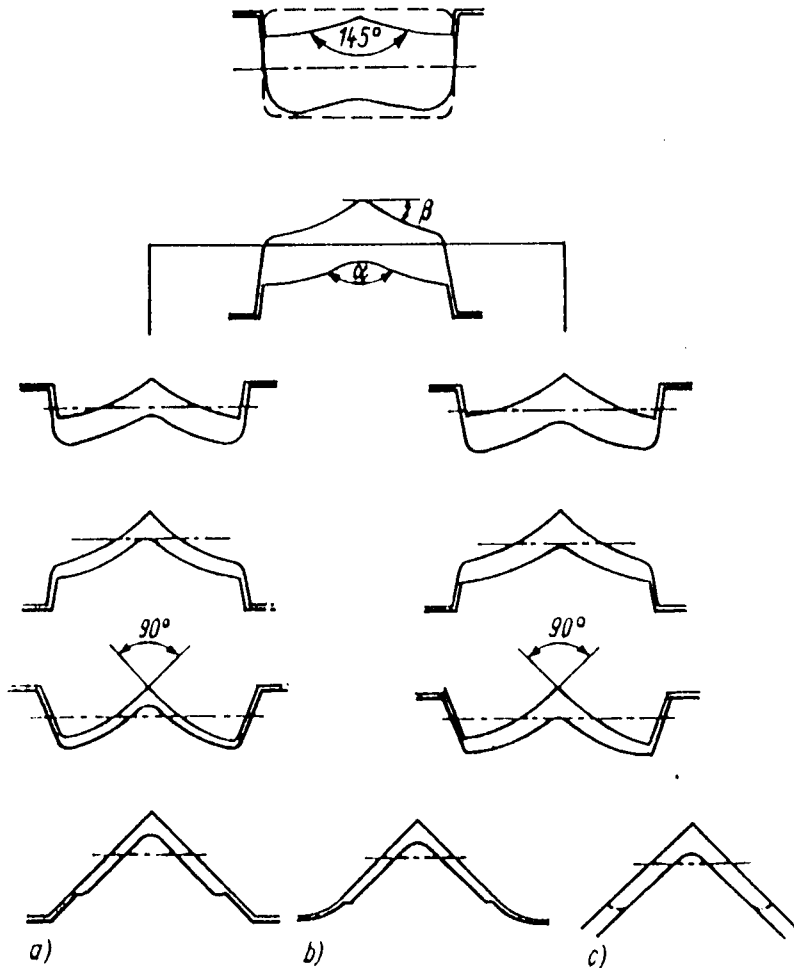


Bild 145. Schmetterlingskalibrierung mit gestufter Kaliberreihe für drei Fertigstiche

Die Einschnitttiefen der Kaliber in die Walzen können auf ein Mindestmaß verringert werden.

Die geringen Einschnitttiefen sind mit kleinstmöglichen Durchmessern und Geschwindigkeitsunterschieden verbunden.

Die Kaliberform ermöglicht hohe Abnahmen infolge des überwiegend vorherrschenden direkten Druckes.

Die waagerechte Lage der Schenkellenden erlaubt gute Verformungsbedingungen und eine günstige Anordnung der Öffnungen.

Das Greifvermögen der Walzen ist gut.

Die flachliegenden Kaliber führen zu geringen Nachdrehverlusten der Walzen.

Mit Ausnahme des Fertigkalibers bestehen die Schenkel der Kaliber aus einem geradlinigen und einem bogenförmigen Teil. Häufig beträgt das gerade Stück die

Anstich

$$b_{m0} = 33,6 - 2,2 = 31,4$$

$$B_{K0} = 2 \cdot b_{m0} = 62,8 \text{ (vgl. Vorüberlegungen mit } B_0 = 66)$$

Der Anstich $31,4 \times 62,8$ wird aus einem Staucher gewalzt, um Breitungskorrektur zu ermöglichen.

$$A = 31,4 \cdot 62,8 = 1970$$

$$\lambda = \frac{1970}{1323} = 1,49$$

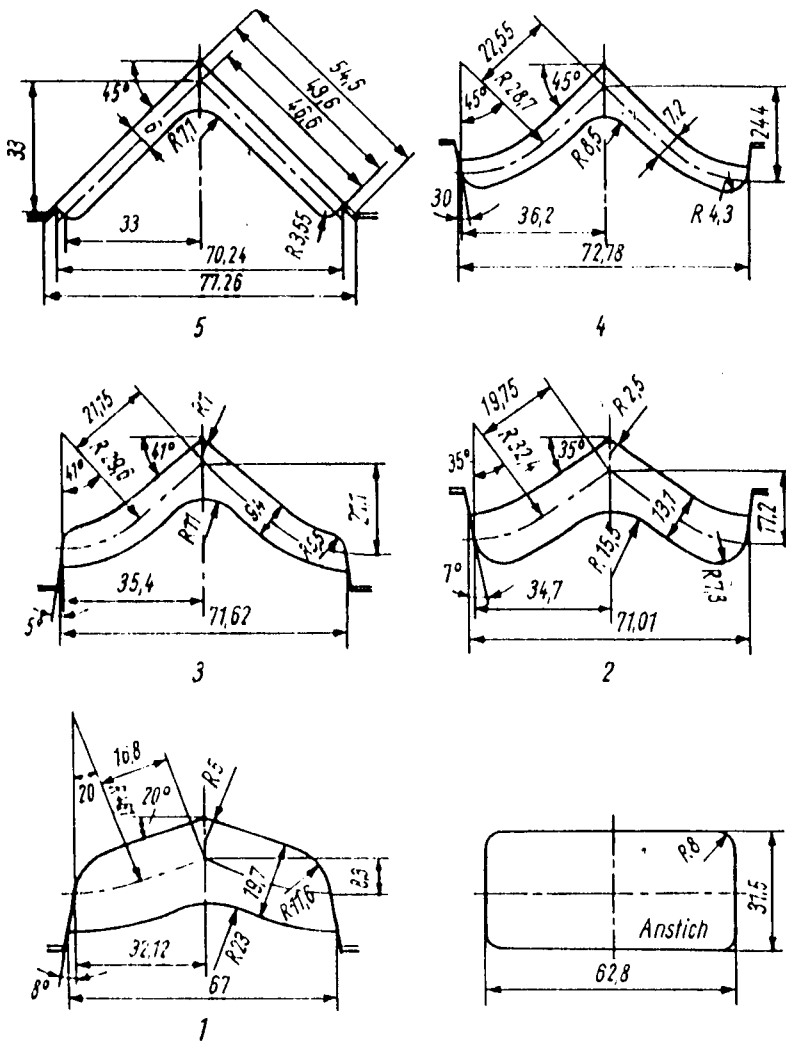


Bild 152. Entwurf nach Tabelle 48

Der Entwurf ist mit zum Teil geänderten praktischen Werten im Bild 152 so gezeichnet, daß Schablonen angefertigt werden können.

Die Kontrollberechnung der Abmessungen des Kalibers 3 mit 15% Breitungshinderung (vgl. Änderung zum Kaliber 2) erfolgt ausgehend vom Kaliber 2 mit den Werten nach Tabelle 49:

1. Anwendung der Gleichung (114)

$$Ab_{\text{1S.}} = c_z \cdot \sqrt[3]{\frac{r_a \cdot s^3}{s_0^2}} = 0,4 \cdot \sqrt[3]{\frac{190 \cdot 3,7^3}{13,1^2}} = 3$$

$$Ab' = 0,85 \cdot 3 = 2,55$$

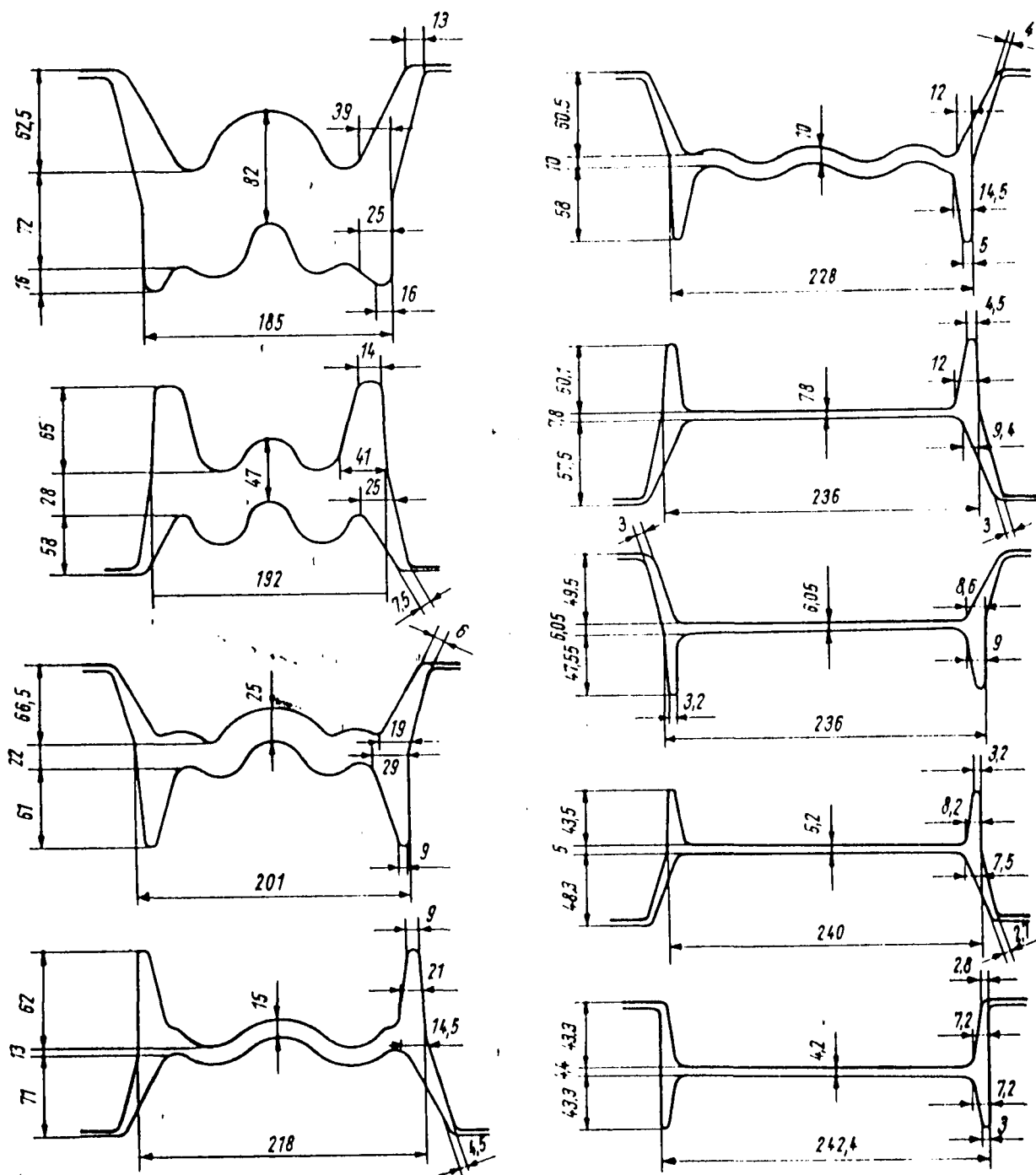


Bild 214. Doppel-T-Kalibrierung mit gewundenem Steg

Prüfung der Einlaufbedingungen (vgl. Bilder 205 bis 208)

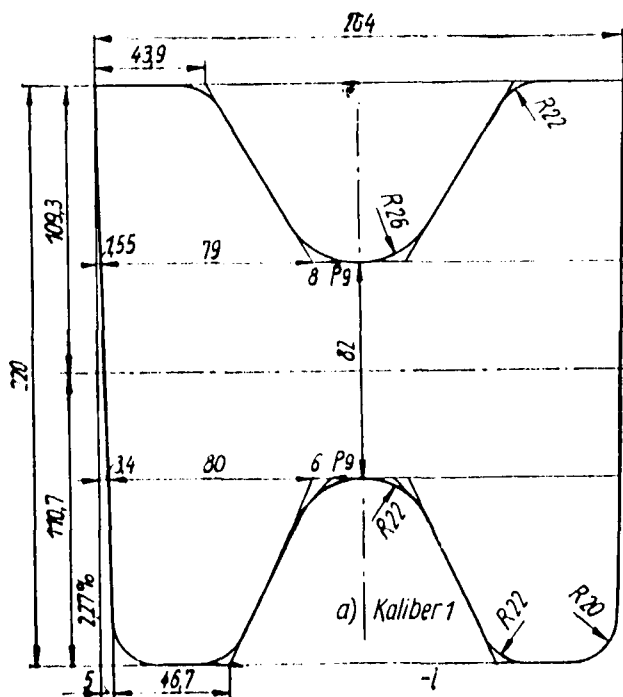
Kaliber 1: Die maximale Kaliberbreite beträgt 204 mm, die Breite des Anstiches 190 mm. Der Einlauf bereitet keine Schwierigkeit.

Kaliber 2: Die maximale Breite des Kalibers 1 beträgt 204 mm; die maximale Breite des Kalibers 2 ist 213 mm. Der Einlauf bereitet keine Schwierigkeiten.

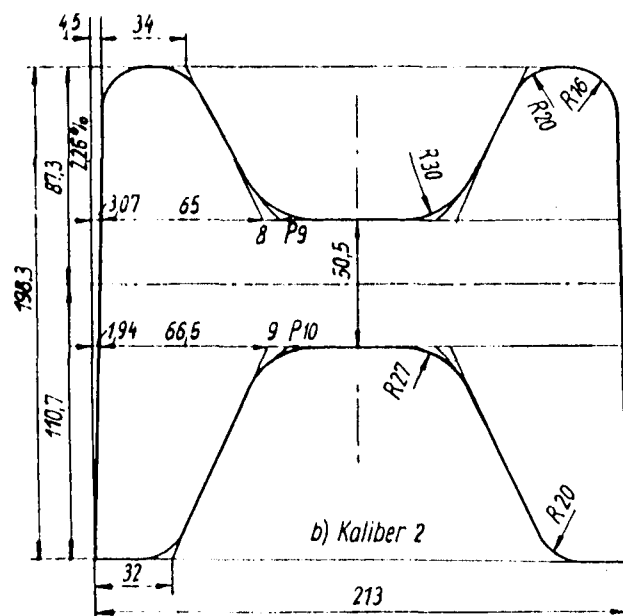
Einlauf des geschlossenen Flansches: Die Einlaufbreite beträgt $204 - 2 \cdot 43,0 = 118,0$ mm. Das Einlaufmaß ist $213 - 2(3,07 + 65 + 8) = 60,68$ mm. Der Einlauf ist sehr gut möglich.

Einlauf des offenen Flansches: Die Einlaufbreite beträgt $194 - 2 \cdot 46,7 = 100,6$ mm. Das Einlaufmaß ist $213 - 2(1,94 + 66,5 + 9) = 58,12$ mm. Der Einlauf ist sehr

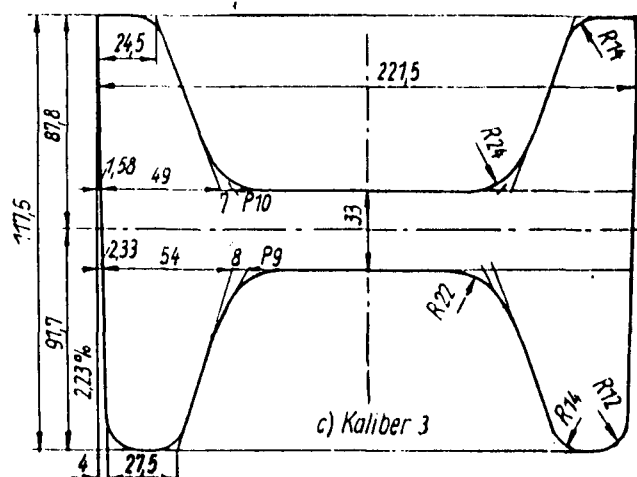
gut möglich. In gleicher Weise können die Bedingungen der übrigen Kaliber nachgeprüft werden. Es ist deutlich, daß die Flansche in allen Kalibern gut einlaufen. Zur Festlegung der Kaliberbreite ist zu bemerken, daß die Stiche Nr. 1 bis einschließlich 5 für I 26 und I 24 benutzt werden. Die Kaliber 6 bis 9 wurden für jedes dieser beiden Profile gesondert festgelegt. Die Breitenzunahmen in mm liegen wie folgt:



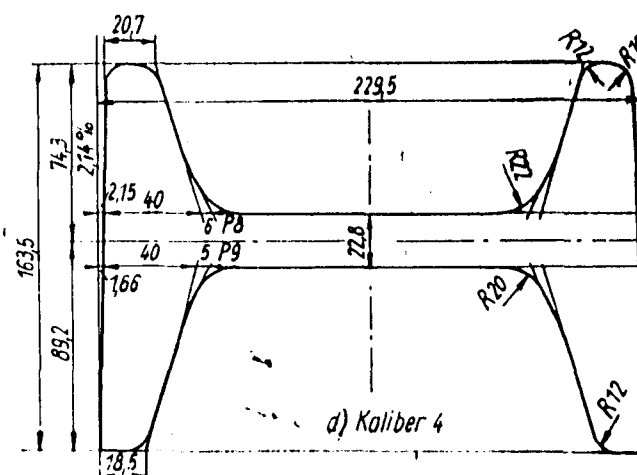
a)



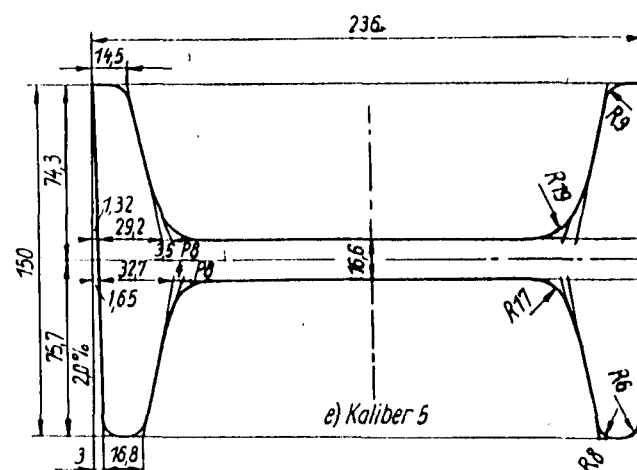
b)



c)



d)



e)

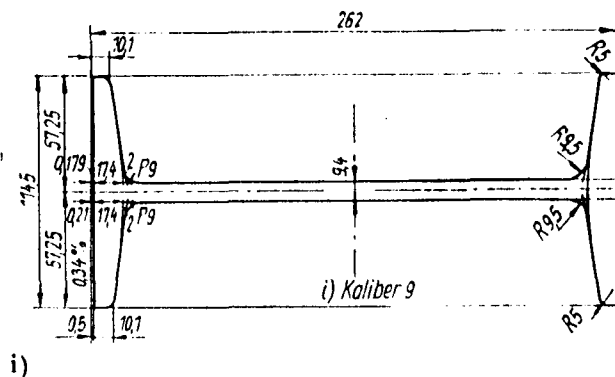
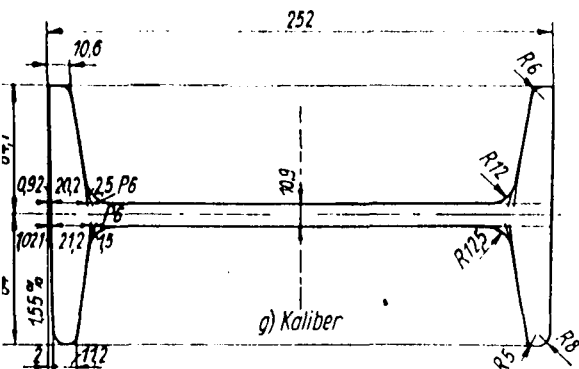
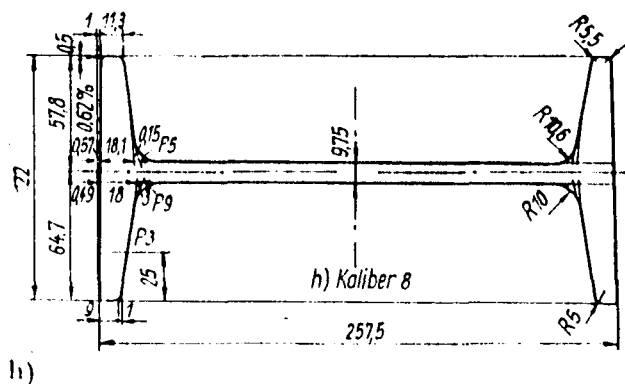
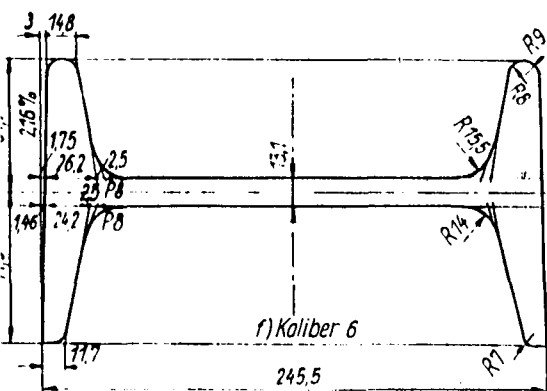


Bild 215a—i. Kalibrierung I 26 (P = Parabelkonstruktion)

Kaliber 1 bis 5 (a—e) = Vorwalze I 26/26

Kaliber 6 bis 9 (f—i) = Fertigwalze I 26

	gemeinsame Vorwalze					getrennte Fertigwalzen			
Kaliber-Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ΔB I 24:	9,0	9,5	9,0	8,5	7,0	3,0	2,0	2,0	1,0 mm
ΔB I 26:	9,0	9,5	9,0	8,5	7,0	9,5	7,5	6,5	5,0 mm

Diese Aufstellung zeigt deutlich, daß die Breitenzunahme für I 26 groß gewählt wurde, um die erforderliche Endbreite zu erhalten. Der Steg wird breitgezogen. Die Flanschneigung ist gering. Sie beträgt im Kaliber I 2,27%, im Fertigkaliber 0,34%. Damit wird der Neigungswinkel β im Fertigkaliber $0^\circ 16,6'$. Diese geringen Neigungen unterstützen die guten Einlaufbedingungen, dürften aber andererseits zu hohen Nachdrehverlusten führen.

10.1.4. Kalibrierung mit abgebogenen Flanschen für I E 240

Die Kalibrierung für eine Leichtbauprofilkalibrierung mit abgebogenen Flanschen zeigt Bild 216. In der Tabelle 59 sind die Teilflächen sowie die Streckgrade zusammengestellt, wobei die Profileinteilung nach *Brovot* zugrunde liegt. Die Radien wurden bei der Berechnung vernachlässigt.

Dieser von *Tschekmarjew* [137] veröffentlichte Entwurf arbeitet mit hohen Streckgraden, besonders in den Flanschen. Bemerkenswert ist, daß die Flächenabnahme

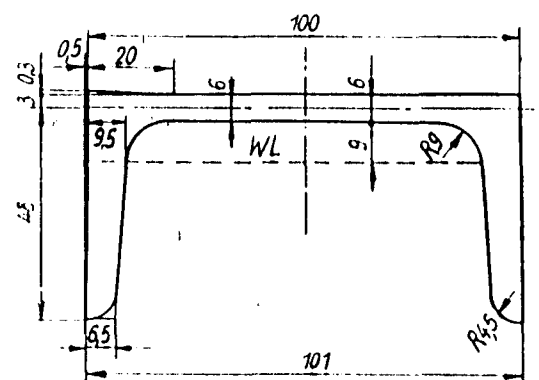
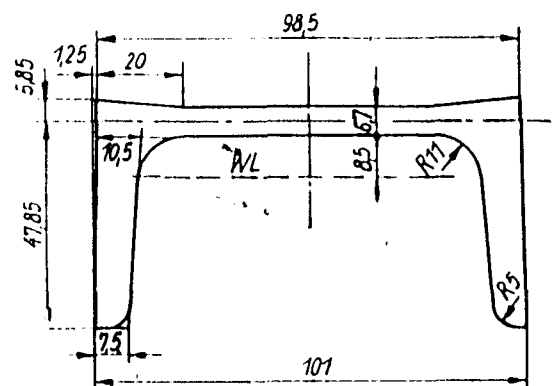
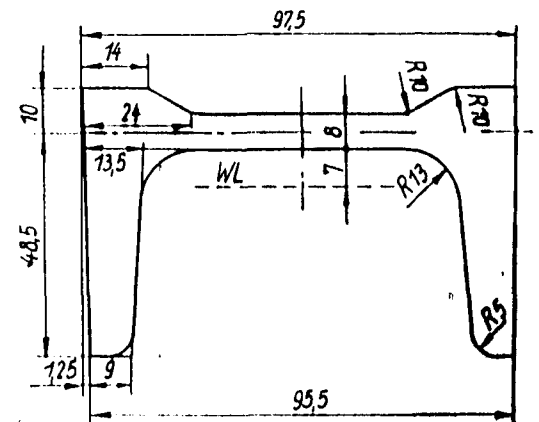
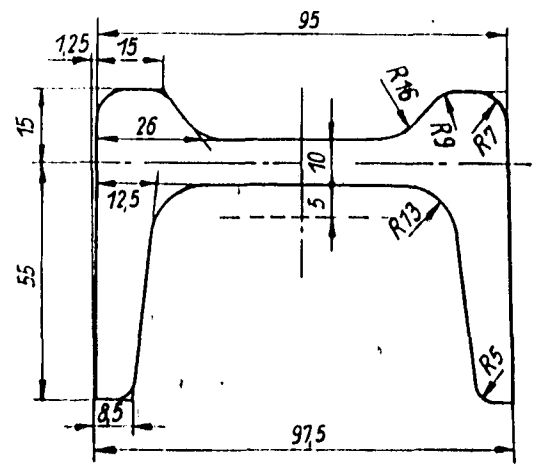
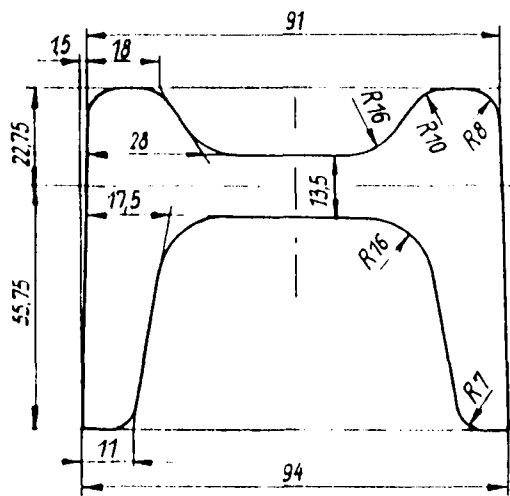
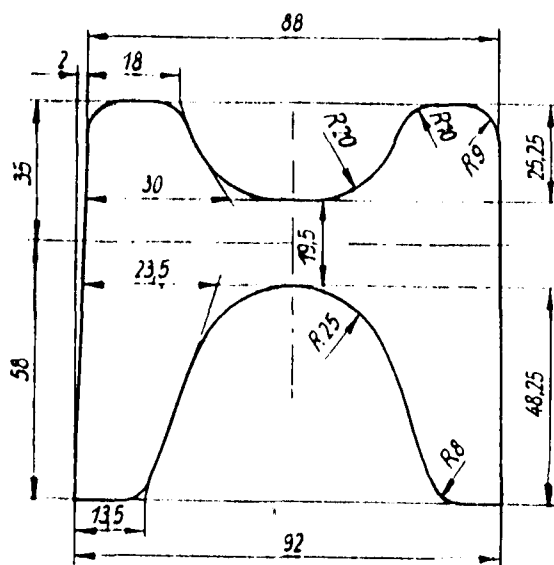
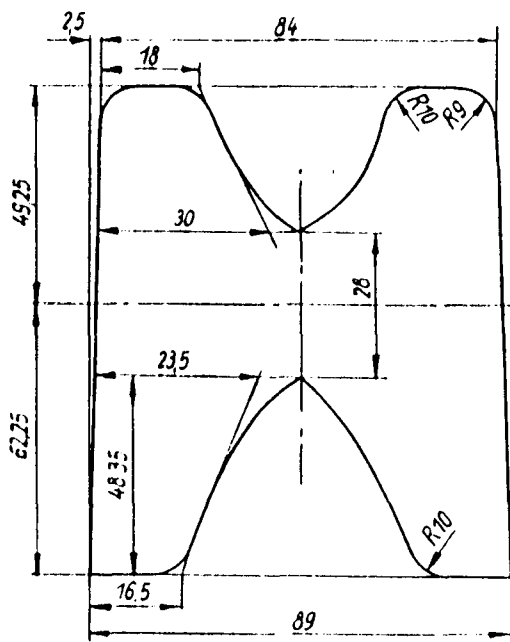


Bild 221. Kalibrierung [10]

Im Bild 222 wird der Querfluß ab Stieh Nr. 3 bildlich dargestellt. Es ist deutlich zu erkennen, daß der Gegenflansch als Stofflieferant für den Flansch und teilweise auch für den Steg dient. Die Streckgradgleichungen sind folgende:

- Stieh Nr. 3. $\lambda_{GFL} > \lambda_{Steg} = \lambda_m > \lambda_{Flansch}$
- Stieh Nr. 4. $\lambda_{GFL} > \lambda_m > \lambda_{Steg} > \lambda_{Flansch}$
- Stieh Nr. 5. $\lambda_{GFL} > \lambda_{Steg} = \lambda_m > \lambda_{Flansch}$
- Stieh Nr. 6. $\lambda_{GFL} > \lambda_m > \lambda_{Steg} > \lambda_{Flansch}$
- Stieh Nr. 7. $\lambda_{Steg} > \lambda_m > \lambda_{Flansch}$

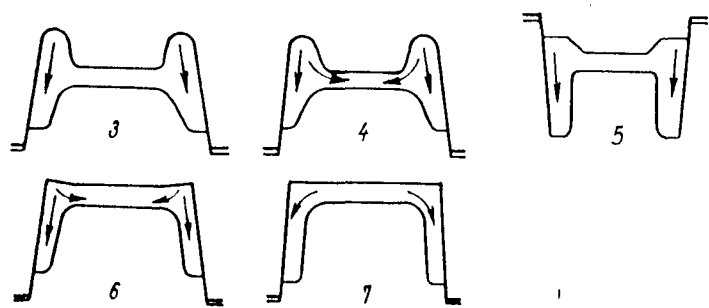


Bild 222. Querfluß beim | 10 nach Bild 221

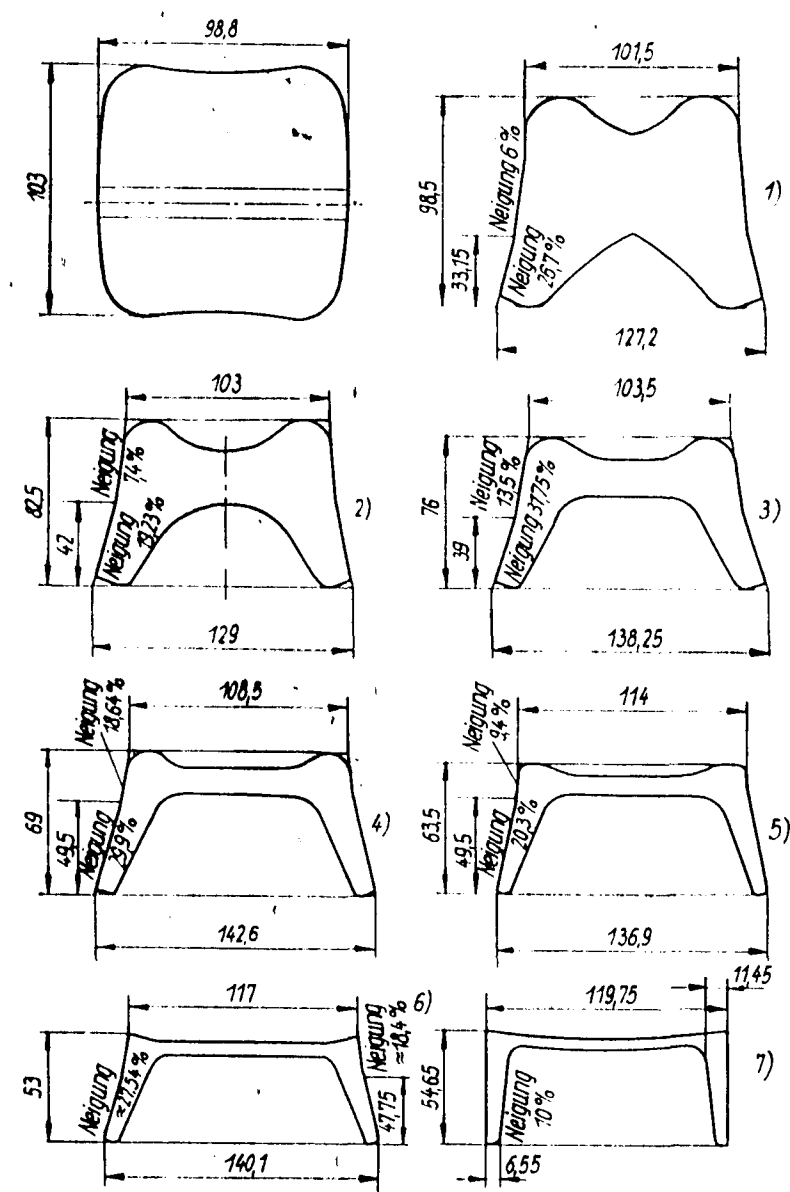


Bild 223. Kalibrierung für | 12

10.2.3. Kalibrierung mit abgeknicktem Flansch

Auch bei U-Kalibrierungen gibt es zahlreiche Bemühungen, neue Wege zu beschreiten, um die Durchmesserverluste beim Nachdrehen infolge der Verschleißauswaschungen am Flanscheintritt zu vermindern und die Einschnitttiefen herabzusetzen. Eine Möglichkeit dazu bietet die Kalibrierung mit abgeknickten Flanschen. Bild 223 zeigt eine solche Kalibrierung für ein Profil U 12. Der Nachteil dieser Kalibrierung besteht darin, daß kein Stauchstich vorgesehen ist, der einheitliche Flanschlängen ermöglicht. Die Neigung des Flansches an der Außenkante ist im Fertigkaliber sehr gering, um eine weitestgehende Annäherung der Rechtwinkligkeit zwischen Flansch und Steg zu erhalten. Sofern dieses Kaliber mit noch anderen Kalibern auf einer Walze liegt, wird das Nachdrehmaß der gesamten Walze durch das Fertigkaliber bestimmt.

Die einzelnen Kaliber werden nach den bekannten Grundlagen berechnet.

10.2.4. Schmetterlingskalibrierung

10.2.4.1. Vorzüge

Die U-Kalibrierung mit senkrechtem Flansch entstand in dem Bestreben, bestimmte Kaliber für U und I gemeinsam zu verwenden. Charakteristisch ist für dieses Verfahren der Gegenflansch, der von Stich zu Stich vermindert wird, bis er im Fertigstich beseitigt ist. Obwohl auch andere Kalibrierungsmethoden bekannt waren, hat sich doch diese U-Kalibrierung mit senkrechten Flanschen lange Zeit allein behauptet.

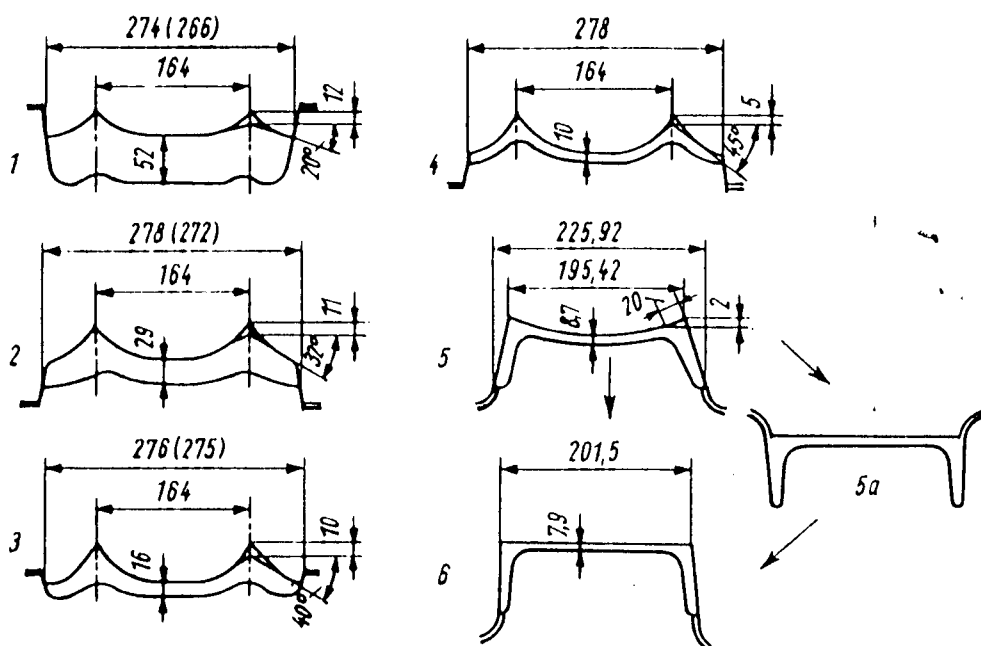
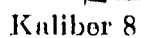
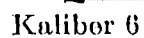
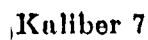


Bild 224. Schmetterlingskalibrierung mit und ohne Stauchstich

Das U-Profil gestattet, die Flansche so zu gestalten, daß die Bearbeitung durch direkten Druck möglich ist. Die schmetterlingsförmige Kalibrierung für U-Profile bietet ähnlich wie für Winkel folgende Vorteile:

Ausgleich der Streckgrade in den einzelnen Kaliberteilen;
größere Abnahme in den Flanschen und damit Verringerung der Stichzahl;



10. Praktische Kalibrierung normaler Flanschquerschnitte

		1	2	3	4
Walzen-φ	Stich	1932	1938	1947	1950-1953
1100 Blockstr.	—				
900 Vorgerüst	—				
800 1. Gerüst	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
800 2. Gerüst	6				
	7				
	8				
	9				
750 3. Gerüst	10				

Bild 264. Entwicklung einer Schienenkalibrierung

15.5. Besonderheiten der Kalibrierung von Rillenschienen

Obwohl die Straßenbahn im modernen Städtebau an Bedeutung verliert, werden Straßenbahn-Rillenschienen nach wie vor verlangt. Damit der Straßenverkehr nicht behindert wird, liegt die Oberfläche des Kopfes in der Ebene der Straße. Der Schienenkopf ist mit einer breiten Rille ausgeführt, in welcher der Spurkranz der Straßenbahnwagen läuft. Bild 265 zeigt einige Rillenschientypen, die sich nur durch die Rillenbreite voneinander unterscheiden.

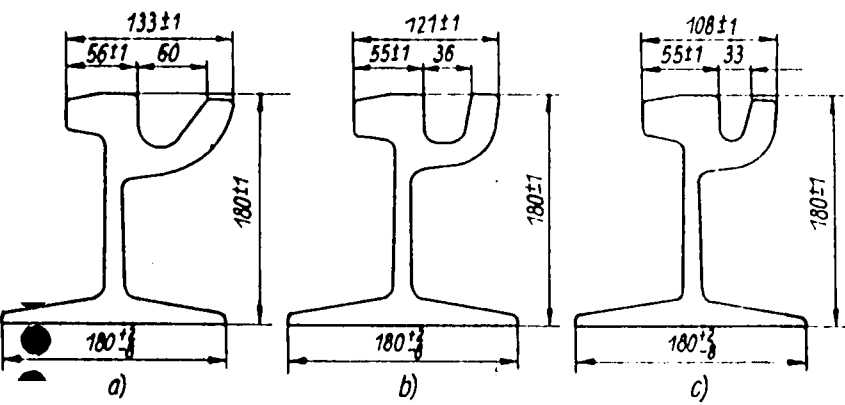


Bild 265. Querschnitte verschiedener Rillenschienen

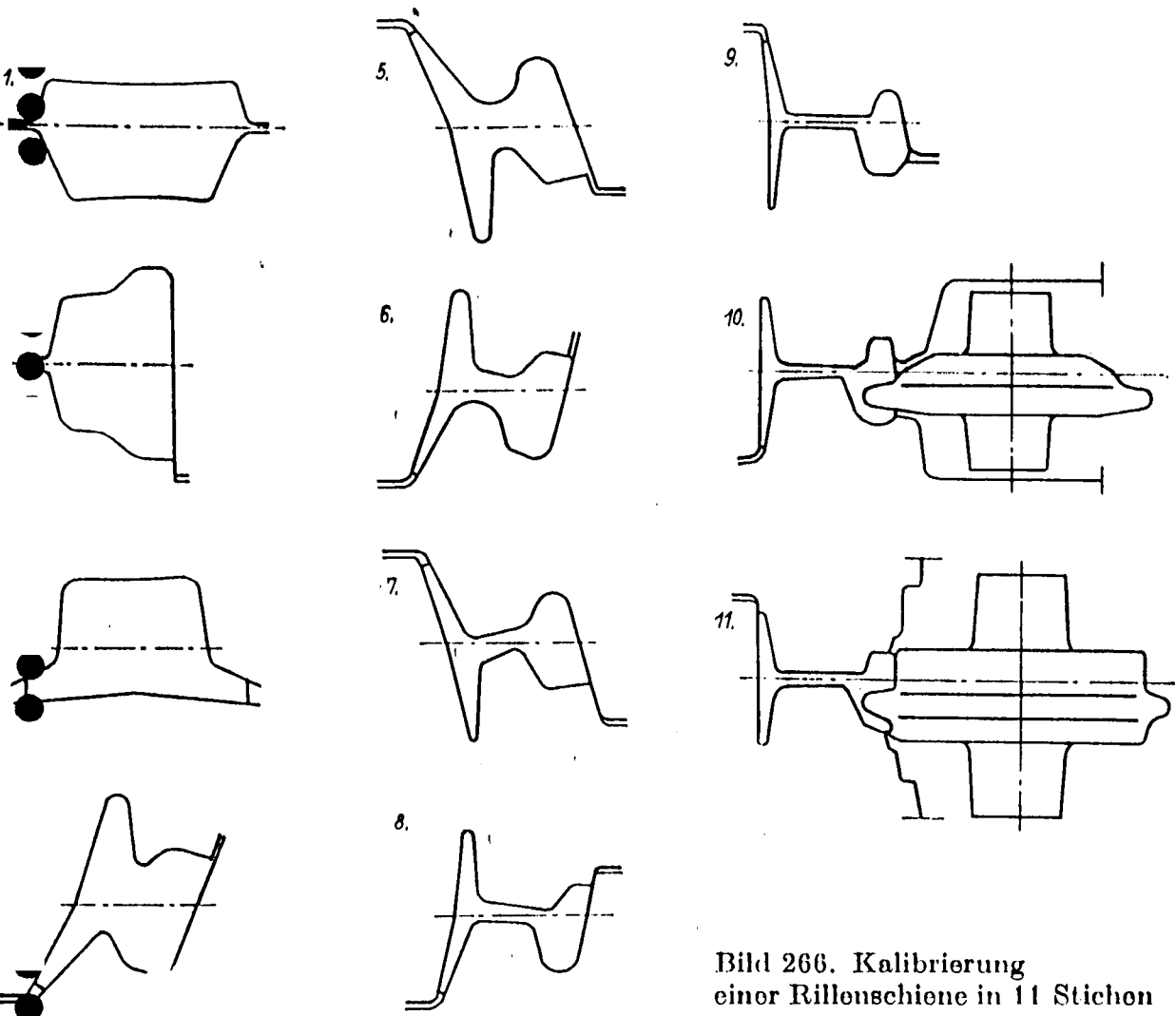


Bild 266. Kalibrierung einer Rillenschiene in 11 Stichen

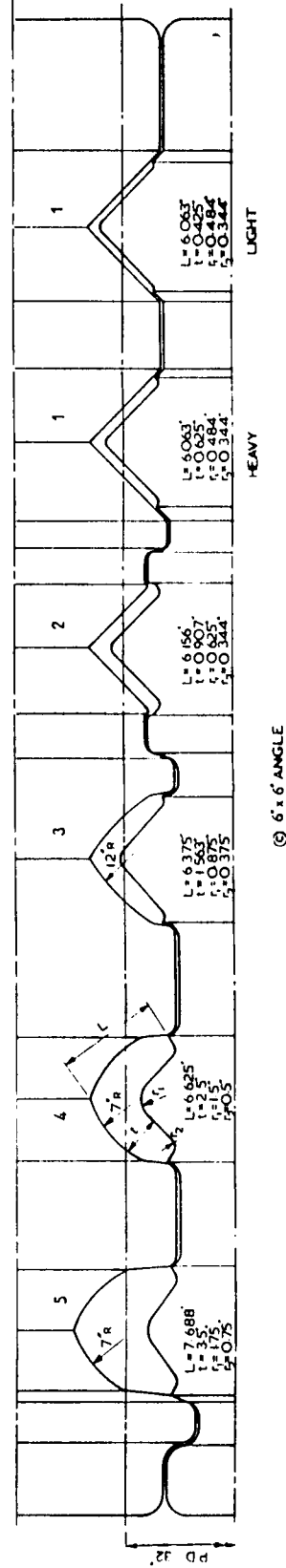
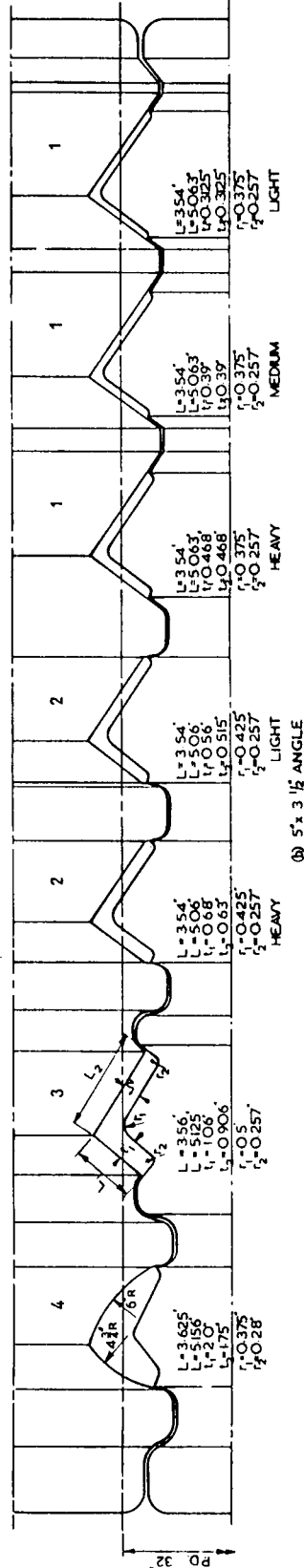
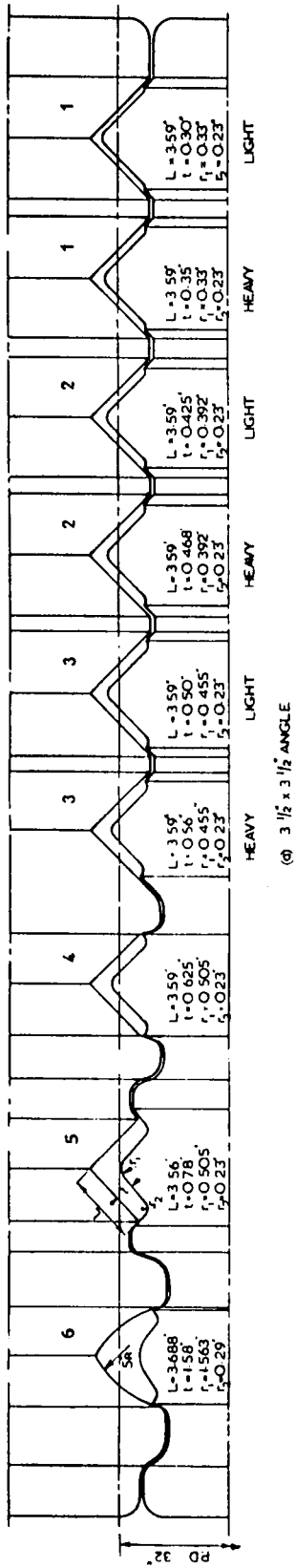
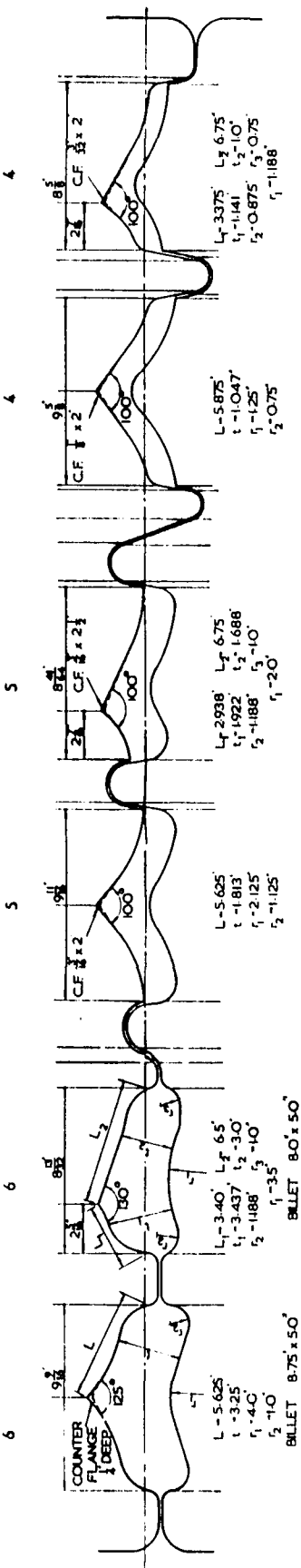
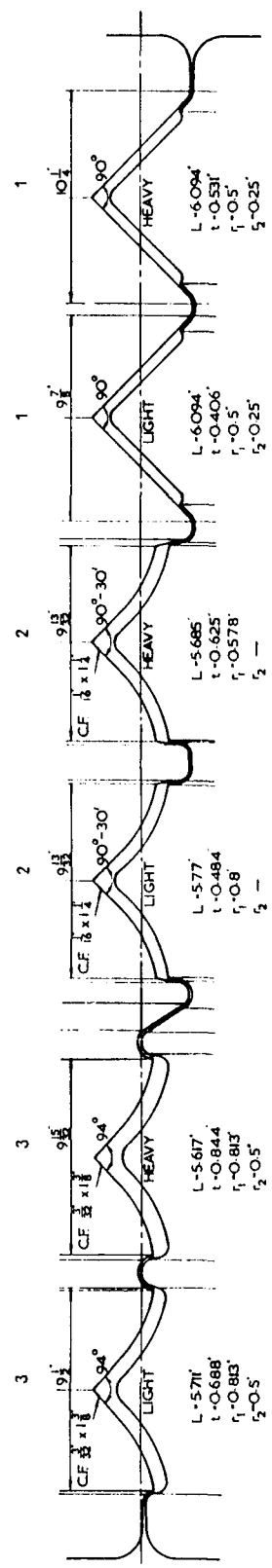


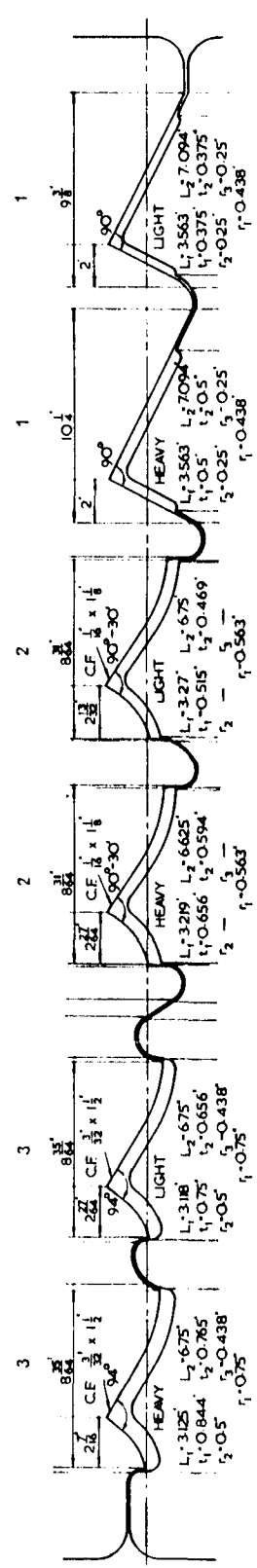
Fig. 7/4. Sequences for equal and unequal angles using gothic and 90° grooves



(10) ROUGHING PASSES FOR EQUAL AND UNEQUAL ANGLES



(b) FINISHING PASSES FOR EQUAL ANGLES



(c) FINISHING PASSES FOR UNEQUAL ANGLES

Fig. 7/5. Sequences for equal and unequal angles using butterfly grooves

ANGLE ROLLING

Figure 1 shows cross-sectional views of the top and bottom of a 6A and 6 HF AVY wire rope. The top view shows the 'TOP' and 'Tongue Roll' with dimensions 1 3/8", 1 7/16", and 1 5/16". The bottom view shows the 'BOTTOM' and 'Tongue Roll' with dimensions 1 3/8", 1 7/16", and 1 5/16". The 'ROUGHING SET' and 'INTERMEDIATE SET' are also indicated.

ROLLING OF AN 8" X 8" ANGLE SECTION

TOP ROLL COLLARED

ANGLE APEX

FINISHING SET
Variable Weights Finished
in same pass

7D

7C

7B

7A

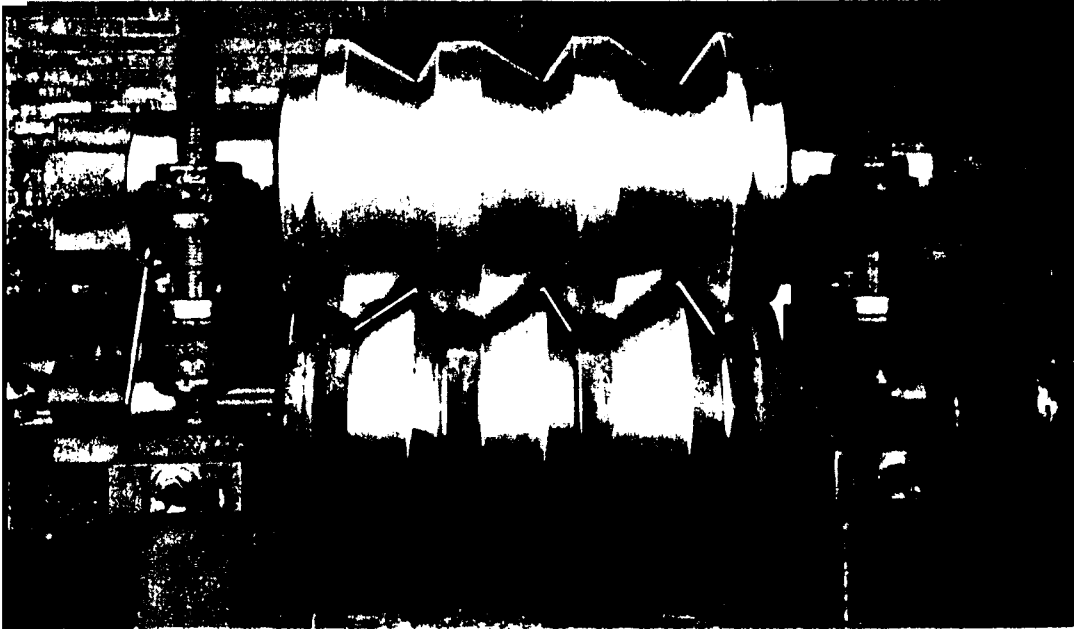
1 1/4"

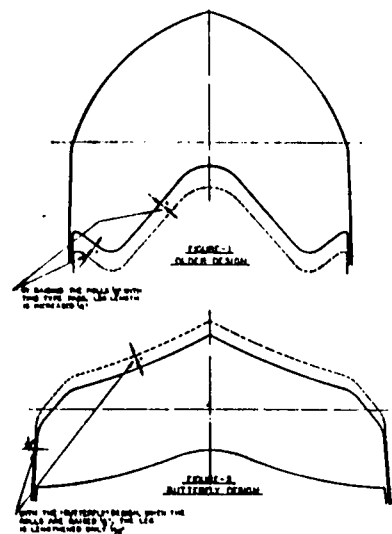
7/8"

3/4"

1/2"

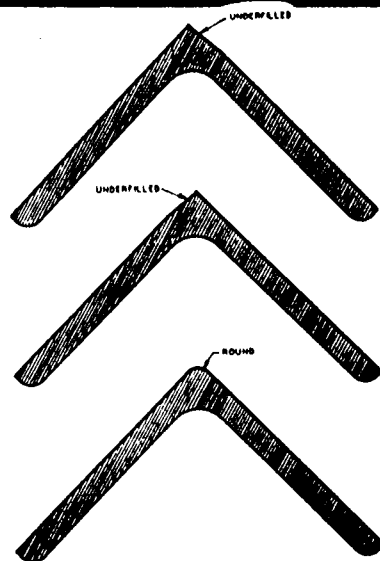
UNEQUAL ANGLE FINISHERS—UNITED TG





Drawing 22 — Sketch showing advantages of the butterfly method in rolling 4 in. x 4 in. angles.

Drawing 23 — Sketch showing some defects often encountered in rolling angles.



and the first straight pass for the increased foot weights (Drawing 18, Figure 2).

Drawing 18 shows the three methods of rolling beams. Figure 1 illustrates the diagonal method, Figure 2, the combination diagonal and straight flange method, and Figure 3, the straight flange system.

The diagonal passes are sometimes used for small standard beams when it is desired to use a relatively small billet or bloom, for one of the features of the diagonal scheme is that it requires less billet or bloom area than the comparable straight method.

CHANNELS

There are a number of pass designs used for rolling channels, and the particular design used depends to a certain extent upon the characteristics of the section, as well as upon the mill layout. In one of the designs frequently used, the first roughing passes are the same for beams and channels of the same size. When producing channels the bottom flanges are rolled off in the later passes (Drawing 10, Figure 1). Still another approach is to bend a slab into a channel. This latter scheme is called the butterfly method (Figure 3).

The first design shown in Drawing 10, which uses beam roughing passes, has no particular merit except in lower roll costs for the roughing passes and the fact that spreading the rolls apart for heavier weights does not increase materially the flange thickness. This makes it relatively easy to roll a number of foot weights in the same passes.

The second design, as shown in Figure 2, has the advantage of preserving the channel shape throughout, as contrasted with the first method in which a beam shape is first built up and then rolled down into a channel.

The butterfly method, Figure 3, in which the early passes have the flanges sloped at a satisfactory angle, permits heavy reductions up until the last few passes, thus maintaining the heat in the flange and allowing a larger sized slab to be used.

The butterfly method is best for the type of channel which has very little taper on the inside of the flanges.

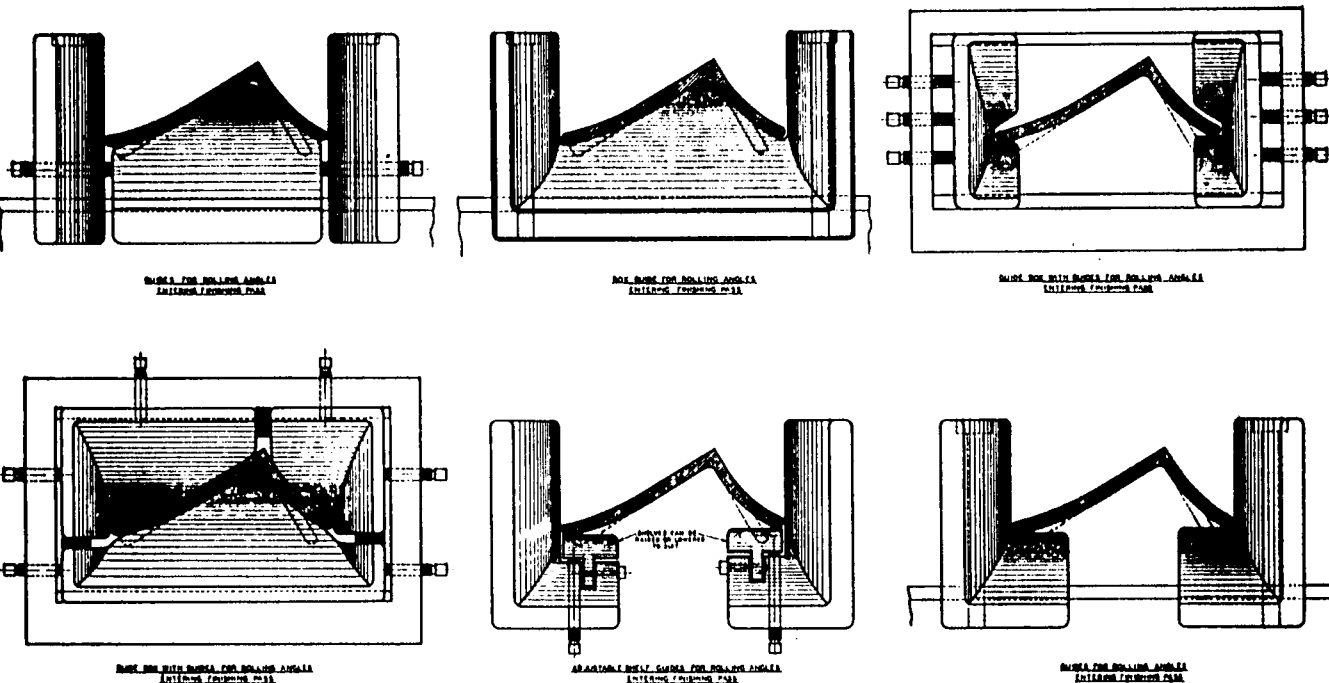
This slight taper makes it impractical to have any great amount of side work on the flanges when the flanges are set at right angles with the pitch line. The laying-back of the flanges in the roughing passes of the butterfly system makes it possible to do the necessary heavy drafting on flange and web while the passes are nearly parallel to the pitch line. When the flanges are bent up, heavy side work is not required on the flanges in order to finish the section to size.

Ship and car-building channels are sections with flanges of little inside taper, no great variation in web thickness for the various foot weights, and little variation between flange and web thickness. These features make these sections ideal for the butterfly design. Several advantages are apparent in rolling these channels by this method. One is better yield. In a study covering a period of years, it has been found that there are less rejections with butterfly-shaped channels for scrappy and underfilled flanges than for comparable sections rolled with the flanges straight. This is due not only to the shape of the section, but also to the method by which the flanges are rolled in the earlier passes, instead of being stretched as they are in the straight method. Another advantage to which very little attention has been given is the fact that the uniformity of drafting between the flange and web in the butterfly system is such that the section is uniform almost to the very ends of the bars. This means that there is less waste at the hot saws, cold saws, or shears in cropping back to obtain a perfect section. Actually, it has been found in practice that there is approximately two feet per bar less crop required with ship and car-truck channels than with comparable channels rolled by the straight flange method, which means a considerable increase in yield.

Drawing 20, Figures 1, 2 and 3, show the hot saw crop required for three different bloom shapes.

ANGLES

There are several methods that can be used in the rolling of angles, both with even and uneven legs. The oldest design starts with a square and keeps the legs



Drawing 24 — Various arrangements of entering guides for finishing stand rolling angles.

at a 90 degree angle throughout, as shown on Figure 1, Drawing 21. This design is not used to any extent today because the length of the legs is very irregular, owing to the manner in which the roll openings are fixed in the roll. Raising the rolls for increased leg thicknesses results in very uneven leg lengths, making it difficult to get the ends of the legs square, as shown in the drawing of the finishing pass.

The most commonly used design is the butterfly system, as shown in Drawing 21, Figure 2. This design takes a slab into the first shape pass, the passes being

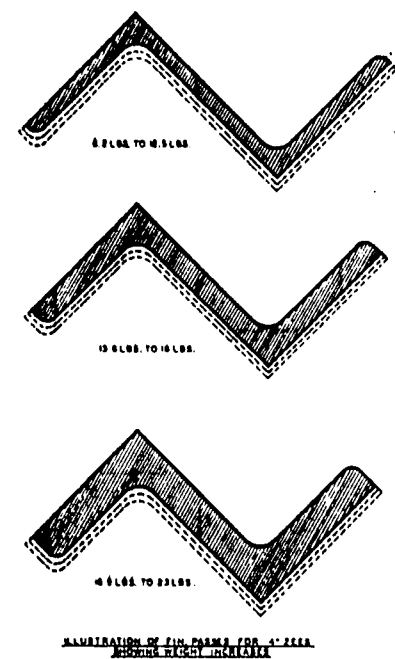
sufficiently flared to enable the use of alternate up-and-down collars. This permits the legs to rest firmly against the ends of the passes, squaring them to eliminate uneven legs. In this design it is possible to make two or more leg thicknesses in the passes without exceeding the leg tolerance.

On mills of the cross-country or those of the semi-continuous types, a design similar to the one shown in Figure 3, Drawing 21, is often used. In this design the first passes are of the flat slab type, with a triangular apex turned in the top roll. The first passes are common to all angle sizes rolled. Edging passes regulate leg length. Of the three finishing passes, two are grooved for the particular size being rolled. The finishing pass itself bends the flared legs up to 90 degrees, and this pass may also be used for more than one size of angle.

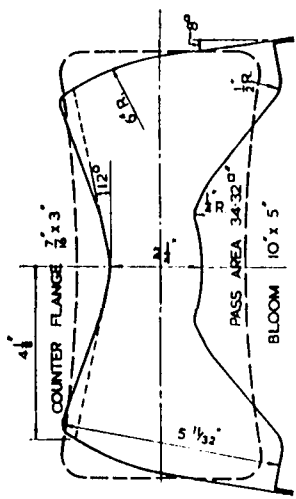
The slab passes have no collars to confine the bars, and some very careful guide-setting is required to keep the bars running true in the proper roll space. The principal feature of this scheme is the number of sizes which may be rolled in the roughing passes without a roll change.

The advantages of a butterfly design of rolling angles over the old system are best illustrated by Figures 1 and 2 in Drawing 22. With this old style angle design, raising this particular pass $\frac{1}{4}$ in. to produce a heavier leg thickness lengthens the legs $\frac{1}{4}$ in. On the corresponding pass in the more modern butterfly design—raising the pass $\frac{1}{4}$ in. increases the legs only $\frac{1}{8}$ in. This indicates that considerable variation in angle leg thicknesses may be rolled in the butterfly passes without lengthening the legs appreciably.

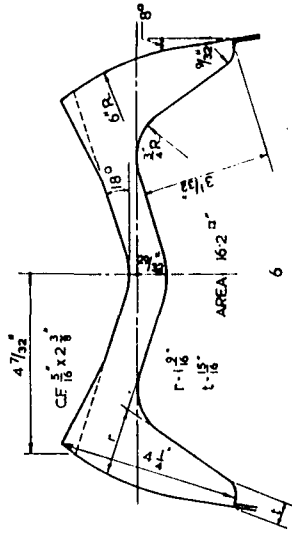
In the rolling of angles, two items offer most difficulty. One is an underfilled condition of the apex, of which there are two different manifestations. The first is a rounding of the apex caused by insufficient metal at this point (See Drawing 23). The second is a chamfering



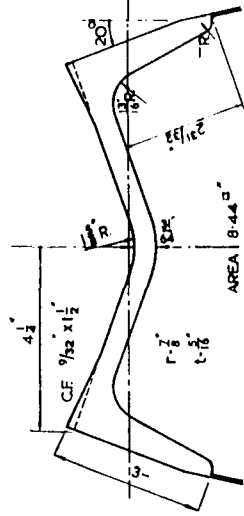
Drawing 25 —
Showing finishing
passes for
zee bars.



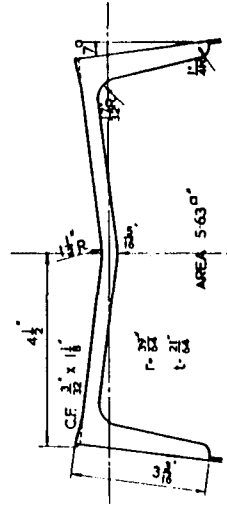
8



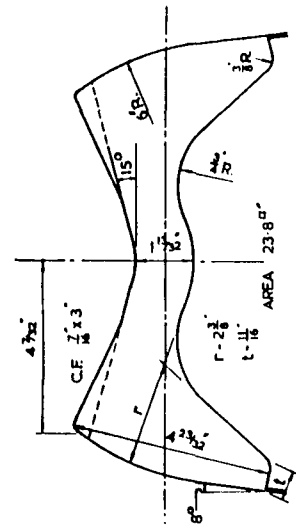
6



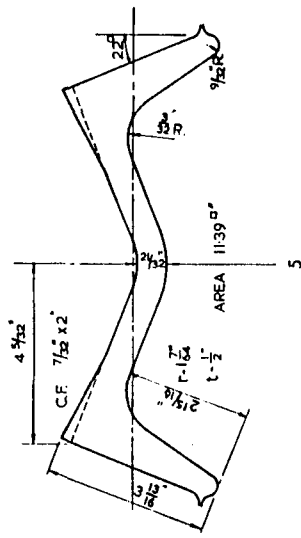
4



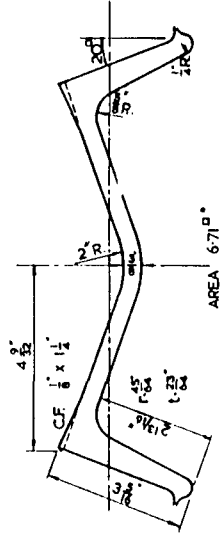
2



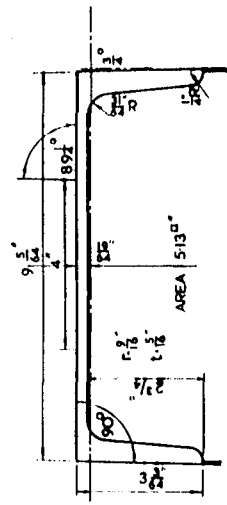
7



5



3



1

Fig. 9/8. Pass design for 9 in. x 3 in. B.S. channels

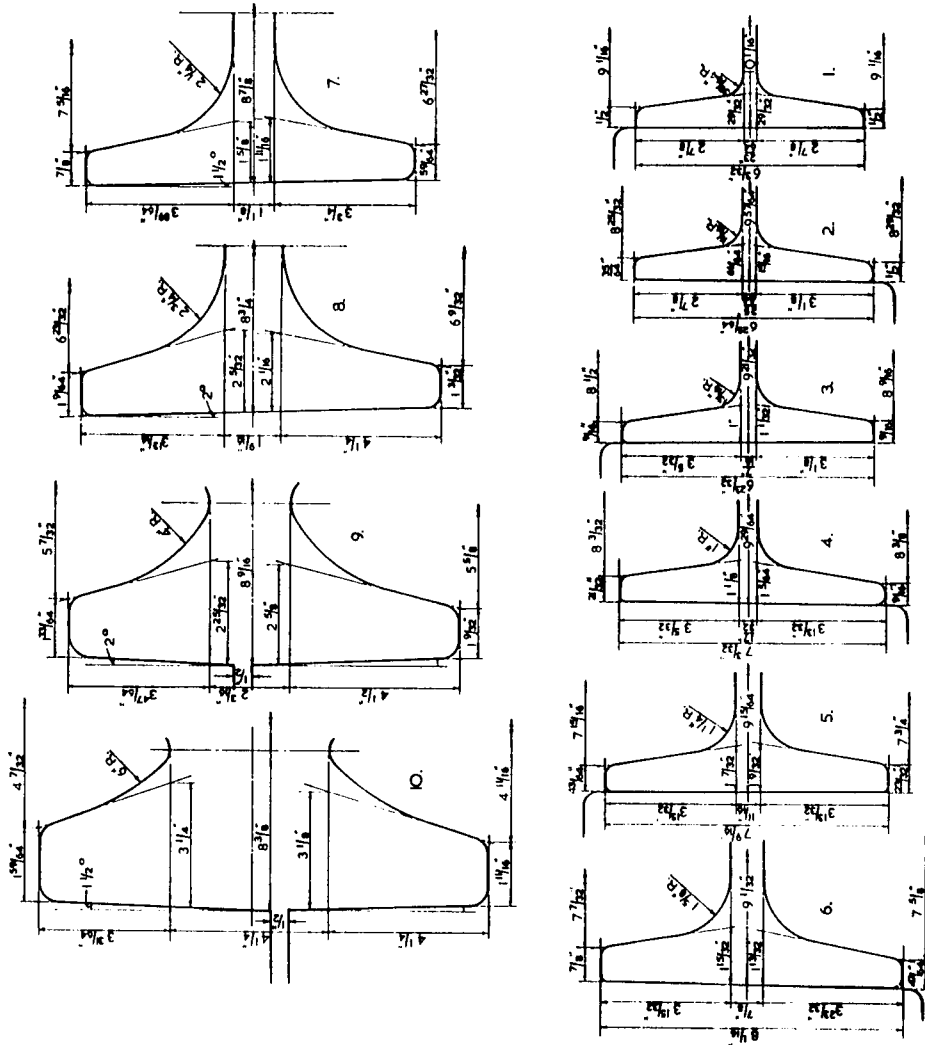
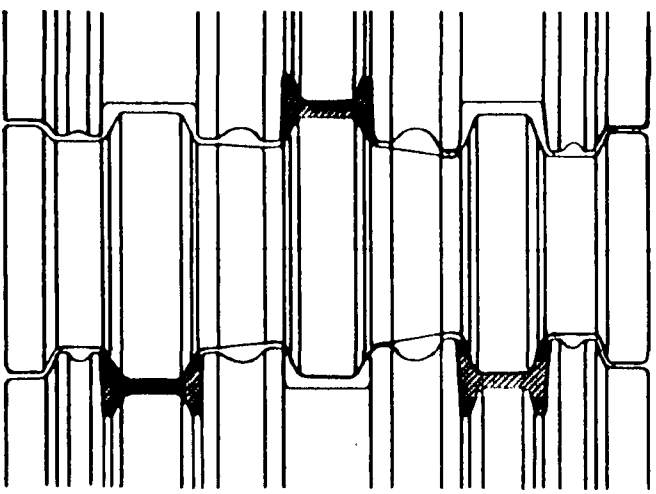
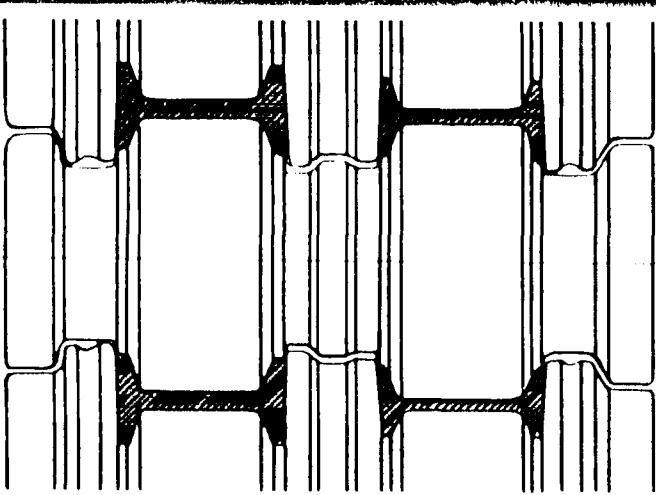


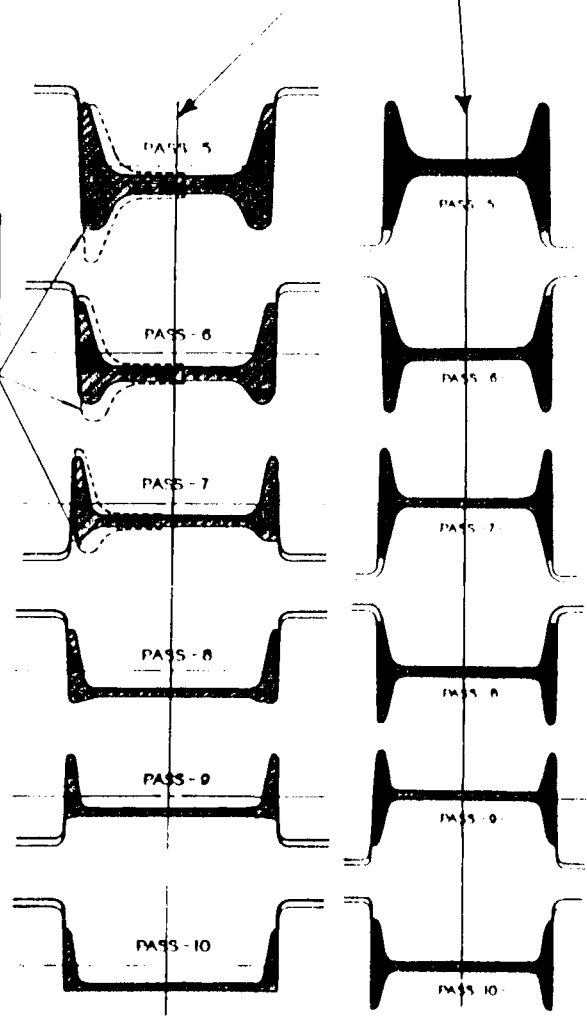
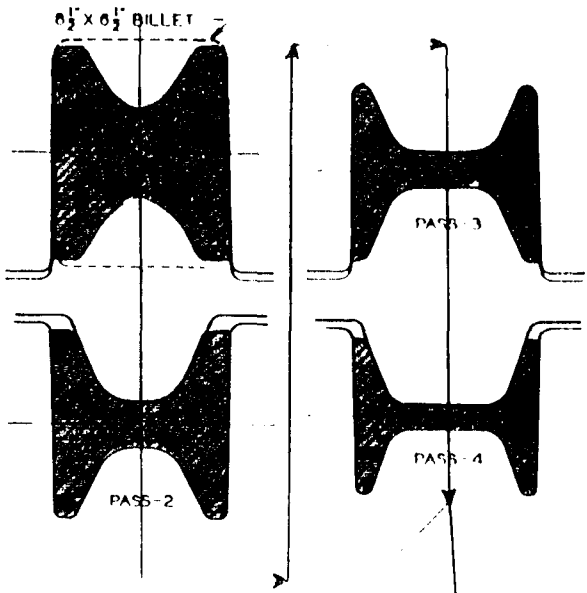
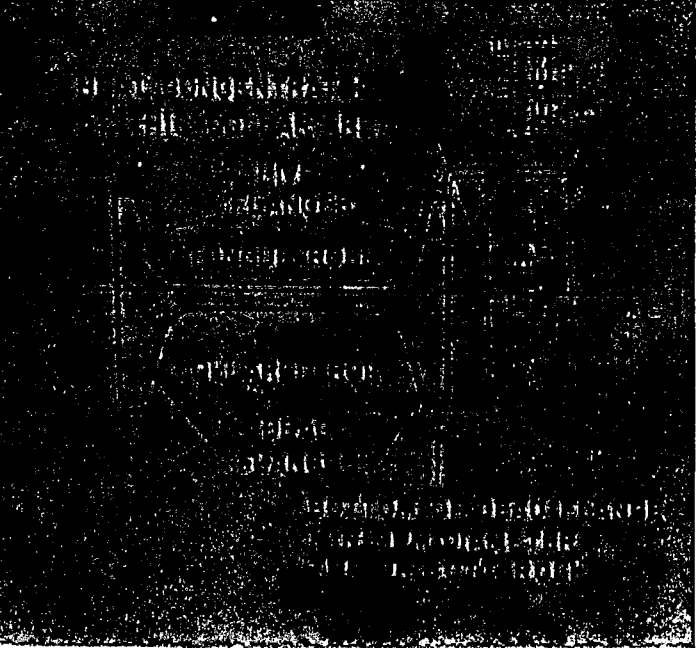
Fig. 9/3. Tongue and groove design for 10 in. X 6 in. joint



ROUGHING ROLLS — MEDIUM BEAMS — PASSES STAGGERED



ROUGHING ROLLS — LARGE BEAMS PASSES WORK OVER EACH OTHER



TYPICAL PASS DESIGN FOR BEAM AND CHANNEL

ABOVE ILLUSTRATIONS INDICATE VARIOUS TERMS CONDITIONS APPLYING TO BEAM OR CHANNEL ROLLS

In the rolling of the beam blank, the ingot is first rolled on all sides in the bullhead A to change the ingot skin structure to a rolled structure. The ingot is then roughed to a size necessary for entering the edging pass B, where it is rolled to the size necessary for entering the beam blank pass C. After several passes an overfill begins to appear at the roll parting, necessitating the return of the piece to the bullhead, where it is turned 90 degrees and the overfill rolled off. The piece is then returned to the beam blank pass and finished to the required size. These passes are illustrated in Figure 1.

Rectangular blooms and slabs are broken down in the bullhead A and worked in the edging passes B, D, F, G and H to bloom or slab as required. See Figures 2 and 3.

In rolling a beam or channel from a shaped blank, there is considerably less web elongation than there is when rolling the sections from a rectangular bloom.

Drawing 14, Figure 1 shows a rectangular bloom drawn over the beam for which it is used, and also a shaped blank over a similar beam. It is readily seen that the shaped blank will give a more uniform and proportionate reduction between web and flange than the rectangular bloom.

The advantages of a shaped blank are obvious but they require special blooming rolls and the shaped blank requires more blooming mill passes for the same size beam than does the rectangular bloom. However, the shaped blank requires less passes in the finishing mill. From the foregoing it is plainly seen that skillful distribution of the draft for beams or channels is required in order to obtain satisfactory designs.

BEAMS

The roll design most used for beams is one in which the web of the beam is parallel to the roll axis and the flanges are at an angle of nearly 90 degrees to the axis. In cases where two rolls work together on the flanges, the flanges are referred to as "live," and where only one roll works on the flanges, the pass is referred to as "dead." Two rolls operate on the web at all times. In Drawing 14, Figure 2, two beam passes are shown in which "live" and "dead" flanges are alternated. This method is referred to as the straight flange design.

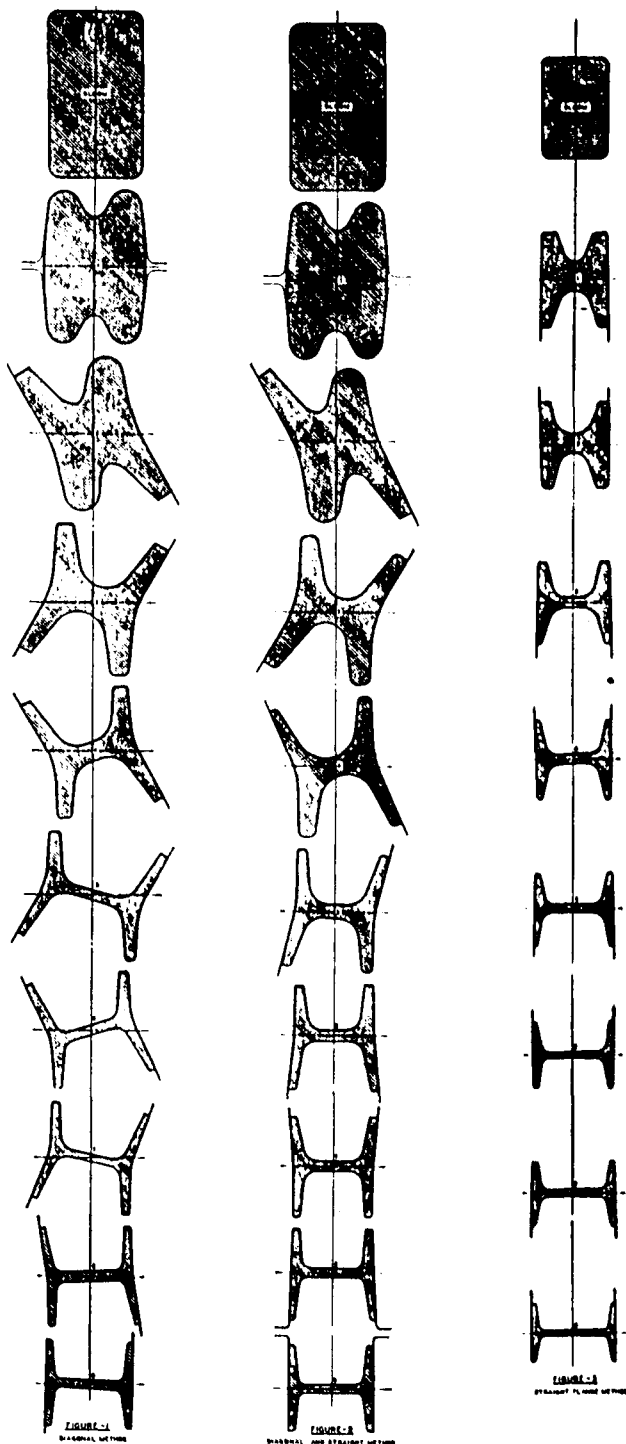
Figure 3, Drawing 14, shows a set of three-high roughing rolls with four passes. Space in the roll is limited, and because four passes are necessary, they are placed as shown, pass 2 over pass 1, and pass 4 over pass 3. In a design of this kind, the distribution of the flange draft is poor. The flanges in the middle roll, being over each other, must be practically the same size, and are sometimes smaller in area than the "dead" flanges they enter. Figure 4 on the same drawing illustrates a more efficient design. In this layout there are three passes in the roll and, as the beam is a smaller one, there is room to stagger the passes, thus permitting a better distribution of draft.

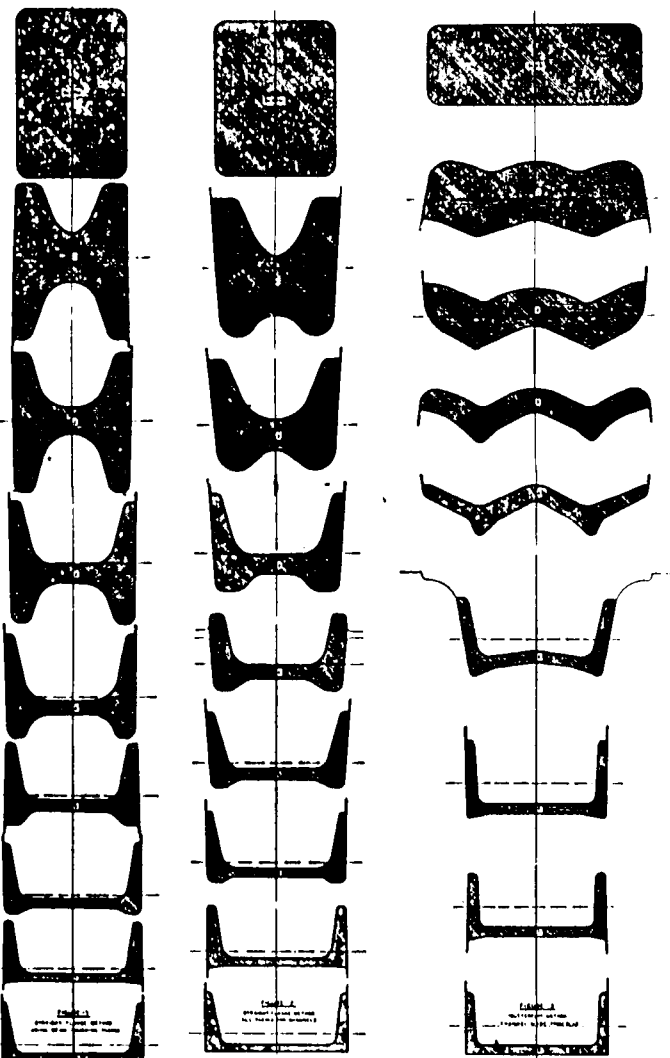
Heavy reduction in side work on "live" beam passes without a corresponding reduction in the so-called "dead" holes will almost invariably result in the "live" flange being underfilled. The wedge principle is illustrated by the action of flange side work. A thick blunt

wedge cannot be driven as readily as a thin sharp one (See Drawing 15, Figure 1).

Heavy side work on the "live" or "dead" flanges of a beam corresponds to the blunt wedge. The flange will elongate and underfill, stretching out with the web rather than filling up. In cases of this kind it is necessary to use considerable side work in the "dead" holes to balance the work and hold the flange up in the "live" hole to prevent it from rolling down. The elongation of

Drawing 18 — Passes for rolling a 4 in. beam by the diagonal method, the combination diagonal and straight flange method, and the straight flange method.





Drawing 19 — Passes for rolling channels by the straight flange method from beam roughing passes or from channel passes, and by the butterfly method.

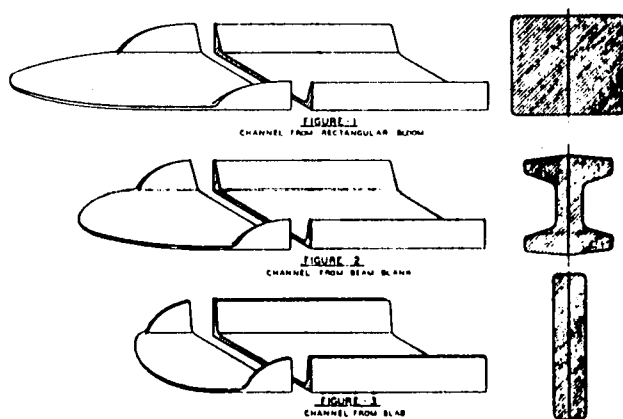
the "live flange and web draws the "dead" flange and thins it sufficiently to fill the "dead" hole, even though it is rather thick to start with.

The diagonal pass design is one in which the passes are tilted at an angle with the axis of the roll. These passes are resorted to when the straight flange method will not give the desired results. This design is especially good for beams with long thin flanges and with a small side taper (Drawing 15, Figure 2).

Tilting the "live" flanges permits rather heavy flange drafts without causing the flange to run short. The further the flange is tilted, the more the draft may be. This is true because the flange is tilted to such a degree that it causes a direct rolling action between the two rolls; thus the flange is not drawn to the degree that takes place in the straight method. In the use of this method, however, it is not possible to have any appreciable amount of side work in the "dead" holes. Because of the small inside taper of the flanges, the wedging effect of side work in the "dead" holes is great, with very little pushing effect from the work on the live flanges (See Drawing 10).

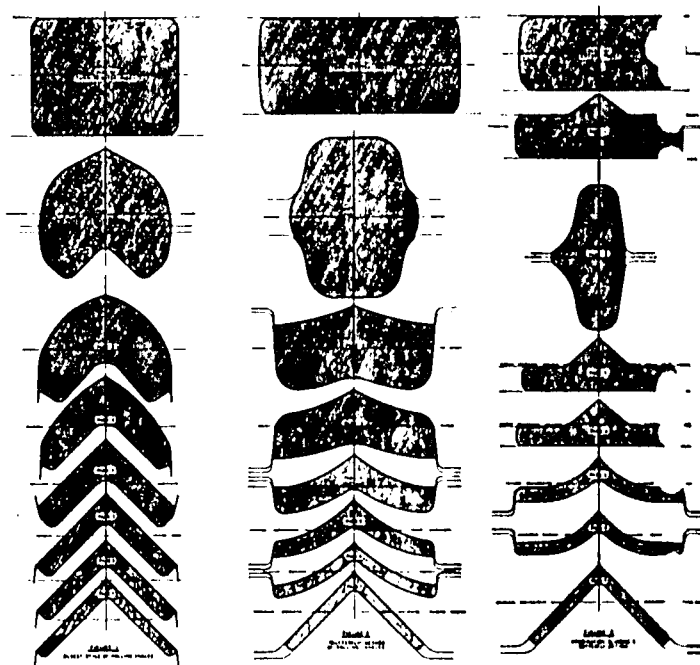
The disadvantage of the design arises from the fact that raising the rolls to get thicker webs will result in the "live" flanges becoming thicker while the "dead" flanges remain the same size (Drawing 17, Figure 1). The web also is increased in depth, and thus only one size and foot weight can be made accurately with this design. Figure 2 shows a straight flange beam in which raising the web does not change the flange thickness or increase the depth of the beam.

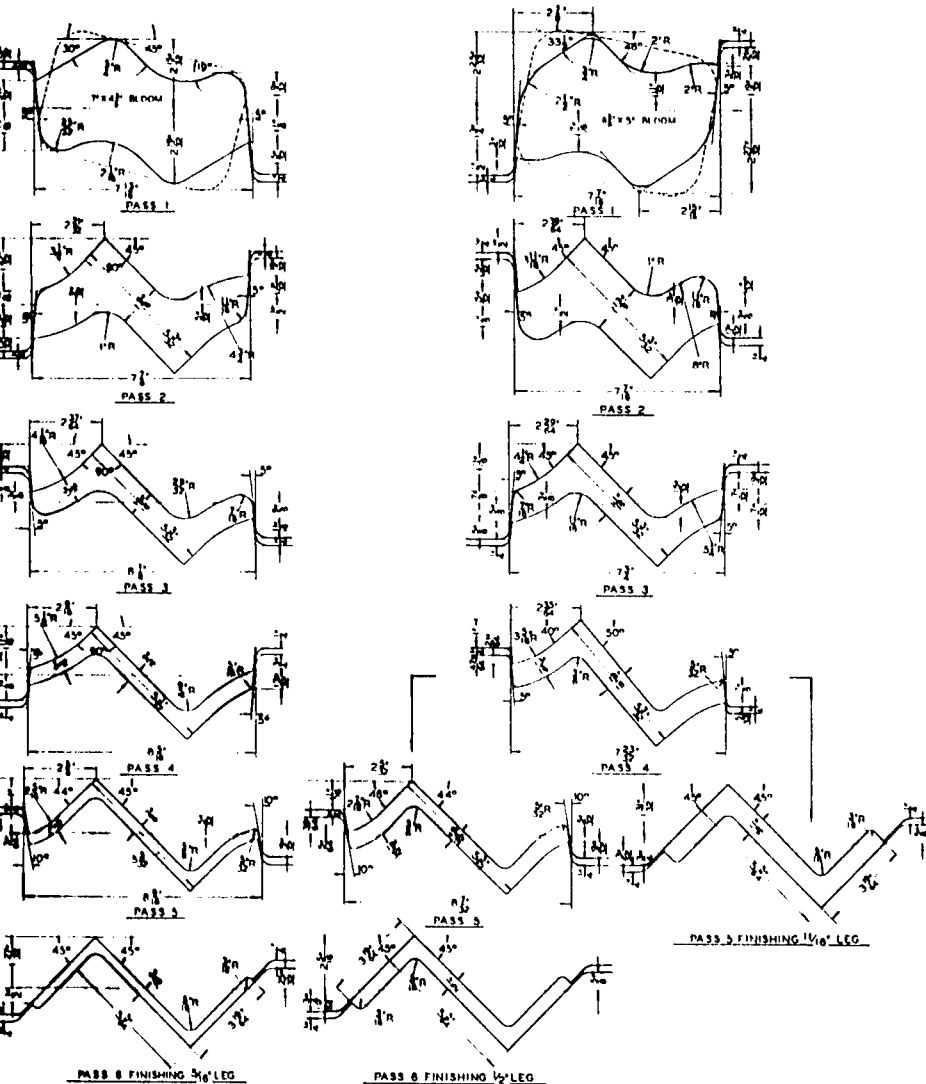
Another design used to advantage for long thin flanges, and one in which more than one foot weight may be produced, has diagonal roughing passes and straight finishing passes. The flanges in the last passes of the scheme, with the exception of the finishing pass, are bent out to a small degree so that a fair amount of side work may be used. In this design the diagonal roughing passes are not raised for increased foot weights, although the straight finishing passes are, there being sufficient web reduction between the last diagonal pass



Drawing 20 — Sketch showing proportionate crop loss on channels rolled by three different methods.

Drawing 21 — Passes for rolling angles by three different methods.





Drawing 33 — Passes for 5 x 3-in.
zee bar.

Drawing 32 shows an 1897 design for a 6-in. zee bar. This straight leg design has the same bad features at the roll partings as previously discussed in the section on straight leg angles.

Drawing 33 shows a design for 5-in. zeos with the butterfly scheme carried out in all of the six passes used to roll the light and medium weights of the section. The heaviest weight of the zee is rolled in five passes. Due to this layout it is possible to roll the three weights in one set of ten rolls included in 4-roll stands of a cross-country mill. Drawing 34 shows the rolls of this section and it can readily be seen how the arrangement of passes in the rolls accomplishes the purpose.

GUIDES

The guides for angles and zee bars are fairly simple in design. The entering side guides for all passes except the finishing consist of plain vertical-sided guides, with or without shelves. Plain sided delivery side guides are made without shelves and with delivery pass guides to fit the contour of the pass. The entering guide for the finishing pass is one where a great deal of difference in design can be noted in the various plants rolling angles.

The most popular angle pass design now in use is the butterfly method, and a butterfly-shaped leader bar must be guided into the finishing pass with accuracy.

For the reasons discussed earlier, a butterfly leader will not readily center itself in a finishing pass and must be held firmly in the proper position by the entering guides. There are a number of entering guide designs used for this purpose.

Drawing 35 shows an angle guide setup for a three-stand set of rolls. The top portion of the drawing, Figure 1, shows the entering side of the mill. Passes 1-3-5 and 7 show the entering guide set-up, while passes 2-4 and 6 show that for the delivery guides.

The next view, Figure 2, is the delivery side of the rolls, and passes 1-3-5 and 7 illustrate the delivery guides, while passes 2-4 and 6 show the entering side guides. On the delivery side pass guides it is sometimes necessary to use both hanging and resting guides as indicated by the dotted lines showing the top hanging guides of passes 2 and 4. On this particular mill design, however, top pass guides are not used on passes located between top and middle rolls with the exception of the leader and finishing passes. They are used on passes in the middle and bottom rolls to prevent bars from hooking up as the collars are on top of these passes. The bottom guides of these passes keep the bars from hooking under the table rollers. On uneven angles where top pass guides are not used, it is the custom in some mills to fasten an angle on one side of the delivery side guides to keep the bar from twisting, as it is inclined to do. Figure 3 shows this arrangement.

The entry finishing guide shown in Figure 4 is one popular on several mills and a good guide for the purpose. With this type of guide it is the practice on a number of mills to set the guide higher than the pass in order to hold the entering bar high in the apex of the finishing pass. Such procedure assists in holding the bar in line and at the same time tends to sharpen the apex of the finished bar. This guide may be set even with the pass, or in extreme cases, as in one known instance, 3 in. higher than the finishing pass.

Figures 5 and 6 show some other finishing pass entry guides now in use in some structural mills.

In guiding the uneven angle leader into the finishing pass and particularly when using the entering guides with shelves as shown on Drawing 35, Figure 5, it has been found necessary to have the shelf on the short leg side $\frac{1}{2}$ in. or more higher on that side than on the long leg side. The tendency of the long leg to crowd toward the short leg side as previously described is corrected to a certain extent by this arrangement.

ANGLE SPLICE BARS

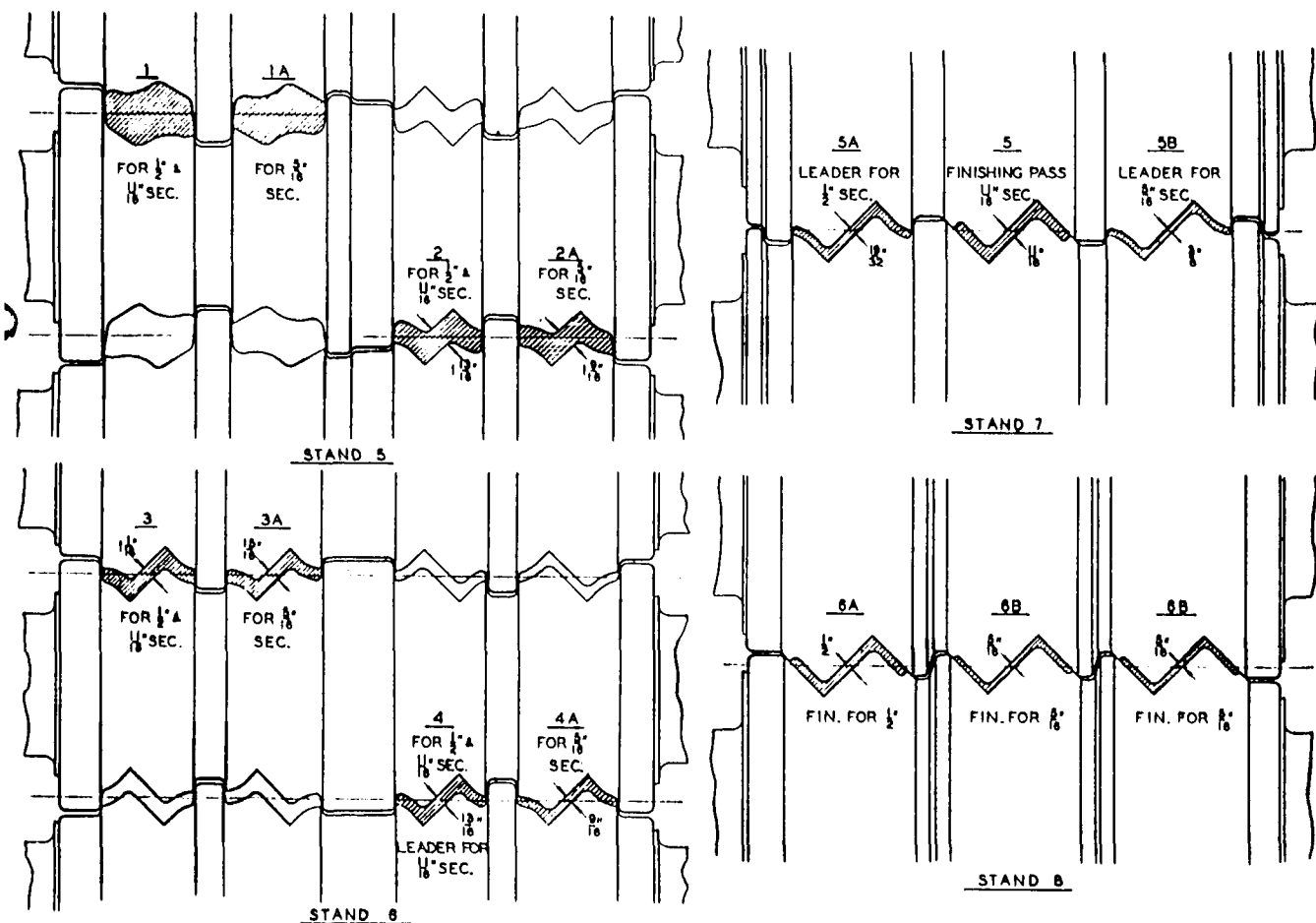
In the design of angular sections, angle splice bars, the so-called rail connections, are among the most important.

When Robert L. Stevens of the Camden and Amboy Railways designed the first tee rail and had it rolled in Wales, he designed a rail connection at the same time. The first connections, simple in form, were a flat bar with curved ends to fit the rail fishing similar to the pass design of Drawing 36. Later, more elaborate forms were developed, among which were angle splice bars. The first and simpler forms of these were in use for some time before they were changed and made more complex in design. The earlier design had long legs or toes, but in late years the tendency has been toward a short leg. In no other branch of rolling can we find so many different bar designs; they are too numerous for illustration. In one plant over 20 different designs were rolled at various times for the same rail size.

Since it is impractical to cover all of the different forms of angle splice bars which have been rolled in the past, this paper will be confined to the pass design features of a selected few bars in which some peculiarities have affected the pass design.

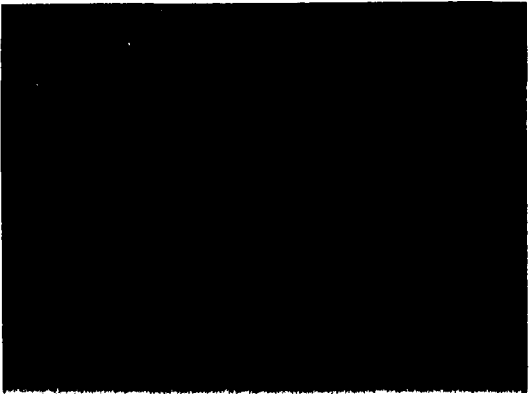
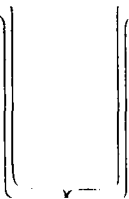
In the design of passes for angle splice bar, the starting point is with the finishing pass, and the first problem to be decided in the layout is the position of the finishing pass in the rolls. Drawing 37, Figure 1 shows what, in our opinion, is the best position in the rolls for an angle splice bar finishing pass. Figure 2 shows another possibility, but in this position the head

Drawing 34 — The drawing gives rolls and pass arrangement for 5-in. zee bars with $\frac{5}{16}$, $\frac{1}{2}$ and $1\frac{1}{16}$ -in. sections.

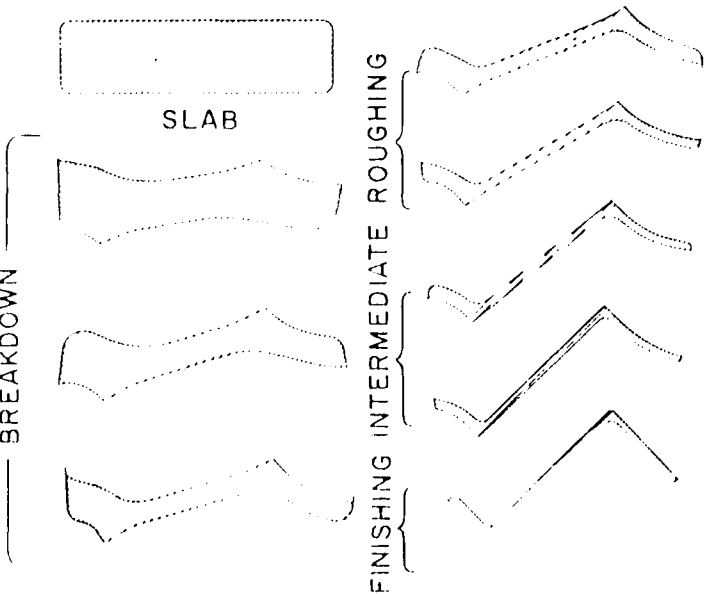


CAR BUILDING SECTION

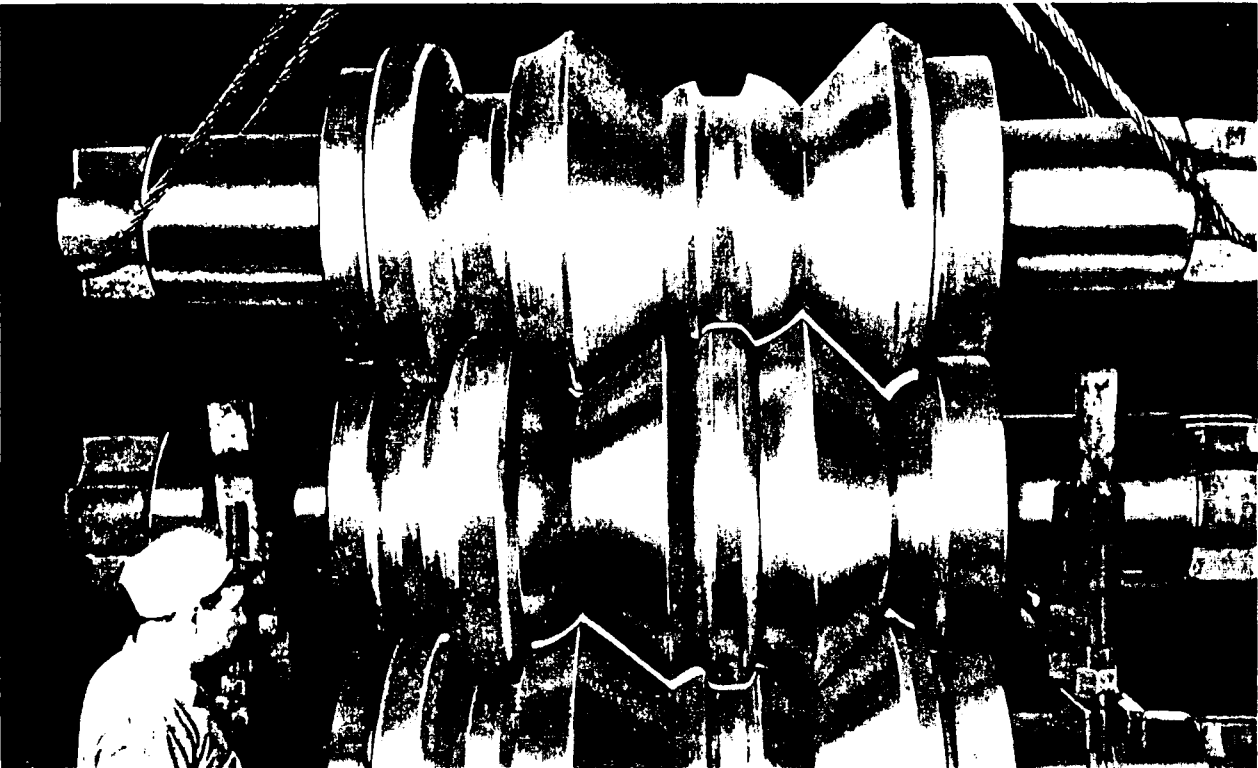
2 — 12 7/8" Z CENTER SILLS
FORMING BOX GIRDER FOR
CENTER CAR SUPPORT



UNITED
STRUCTURAL MILLS & ROLLS
ARE EXTENSIVELY USED FOR
CAR BUILDING SECTIONS



DEVELOPMENT OF ROLL GROOVING FOR 12 7/8" Z CENTER SILL



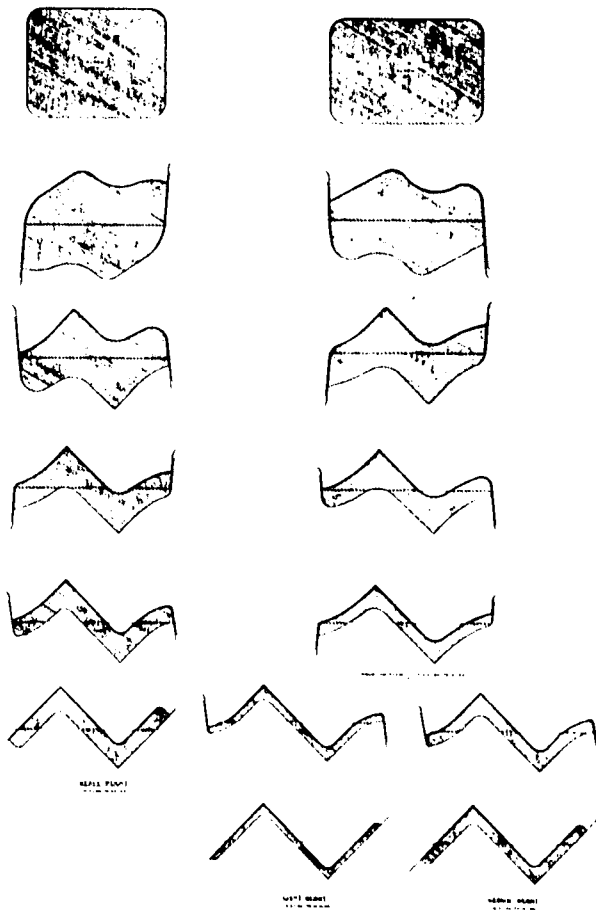
FINISHING BODIES FOR SET OF 3 HIGH 32" X 70"
U. S. STEEL D INTERMEDIATE ROLLS FOR 12 7/8" Z CENTER SILL

off at one side or the other of the apex. In the latter case, there is sufficient metal provided for the apex, but due to the leader apex not being in line with the finishing pass apex, an undesirable condition develops. The same condition also develops from an unequal thickness of leg in the leader pass. The other problem is leg tolerance on the heavier foot weights of a given section. The remedy for this is more passes of the correct leg length, particularly in the two passes preceding the finishing. Usually the butterfly system does not require light and heavy passes farther back in the roughing.

Drawing 24 shows a number of finishing entering-guide designs for angles. These guides are in use on most structural mills, but not more than two of these designs are in use in any one plant. The various methods used show that much thought has been given to the accurate alignment necessary for the bar entering the finishing pass.

ZEE BARS

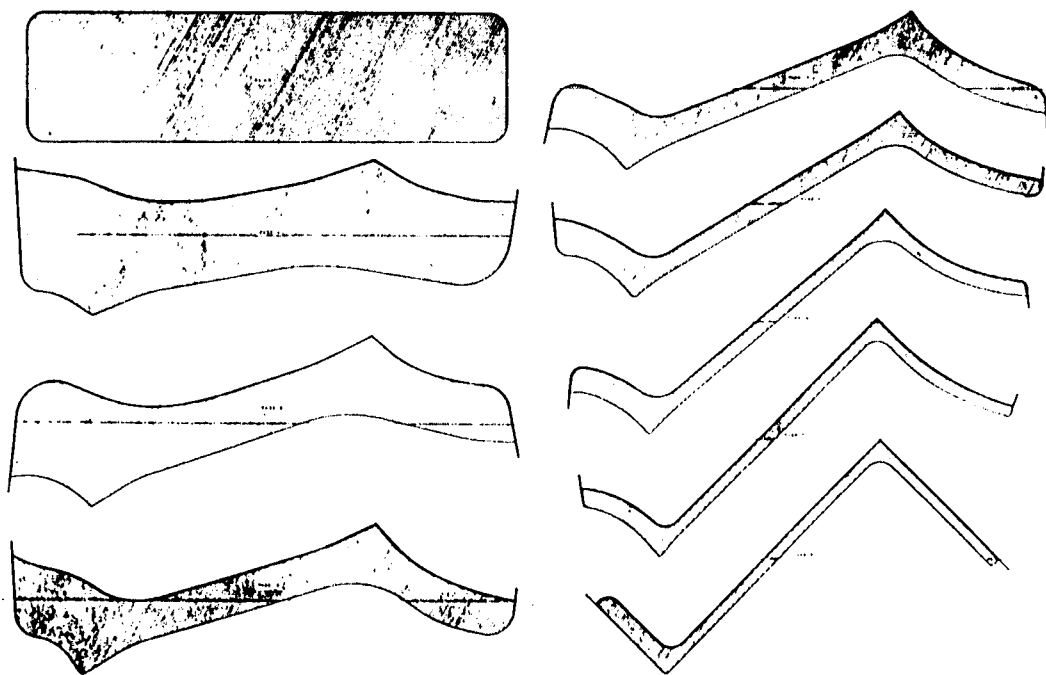
The remarks covering angles are equally applicable to the legs of zee bars. However, on the zee bar, the center web must be considered. Tolerances used on zee bars will not permit much change in web height, and for this reason, standard zee bars usually require three finishing passes for each nominal zee bar size. Note on Drawing 25 that raising the rolls for greater foot weights lengthens not only the legs, but also the center part of the bar. The drawing represents the three finishing passes for a 4 in. standard zee bar. The top pass makes the three weights 8.2 lb to 12.5 lb; the middle pass, weights from 13.8 lb to 18 lb; the bottom one, from 18.9 lb to 23 lb. Drawing 26 illustrates the passes from the bloom to the finishing of this 4 in. zee bar. There are two lines of passes, the heaviest weights, 18.9 lb to 23 lb, being made from one line, and the 13.8



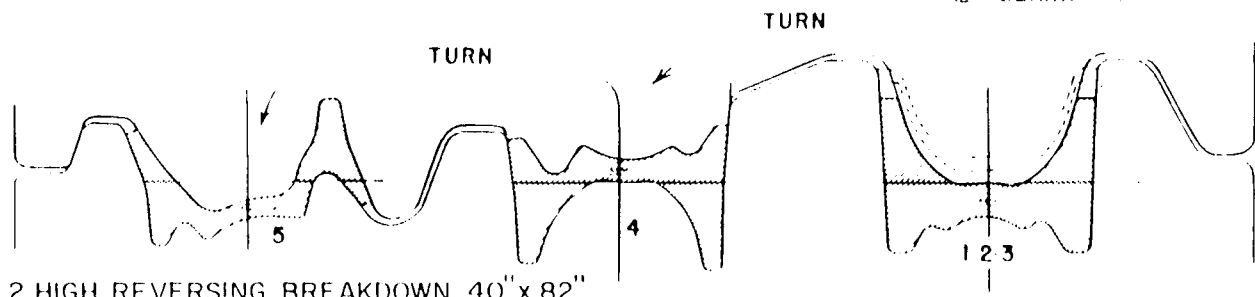
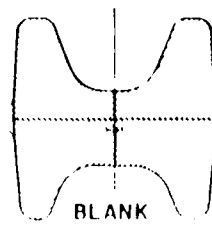
Drawing 26 — Passes from bloom to finishing in rolling 4 in. standard zee bar.

▲

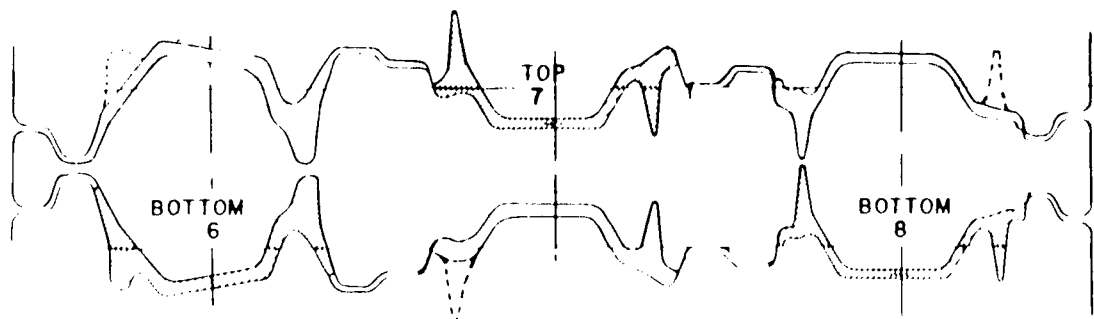
Drawing 27 — Pass schedule for a very large uneven zee bar.



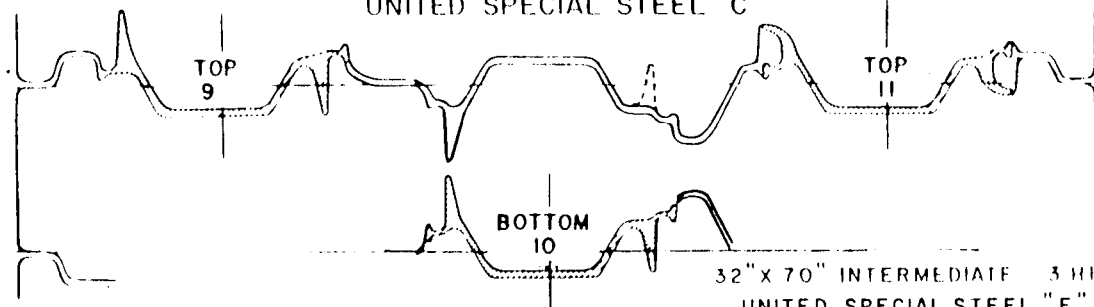
PILING BAR ROLLS



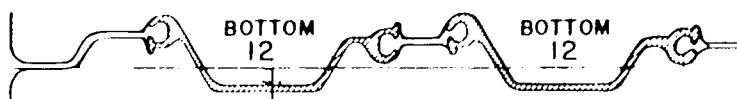
2 HIGH REVERSING BREAKDOWN 40"x 82"
UNITED CARBON STEEL



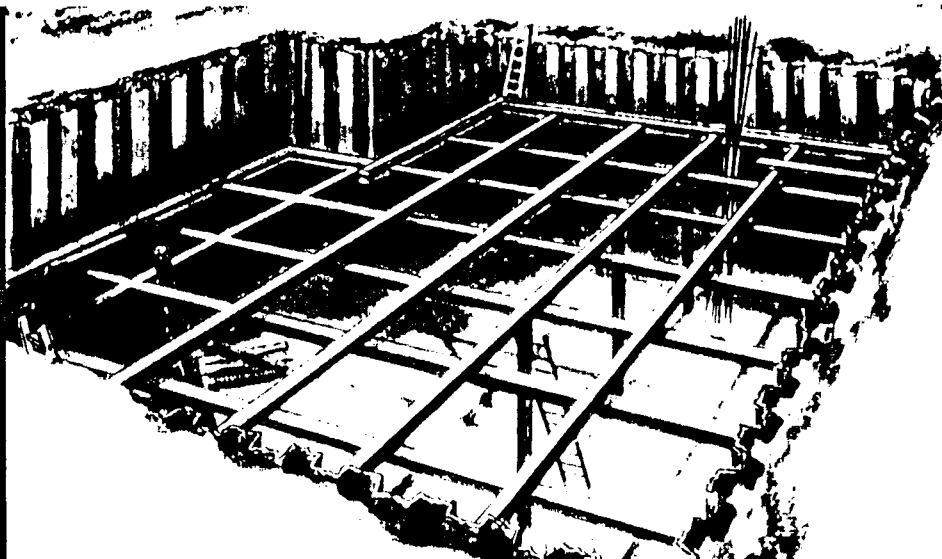
32"x 70" 3 HIGH ROUGHING
UNITED SPECIAL STEEL C

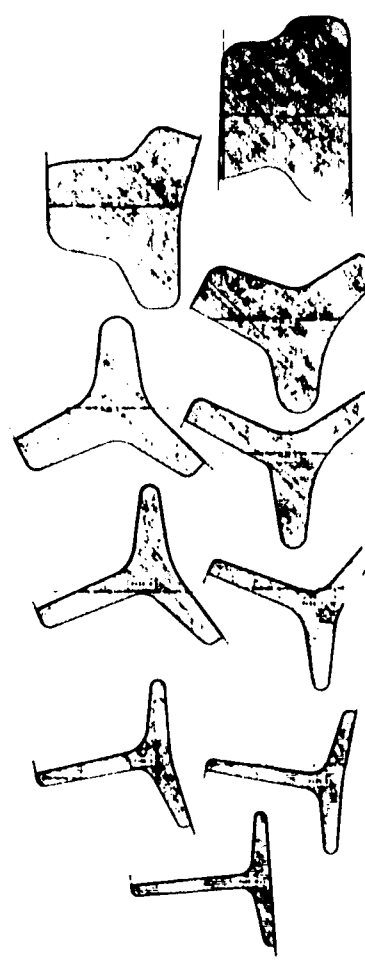
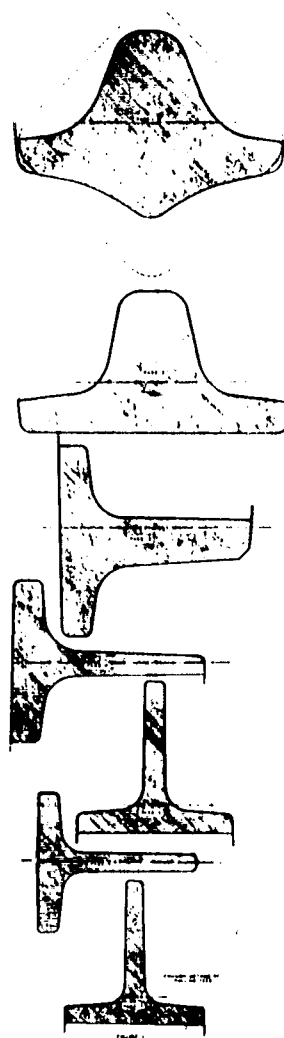
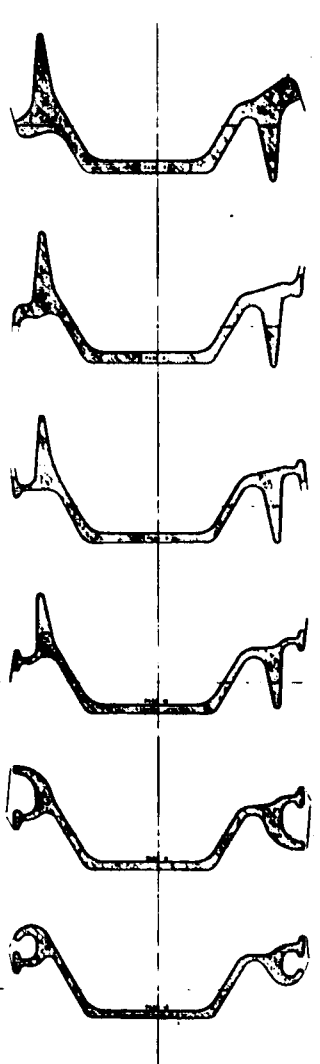
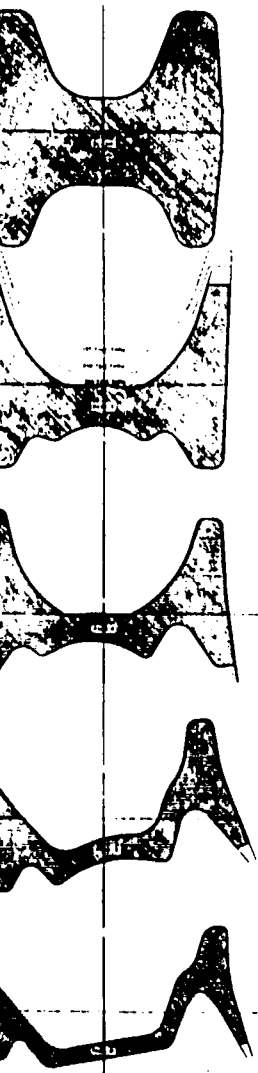


32"x 70" INTERMEDIATE 3 HIGH
UNITED SPECIAL STEEL "E"



32"x 48" FINISHING-2 HIGH
UNITED "TG"

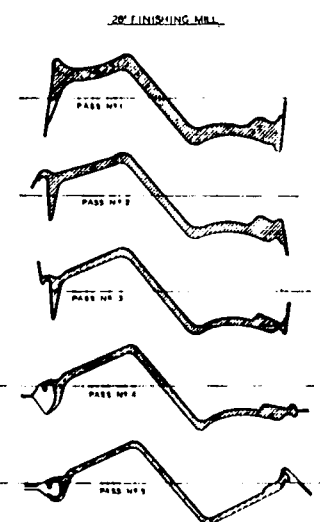
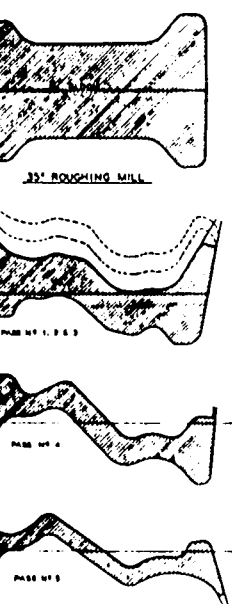




Drawing 28 — Passes used in rolling a reverse lock sheet piling section from a beam blank. (above left)

Drawing 29 — Passes used in rolling a z-piling section. (above right)

Drawing 30 — Two methods for rolling tees. (left)



lb to 18 lb and 8.2 lb to 12.5 lb weights coming from one roughing line and dividing into two lines at the lender pass.

Drawing 27 illustrates the passes for a very large and uneven zee bar. This is a $12\frac{7}{8}$ in. zee bar with one leg $6\frac{7}{8}$ in. long by $\frac{1}{2}$ in. thick, and the other leg 4 in. long by $\frac{3}{4}$ in. thick. The difference in the thickness of these legs makes the section a difficult one to roll. Starting as it does from a $5\frac{3}{8}$ in. thick slab, it is evident that the total draft on the short, thick leg can not be as great as that on the long, thin leg. In the first two passes, then, these drafts can not be proportionate. Commencing with the third pass, the drafts are proportioned correctly for all parts of the bar. The results of this lack of draft in the short leg in the first two passes are shown in the finished section by the shorter total length

Impartial observers recognize that usable rails are made by either method and that the preferred design is more or less a matter of opinion.

The reductions in area in the finishing passes vary in different mills from about 5 to 15 per cent on 100 to 115 lb rails. Leader pass reduction varies from 10 to 18 per cent and gradually increases to the dummy pass where the amount of draft decreases. There have been cases where the draft in the dummy pass was as low as 1 per cent, in others, the draft has been as high as 8 per cent. Since the objective of this pass is to spread

the base of the rail, there cannot be much reduction in area if the principal function of the pass is achieved.

In the former pass there is a heavy reduction in the web section of the rail. However, the total reduction in the rail shape is rarely more than 20 per cent, as considerable spread takes place in this form of pass.

In the so-called hat passes, the percentages of reduction are not excessive, but the squeezing-in on these passes is considerable. It is not unusual to have more than an inch of squeeze-in per side in a pass of this type. Drawing 39 shows a total squeeze of $1\frac{5}{8}$ in. The per cent of reduction in these passes will vary from a minimum of about 10 to a maximum of 30 per cent.

TWO-HIGH VERSUS THREE-HIGH MILL
RAIL PASS DESIGN

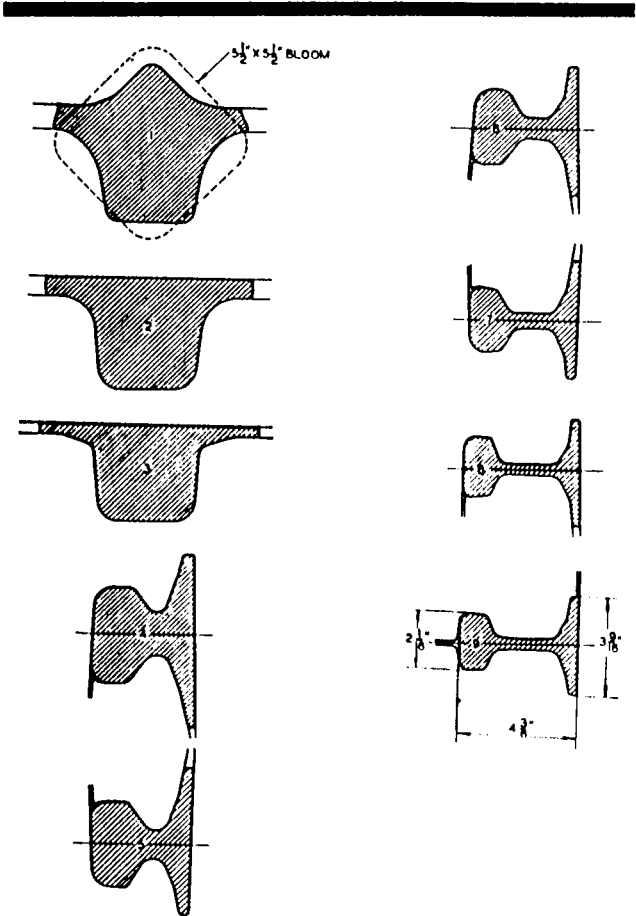
As previously stated, many English and some mills on the European Continent are two-high reversing as contrasted to the American three-high mills. One of the advantages claimed for the English two-high mill is that the roll expense is less and also that tilting and lifting tables are not required.

While it is true that in rolling rails the same number of passes may be used with two rolls as with three, the bar must be turned over from pass to pass in a two-high mill. Note Drawing 40, Figure 1. In order to get the same number of passes in the two-high as with the three-high mill, the passes must be designed as shown in Figure 1 and the rail must be turned over to alternate live and dead holes. To avoid turning the rail, the rolls would have to be arranged as in Figure 2, with staggered collars, whereby the turning is avoided but hanging guides are required for the passes where the dead groove is on the top. In this case the number of possible passes is less than in the scheme shown in Figure 1. It will be seen from Figure 3 that the same number of passes can be had in the three-high mill without turning of the bar.

Drawing 41 shows the passes and rolls for a 95 lb English bullhead rail as rolled at Middlesborough, England, on a 32 in. two-high reversing mill. These two-high reversing mills are typical of English rail rolling practice and are preferred over the three-high mills. You will note that after each pass the rail must be turned over in order to enter the next pass. The only exception is the last pass where it is not necessary to turn the rail in order to enter the finishing pass.

Drawing 42 illustrates a rather unique rail pass design. The passes are from an old Holland mill in which a 7 in. $\times$ 7 in. ingot was broken down to a $5\frac{1}{2}$ in. square and entered into the first rail pass on the diagonal. After a pass or two the bar was turned and the rail finished in the usual manner.

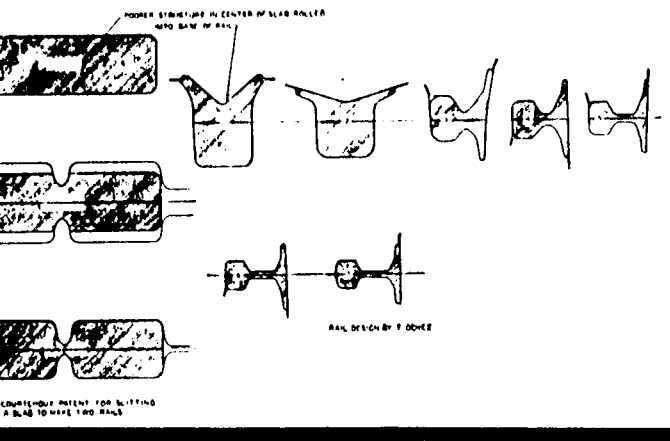
Reference has been made to Dehez's design for rails. This unique rail design is known to have been in use in several plants and used by Jules Courtehoux for his patented method of rolling rails from a slit slab. Draw-

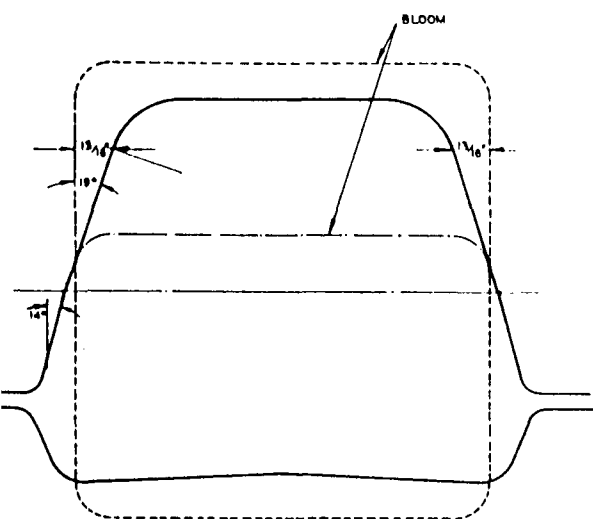


Drawing 42 — Old Holland rail design.



Drawing 43 — Special German rail design.





Drawing 39 — Sidework in hot passes. (above)

Drawing 40 — Some procedures of two-high mill compared with three-high mill. (right)

Drawing 41 — Passes for 95 lb English bullhead rail. (below right)

the rough rail shape. Drawing 37, Figure 1, shows one of the oldest and most commonly used methods of rolling this in two passes, which are called former and dummy passes. The former pass shapes the web and the dummy pass regulates the height and thins and rounds the flanges. The name dummy is derived from the fact that there is very little reduction in the pass, and what does occur is only in the flanges. Figure 2 shows a variation of the former pass. A collar on the head side of the pass prevents any spreading or finning of the head at that point. Figure 3 shows two diagonal passes taking the place of the former and dummy passes used on some mills. Figure 4 shows a method where three diagonal passes form the web and are followed by a dummy pass.

Next, come the finishing passes illustrated in Drawing 38. In nearly all designs these are four in number. It is generally believed that four passes are the minimum that can be used to smooth out the roughness of the earlier passes and arrive at a true section with a relatively small amount of draft in the finishing and taper pass and thus assuring that large tonnages may be rolled before the passes are worn out. There are two designs used for the first three finishing passes, the straight design and the diagonal. In both of these designs the final finishing pass is the same. There are many divergent opinions as to the worth of the two designs.

The advocates of diagonal passes point out the fact that the passes do not become wide, consequently they can be dressed back to the templates when the rolls are worn and sent to the shop for dressing. Attention is also called to the greater amount of true rolling action obtained in diagonal passes. The advocates of the straight method point to the difficulty encountered from the head thrust on diagonal rolling and the wear that the earing collars used in diagonal roll pass design receive.

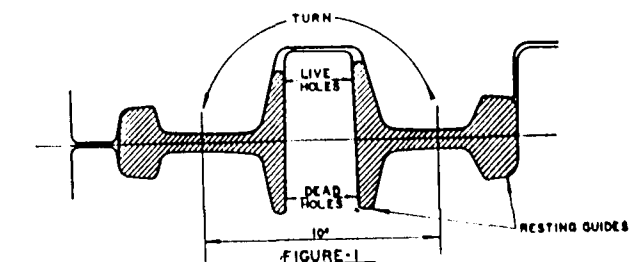


FIGURE-1

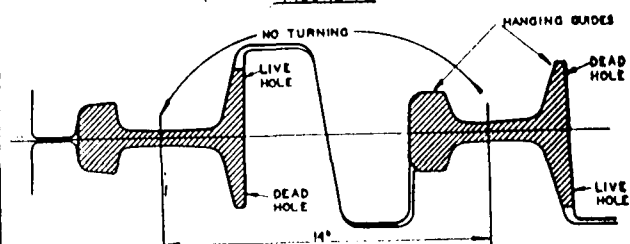


FIGURE-2

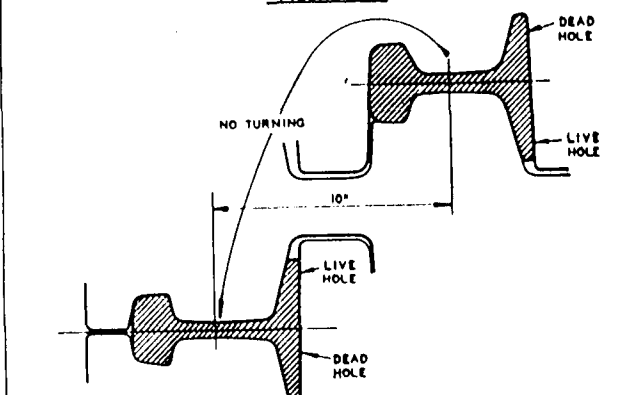
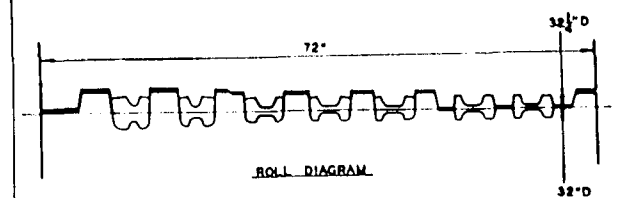
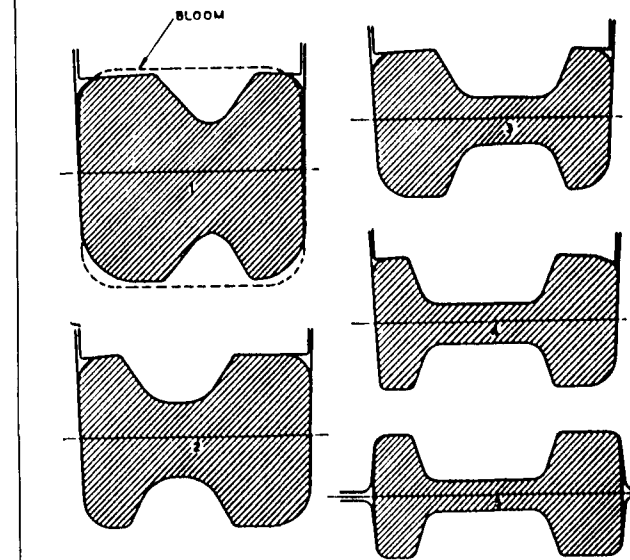


FIGURE-3



ROLL DIAGRAM



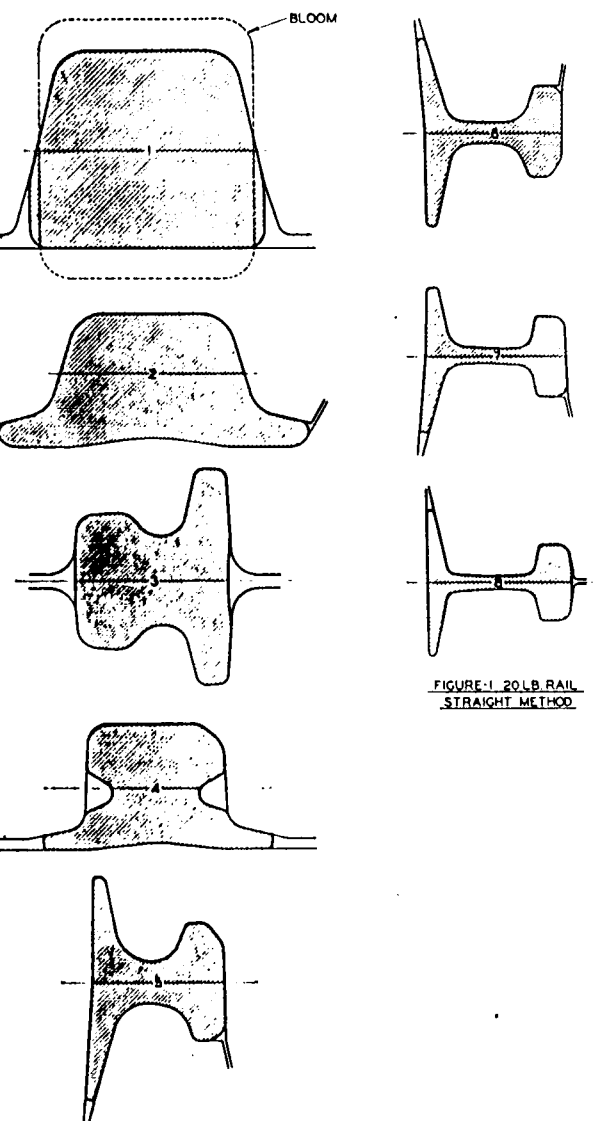


FIGURE-1 20 LB RAIL
STRAIGHT METHOD

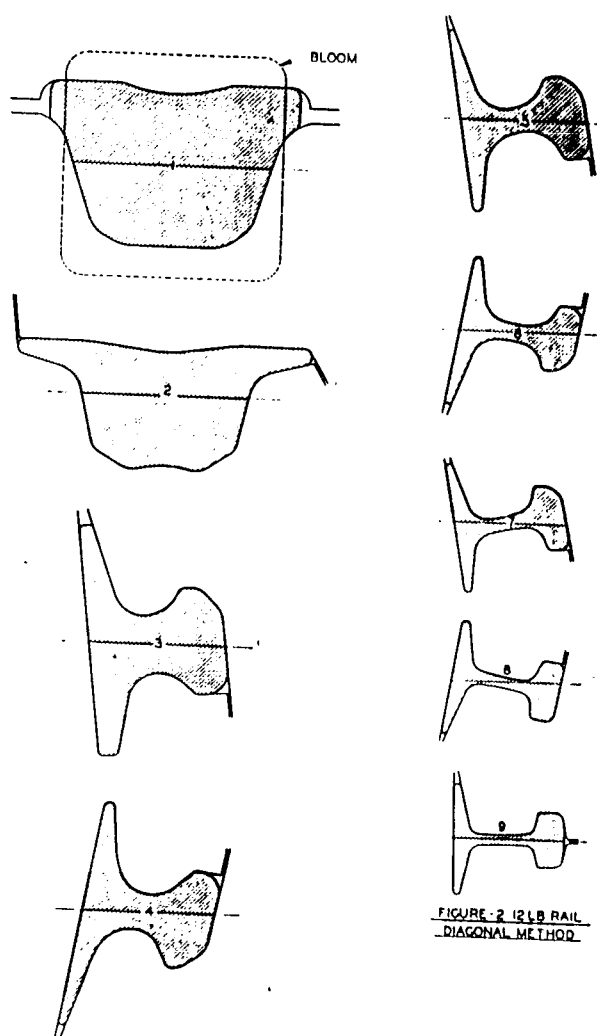


FIGURE-2 12 LB RAIL
DIAGONAL METHOD

Drawing 49 — Diagonal and straight methods of rolling light rails.

ing usually less than 8 in. $\times$ 8 in. Even though there are passes from bloom to rail on account of the small bloom size, the German passes usually show a smaller percentage of reduction per pass than is common in our mills. German roll designers consider this a better practice. The designs shown are for two-high reversing mills, common type of mill used for rails in Europe.

LIGHT RAILS

So far the mill and pass descriptions have been for standard rails. These may be from 50 lb to 152 lb per yard, although rails of less than 70 lb per yard are not considered today as standard rails. Light rails from 8 lb to 45 lb per yard are rolled on a variety of mills, mostly hand bar mills, although a few mills have been built and operated exclusively for light rails.

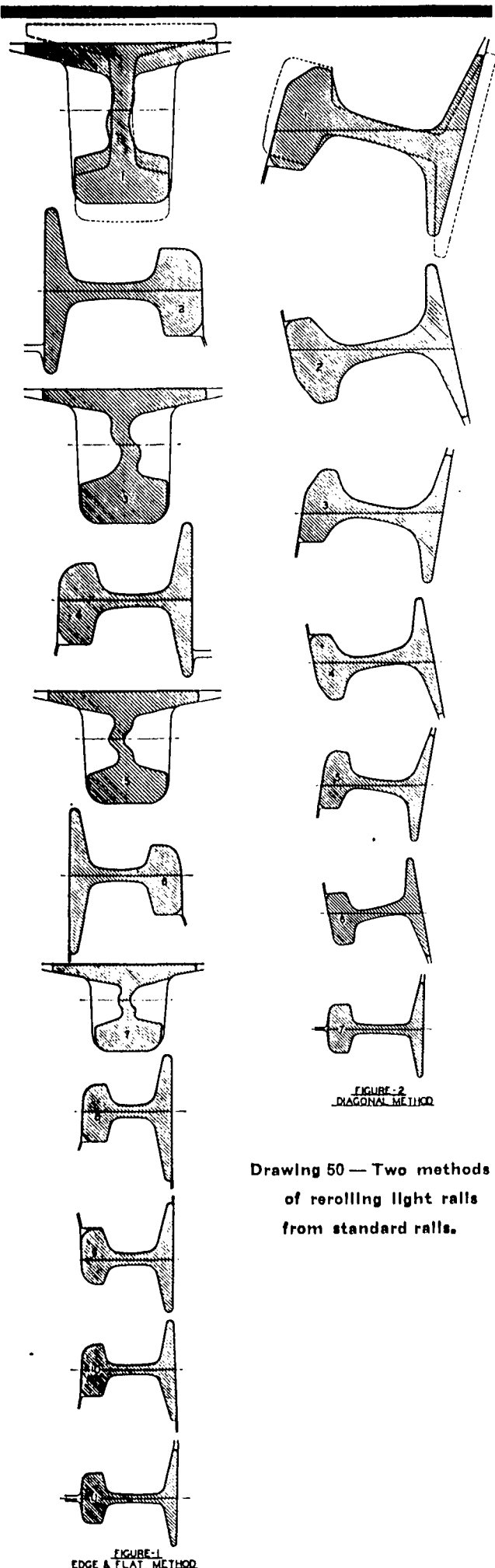
Drawing 47 illustrates a mill which was designed and built to reduce heavy standard rails to light mine rails by the diagonal method of rolling. The mill was equip-

ped with a roller straightener for straightening the rails, but this practice was later abandoned and the rails are now straightened in gag presses.

Drawing 48 illustrates a 12 in. hand bar mill which rolled, as a part of its varied product, rails from 12 lb to 45 lb per yard from large rails or from billets. The rail reducing was accomplished by a flat and edge reducing method in the roughing passes. The mill had two hand fired coal reheating furnaces and one gas furnace. This mill was once considered to be one of the best tonnage producers of the hand bar mill type in the country.

The rolling of the larger sizes of light rail from billets is accomplished in much the same manner as the rolling of standard rail with hat passes, former, dummy, and finishing passes. An average of nine passes is generally used. The smaller sizes of light rails have been rolled on hand bar mills equipped with rolls as small as 8 in. in diameter with as few as six passes, and with five passes in extreme cases.

Drawing 49 illustrates a variety of passes for light



Drawing 50 — Two methods
of rerolling light rails
from standard rails.

rails as rolled from a billet on the light rail and bar mills.

In the rerolling of light rails from standard rails there are two pass systems illustrated in Drawing 50 for 12 lb rail that have been in general use. The oldest one is the edge and flat design. In this design the standard rail is brought from the heating furnace and put in a roll pass with the head down and flange up in the rolls, and then squeezed down in this pass, in which there is practically no reduction in area. The rail is then turned on its side and given a normal reduction, then turned up right and alternately edged and flatted in the roughing passes to a size suitable for the finishing stand, where it is worked in the usual way. It will be noted that by this method the actual rolling takes place only in the horizontal passes.

A newer and much better design has been developed wherein all the passes are diagonal, and rolling and edging-down in height are accomplished in each pass. The reduction in height and the actual rolling in this design are done in the same pass, and thus fewer passes are required than in the design shown in Figure 1.

Some years ago a process was developed for rail reducing or perhaps it would be better to say rail reconditioning, which was known as the McKenna process. In this process worn rails were reconditioned by grinding and rerolling the rail to a slightly smaller size.

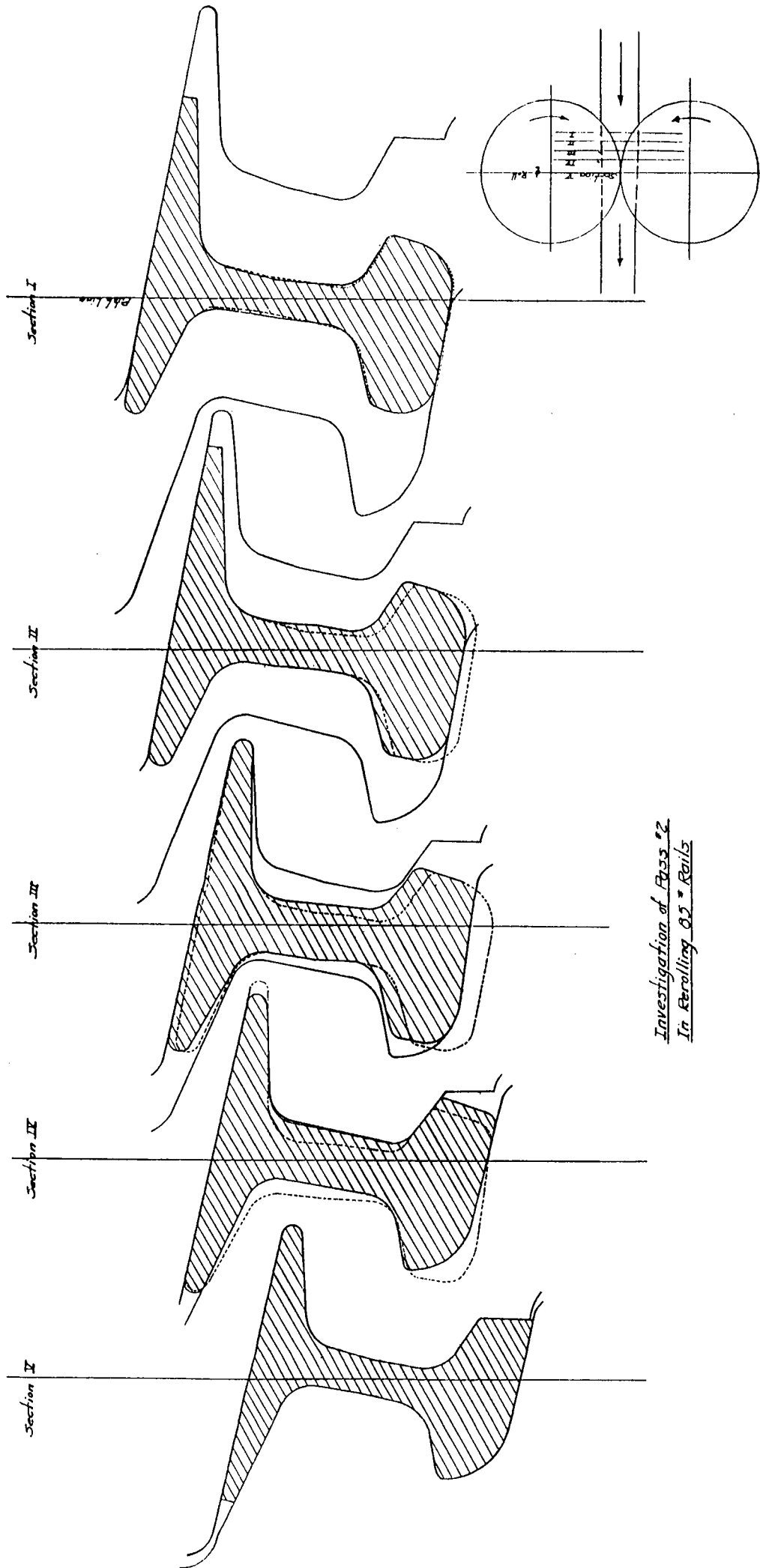
ANGLE SPLICE BARS

Many rail mills roll angle splice bars as well as rails and this discussion would hardly be complete without some description of these sections.

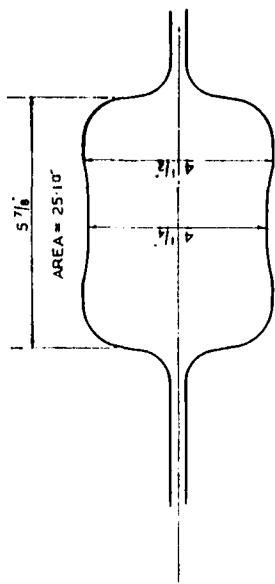
The design and use of angle splice bars have involved considerable experimentation. Until recent years no attempts have been made to standardize, and as a result many types of joints are in use. In fact, there are several designs of joint bar for rails of the same weight. As an example, in one steel plant there were twenty different splice bar designs rolled for one size of rail.

Among the many kinds of angle splice bars in use today, there are four distinct types of special interest which are shown in Drawing 51. Figure 1 is a long toe standard bar used for the A. S. C. E. type rail. Figure 2 illustrates another long toe bar with reinforcement at the back of the head. Figure 3 is a design for a patented reinforced bar. Note the corrugations rolled in the finishing pass on the bottom of the web and also note the short toe and reinforced head. Figure 4 illustrates a special type bar without toe and with no reinforcement in back of the head. These first four figures cover the general types of angle splice bars in use at the present time. Figure 5 shows an unusual type bar with reinforcement in the web of the bar, once popular on a Western railroad. The reinforcement is rolled-in in the finishing pass. Figure 6 shows a bar with an unusually long heel. This long heel presented a problem in roll pass design. The designs used for Figures 1 to 5 would

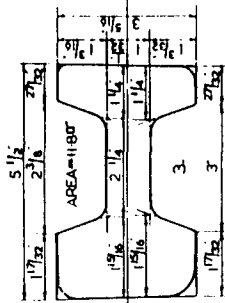
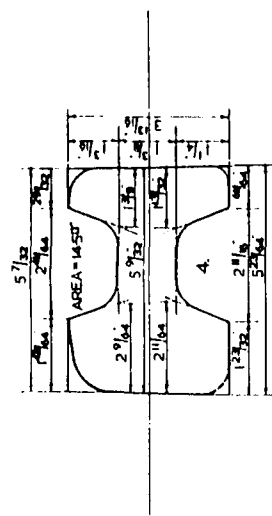
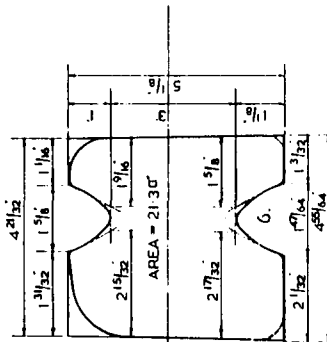
FIG. 279—PLATE VI



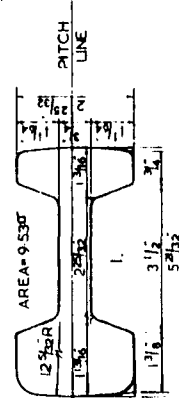
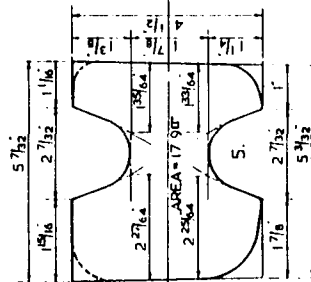
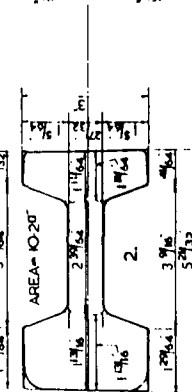
*Investigation of Pass #2
In Re-rolling 85" Rails*



BLOOM.



2 HI ROUGHING ROLLS.



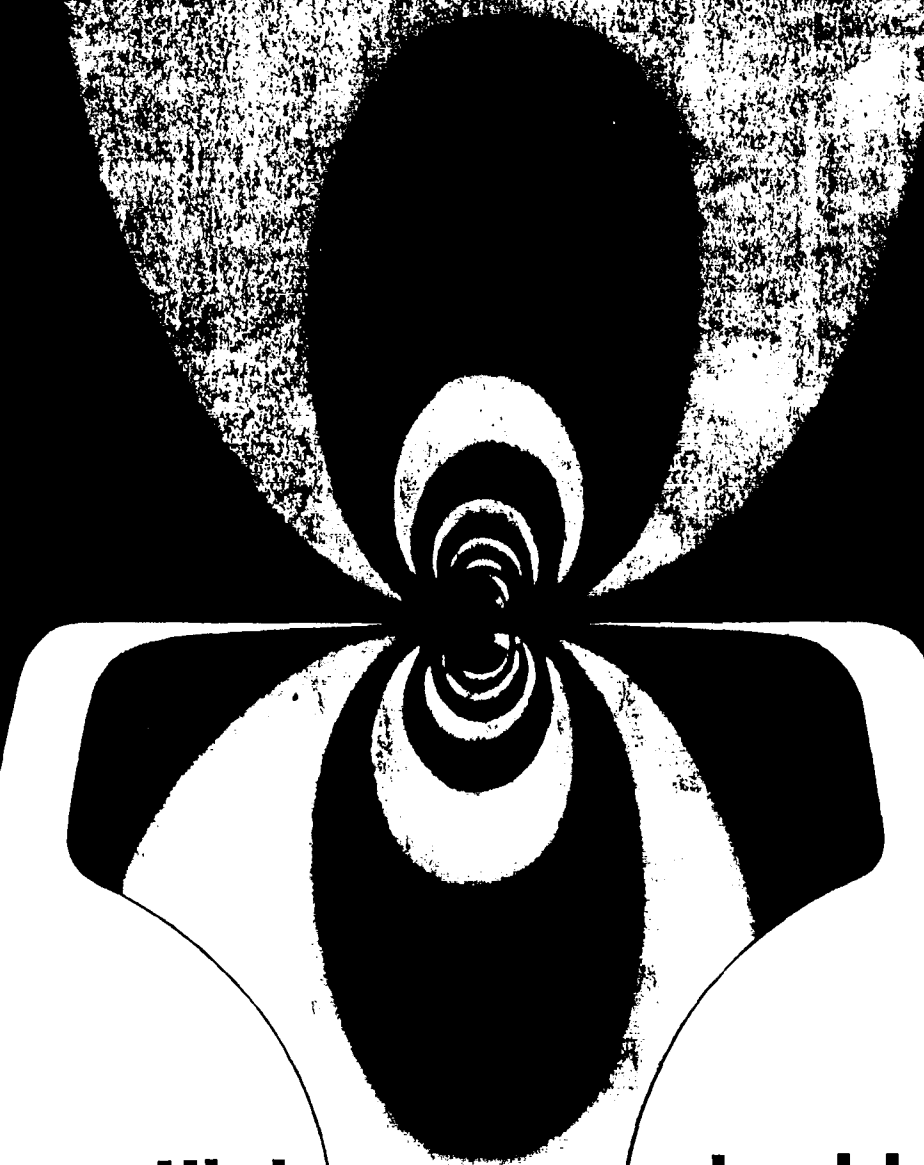
3 HI FINISHING ROLLS.

(b) LAYOUT OF THE PASSES IN THE ROLLS.

(c) PASS DESIGN FOR A 95 LB./YD. BULL-HEAD RAIL.

Fig. 8/13. Pass Design for a 95 lb./yd. bullhead rail

Photo-elasticity study of the contact stress system shows the stress distribution between crane wheel and rail. TSP hardened wheels have the extra strength, both at surface and in sub-surface region, to resist stresses developed by heavy loading and constant operation.



High

wheel loading?

The authors of this article specialize in a field of engineering which is important if maintenance costs for mill buildings are to be reduced and production time maximized. Although the authors specialize in all forms of crane track installations, the majority of their activities are connected with E.O.T. crane runways in steelworks.

electric-overhead-traveling
1kip:1000lb

Crane rails and their installation

George Molyneux, President and Godfrey M. O. Molyneux, Vice President, Molyneux Industries Inc., Pittsburgh, Pa.

THE efficient operation of overhead cranes is important in the production of the end product. Any downtime of a production crane either for repair or maintenance of the crane or its runway can seriously disrupt production. Some steelworks find they are required to change rails on certain runways as often as once a year, while other steelworks with similar working conditions but with a different approach to such factors as the runway design, the choice of rail, the fixing of the rail, etc, expect a rail life of 25 years with a minimum of maintenance.

Before considering how the performance of a crane runway may be improved, first refer to the problems. What are the more common problems faced by crane runway maintenance engineers? Mention has already been made to the need for frequent rail changing in certain installations. This may be required in either local sections, or in more serious cases, throughout considerable lengths of the track. Failure could be due to lateral deformation of the rail section, rail web failure, failure of the rail at the joints, and/or excessive wear of the rail head. Before rail failure occurs, considerable attention will have been given to the crane. In extreme cases it is not unknown for crane wheels to be changed once a week until the runway is rectified. Crane bearings failure, unequal drive wheel wear, crane skewing and binding are common related manifestations to rail failure. Other problems may include runway flange wear resulting in grooving, failure of the rail fixing system, notably fatiguing of the bolts, excessive lateral deflection of the runway beam, misalignment of the runway beam and rail, differential settlement of the runway column foundations resulting in out of line girders, excessive structural forces, vibration, etc.

By consistent reference to on-site experience combined with theoretical analysis of the problem, practical solutions can be obtained which if implemented will considerably improve crane and runway performance.

The crane rail

The requirement for major runway repair can in certain cases be the result of incorrect choice of rail in the initial installation. An understanding of the factors affecting the choice of the crane rail is therefore crucial.

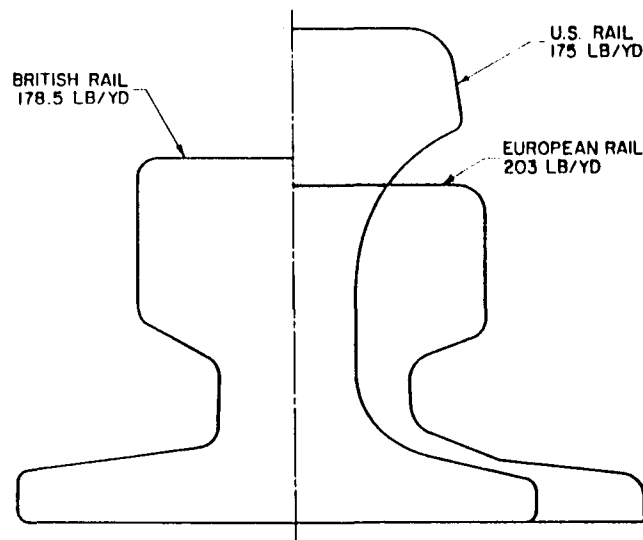
Historically, the crane rail has evolved from the railroad rail required to carry fast moving loads of approximately 12.5 ton/wheel, with minimal lateral loading. The rail was supported at 2 ft-6 in. intervals. There are crane installations today with wheel loads as great as 180 ton. The crane rail is also required to carry significant lateral forces. It is in steel mills where this type of loading is traditionally at its greatest. Here, theoretical loading is considerably increased by crane skewing and binding. Lateral loads of 20 ton under these conditions are not unknown. Clearly the railroad rail with its tall narrow web and narrow head is entirely unsuitable for the vast majority of contemporary crane applications.

The designs of crane rails vary considerably worldwide.

Reference to just three heavy sections reveals some of the contrasting designs available (Fig. 1). Each design has particular advantages and disadvantages. As a generality, the proportions of height to flange width of the more common crane rails are 1:1 for the U.S., 1:1.75 for British while in mainland Europe the ratio is 1:2.15. With such considerable differences in rail design what briefly are some of the theoretical considerations and practical manifestations that decide choice for a successful mill runway performance and how can this knowledge be used to improve the total design specification affecting runway efficiency?

First, the effective width of the rail head will determine the vertical loading that the rail head can accommodate. The most common formula for calculating acceptable vertical loading takes into account this usable width of the crane rail head, the crane wheel dia and a constant the value of which varies with crane usage. For severe duty crane cycles common in mills, this formula becomes $800 \times W \times D$. However, it is the way this vertical load plus other loading is distributed throughout the rail section that decides whether a rail will be overstressed. The way the vertical load is distributed on the rail head can be critical. A crane wheel distributing its load by point contact or eccentrically, will not take account of the full rail width available. If the rail head is overstressed by the crane wheel, it will not only produce excessive wear but in extreme circumstances will deform the rail head. The more active the crane duty, the more wheels on the crane, so the effect will accentuate. The cross-sectional shape of the rail head must be closely mated to the cross-sectional shape of the crane wheel tread. In practice, a flat rail head and corresponding

Fig. 1 — Half sections of typical crane rails.



under the trade name In-Track Flash Butt Welder. At that time, it would not accept the larger 175-lb crane rail because of the width of rail head. Major modifications were required to relocate the clamping jaws. This improvement allowed the welder to accommodate rail sizes from 40 to 175 lb, as well as some European rail sizes. Crane personnel at LTV Steel and the Holland Co. engineering department were instrumental in encouraging this modification.

The flash butt weld was first introduced to industry in June 1986, at LTV Steel in East Chicago, Ind. A total of 20 welds were made on a trial basis on 175-lb crane rail. Forty 39-ft long rail pieces were laid out at ground level and supported by 6 x 6-in. timbers, 12 ft long, in a converted parking lot. Pairs of rails were then welded together making 78-ft lengths. These 78-ft lengths were then installed on runways and bolted together, thus reducing the number of bolted joints by 50%. This joint reduction was considered a major success. As Roger K. Steele, Chicago Technical Center of the Association of American Railroads (AAR) has stated: "The understanding for an improved joining process must proceed from an appreciation of the difficulties encountered in the maintenance of the bolted mechanical joint." This was the introduction of the flash butt method to the steel industry.

A year later, in June 1987, a second steel mill, Bethlehem's Burns Harbor Div. started using the flash butt method. The first runway flash butt weld was done by installing all the flash butt equipment on the crane and bridging down the building making a weld at each 80-ft stop. This joined a new 80-ft rail section with the ever lengthening piece of continuous welded rail (CWR). The new 1800-ft long CWR rail, with 21 flash butt welds, was laid on the walkway plate alongside the existing rail on which the crane traveled. After the rail was welded into one 1800-ft piece, the old rail was removed and the new one installed in its place under the crane.³

The flash butt crew returned to LTV Steel in July 1987. On that occasion, eight sections of 39-ft rail were welded in one piece on the ground and set on a 312-ft long lifting beam. Five hydraulic cranes were connected to the lifting beam which raised the CWR to the crane runway level, at the outside corner of the building. A hole in the shooting of the building was opened and the 312-ft long piece of rail was pulled into the building and positioned on the runway. This was the third method used to accomplish the rerailing task.

Later in 1987, rail in a second building at Burns Harbor was flash butt welded with a fourth different procedure. The welding machine was located at one end of the building and the rail pulled down the runway after each new 78-ft section of rail was added to the growing CWR. A simple process line was set up to perform the welding. This proved the most efficient and desirable procedure, and prevails today as the most commonly used method. A total of 117 flash butt welds, nearly 10,000 ft of 175-lb rail, were welded in 1987 at the Burns Harbor plant.³

Examples of crane rail welding at runway height are shown in Fig. 2 and 3.

Growth of flash butt welding

Information that a new weld was available for joining crane rail on the runways was rapidly disseminated in the steel industry. Each location had a slightly different procedure in the set up of the welding as different locations had different requirements because of equipment layout, building clearances, ongoing operations, outage times, past work practices, union agreements, etc. Some runways are old facilities with the rail being changed for maintenance reasons, others have been new facilities and the first time rail has been set on the crane runway girders. In all cases, the value of obtaining the new joint has justified the efforts to utilize it.

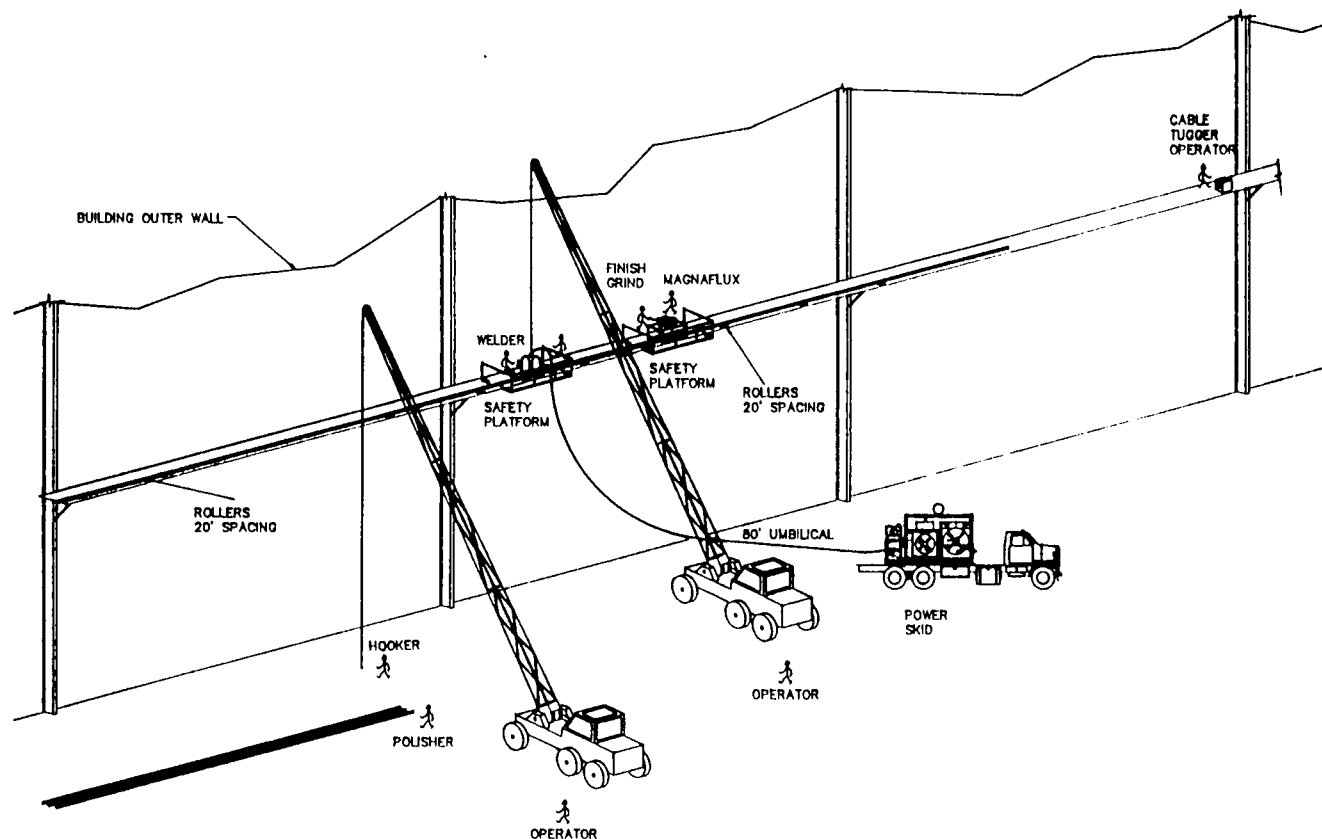
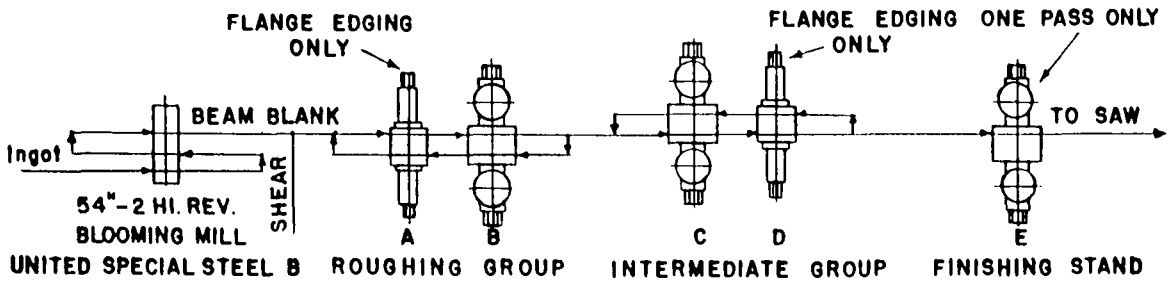
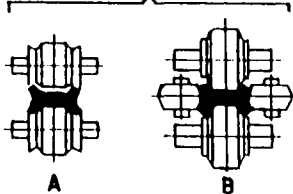


Fig. 2 — Crane rail welding at runway height.

UNIVERSAL WIDE FLANGE BEAM ROLLING MILLS

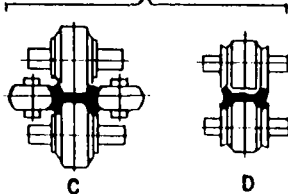


ROLLS-UNITED SPECIAL
ALLOY STEEL- F OR DU-2



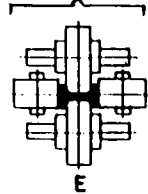
ROUGHING GROUP

ROLLS-UNITED SPECIAL
ALLOY STEEL- G OR DU-3



INTERMEDIATE GROUP

ROLLS-UNITED SPECIAL
ALLOY STEEL-H OR DU-4



FINISHING STAND

WORK ON FLANGE
EDGES ONLY

WORK ON WHOLE
SECTION EXCEPT
FLANGE EDGES

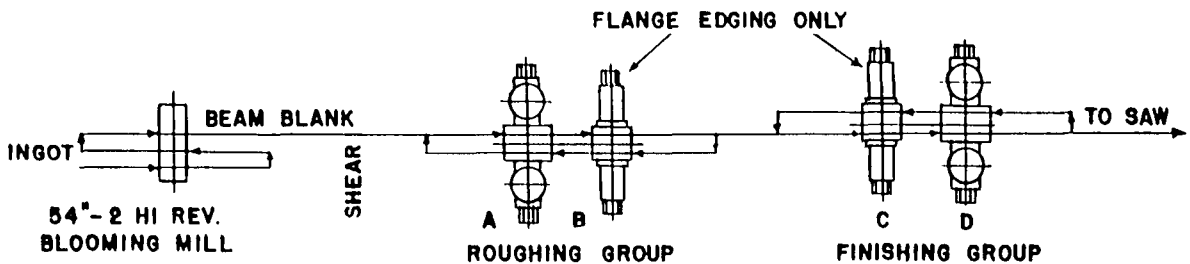
WORK ON WHOLE
SECTION EXCEPT
FLANGE EDGES

WORK ON FLANGE
EDGES ONLY

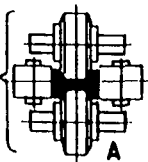
WORK ON WHOLE
SECTION EXCEPT
FLANGE EDGES

ABOVE: DIAGRAMATIC ARRANGEMENT OF 3 GROUP UNIVERSAL WIDE FLANGE BEAM ROLLING MILL

BELOW: DIAGRAMATIC ARRANGEMENT OF 2 GROUP UNIVERSAL WIDE FLANGE BEAM ROLLING MILL

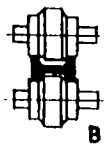


ROLLS
UNITED
SPECIAL F
OR DU-2



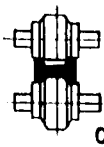
ROUGHING GROUP

WORK ON WHOLE
SECTION EXCEPT
FLANGE EDGES

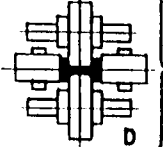


WORK ON FLANGE
EDGES ONLY

UNITED SPECIAL
STEEL G
OR
DU-3



WORK ON FLANGE
EDGES ONLY



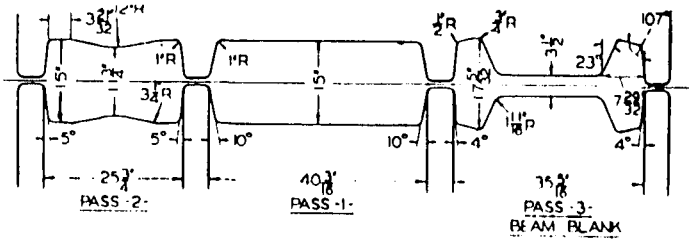
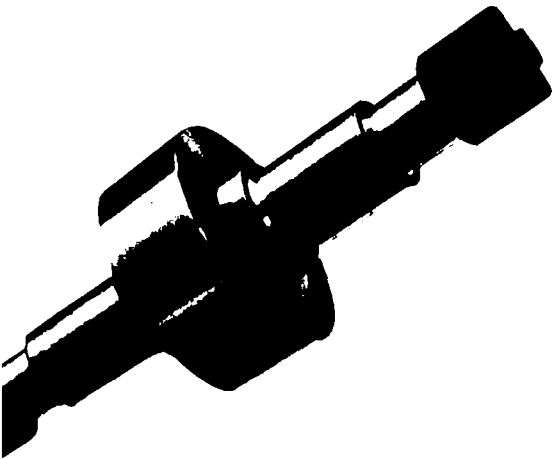
WORK ON WHOLE
SECTION EXCEPT
FLANGE EDGES

ROLLS
UNITED SPEC
STL. H OR
DU-4

TYPICAL ROLLING SCHEDULE
FOR 24" X 14" X 160#
WIDE FLANGE BEAM

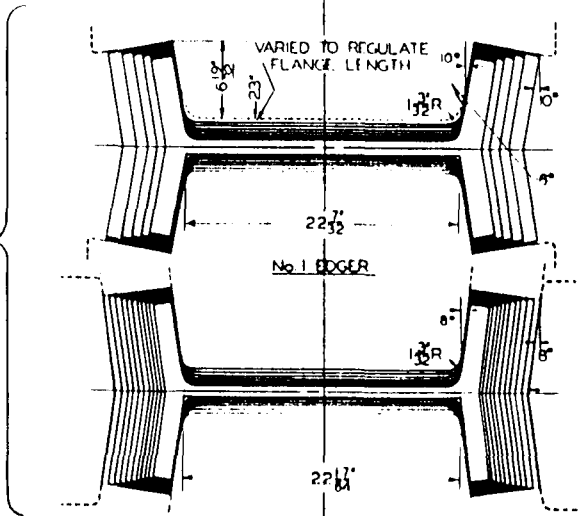
SCHEDULE OF REDUCTIONS

PASS No.	STAND	PASS AREAS	WEB THICK.	FLANGE THICK.
		SQ. IN.	IN.	IN.
1	EDGER	287.0	3.50	6.14
2	RGH.	257.0	3.32	5.71
3	RGH.	233.5	3.00	5.13
4	EDGER	233.5	3.00	5.13
5	EDGER	233.5	3.00	5.13
6	RGH.	208.0	2.68	4.57
7	RGH.	187.5	2.40	4.09
8	EDGER	187.5	2.40	4.09
9	EDGER	187.5	2.40	4.09
10	RGH.	164.2	2.16	3.69
11	RGH.	147.0	1.92	3.29
12	EDGER	147.0	1.92	3.29
13	EDGER	147.0	1.92	3.29
14	RGH.	126.5	1.68	2.89
15	RGH.	108.0	1.44	2.49
16	EDGER	108.0	1.44	2.49
17	EDGER	108.0	1.44	2.49
18	RGH.	93.0	1.24	2.15
19	RGH.	80.5	1.06	1.85
20	EDGER	80.5	1.06	1.85
21	EDGER	80.5	1.06	1.85
22	RGH.	69.3	.92	1.61
23	INT.	58.0	.81	1.41
24	EDGER	58.0	.81	1.41
25	EDGER	58.0	.81	1.41
26	INT.	54.3	.74	1.29
27	INT.	52.2	.70	1.22
28	EDGER	52.2	.70	1.22
29	EDGER	52.2	.70	1.22
30	INT.	49.5	.68	1.18
31	INT.	48.0	.67	1.16
32	EDGER	48.0	.67	1.16
33	FIN.	47.04	.656	1.135

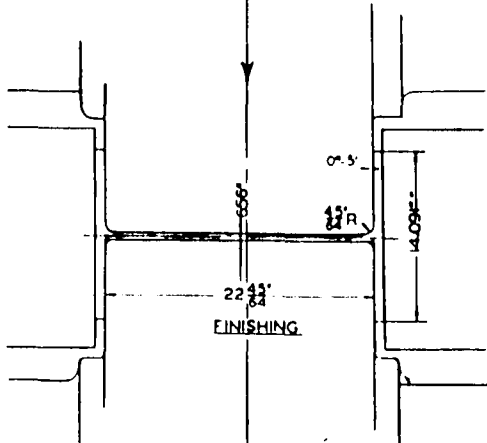
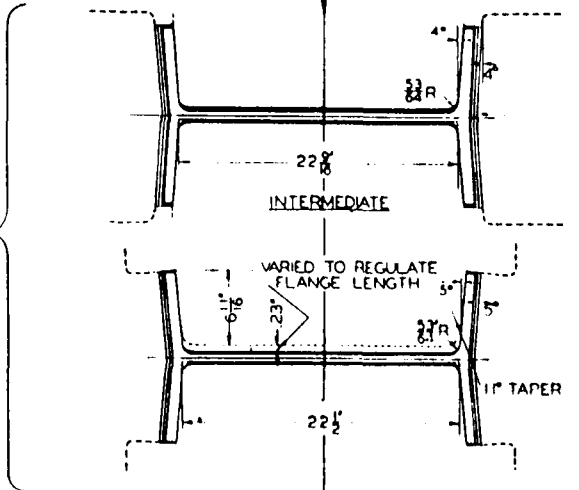


54" 2 HIGH REV. BLOOMING MILL

ROUGHING GROUP



INTERMEDIATE GROUP



A 4-stand universal mill has been replaced with a new 3-stand close-coupled universal beam mill together with a computerized process model that provides automatic rolling with minimal operator intervention.

Process control model improves quality at British Steel Lackenby universal beam mill

David Jennings, Manager—Technical Services Mills, Teesside Works, British Steel plc, Teesside, U.K.; Karl O. Backhaus, Roll Pass Designer; Roland N. Krengel, Senior Engineer; Wilfried Runde, Senior Engineer; and Dieter R. Schulze, Manager, Process Technology Group, Research and Development Dept., MDS Mannesmann Demag Sack GmbH, Dusseldorf, Germany

IN Aug. 1992, a new 3-stand close-coupled universal beam mill was commissioned at the Teesside works of British Steel. This mill replaced a 4-stand universal beam mill originally commissioned in 1959. The primary objectives of the new mill were:

- Improve dimensional and profile control to achieve thickness tolerances better than one-quarter J.I.S.
- Introduce single-pass finishing to improve surface condition on rolled bars.
- Extend product range to include 40-in. deep beams, jumbo columns, tailor made and asymmetric beams.
- Increase flexibility of programming with typical section build-up time of 3 hr and roll change time of 35 min bar to bar.

Further objectives were: provide ability to roll at lower temperatures and, thus, improve section properties; reduce operating costs through new technology in design and process control; and minimize disruption during installation and commissioning.

This new mill incorporates a number of technical features which are a world first application in beam mill rolling.

A fundamental element of the development was the aim to roll totally automatically by means of a total process control system which would generate rolling setup schedules for the full product range.

The aim of this article is to review the significant technical features of the mill and process control technology which are considered vital to achieving world best operating practice.

New mill structure

The 3-stand mill configuration and general shape sequence are illustrated in Fig. 1 and 2.

The mill consists of a universal roughing stand, edging stand and universal finishing stand close-coupled at 5-metre centers to facilitate a bar runout length in excess of 170 metres. The mill is controlled from a control pulpit with a single operator who has a supervisory role only in the mill operation.

In the universal passes, the web and flange thickness are thinned simultaneously, whereas, in the edging stand, the flange length is controlled. The universal mill stands are fixed heavy-duty stands of rigid closed-head design to allow reduced temperature rolling. All three mills are equipped with hydraulic capsules to achieve close dimensional tolerances through online hydraulic gage control. The horizontal rolls can also be axially adjusted under load. Profile control is maintained through full-width guides which move with every pass to maintain minimum

clearance and by automatic adjustment of the mill stand height during the pass schedule to maintain a constant passline.

The mill is powered by three pairs of twin a-c main drive motors permitting a maximum rolling speed of 10 metres/s. This twin-drive arrangement guarantees optimum load distribution and provides the opportunity to compensate for turn up at the ends of the rolled bar. The mill is also extremely powerful. For example, the roughing stand has separating force capability of 2000 tonnes through the main rolls and 1000 tonnes through the vertical rolls. It is powered by two 6000-kw (8000-hp) motors.

All mill hydraulics, including AGC capsules, operate on 95/5 water-based fluid to eliminate fire risk, reduce fluid cost and improve environmental conditions.

Process control technology

An important element of the development was the need to provide a process model capable of generating mill setup for a variety of product sizes including beams with a depth range of 200 to 1016 mm, jumbo columns and asymmetric profiles.

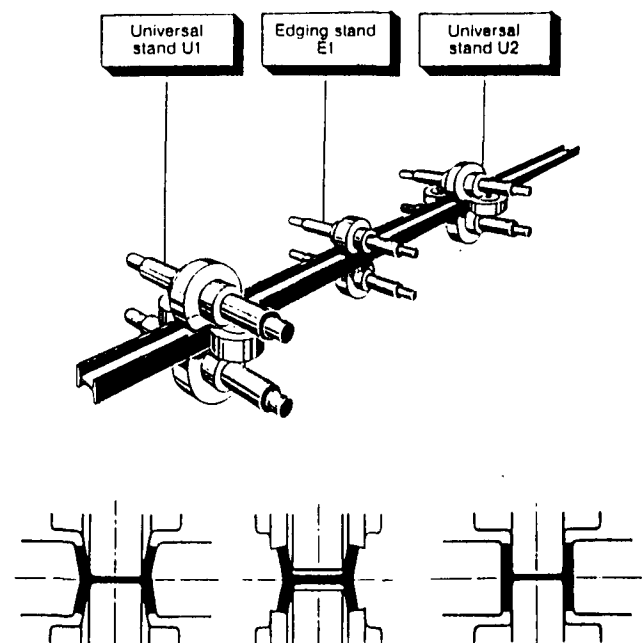


Fig. 1 — Configuration of Lackenby 3-stand universal beam mill.



Figure 8. Continuous stand group

parable type, built late in the 60s, are for example those of Ensidesa (Spain) and Shelton (Great Britain).

Another design was the so-called *cassette concept*, in which both the set of two-high rolls and the set of universal rolls is contained in a frame called a cassette so that the mill housing can be left in place and only the cassettes have to be changed.

However, the cassette principle did not prevail because it had two decisive disadvantages. On the one hand, the roll tackle and guides must be changed in the mill line, an operation which reduces the productivity of the mill, or the roll tackle and guides must be assembled together with the cassette and pushed in through the housing window. In the latter case, the guides can only be short and the quality of the product is significantly affected.

On the other hand, the distance between the chock centres of two-high rolls is much greater than that of beam rolls.

Late in the 60s, demands for significantly higher mill outputs even for small and medium-size beams influenced the design and construction of section rolling mills. Therefore, two mill types complementary to each other were developed, namely a multi-stand reversing group, called the tandem group, for high production output, figure 7, and the continuous finishing group for highest production, figure 8.

The *tandem rolling method* was developed for the production of parallel flange beams. Its main characteristic feature is that the beam is rolled in three stands at the same time.

Two of the stands are universal stands, and one flange edging stand is arranged between the two, figure 9.

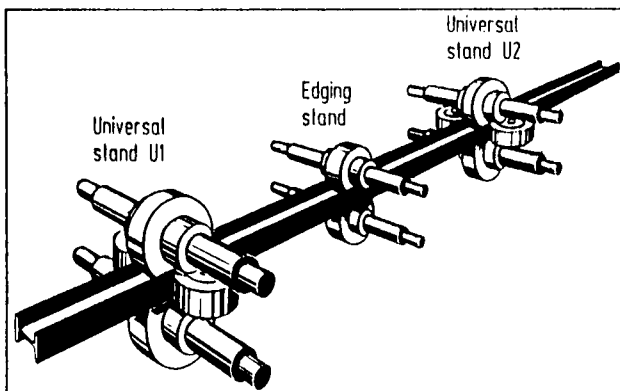


Figure 9. Basic principle of tandem reversing stand group

This grouping combines the high efficiency of continuous rolling, which means a given number of passes in direct succession, with the flexibility of reversing mill operation, which allows adaptation of the number of reversals in the same rolling unit to the number of necessary shaping passes. Tandem rolling excels by:

- low investment costs, compared with the continuous mill,
- low maintenance expenditure,
- possibility of extension to obtain a semi-continuous mill,
- reduced floor space requirement compared with the conventional reversing mill.

Low-tension control was invented before tandem rolling and rolling in mills in continuous arrangement became possible. Low-tension control means such main drive speeds that the piece is rolled with light interstand tension. The simplified basic idea is the following:

By means of the power absorption, the torque of the main drive is measured and recorded from the moment the piece enters the first stand, figure 10.

If the first main drive absorbs less power when the beam enters the next stand, the reason for the reduced absorption is the fact that the second drive takes part of the load of the first drive. If the power absorption increases, the second drive adds to the load of the drive.

This has the following significance. If the first drive load is reduced, the tension in the beam is too high because the second drive runs too fast or the beam is pushed too much

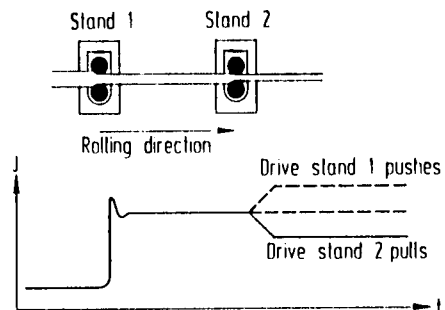


Figure 10. Basic principle of low tension control

by the first drive because the second drive speed is too low. Accordingly, the speed of the second drive must be so modified that the power absorption of the first drive is brought back to the level of the moment when the beam had not yet entered the second stand. However, for perfect rolling by this method, it is necessary to measure the roll force in each stand because a change in power absorption caused by roll force changes must be prevented in any case from correcting the speed since this would be a wrong speed correction which might endanger the correctness of the rolling process.

The only disadvantage of low-tension control is possible restriction of the size range between the greatest and the smallest beam due to the dimensioning of the main drive.

On the one hand, large beams demand a high torque to allow heavy pass reductions and so dictate the size of the motor but on the other hand the control of this motor must be so accurate that no pulling or pushing force as might distort the smallest size beams between the stands can occur. The control range is about 1 % of the rated torque of the main drive.

It is true, the explanation of the control procedure sounds complicated but is no longer a problem to electrical engineers.

Development of the process for rolling rails on a universal mill is described, along with equipment and pass sequences used by the process originator and five licensees. Advantages over rolling rails on conventional 2-h mills include lower roll costs, better rail quality, higher mill productivity, and lower investment and operating costs.

Universal rolling of rails—State of the art

Jean Desvallees, President, Sacilor-Techniconsell, **Andre Faessel**, General Manager—Research Center, **Gilbert Gouth**, General Manager—Rail Mill, and **Gabriel Mennel**, Chief Roll Designer—Rail Mill, St. Jacques Works, Unimetal—Sacilor Group, Hayange, France

RAILS are one hot rolled product which requires no additional shaping after rolling. Thus, the rolling process is a basic factor in producing high-quality rails with the straightness and close size tolerances required by the railway networks.

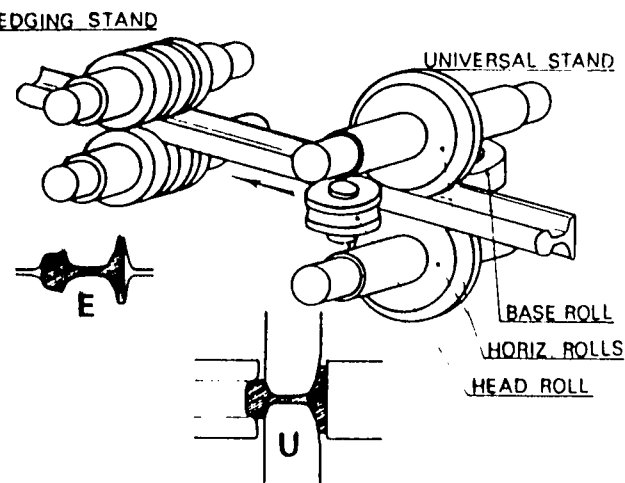
Rails have been rolled in the Unimetal (formerly Sacilor) works in Hayange, France, since the end of the last century. Until 1964, all rails were rolled on conventional 2-h mills; universal mills, with a pair of vertical rolls and a pair of horizontal rolls, used only for wide-flange or parallel-flange beams. Between 1964 and 1968, however, a process for rolling rails on a universal mill was developed at Hayange. After the first rolled lots (6000 tonnes) were tested by several European railway networks and found satisfactory, the Hayange universal mill was adapted for the new process. The mill had to be altered because the rail, being a nonsymmetrical shape, did not behave like an H-beam in the rolls. Also, the edging passes had to be modified to control the width of the rail head and base.

Subsequently, more than 2.5 million tonnes of rails have been rolled at Hayange by the universal process, which has been patented and licensed to five other companies. The principles and advantages of universal rolling of rails are described in this article, together with the mill layout and equipment at Hayange and at the plants of five licensees.

Principles of universal rolling of rails

In the new process, universal and edging rolls (Fig. 1) are used to provide better forging action in the full section of the

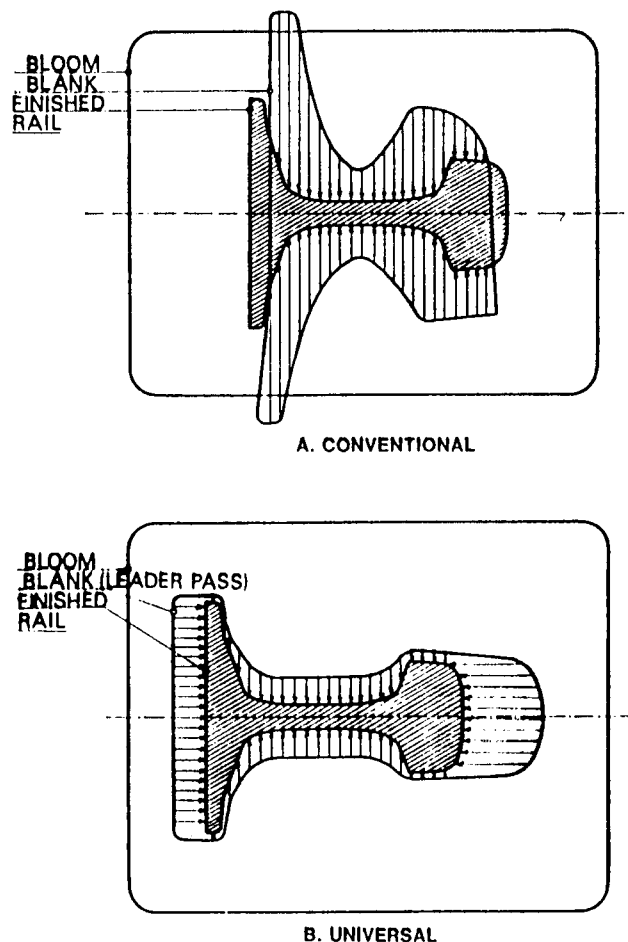
Fig. 1 — Universal rail rolling process.



rail than was obtained when rolling rails by older, conventional processes. Typical unidirectional lines of pressure in conventional rolling (Fig. 2A) are not directly applied to the base or the head. In contrast, the lines of pressure in universal rolling (Fig. 2B) provide a direct and major reduction of the head and base, together with a well balanced slimming of the full section.

Universal rolling consists of shaping the metal alternately in a universal stand and an associated edging stand. In the universal stand (Fig. 3), large section reductions are applied in the four converging perpendicular directions, while con-

Fig. 2 — Typical lines of pressure during rolling.



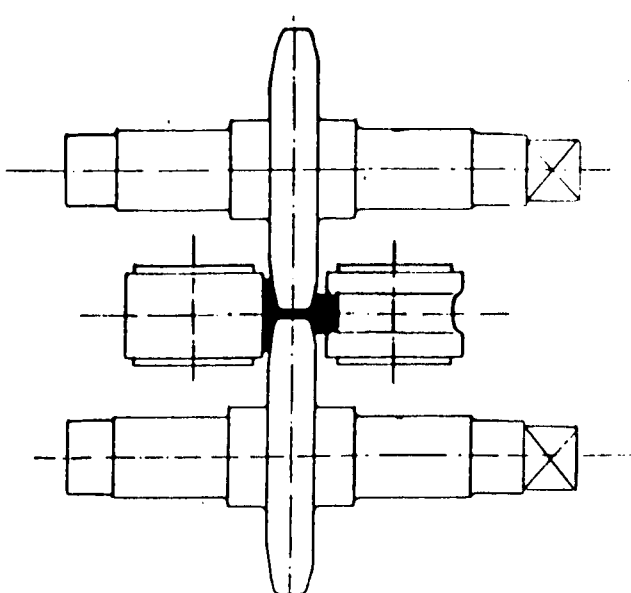


Fig. 3 — Universal stand.

controlling the thicknesses of the web, base and head. The elongation is considerable and varies from 1.25 to 1.40/pass. The edging stand (Fig. 4) is used essentially to control the edges of the two base halves (total width) and the shape of the head flanks and flashing chamber.

The final rail shape is obtained on a semiuniversal stand (Fig. 5), which has one vertical roll on the base side and two horizontal rolls exerting a light direct pressure on the web and head flanks. In certain cases, a second vertical roll can be used to finish the head.

Process development

A regular universal mill for beams, built in 1962, was used for the first trials at Hayange. In these trials, the rail blank, or leader pass, was prepared on two 2-h reversing breakdown stands, then rolled in five passes on a 44-in. universal/34-in. edger reversing tandem group with roll positioning at each pass. The rail was finished on a 42-in. universal finisher with two finishing grooves on the rolls, which were turned end to end. The axial thrust on the rolls was taken up by a straight vertical roll which contacted the flank of the horizontal rolls (metal touch).

Fig. 4 — Edging stand.

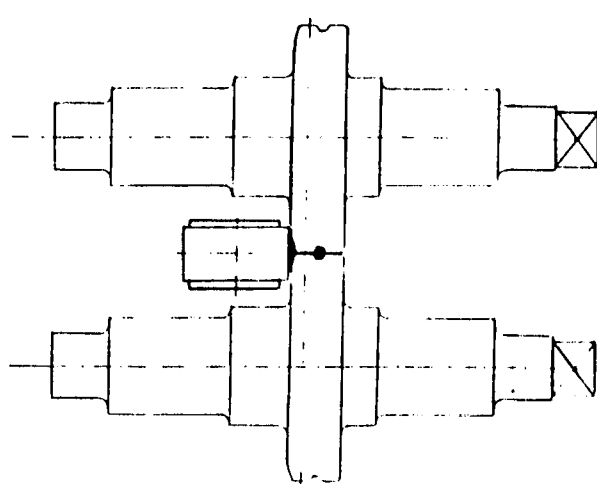
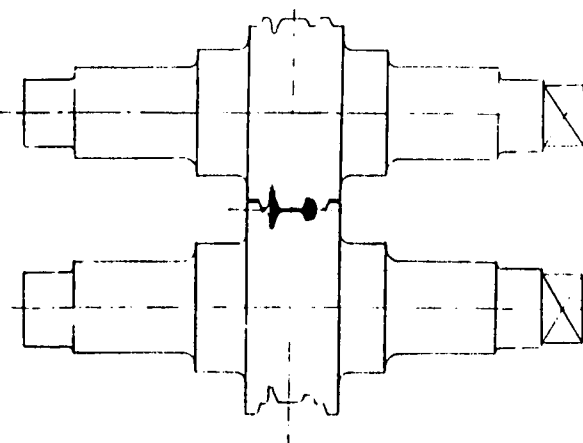


Fig. 5 — Semiuniversal finishing stand.

These first trials allowed determination of the pass sequence needed to obtain the proper shape, especially the exact rolling tread on the head; determination of mill stand requirements for nonsymmetrical shapes (axial thrusts); determination of the number of edging grooves for universal reduction work; design of the proper guides and strippers; and establishment of process economic feasibility. On the basis of these trials, the existing mill stands were revamped and a double universal stand with two specific rail edging stands (Fig. 6) was added. Also, an ideal pass sequence, with one specific edging pass after each universal pass, was adopted. The present layout of the Hayange mill comprises:

- A 30,000-tonne bloom yard.
- Two walking beam furnaces, 80 tonne/hr each.
- A 2-stand, 950 x 2250-mm roughing mill (stand No. 1 motor, 6200 kw, 0-50-125 rpm; stand No. 2 motor, 3700 kw, 0-60-150 rpm).
- A double universal stand (for rails only) with 1230-mm dia roll collar, 2200 mm between two collars; two pairs of 800-mm dia vertical rolls; two 550-mm dia, 400-mm barrel length edging stands; and one 3700-kw, 0-60-150-rpm motor.
- A 44-in. universal stand with 1170-mm dia horizontal rolls; 900-mm dia vertical rolls; and a 6200-kw, 0-70-160-rpm motor.
- A 34-in. edging stand with 920 x 838-mm rolls and a 1500-kw, 0-150-300-rpm motor.
- A 42-in. universal finishing stand with 1100-mm dia horizontal rolls, 800-mm dia (base roll) vertical roll and 1620-kw, 0-50-125-rpm motor. Other components of the mill following the finishing stand include a marking machine; two hot saws; saw gage; transfer bed; cooling beds; two straighteners; and finishing equipment including gag presses, cold saws, drills and ultrasonic testing units.

The rail pass sequence (Fig. 7) includes 10 passes in the 2-stand roughing mill (stand No. 1, four grooves, six passes; stand No. 2, four grooves, four passes), followed by three universal passes with heavy reductions, three edging passes and one semiuniversal pass. The total elongation in the universal mills, expressed in terms of the ratio of leader pass area to finished rail area, is 2.5.

The mill rolls beams (150 x 150 mm to 530 x 200 mm) and rails alternately. The bloom size for all rails is 325 x 225 mm. The length of the rolled bar is 75 metres (two finished rails of 36 metres). The rail mix consists of 30 different sizes ranging from 36 to 75 kg/metre (80 to 165 lb/yd) including two switch rails and three grooved rails.

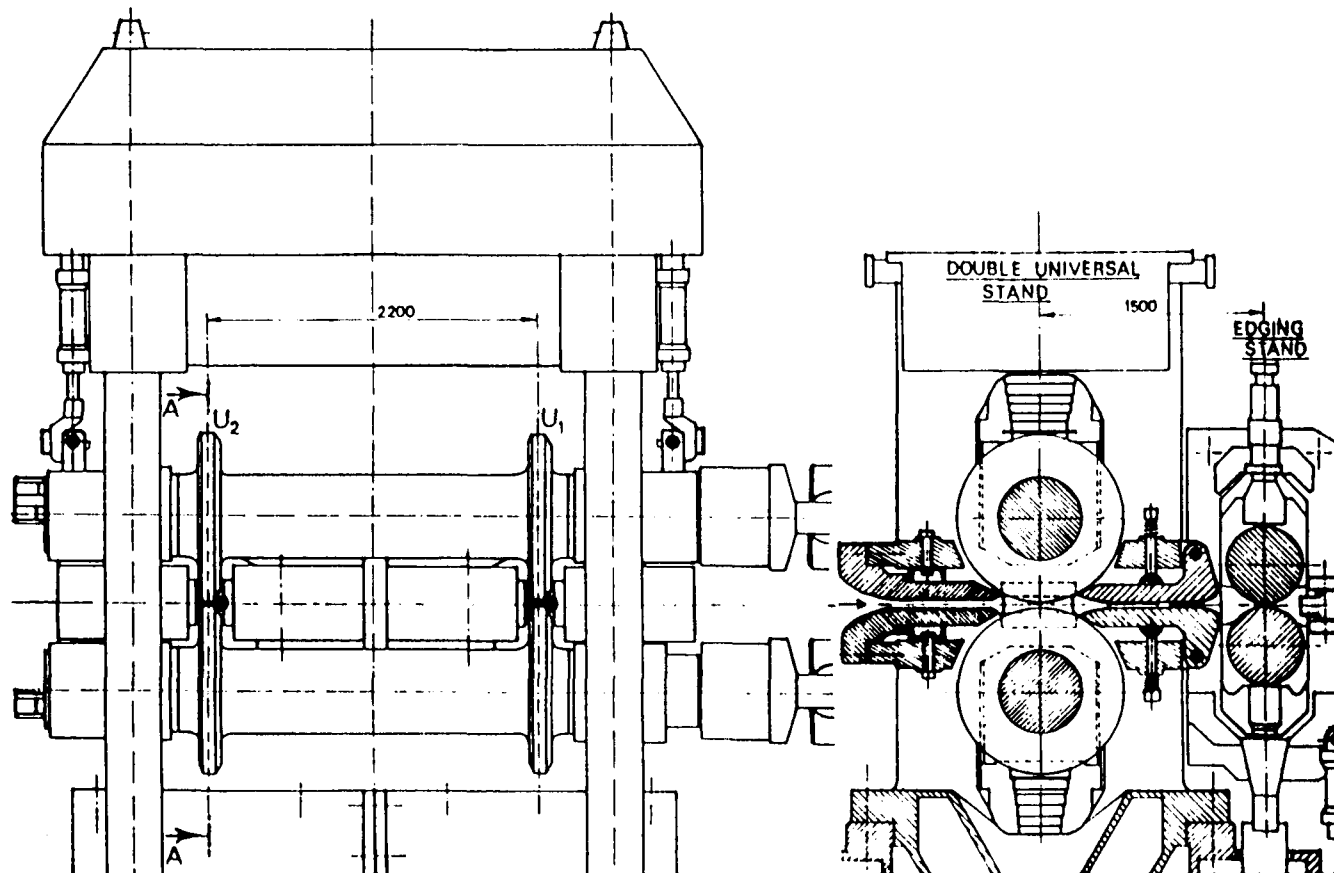


Fig. 8 — Double universal stand with two rail edging stands at Hayange.

Benefits

The advantages of universal rolling of H-beams also apply to the universal rolling of rails. These include: .

- Lower roll consumption (1 kg/rolled tonne); slower, more even roll wear allowing longer rolling runs without roll change; possible use of replaceable shrink rings on horizontal rolls, improving quality; reduction in roll inventory by reclaiming worn rolls with wide fishing chambers which can be turned down for narrow chambers; use of edging rolls with nested grooves; and easier, shorter roll dressings.
- Simpler design and easier setting of guides.
- Simplified roll pass design because of the potential for using same pass for different steel grades by adjusting roll settings.
- Greater productivity due to dimensional stability of the profile, with possibility of compensating roll wear by roll setting, and the capability for adjusting dimensions (rail height, width of base, web thickness, head thickness) by independent roll settings.
- Improved rail quality due to better surface quality obtained with full section forging by direct pressure, especially in the finishing phase.
- Lower rolling power requirements due to lower friction losses between rolls and metal than with conventional grooves and the potential for groove lubrication.
- Lower investment and operating costs. A combination mill, able to roll rails as well as H-beams, costs less to build and operate than two separate mills, and helps in meeting market fluctuations.

Recent developments

Significant developments have occurred recently in the use of a big blank, overlapped and nested edging grooves, and new rolling schedules.

Big blank — Rolling tests on an industrial scale have shown the feasibility of using a big blank or T-blank (Fig. 8) obtained from a bloom, in one or two semiopened grooves. This blank is then broken down on a roughing universal reversing stand in three or five passes. The leader pass is made symmetric in one open groove. Subsequently, rolling proceeds as described previously.

Use of a big blank further reduces roll costs (by reducing the amount of rolling in closed grooves) and increases the elongation of the profile by direct universal pressure on all four sides. The number of different big blanks is kept small for different rail sizes because, at this stage in the rolling process, the proportional reductions between the base and the head can still be varied. This development considerably reduces the required number of roughing rolls and thus lowers roll investment.

Overlapped and nested edging grooves — During the reversing 3-pass cycle on a universal edging tandem group, the two specific edging grooves which are required can overlap one another on the same rolls (Fig. 9). The lift of each edging groove follows the web thickness of the associated universal pass. Guiding the bar between the two stands is accomplished either by a switch or by shifting the edging rolls within their chocks, or by shifting the chocks. It is also possible to nest the overlapping rail grooves inside a wider edging groove for beams, resulting in an additional saving in rolls and better roll barrel utilization.

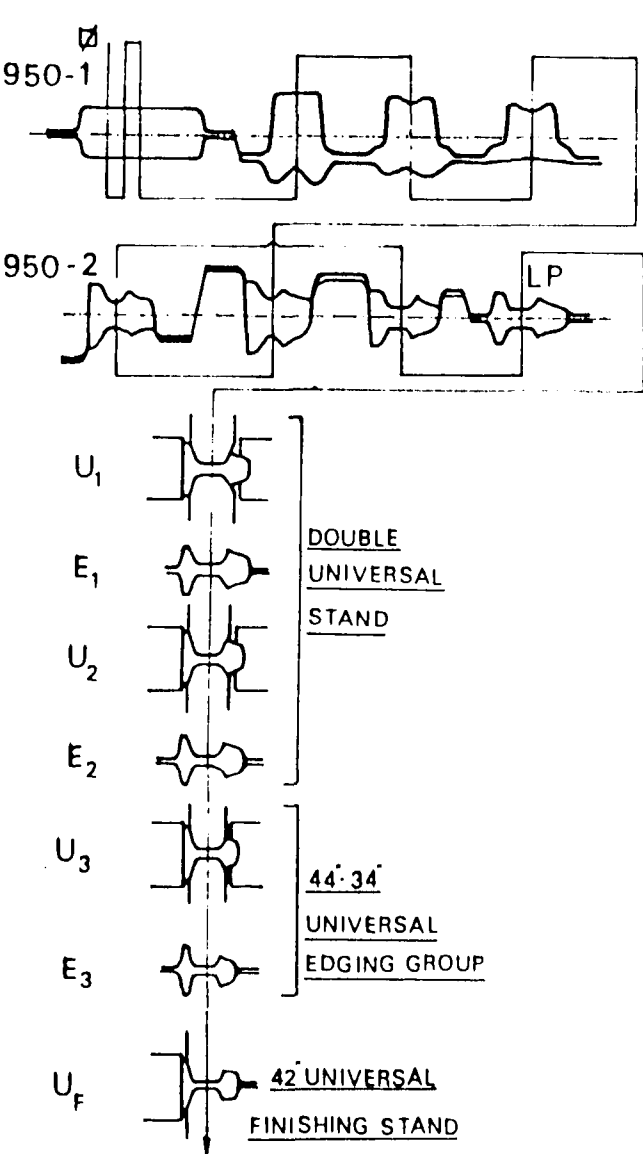


Fig. 7 — Universal rail pass sequence at Hayange.

Rolling schedules — Laboratory and plant trials have been conducted to test or simulate various rolling schedules including those for the universal edging reversing group (three passes with two specific edging grooves, or three passes with one adjustable edging groove) and the full sequence from the big blank to the finished rail. These tests have demonstrated that unlike conventional rail rolling, in which the pass sequence is rigid, universal rolling lends itself to a large variety of pass combinations which can differ by the number of universal passes, the use of reversing or non-reversing stands, the use of a continuous tandem mill, etc. This flexibility is apparent in the various worldwide applications of the process by licensees.

Applications by licensees

The universal rail rolling process developed at Hayange has been licensed to five other companies. Equipment and pass sequences used by these companies are described in the following sections.

Ippon Steel, Yawata works rail mill (1971) — Equipment includes:

- Two walking beam furnaces, 110 tonnes/hr each.
- One breakdown stand, 1100 x 2450 mm.

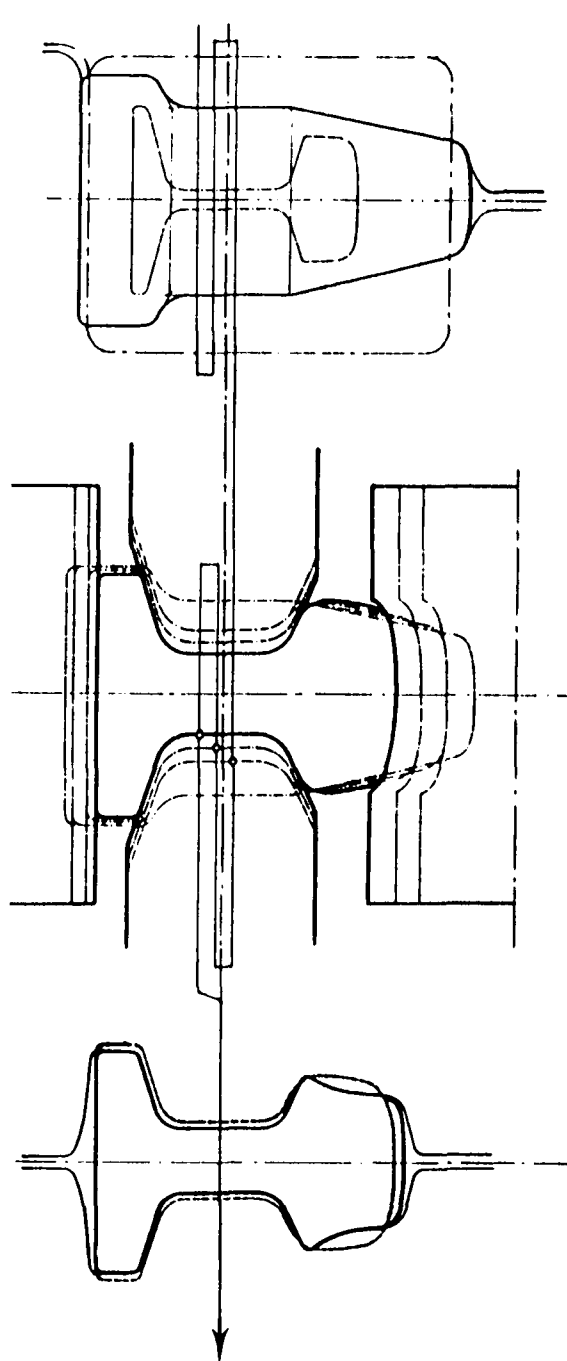
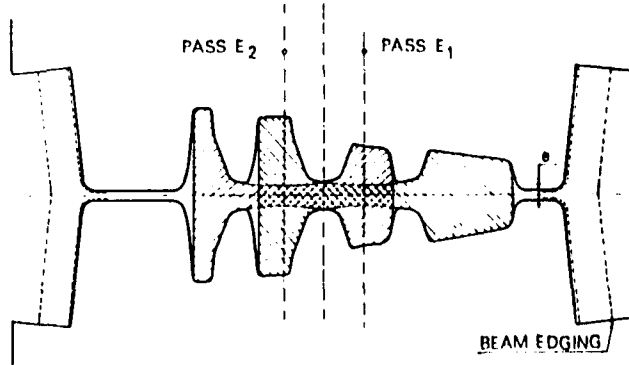


Fig. 8 — Big blank roughing (breakdown, top; universal rougher, middle; leader pass, bottom).

Fig. 9 — Overlapping edging grooves nested in a beam groove.



- One intermediate stand, 850 x 2200 mm.
- One universal reversing stand (U1); horizontal rolls, 1290 mm dia; vertical rolls for rails, 460 and 350 mm.
- One reversing edging stand (E1), side shifting type, two grooves; rolls, 810 x 890 mm.
- One universal stand (U2), identical to U1.
- One edging stand (E2); rolls, 940 mm dia.
- One universal finishing stand (UF); horizontal rolls, 1290 mm dia; vertical roll, 350 mm dia (base roll).

The pass sequence comprises 10 passes in the 2-stand breakdown mill: first stand, five grooves (one box groove), seven passes; second stand, three grooves, three passes; three reversing passes on the U1-E1 group, with side shifting of edging stand E1; one pass on the U2-E2 group; and one semiuniversal finishing pass on the UF stand.

Total elongation in the universal mills is 2.45.

JSCOR, Pretoria, South Africa — This application consisted of trial rolling 6000 tonnes of rails on the heavy beam mill, following a feasibility study in 1977-1978. Blooms are used direct from the blooming mill; a reheating furnace is planned. Mill equipment includes:

- One breakdown stand (BD 1), 1290 x 2500 mm.
- One breakdown stand (BD 2), 950 x 2000 mm.
- One universal reversing stand (U); horizontal rolls, 1270 mm dia; vertical rolls, 915 mm dia.
- One reversing edging stand (E), side shifting type, two grooves; rolls, 1000 x 750 mm.
- One universal finishing stand, identical to U.

Starting from a 360 x 170-mm bloom, the pass sequence comprises eight passes on the 2-stand breakdown mill: stand BD 1, five grooves (one box groove), five passes; stand BD 2, three grooves, three passes; three reversing passes on the U-E group, with side shifting of edging stand E between second and third pass; and one semiuniversal finishing pass.

Total elongation in universal mill is 2.45.

Wheeling-Pittsburgh Steel, Monessen, Pa. (1981) — Continuously cast blooms (310 x 330 mm) are used in this mill. Equipment includes:

- One walking beam furnace, 135 tonnes/hr.
- One breakdown stand (BD 1), 980 x 2200 mm.
- One intermediate stand (BD 2), 800 x 1800 mm.
- One universal reversing stand (U); horizontal rolls, 1168 mm dia; vertical rolls for rails, 450 and 360 mm dia.

- One reversing edging stand (E), side shifting type, two grooves; rolls, 898 x 900 mm.
- One universal finishing stand, identical to U.

The pass sequence comprises 12 passes on the 2-stand breakdown mill: stand BD 1, five grooves (one box groove), nine passes; stand BD 2, three grooves, three passes; three reversing passes on the U-E group, with side shifting of edging stand E; and one semiuniversal finishing pass.

Total elongation in universal mill is 2.0.

Broken Hill Proprietary, Whyalla, Australia (1982) — Only the first stage of this mill has been completed. In a second stage, an additional universal edging group of stands will be built to fully utilize the benefits of universal rolling. Present equipment includes:

- One walking beam furnace, 220 tonnes/hr.
- One breakdown stand (BD 1), 1066 x 2133 mm.
- One intermediate stand (BD 2), 762 x 1829 mm.
- One universal reversing stand (U), not reversed for rails; horizontal rolls, 1283 mm dia; vertical rolls for rails, 460 and 350 mm dia.
- One reversing edging stand (E), not reversed for rails; rolls, 762 x 1824 mm.
- One universal finishing stand; horizontal rolls, 1156 mm dia; vertical rolls, 460 mm dia (base roll).

The pass sequence comprises 10 passes on the 2-stand breakdown mill (stand BD 1, five shaped grooves, seven passes; stand BD 2, three grooves, three passes); one pass only on the U-E group; and one semiuniversal finishing pass.

Total elongation in universal mills is 1.40.

Acominas, Ouro Branco, Brazil — Start-up of this mill was originally planned for 1980 but is now scheduled for 1989. Annual capacity is 900,000 tonnes, of which 450,000 tonnes will be rails in the ultimate phase. Equipment includes:

- One walking beam furnace, 160 tonnes/hr; another will be added.
- One breakdown stand (BD 1), 1070 x 2500 mm.
- One intermediate stand (BD 2), 1070 x 2500 mm.
- One universal reversing stand (U1); horizontal rolls, 1270 mm dia; vertical rolls for rails, 740 mm dia.
- One reversing edging stand (E1); rolls, 1000 x 1000 mm.
- One universal reversing stand (U2), identical to U1.
- One reversing edging stand (E2); rolls, 600 x 700 mm.

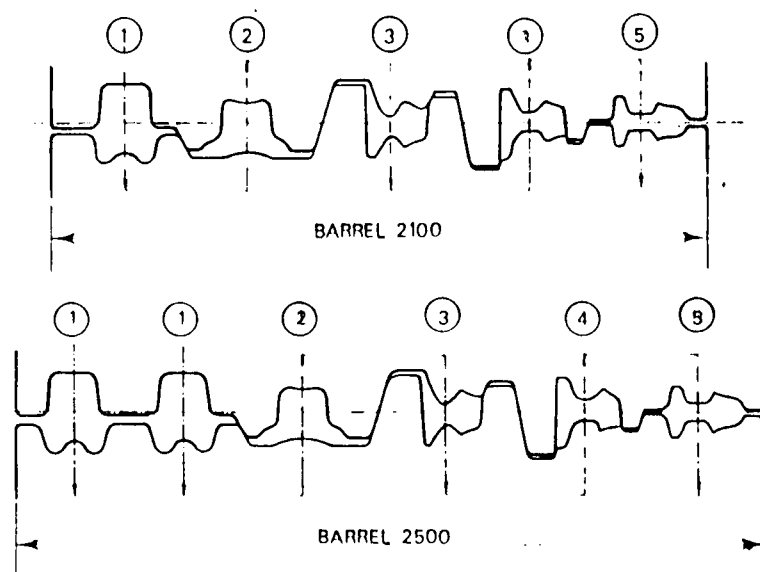
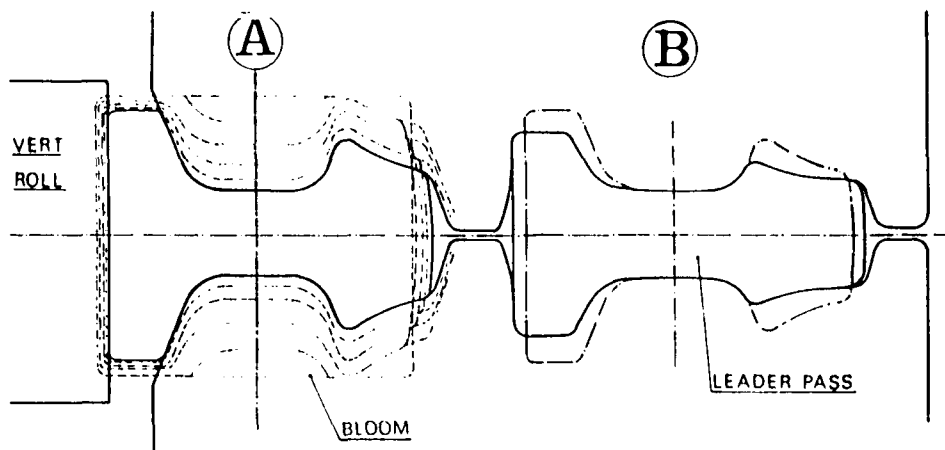


Fig. 10 — Quick roughing of leader pass.

Fig. 11 — Semuniversal breakdown.



- One nonreversing edging stand (E3); rolls, 1000 x 1000 mm.
- One universal finishing stand (UF), identical to U1.

Starting with one bloom size (350 x 265 mm), the pass sequence comprises 10 passes on the 2-stand breakdown mill: stand BD 1, five grooves (one box groove), seven passes; stand BD 2, three grooves, three passes; three reversing passes on U1-E1 (1 only on E1); one edging pass on E2; one universal pass on U2; one edging pass on E3; and one semuniversal pass on UF.

Total elongation in universal mills is 3.0.

New projects and concepts

Several rail mill projects are under study in various countries. One such project is planned for production of 2.5 million tonnes/year and involves a continuous tandem mill of nine stands, including five universal stands, three edging stands and one universal finishing stand. Total elongation in the universal tandem mill would approach 4.0.

In the development of new concepts, roll pass design for rails is separated into two phases: preparation of the leader pass, or blank, on the roughing mill; and universal rolling of the blank to the finished rail. Sacilor has studied two ways of rolling the leader pass from a bloom: by quick roughing in a 2-h stand with a limited number of shaping grooves, and by generalized universal rolling, which includes universal roughing of the big blank or T-blank (previously described), semuniversal roughing in a universal stand and full universal roughing.

Quick roughing in grooves — At present, preparation of the leader pass is accomplished in two roughing stands by seven sizing grooves: three for the hat size and four for the leader pass. This preparation is completed by a flat or box pass to obtain the necessary rectangular blank from the initial bloom.

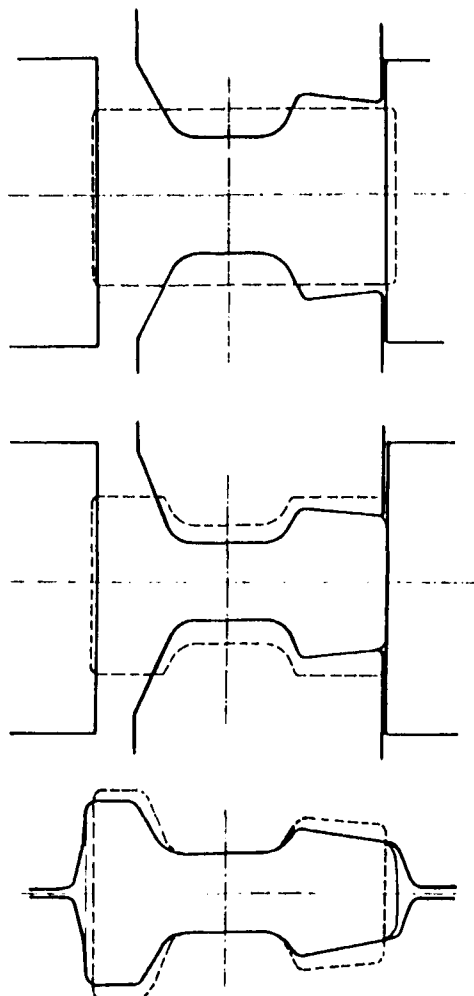
One of the main objectives of rapid roughing is to use only one 2-h stand, with a minimum of five specific grooves: two for the hat size and three for the leader pass. The initial rectangular shape can be rolled in a specific groove if necessary. The groove arrangement in the rolls leads to a table length of approximately 2100 mm for a 115 RE rail (Fig. 10, top). With an additional box pass, this length may be extended to 2500 mm (Fig. 10, bottom).

Semuniversal roughing — This concept involves rolling a rectangular bloom in a universal stand without any conventional preparation. The roughing groove is of a semuniversal type, open at the head side. A vertical roll allows guiding and forging of the base of the rail (groove A, Fig. 11). Several passes are needed in the same groove. After forging of the web, the sections of the head and base are reduced and balanced to obtain a straight bar. After semuniversal roll-

ing, the profile is made symmetrical while the bar is elongated in an open groove which is identical to the desired leader pass (groove B). Both grooves A and B can be combined on the same roll.

Generalized universal roughing — This concept involves obtaining the leader pass from a bloom by optimal use of the universal and edging stands of the mill. Generalized universal roughing (Fig. 12) includes forging of the web by the horizontal rolls while the head is reduced during the first

Fig. 12 — Integral universal roughing (phase 1, web/head tread/base, top; phase 2, head flanks/base, middle; phase 3, leader pass, bottom).



passes, and simultaneous reduction of each part of the rail by the horizontal and vertical rolls during the following passes. The heavy forging of the web leads to a low number of passes. Good symmetry of the profile is achieved by rolling in an open groove of a 2-h stand, usually associated with the universal stand.

Automation — The hot metal flow obtained by universal rolling enables accurate modeling of the process. The models may be used either for automatic roll pass design or for computer control of the mill.

Thus, the mill can be automatically controlled for the rolling of rail in the same way as for the rolling of beams.

Other profiles — The universal method of rolling, which involves four rolls in the same stand, each with its independent screwdown adjustment, has been proven for rails (including grooved rails), which possess only one axis of symmetry. The same method can be applied to more complex

shapes, eg, sheet piles. Continuing research is under way at Sacilor and other steel companies on the universal rolling process as applied to these and other profiles.

Summary

Until 1964, all rails, as well as most structural products, were rolled on conventional 2-h mills. Between 1964 and 1968, a universal beam mill at Hayange was adapted to the rolling of rails by a number of modifications to accommodate the non-symmetry of the rails and to control the width of the rail head and base. The process has been used subsequently for the rolling of large tonnages of rails, including grooved rails, and has been licensed to five companies worldwide. Benefits of the process include lower roll consumption, simplified design of guides and roll passes, higher mill productivity, improved rail quality, lower mill power requirements, and lower investment and operating costs. ▲

Davy McKee Supplies Computer System for Great Lakes Facility

The new ladle metallurgy facility at Great Lakes Div., National Steel Corp. will provide a continuous supply of precisely refined heats to the existing No. 1 and future No. 2 casters. It will be capable of reheating, alloying, inert gas stirring (via both plug and lance), powder injection for sulfide shape control and wire feeding.

Davy McKee Corp., previously the turnkey supplier of several fully automated ladle metallurgy facilities, will supply the level II system. Based on a MicroVax II computer, the level II system will perform the following functions:

- Scheduling optimization — communicates (via ethernet) with up and downstream computers to receive the heat schedule and management data needed to synchronize BOF and electric arc furnace tapping to the operation of the two casters.
- Least cost alloy addition — receives the heat analysis results (via ethernet) and determines the required alloy materials on a least cost basis. Such items as grade specification, alloy compositions, yields and trim additions are considered.
- Heating calculation — determines heat input requirements based on temperature losses from processes applied to the steel (such as material additions, etc), time available for heating and casting temperature requirements.
- Slag forming and deoxidant calculation — determines fluxing and deoxidizing material requirements.
- Steel bath temperature calculation — calculates the present steel temperature of the heat based on real-time data acquired from level I for all heats at the ladle metallurgy facility.
- Data acquisition and reporting — provides heat reports and long-term data archiving.

These process models determine the operating setpoints for each individual heat. After operator review, these setpoints are downloaded (via ethernet) to the Rosemount RMV9000/Allen Bradley system that makes up level I. ▲

SKF and Ovako Merger Finalized

Scandinavia's two largest specialty steel producers, SKF Steel AB, Sweden, and Ovako Oy Ab, Finland, have merged worldwide operations to form a new company, Ovako Steel AB.

Registered in Sweden with headquarters in Stockholm, Ovako Steel AB is an independent company with equal Finnish and Swedish ownership. Shareholding is as follows: Wartsila, 25%; Fiskars, 20%; Union Bank of Finland, 5%; SKF, 50%.

The new company will produce 1.2 million tonnes of steel annually, employ 7000 persons and anticipates annual sales of \$800 million. It will continue to concentrate on specialty steels, with a strong emphasis on the production of wire rod, bar and seamless tubing. Forged and rolled rings, processed products and a substantial tonnage of commercial steel will also be produced.

Ovako Steel operates two steelworks in Sweden, two in Finland, eight other plants throughout the two countries, and 12 sales companies throughout Europe and North America. The company is also a pioneer in applying continuous casting to specialty steel production.

Combined production and research and development resources will allow for increased investments in product and process technologies. Long-term contracts with The SKF Group make Ovako Steel AB a leader in bearing steel. High-grade engineering steels, a specialization of Ovako Steel, are in increasing demand by the automotive and mechanical engineering industries. Extensive continuous casting capacities assure billet supplies for Ovako Steel's rolling mills. ▲

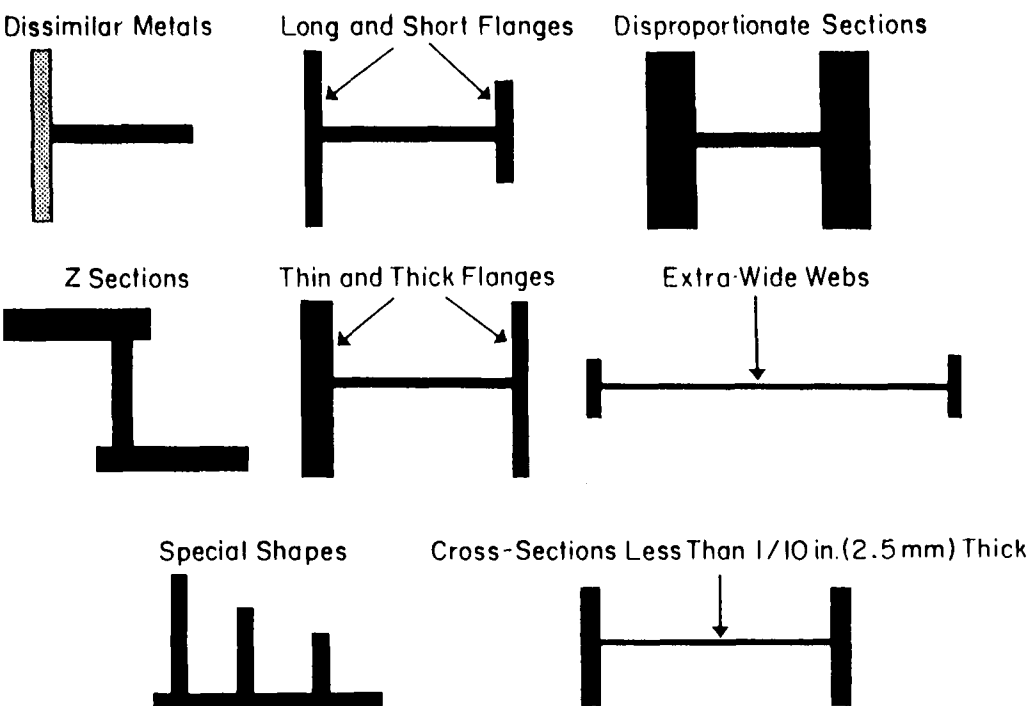
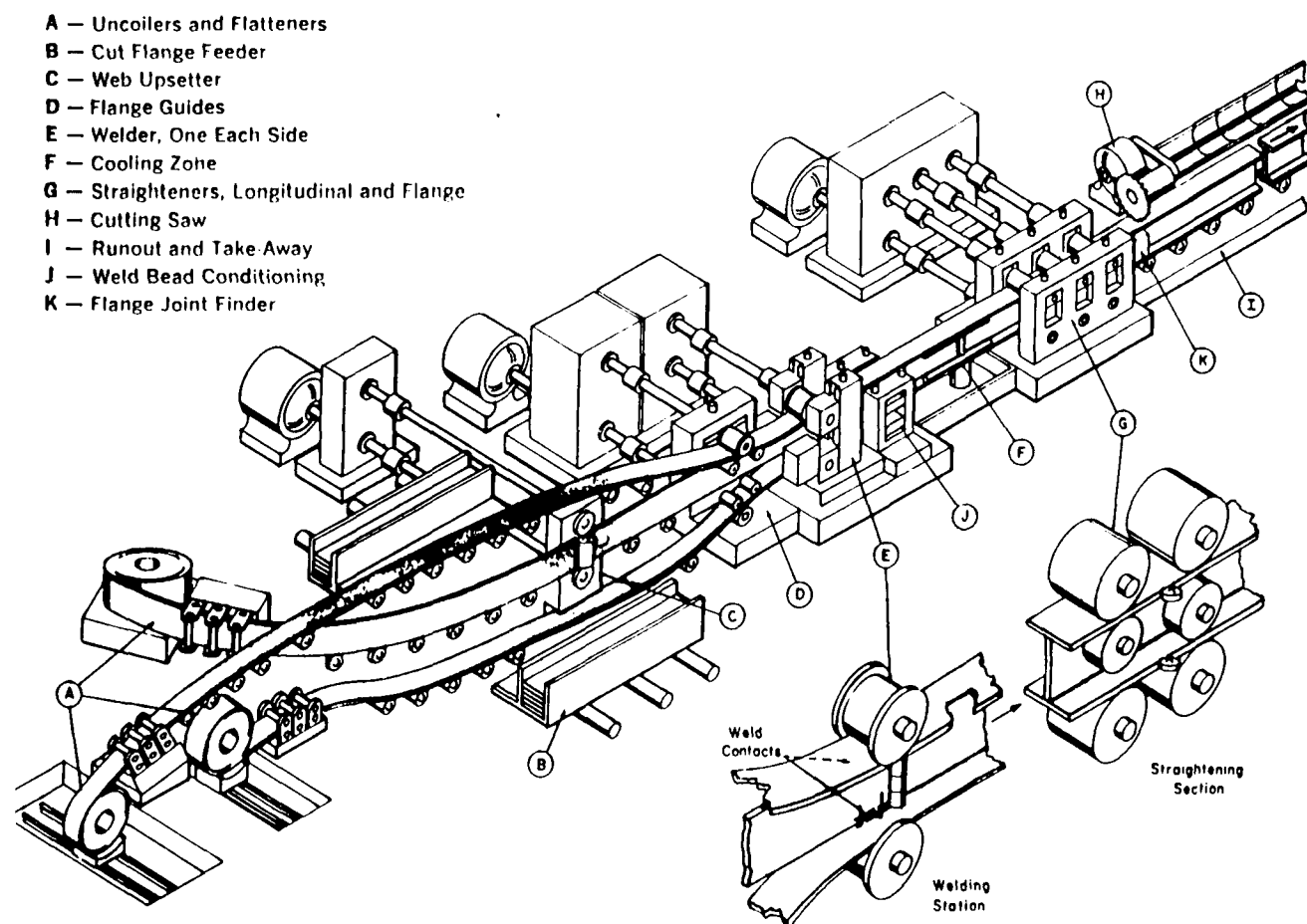


Figure 7 — Some typical configurations amenable to high-frequency welding.

Figure 8 — Layout of a high-frequency mill for welding structural sections up to 24 in.



1 DEFECTOS SUPERFICIALES

1.1 AMPOLLAS

Inglés:	Blisters.
Francés:	Cloques.
Alemán:	Blasen.
Portugués (Brasil):	Bolhas.

Definición/descripción

Son protuberancias o ampollas que aparecen en ocasiones en la superficie de los productos planos, en los tubos y en los planchones. Este defecto puede pasar desapercibido hasta que el material sufre el proceso de laminado en frío o recocido brillante.

En los planchones aparece formando una gran ampolla como consecuencia de la acumulación de gases en su centro que afectan al planchón y abomban su superficie.

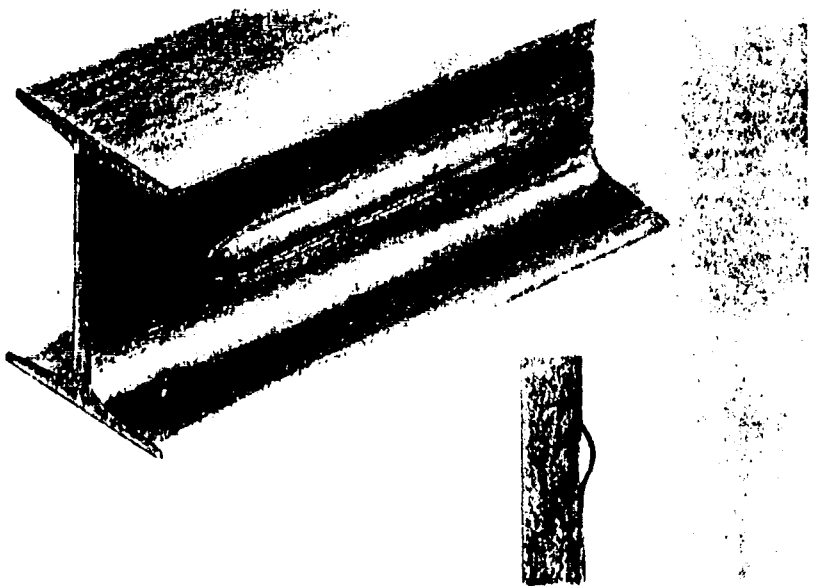


Figura 1. Ampolla en el alma de una viga y detalle de la ampolla

1.11 HOJA (SOJA)

Otros nombres: Deshojado, exfoliado, escamas (Argentina). Pajas, costras (Colombia). Cáscaras, escamas (México). Lenguas (Paraguay). Exfoliación (Perú). Escama abierta (Venezuela).

Inglés:	Shells.
Francés:	Pailles.
Alemán:	Schalen.
Portugués (Brasil):	Escama, polha.
Nombre de taller:	Sojas.

Definición/descripción

Son láminas de metal, relativamente delgadas en forma de escamas o lengüetas incompletamente adheridas a la superficie del producto; la parte no adherida presenta oxidación.



Figura 22. Hoja en planchón



Figura 23. Hoja en planchón

Este defecto es generalmente apreciable a simple vista, o con pruebas de recalado, decapado o partículas magnéticas.

Posibles causas

La formación de las hojas se deriva de defectos de los lingotes, tales como salpicaduras, doble piel, derrames, aletas, costras e incrustaciones no metálicas.

También la presencia de importantes sopladuras subcutáneas abiertas al exterior y oxidadas durante el calentamiento para la laminación o forja son causas de la aparición de hojas en los productos laminados o forjados.

Cilindros en mal estado que marcan el material produciendo hojas en las siguientes pasadas.

Acciones correctivas

Las acciones correctivas que deben tomarse para evitar este defecto, en su mayor parte deben ser realizadas en la acería.

Evitar en los lingotes defectos tales como «salpicaduras», «doble piel», «aleta», «dardo», «Incrustaciones», «poros».

Sanear en el lingote o en el semiproducto los defectos superficiales.

Evitar el empleo de cilindros muy usados o deteriorados y emplear cilindros con superficie de mordedura adecuada.

Posibles confusiones con otros defectos

No hay posible confusión con otros defectos.



Figura 24. Redondo con hojas



Figura 25. Hoja on carril

1.12 PLIEGUE

Otros nombres: Sobrelaminado, plegado (Argentina). Traslape (México).

Inglés:	Overlap, lap.
Francés:	Replure.
Alemán:	Überwalzung, überlappung.
Portugués (Brasil):	Dobra.

Definición/descripción

Son solapes oxidados de la superficie del producto en la dirección de la laminación, generalmente bastante largos y con penetración no radial. La grieta está rellena de óxido con bordes profundamente descarbonados.

En productos forjados puede ser intermitente, longitudinal o transversal. El defecto se produce durante la laminación o la forja. Cuando el producto lleva una gran reducción después de producido el defecto, o en posteriores laminaciones, suele presentar la apariencia de abundantes hojas (sojas).



Figura 26. Pliegue en borde de planchón

Posibles causas

El defecto se produce generalmente por desbordamiento lateral del material, en pasadas con demasiada reducción, que en la siguiente pasada pliega en uno de los lados (o en ambos) del cordón formado.

Aristas vivas en semiproductos, producidas por un mal trazado de canal, pueden dar lugar en su laminado posterior al plegado de las mismas sobre el material. En un lingote o desbaste saneado, se puede producir el plegado en su laminación o forja posterior cuando no se ha tenido la precaución de suavizar sus bordes. Lo mismo cabe indicar respecto a los defectos: magulladuras, dardo, aleta, etc.

Procesos de forja o laminación incorrectamente realizados.

Acciones correctivas

Véase acciones correctivas de los defectos «reventado», «cordón», etc.

Evitar la presencia de aristas vivas en los productos laminados por medio de un diseño adecuado de los cilindros.



Figura 27. Pliegue con escoria en perfil de acero A 510 D

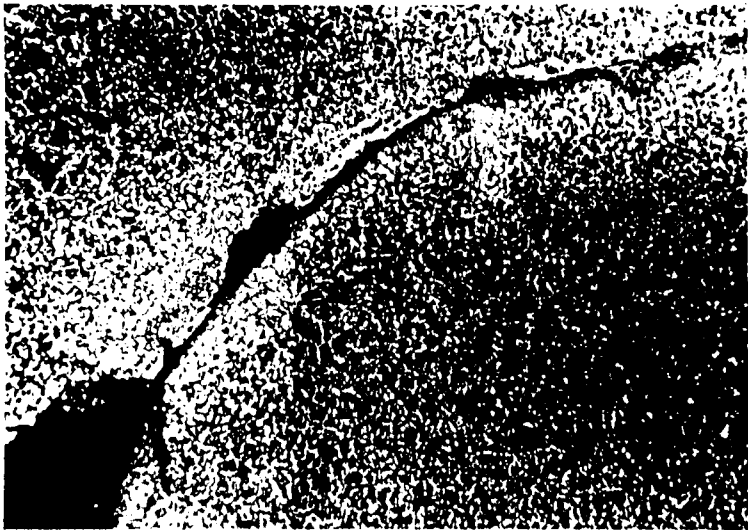


Figura 28. Pliegue con escoria en un chapón. Obsérvese los bordes del pliegue descarburados

Vigilar el saneado de lingotes y semiproductos suavizando los bordes producidos en el escarpado o esmerilado de las zonas saneadas.

Véase acciones correctivas de los defectos de lingote: magulladuras, dardo, aleta, etc.

Posibles confusiones con otros defectos

Puede confundirse, a primera vista, con cualquier grieta longitudinal, pero se distingue claramente por medio de la observación microscópica de la sección transversal, por su forma curvada y por el fibrado de acero que contornea el defecto.

En muchas ocasiones el defecto se presenta duplicado, lo que permite reconocerlo sin acudir al examen microscópico. Se distingue también mediante el ensayo de recalcado.

Los pliegues rotos por posteriores laminaciones tienen apariencia de «hojas» normalmente más pequeños que éstas, presentando una continuidad longitudinal que las «hojas» no suelen presentar.

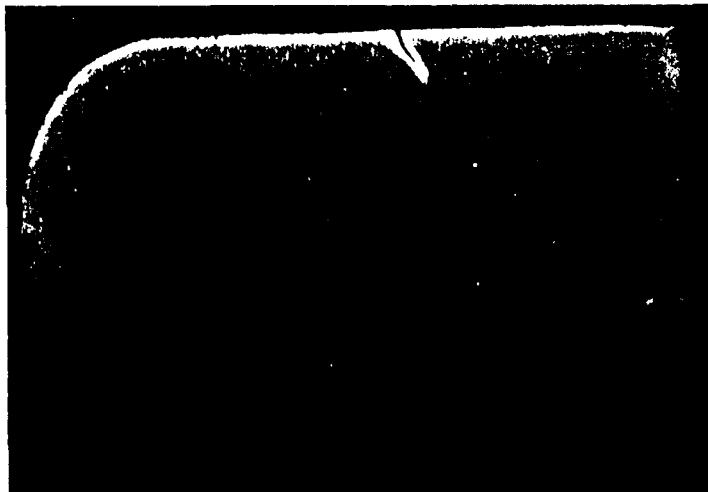


Figura 29. Pliegue en sección de palanquilla

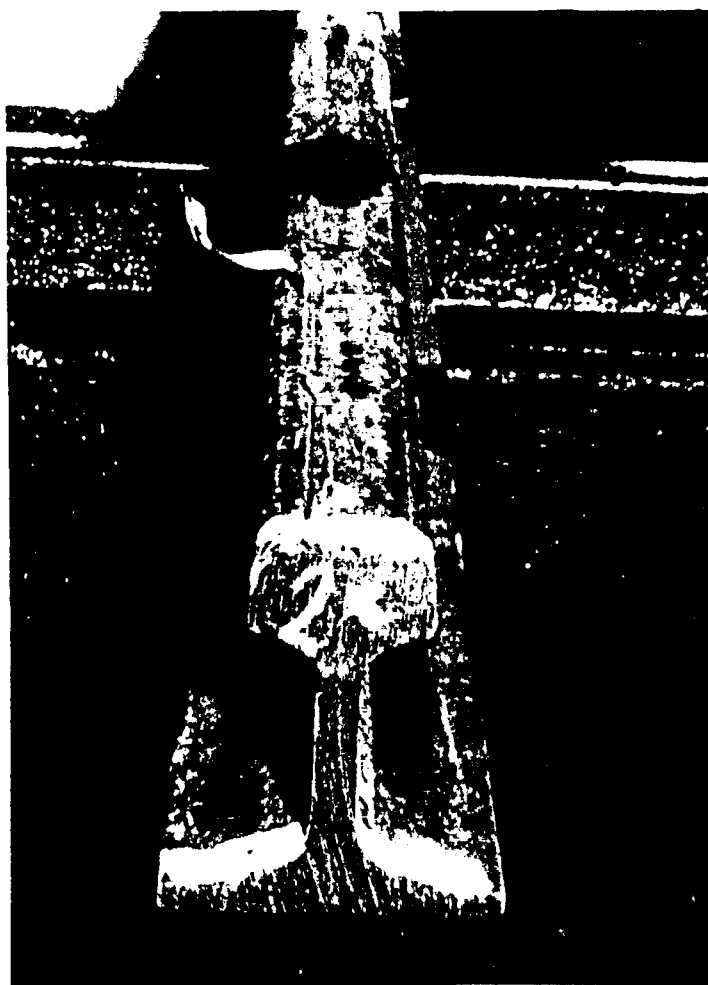


Figura 30. Pliegue en carril

.18 CHATARRA INCRUSTADA

Otros nombres: Incrustaciones laminadas (Argentina). Metal pegado (México). Metal laminado (Perú).

Inglés: Rolled in scrap.

Portugués (Brasil): Incrustação, metal incrustado.



Figura 41. Chatarra incrustada en bordo de planchón

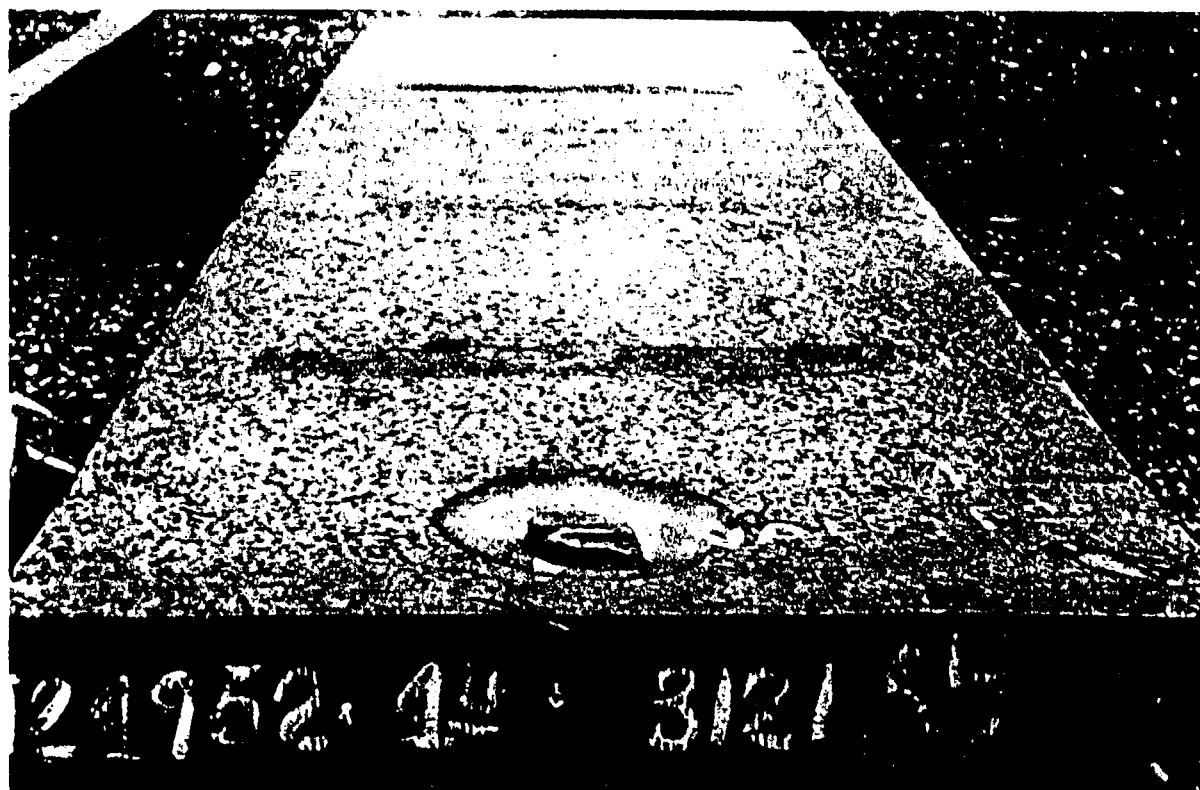


Figura 42. Chatarra Incrustada en un planchón

Definición/descripción

Las incrustaciones del material, de la misma o diferente procedencia durante la laminación, produce en la superficie del material laminado, cuando se las separa, unas marcas o huellas irregulares de mayor o menor profundidad.

Posibles causas

Este defecto es originado por trozos incrustados durante la laminación, que al ser laminados quedan atrapados en la superficie del acero.

Estos materiales pueden proceder de defectos del lingote tales como «derrames de cabeza y pie de lingote», «aletas» o «dardo» o de trozos del lingote desprendidos durante su laminación. También puede proceder de caídas de materiales ajenos.

Acciones correctivas

Evitar derrames de cabeza o pie, aletas y otros defectos externos del lingote (véanse éstos).

Reparar por saneado los semiproductos con defectos graves que puedan dar lugar a desprendimientos de material en su laminación.

Evitar entrada de materiales y chatarras durante la laminación del acero.

Posibles confusiones con otros defectos

Su localización e identificación le hace perfectamente reconocible a simple vista y no se confunde con otros defectos.

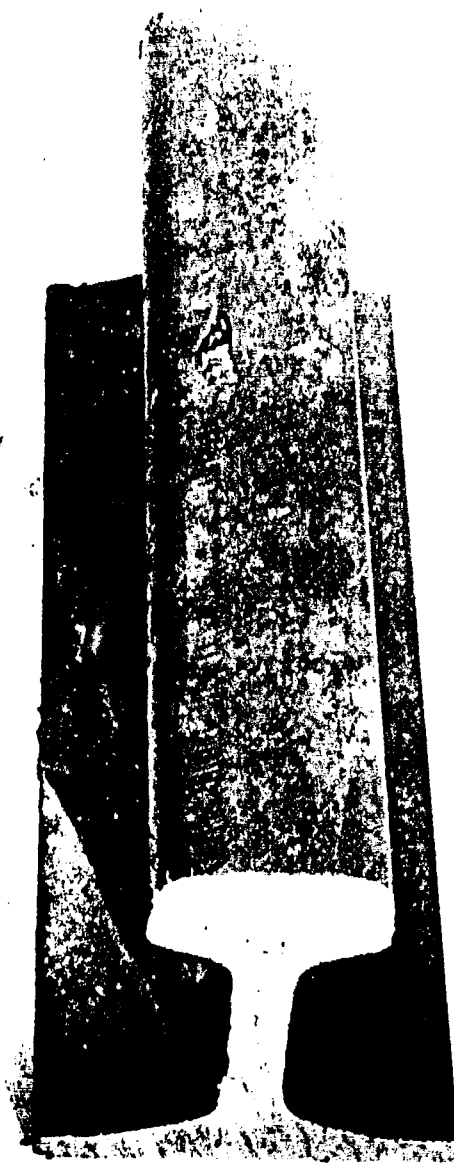


Figura 43. Chatarra Incrustada en carril

3 DEFECTOS DE FORMA Y DIMENSIONES

3.1 ARISTAS REDONDEADAS

Otros nombres: Cantos redondos (Chile). Falta de material en bordes (Perú).

Inglés:	Underfilled edge.
Francés:	Angle arrondi.
Alemán:	Abgerundete kanten.
Portugués (Brasil):	Arestas arredondadas.
Nombre de taller:	Cantos redondeados.

Definición/descripción

Es el defecto de forma que presentan los productos acabados con una o varias aristas redondeadas, tales como las barras cuadradas o rectangulares, angulares, triángulos, perfiles, etc., es decir, cuando en una sección el radio de acuerdo de las caras o bordes sobrepasa una determinada magnitud fijada en las normas correspondientes para cada producto.

Posibles causas

- Temperatura inadecuada de laminación.
- Defectos de trazado o reglaje de cilindros.
- Canales excesivamente desgastados.

Acciones correctivas

Las acciones correctivas deberán estar orientadas a contrarrestar las causas del defecto antes enumeradas.

Posibles confusiones con otros defectos

Este defecto, cuando se produce en canales cerrados, puede confundirse con el «vacío» (véase 3.3).

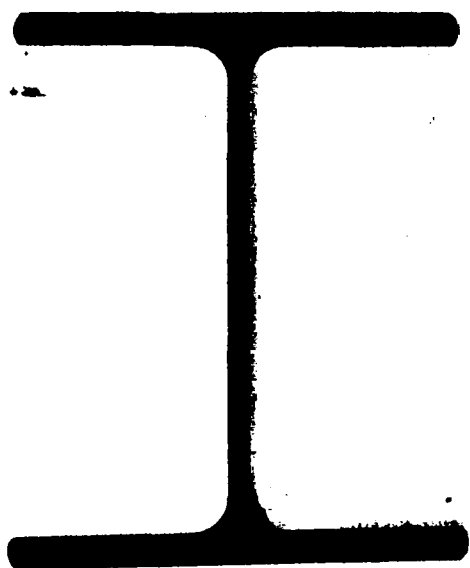


Figura 86. Perfil con alas redondeadas

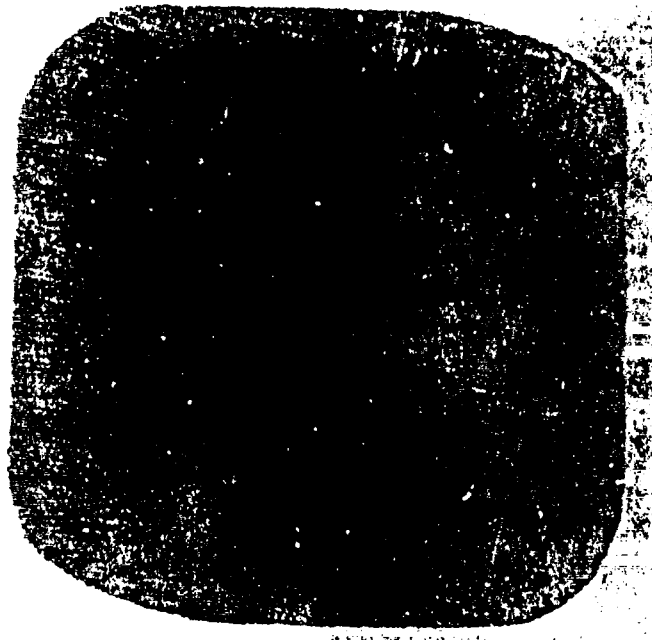


Figura 87. Sección de palanquilla con aristas redondeadas

3.4 REVENTADO

Otros nombres: Costura, bigote (Argentina). Reventado vena (Colombia). Con bigote (México). Exceso de material (Perú). Bigote, aleta (Venezuela).

Inglés: Overfill, burst.

Francés: Excés de métal-pincure.

Alemán: Überfüllung Walznaht.

Portugués (Brasil): Bigode, rebarba.

Nombres de taller: Exceso de llenado. Rebaba. En los redondos toma el nombre específico de «cordón».

Definición/descripción

La pérdida de forma de los semiproductos o acabados, mostrando un reborde o aleta sobre una o las dos partes correspondientes a las aberturas o «cedajes» de los canales de los cilindros, da nombre a este defecto. Este defecto puede afectar a toda o una parte de la longitud del producto.

Posibles causas

- Temperatura inadecuada de laminación.
- Defectos de trazado o reglaje de cilindros.
- Desgaste excesivo de alguna canal.
- Toma inicial inadecuada.
- Variaciones de velocidad de laminación dentro de la misma barra.



Figura 92.
Palanquilla con
reventado en
borde inferior

Acciones correctivas

Las acciones correctivas deberán estar orientadas a contrarrestar las causas del defecto antes enumeradas.

Posibles confusiones con otros defectos

No hay posible confusión con otros defectos.

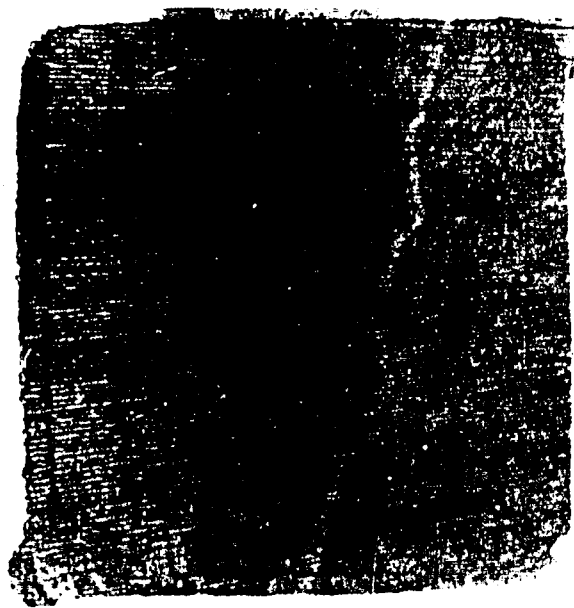


Figura 93. Sección de palanquilla con reventado en dos bordes

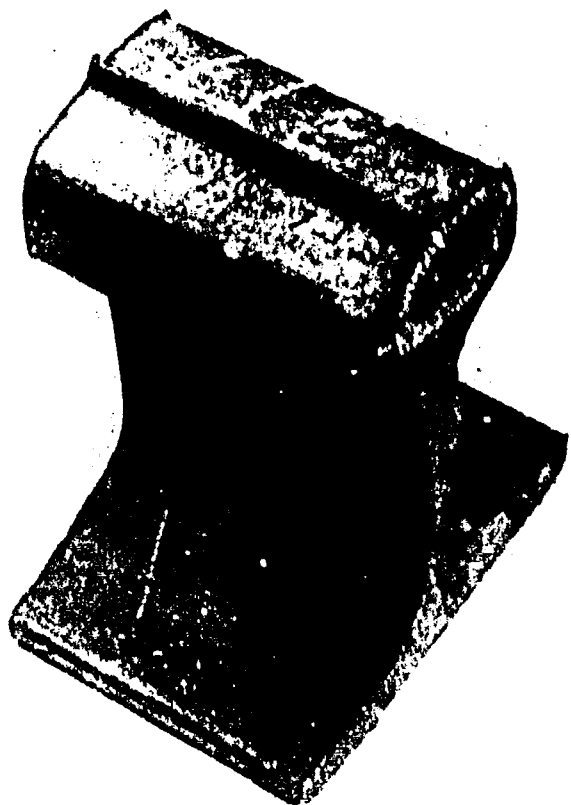


Figura 94. Carril con reventado en cabeza



Figura 95. Perfil con reventado en bordes de ala

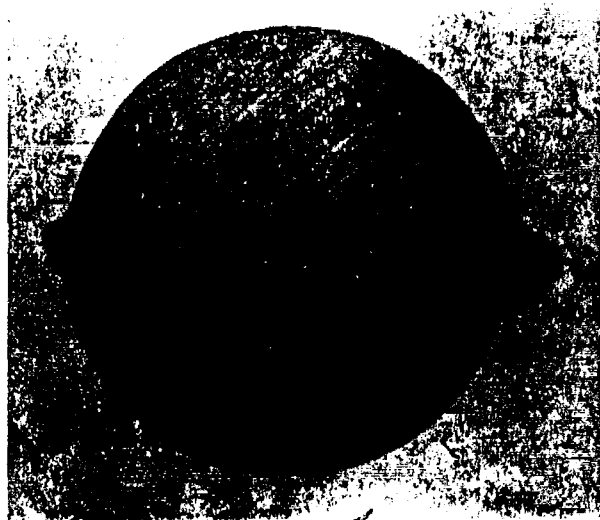


Figura 96. Reventado en un redondo

3.5 REBABA DE CORTE

Inglés:	Burr, flash.
Francés:	Bavure.
Alemán:	Grat.
Portugués (Brasil):	Rebarba de corte.

Definición/descripción

Es el desbordamiento de metal de pequeño espesor que aparece en la sección de los extremos de los laminados en forma de uña o cuchilla, como consecuencia del arrastre del material por las herramientas de corte.



Figura 97. Rebaba de corte en borde de desbaste

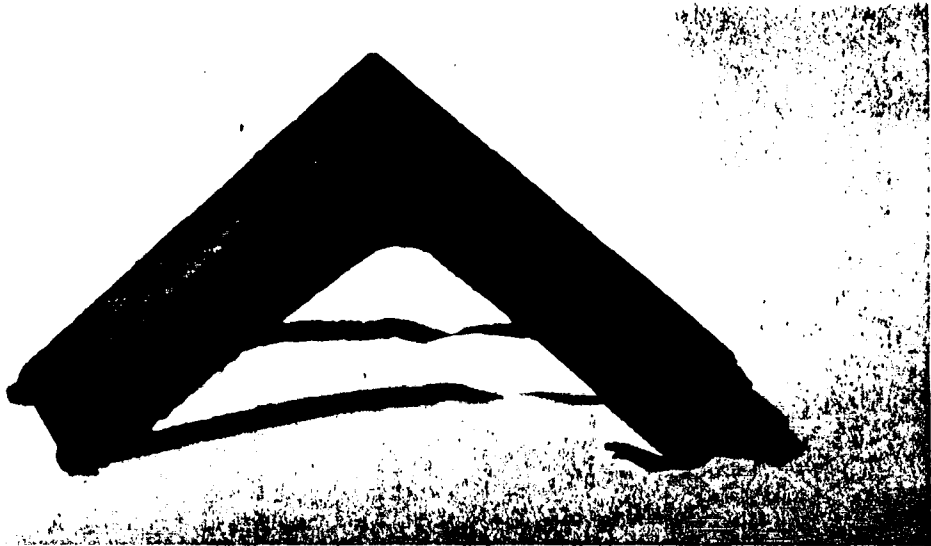


Figura 98. Rebaba de corte en angular

Posibles causas

- Un mal afilado y ajuste de las herramientas de corte.
- Una adaptación inadecuada de la herramienta de corte al tipo de acero.

Acciones correctivas

Las acciones correctivas deberán estar orientadas a contrarrestar las causas del defecto antes enumeradas.

Cabe señalar que aún en las mejores condiciones de corte en caliente nunca se suprimirá totalmente la rebaba.

Posibles confusiones con otros defectos

No hay posible confusión con otros defectos.



Figura 99. Rebaba de corte en perfil U

3.14 ALMA ONDULADA

Otros nombres: Deformación del alma (Colombia). Centro ondulado (México).

Portugués (Brasil): Ondulado lateral.
Nombre de taller: Alma alabeada.

Definición/descripción

Se presenta en los perfiles de alma delgada cuando ésta tiene una configuración sinusoidal a lo largo de la barra.

Posibles causas del defecto

- Un mal trazado o torneado de cilindros.
- Un mal reglaje de cilindros, lo que produce una desigual reducción en las distintas partes del perfil.

Acciones correctivas

Las acciones correctivas deberán estar orientadas a contrarrestar las causas del defecto antes enumeradas.

Posibles confusiones con otros defectos

No hay posible confusión con otros defectos.

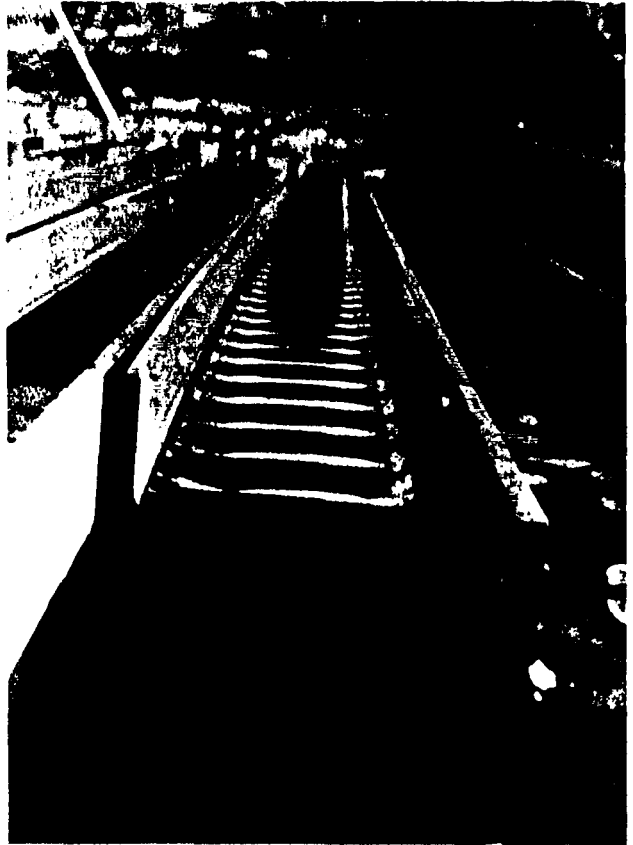


Figura 117. Perfil con alma ondulada



Figura 118. Perfil con alma ondulada

3.15 ALA ONDULADA

Otros nombres: Deformación del ala, galopeado (Colombia). Patín ondulado, abombado (México).

Alemán: Welliger flansch.

Portugués (Brasil): Aba ondulada.

Nombre de taller: Ala alabeada.

Definición/descripción

Se presenta principalmente en los perfiles con alas delgadas y largas, cuando éstas tienen una configuración sinusoidal a lo largo de la barra.

Posibles causas del defecto

- Un mal trazado o torneado de cilindros.
- Un mal reglaje de cilindros, lo que produce una desigualdad importante de las reducciones del ala y alma.

Acciones correctivas

Las acciones correctivas deberán estar orientadas a contrarrestar las causas del defecto antes enumeradas.

Posibles confusiones con otros defectos

No hay posible confusión con otros defectos.

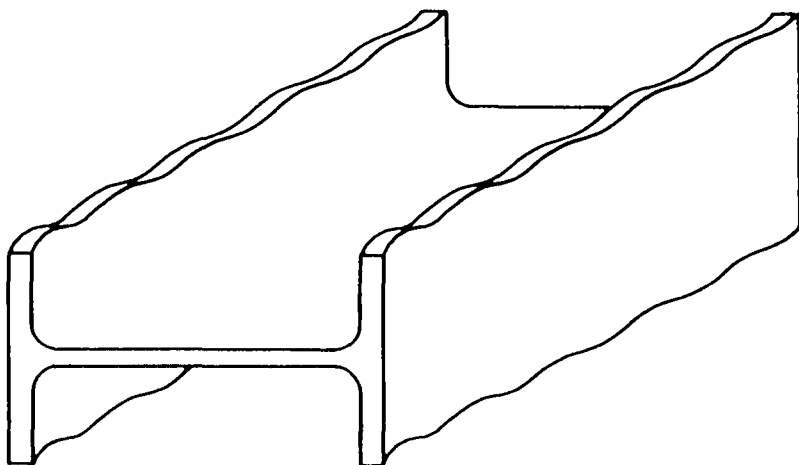


Figura 119. Ala ondulada

3.16 FALTA DE PARALELISMO

Otros nombres: Falta de escuadría (Argentina). Descuadrado, acinturado (México).

Portugués (Brasil): Falta de paralelismo.

Definición/descripción

Defecto de forma que se presenta en los laminados que deben tener dos o más de sus caras paralelas, cuando éstas se encuentran convergentes en una cantidad superior a lo indicado en las normas respectivas.

Posibles causas

- Temperatura diferente de las partes del perfil.
- Mal trazado de la canal acabadora.
- Mal enderezado.
- Mala manipulación del perfil.
- Mal reglaje de las guías de salida.

Acciones correctivas

Las acciones correctoras serán en general consecuencia de las causas origen del defecto y deberán tender a contrarrestarlas.

Posibles confusiones con otros defectos

No hay posible confusión con otros defectos.

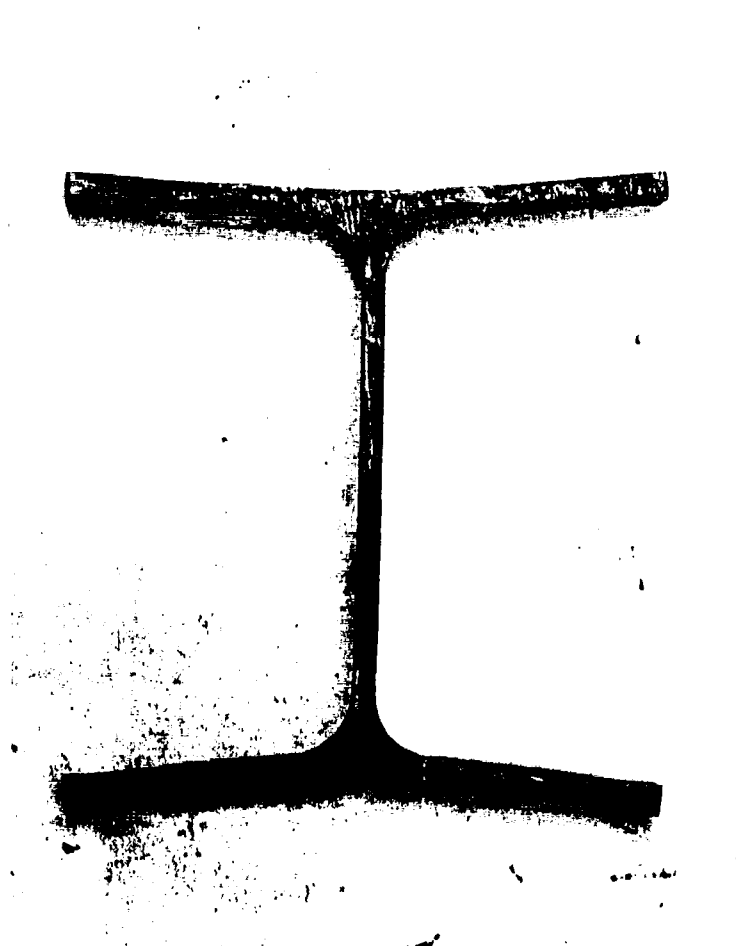


Figura 120. Perfil con falta de paralelismo

3.17 ASIMETRIA

Otros nombres: *Porma de cuña (México).*

Portugués (Brasil): *Fora de simetria, forma trapezoidal.*

Definición/descripción

Defecto de forma que se presenta en los perfiles con dos ejes de simetría, cuando el alma del perfil se encuentra desplazada con relación a uno de los ejes en una cantidad superior a lo indicado en norma.

Posibles causas

- Mal trazado.
- Mala posición del utillaje.
- Posición incorrecta de la línea de laminación.
- Mal montaje de cilindros.

Acciones correctivas

Las acciones correctoras serán en general consecuencia de las causas origen del defecto y deberán tender a contrarrestarlas.

Posibles confusiones con otros defectos

No hay posible confusión con otros defectos.

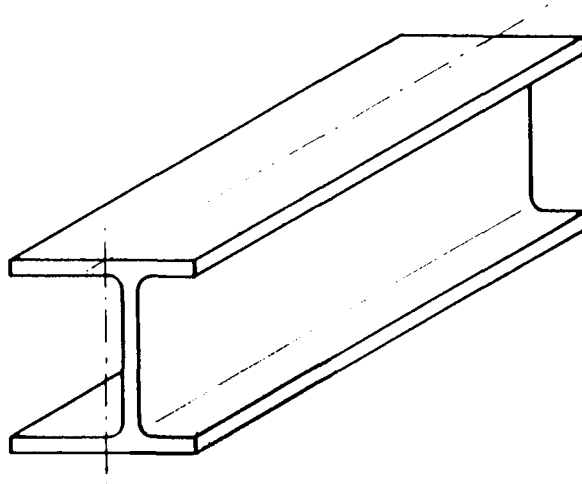


Figura 121. Asimetría

3.18 CURVATURA DEL ALMA

Otros nombres: Alma curva (México).

Portugués (Brasil): Alma torta.

Nombre de taller: Alma doblada.

Definición/descripción

Curvatura que presenta el alma de un perfil en la extremidad, quedando plano el resto del perfil.

Este defecto es más acusado en perfiles pequeños.

Posibles causas

- Mal estado y afilado incorrecto de las herramientas de corte en caliente.
- Presión excesiva en las sierras.
- Excesiva presión de la mordaza sujetadora del perfil en el momento del corte.

Acciones correctivas

Las acciones correctivas deberán estar orientadas a contrarrestar las causas del defecto antes enumeradas.

Posibles confusiones con otros defectos

No hay posible confusión con otros defectos.



Figura 122. Perfil con curvatura del alma



Figura 123. Perfiles con curvatura del alma

3.20 REVIRADO

Otros nombres: Torsionado (Argentina y Venezuela). Girado (Colombia). Revenido (Chile). Torcido (México).

Inglés:	Cobbling.
Francés:	Vrillage.
Alemán:	Verdrilung.
Portugués (Brasil):	Torcido, torto.

Definición/descripción

Son los productos laminados que poseen una sección normal correcta y un eje central rectilíneo, pero las generatrices laterales presentan forma helicoidal.



Figura 126. Palanquilla revirada

En el caso de carriles, y cuando se presente en una pequeña longitud en los extremos del perfil, recibe el nombre de «llave» o «alabeo».

Posibles causas

- Deficiencias en el trazado y torneado de cilindros.
- Mal reglaje de las guías de entrada y salida.
- Mal reglaje de cilindros.

Acciones correctivas

Las acciones correctivas deberán estar orientadas a contrarrestar las causas del defecto antes enumeradas.

Posibles confusiones con otros defectos

No hay posible confusión con otros defectos.

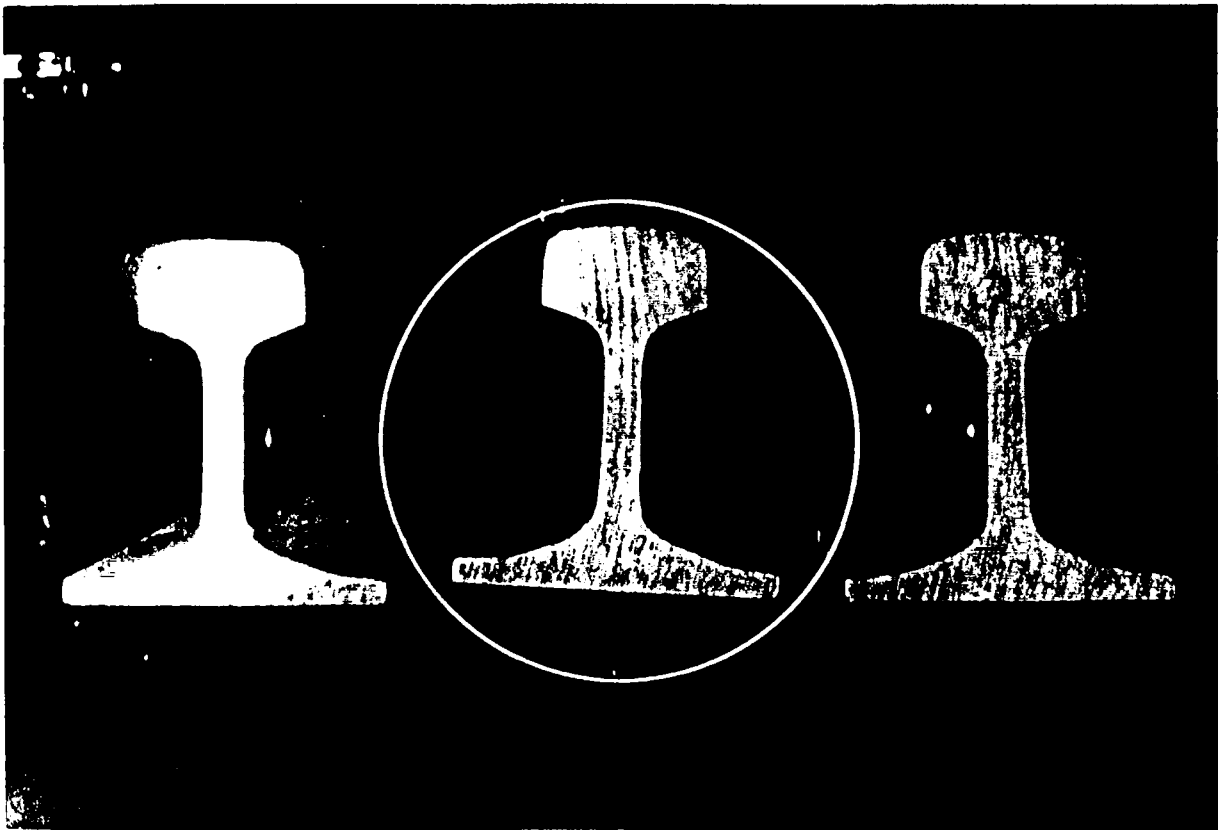


Figura 127. Carril con «llave» o «alabeo».

1.14 PERDIDAS POR SANGRADO O EXUDACIONES

Otros nombres: Exudado (Argentina/Uruguay). Costras (Colombia). Reventón (México/Uruguay). Perforación (Perú/Venezuela).

Portugués (Brasil): Perfuração/Sangria/Esudação.

Inglés: Bleed/Exudation.

Francés: Exsudation.

Alemán: Auslaufen/Bluten.

Descripción del defecto

Formación de sojas o costras con aspecto de doble piel en zonas próximas a las aristas del producto. Se produce casi siempre en conexión con las grietas longitudinales. Si es muy grave puede dar lugar a rotura de línea con fuga del acero líquido.

Posibles causas

Se origina siempre dentro del molde cuando se produce una rotura de la corteza del producto a través de la cual fluye el acero líquido que se solidifica inmediatamente debido a la intensa refrigeración de esa zona. Las causas de estas roturas pueden ser:

- Agarres en el molde.
- Descentrado del chorro de acero que provoca debilitamientos locales en las primeras capas solidificadas.

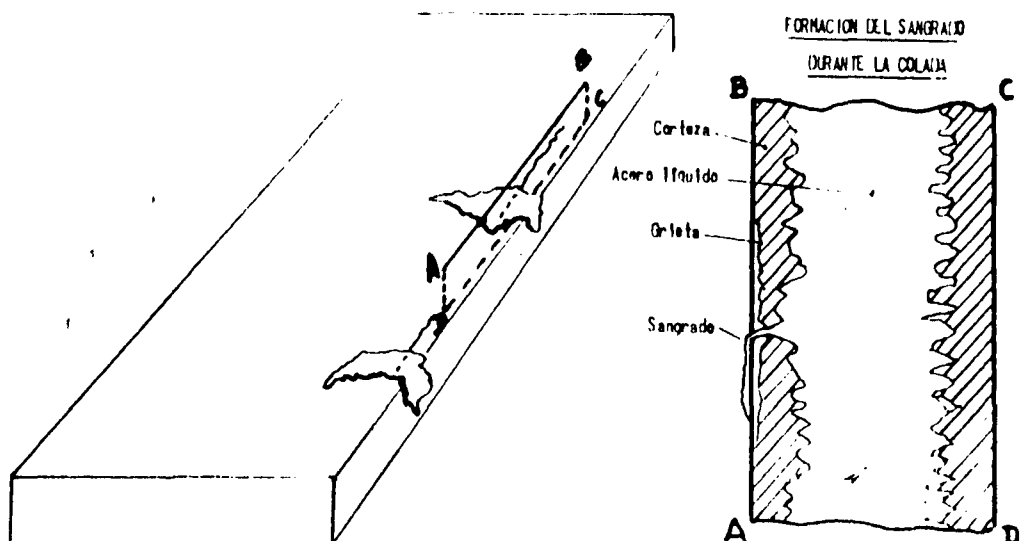


Figura 29.
Sojas formadas
por sangrado

- c) Temperatura alta de colada que produce capas sólidas más delgadas.
- d) En el caso de planchones, insuficiente enfriamiento de las caras estrechas, debido principalmente a una insuficiente disminución de la sección del molde.

Acciones correctivas

- a) Mejorar la lubricación en el molde y el estado de las caras para evitar agarres.
- b) Centrado correcto del chorro de acero.
- c) Correcta temperatura de colada.
- d) En el caso de planchones, ajustar las placas de las caras estrechas del molde a la inclinación especificada.

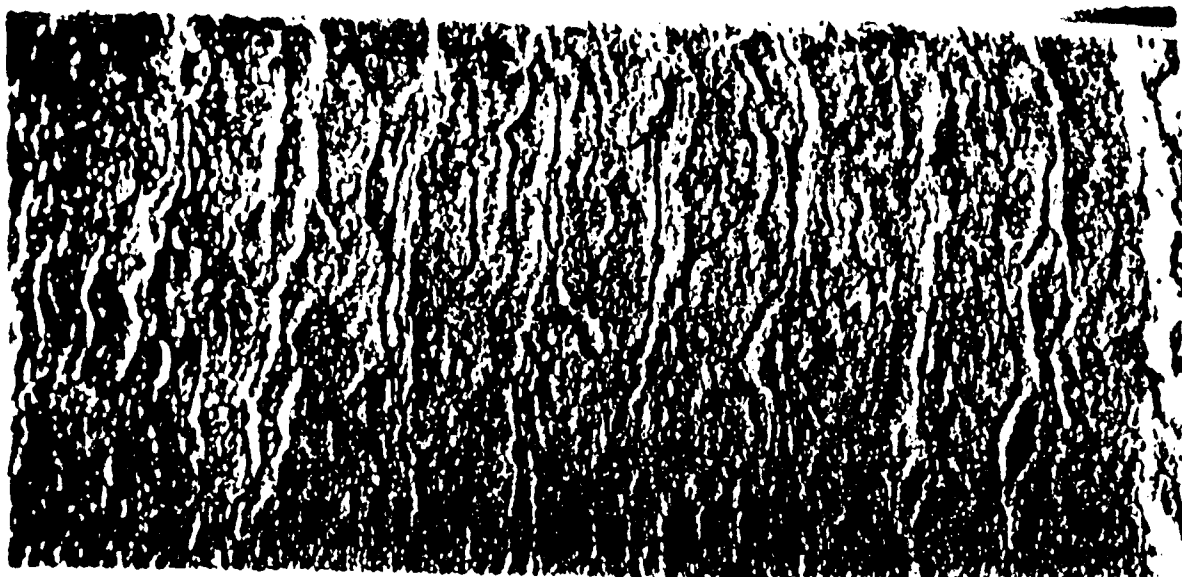


Figura 30. Exudaciones en palanquilla

1.15 PLIEGUES DE COLADA

Otros nombres: Pliegue transversal (Argentina). Marcas de oscilación (Colombia). Piel de elefante (México). Solapado (Uruguay). Marcas de empalme (Venezuela).

- Portugués (Brasil): Dobras de lingotamento/Marcas de oscilação.
- Inglés: Laps/Folds.
- Francés: Pliages
- Alemán: Überlappungen/Falten.

Descripción del defecto

Consiste el defecto en una serie de ondulaciones paralelas en las caras del producto.

Tiene un mecanismo de formación similar a las ondulaciones de colada. En el fondo del pliegue hay una capa de óxido.

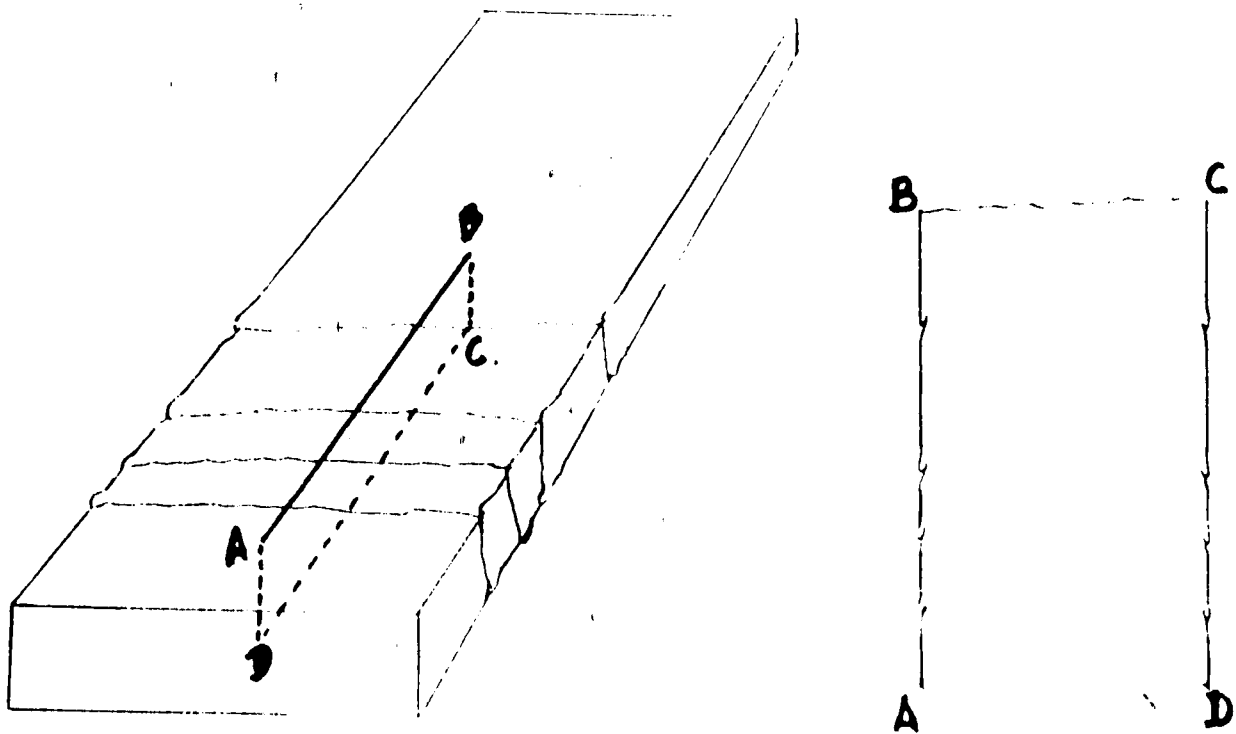


Figura 31. Pliegues de colada

Posibles causas

El metal líquido que sube en el molde disuelve una capa de metal ya solidificado, formando así el pliegue.

- a) Velocidad de colada insuficiente o irregular.
- b) Interrupción momentánea del chorro de colada.
- c) Polvos de colada deficientes.

Acciones correctivas

- a) Adecuar la velocidad de colada a la calidad del acero.
- b) Tomar las precauciones necesarias para evitar paradas.
- c) Utilizar polvos de buena calidad.



Figura 32. Pliegues de colada

1.16 DOBLE PIEL

Otros nombres: Piel falsa (Argentina). Costras (Colombia). Metalizado (Perú). Enchapado (Uruguay). Rebose (Venezuela).

Portugués (Brasil): Pele dupla/Duplo lingotamento.

Inglés: Plating.

Francés: Paille de lingot.

Alemán: Dopplung/Kaltschweisstellen.

Descripción del defecto

Es una capa de acero pegado a las caras del producto en zonas bastante amplias. Entre ambas capas hay depósitos de escorias.

Posibles causas

Se trata de una capa de acero solidificado en la pared del molde que es arrastrada por el acero líquido que sigue llenando el molde, la cual, al solidificar ésta, queda trapada.

- a) Esta capa solidificada se ha formado por turbulencias del chorro de colada debido a velocidad de colada excesiva.

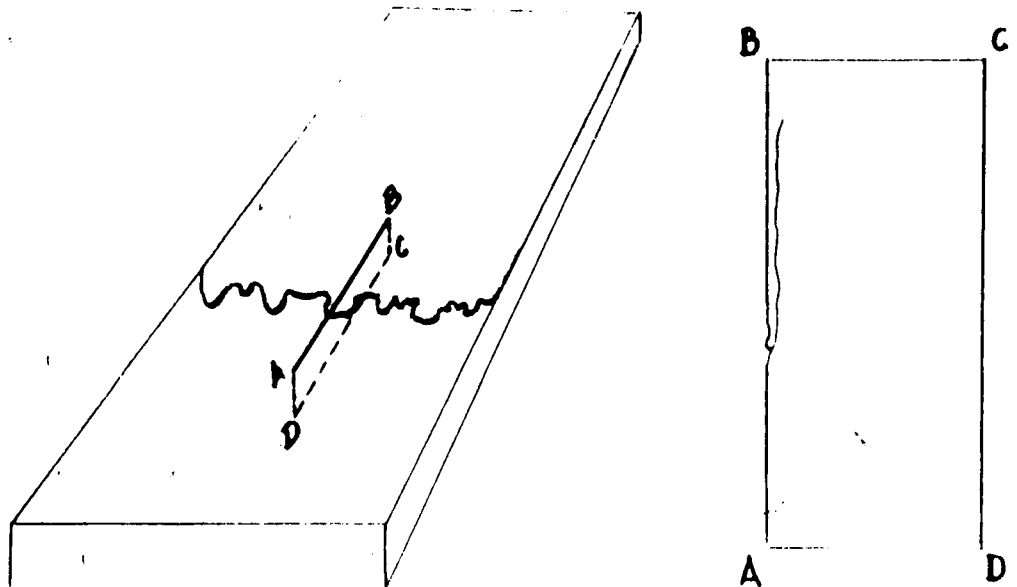


Figura 33.
Doble piel

- b) Polvos de colada de mala calidad que permiten contacto directo del acero con la pared del molde, facilitando su adherencia.
- c) Movimiento relativo inadecuado entre producto y molde.

Acciones correctivas

- a) Utilizar una velocidad de colada correcta.
- b) Utilizar polvos de colada de buena calidad. Vigilar que la cantidad de polvos añadida es suficiente.
- c) Regular, adecuándolo, el movimiento relativo entre el producto y el molde.

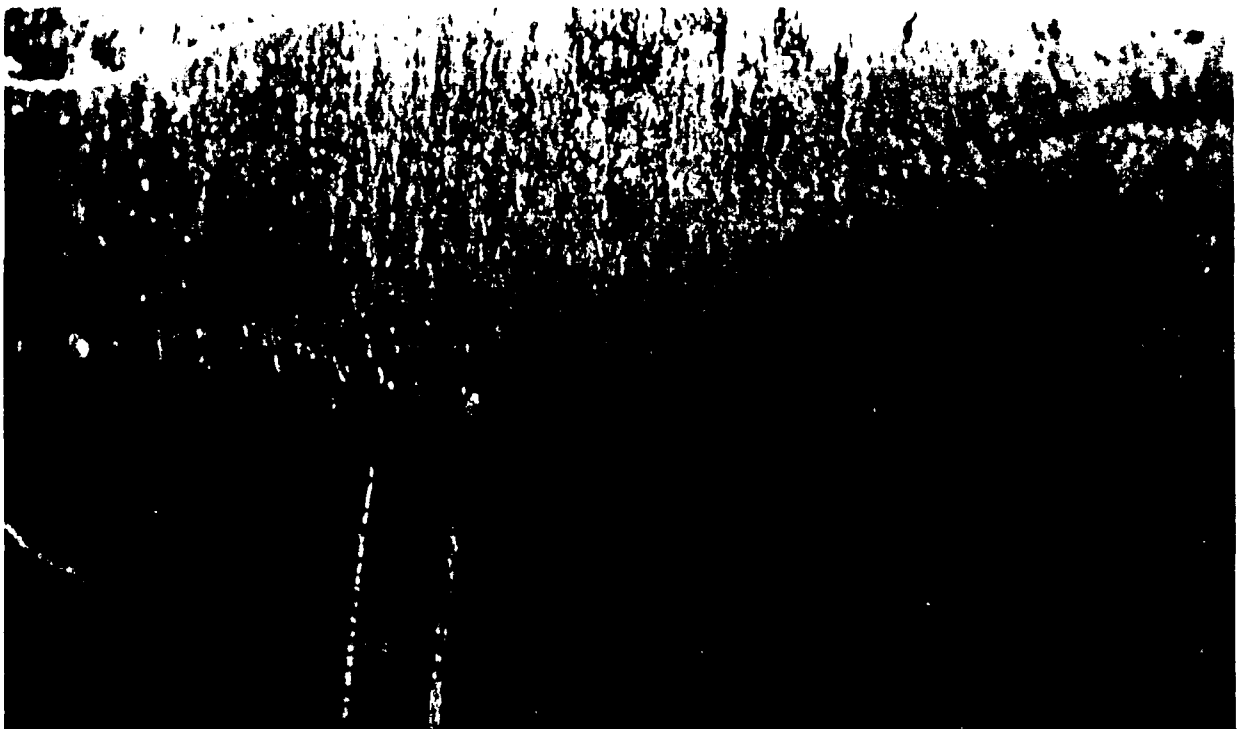


Figura 34. Doble piel

1.17 ONDULACIONES DE COLADA

Otros nombres: Marcas de ondulación (Colombia). Superficie ondulada (México).

Portugués (Brasil): Ondulações de lingotamento.

Inglés: Ripples.

Francés: Ondulations de coulée.

Alemán: Giesswellen.

Descripción del defecto

En la superficie del producto aparecen unas irregularidades en forma de ondulaciones más o menos profundas y perpendiculares al eje. En algunos casos no afectan a las aristas.

Posibles causas

- a) Escasa velocidad de extracción del producto.
- b) Lubricación del molde insuficiente.
- c) Temperatura del acero incorrecta.
- d) Oscilaciones importantes del nivel del acero líquido en el molde.

Acciones correctivas

- a) Ajustar la velocidad de extracción.
- b) Regular adecuadamente la lubricación.
- c) Utilizar temperaturas de colada correctas.
- d) Estabilizar el nivel del acero líquido en el molde.

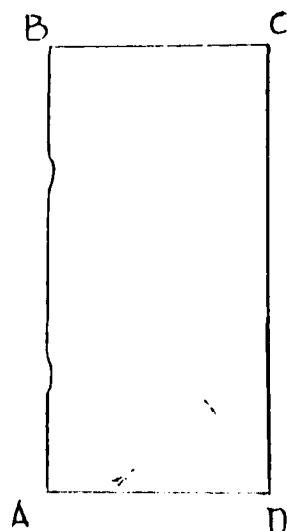
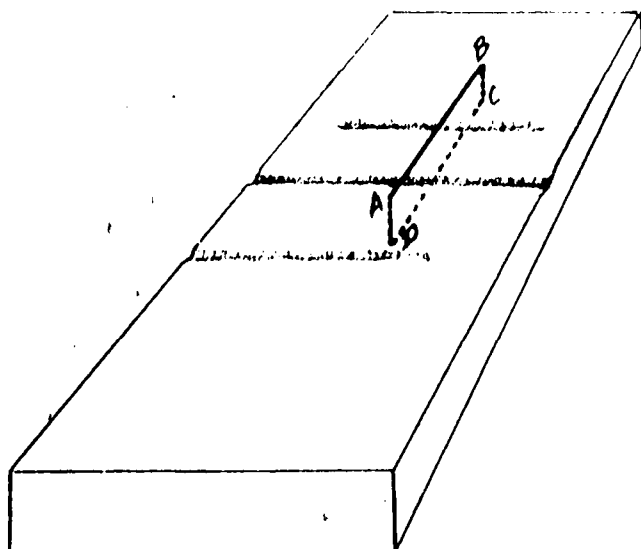


Figura 35.
Ondulaciones
de colada

1.18 MARCAS PROFUNDAS DE OSCILACION

Otros nombres: Marcas de oscilación fuertes/severas/internas (Perú/Uruguay).

- Portugués (Brasil): Marcas profundas de oscilação.
- Inglés: Meavy oscillator marks.
- Francés: Marques d'oscillations.
- Alemán: Oszillations marken.

Descripción del defecto

Malformación local de las marcas de oscilación cuando no existe sincronización entre la velocidad del molde y la de extracción.

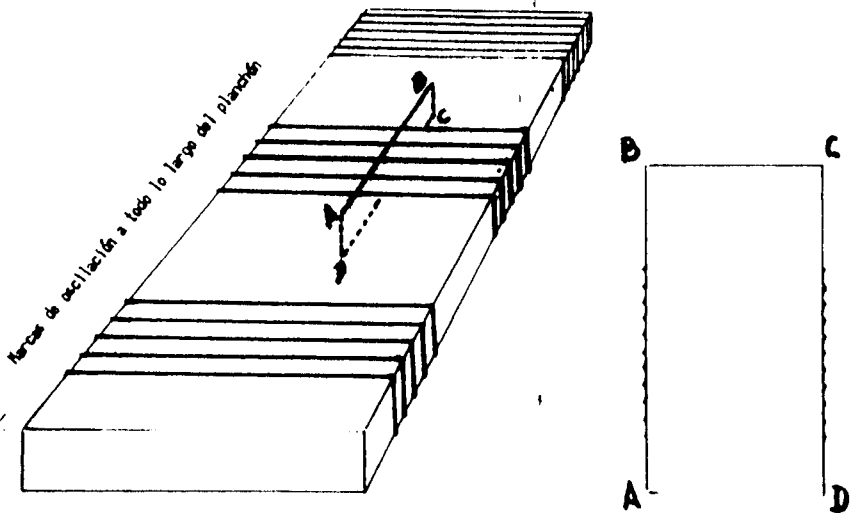


Figura 36. Marcas de oscilacion

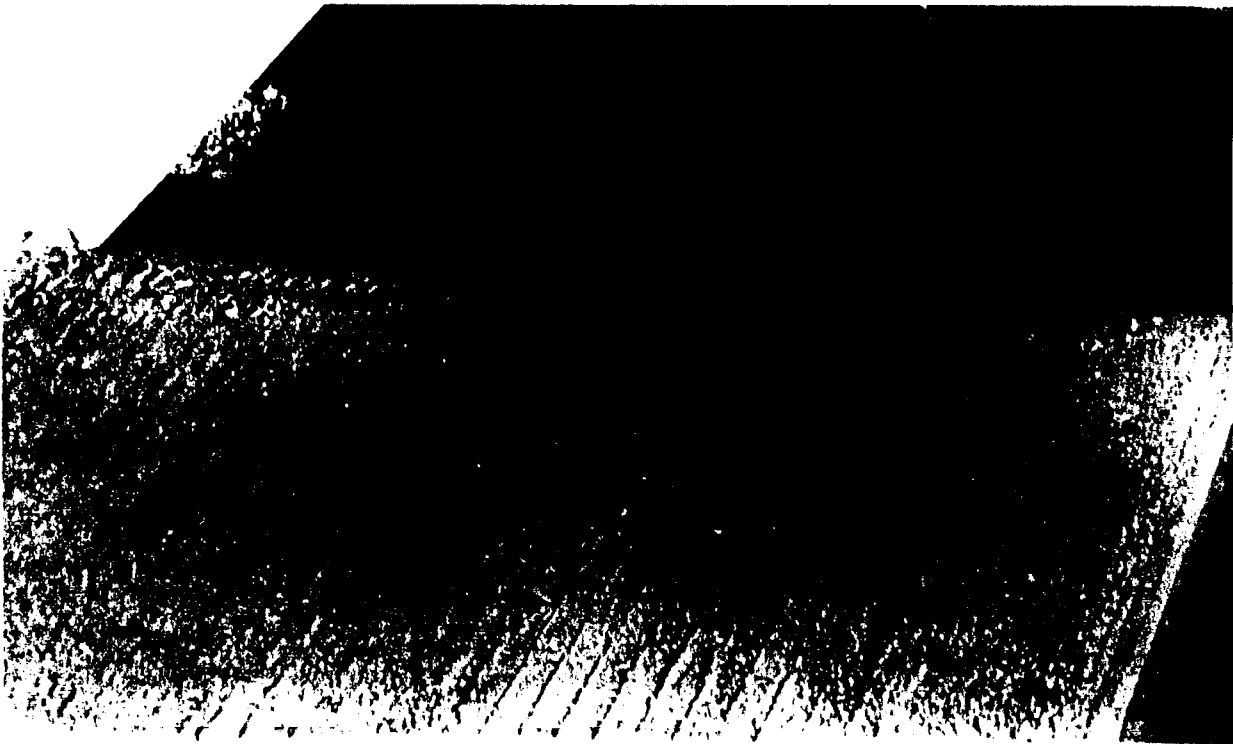


Figura 37. Marcas de oscilacion normales

2.6 GRIETAS INTERNAS EN ESTRELLA

Otros nombres: Grietas térmicas en estrella del núcleo hacia la superficie (Colombia). Reventón Interno (México). Fisura en estrella (Uruguay).

- Portugués (Brasil): Trincas Internas em estrela.
- Inglés: Internal star cracks.
- Francés: Criques Internes en étoile.
- Alemán: Sternförmige Risse.

Descripción del defecto

Este defecto consiste en una serie de grietas radiales en forma de estrella que parten del centro del producto.

Posibles causas

Enfriamiento secundario excesivo

Acciones correctivas

Ajustar convenientemente la refrigeración secundaria.

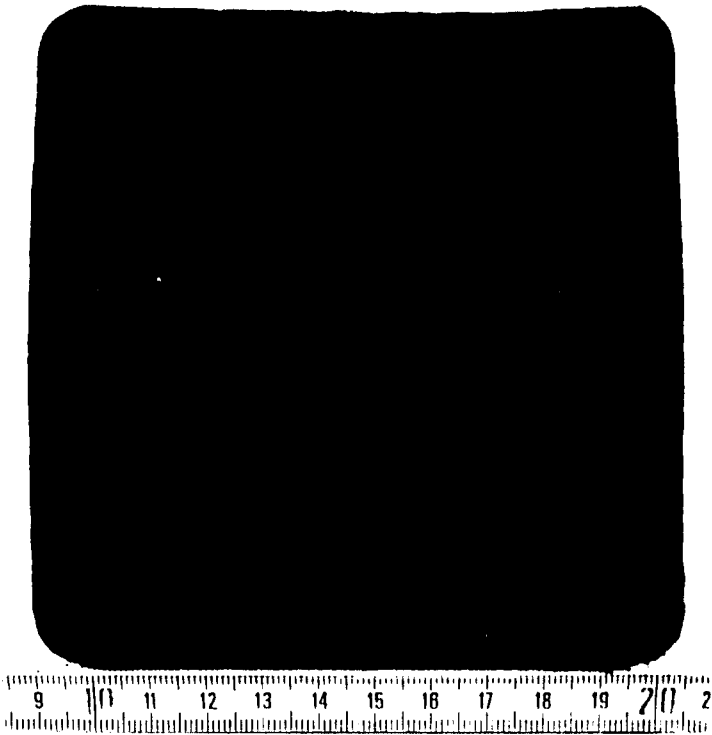


Figura 52. Grieta interna en estrella en una palanquilla

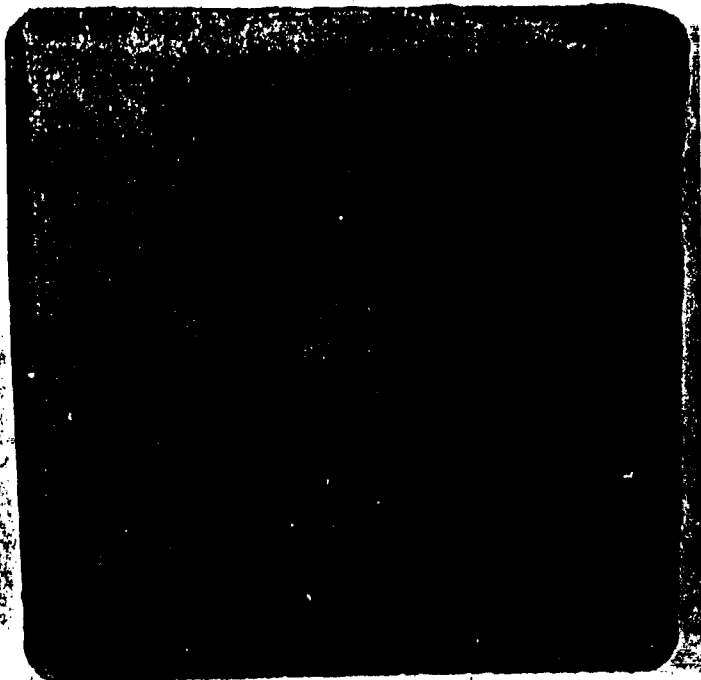


Figura 53. Grieta interna en estrella en una palanquilla

2.8 GRIETAS EN ZONA INTERMEDIA

Otros nombres: Fisuras medias (Argentina). Grietas térmicas subsuperficiales (Colombia). Re-ventón Intermedio (México). Fisuras incompletas (Uruguay).

Portugués (Brasil): Trincas internas intermediarias/Trincas na meia espessura.

Inglés: Half-way cracks.

Francés: Criques demi-épaisseur.

Alemán: Intermediarzonerisse.

Descripción del defecto

Fisuras que forman un complejo entramado en la zona columnar a medio camino entre la porosidad central y la superficie.

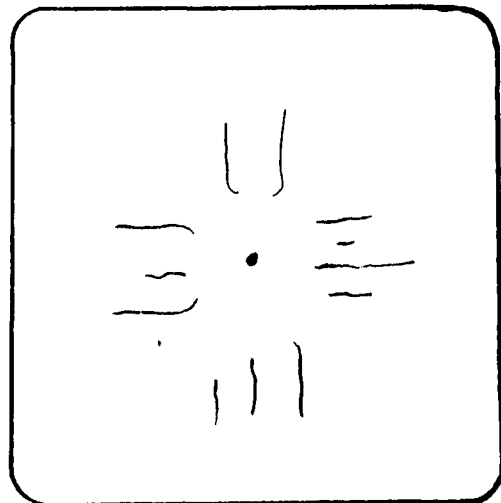


Figura 56. Representación de grietas zona intermedia

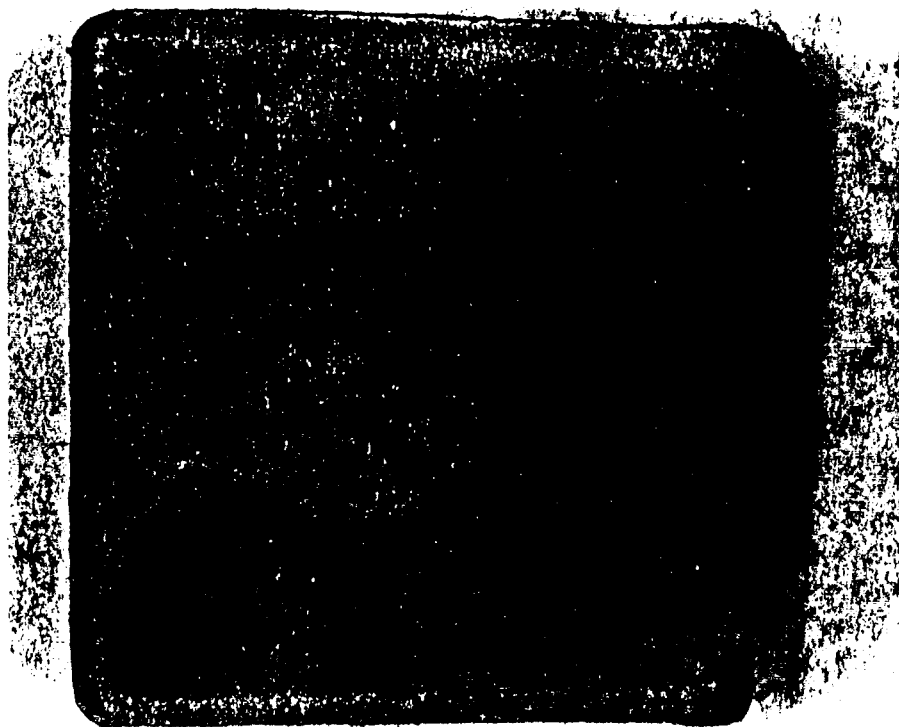


Figura 57. Grietas en zona intermedia en palanquilla

Posibles causas

Tensiones térmicas producidas por recalentamiento de la capa externa una vez que ha salido de la refrigeración secundaria. El calor interno recalienta la capa externa la cual dilata produciendo grietas en la zona columnar. Los factores que contribuyen a la formación de este defecto:

- a) Refrigeración secundaria muy fuerte.
- b) Alta temperatura del acero.
- c) P y S elevados.
- d) Velocidad lenta.

Acciones correctivas

- a) Control exacto del caudal y forma de rociado.
- b) Evitar temperatura elevada.
- c) Agitación electromagnética.
- d) Aceros con bajo P y S.



Figura 58. Grietas en zona intermedia en palanquilla de 180 x 180

3 DEFECTOS DE FORMA

3.1 DEFORMACION ROMBOIDAL

Otros nombres: Falta de escuadría (Argentina). Sección romboidal/Romboidez (Colombia). Romboicidad/Descuadrado (México). Rombosidad (Perú/Uruguay/Venezuela).

Portugués (Brasil): Romboidade/Deformação romboidal.

Inglés: Rhomboidity.

Francés: Losange.

Alemán: Rombisches verziehen/Verzerrung.

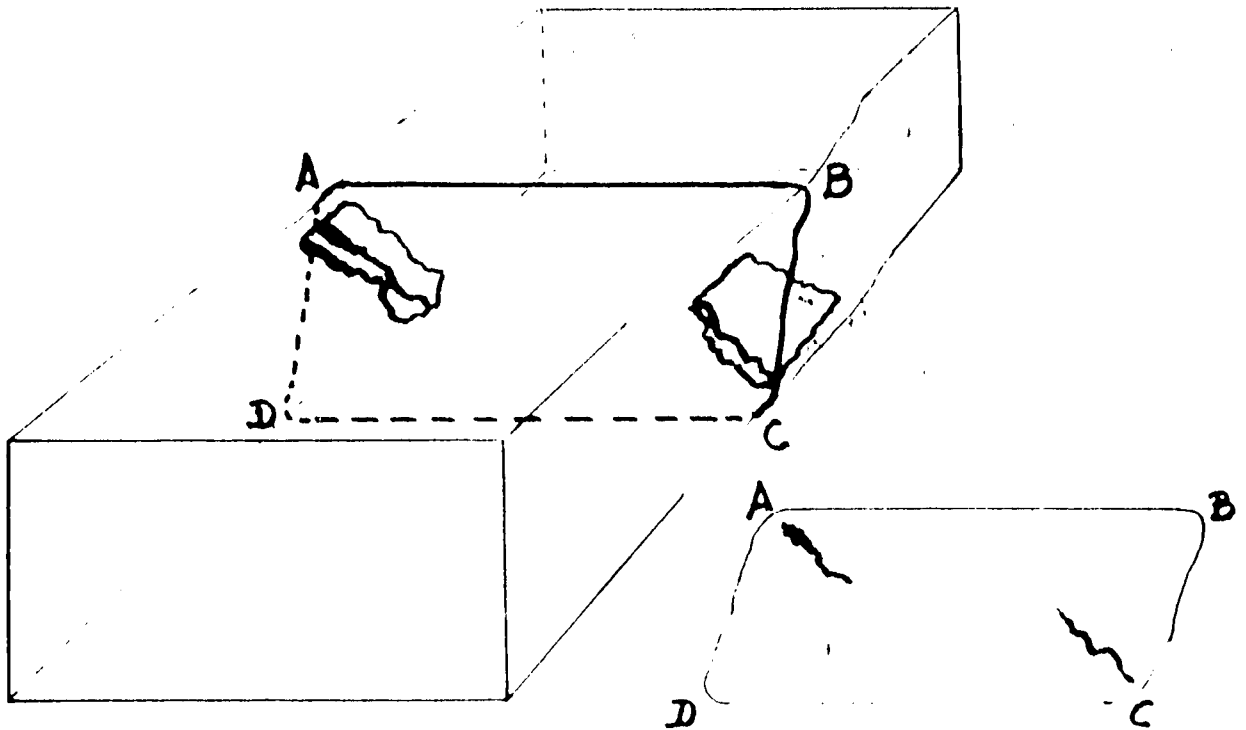


Figura 68. Deformación romboidal en planchón

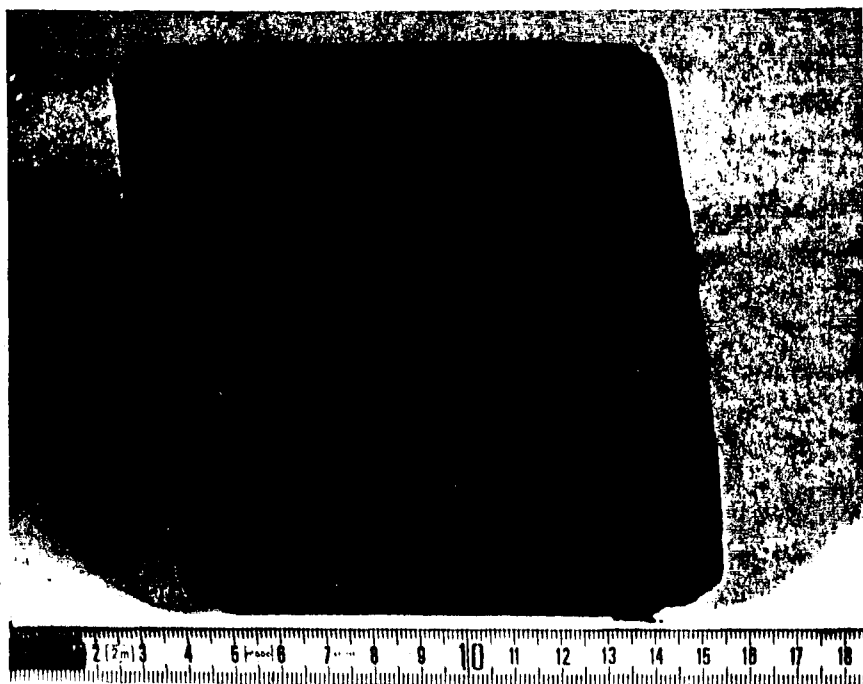


Figura 69. Palanquilla con deformación romboidal y grieta producida por ésta

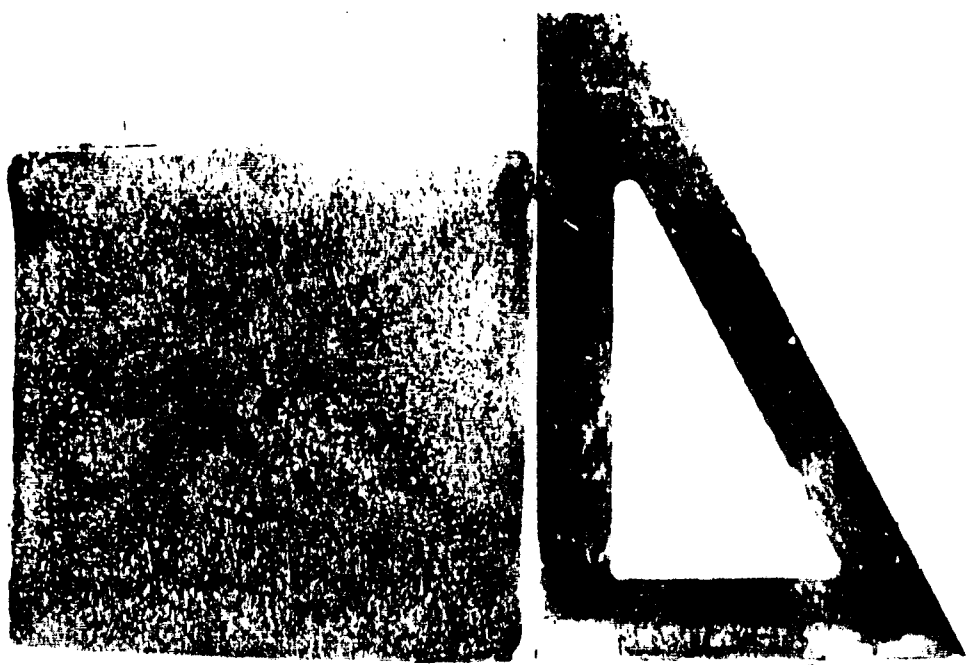


Figura 70. Deformación romboidal en palanquilla

Descripción del defecto

Distorsión de la sección transversal de la palanquilla o planchón mostrando una diagonal mayor que otra. Con frecuencia, al producirse esta deformación, se originan grietas en la proximidad de las aristas de mayor ángulo.

Posibles causas

Las mismas que dan lugar a grietas en diagonal.

Acciones correctivas

Las mismas que para las grietas en diagonal.

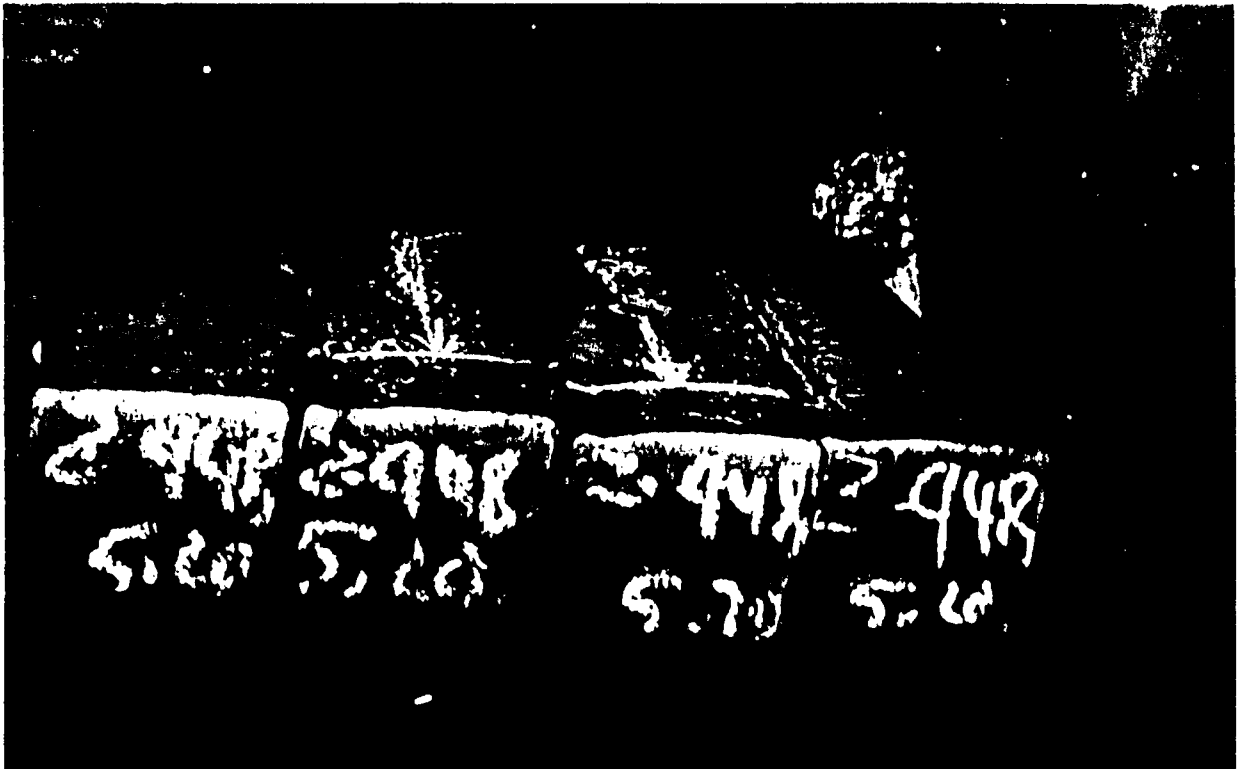


Figura 71. Deformación romboidal en palanquilla

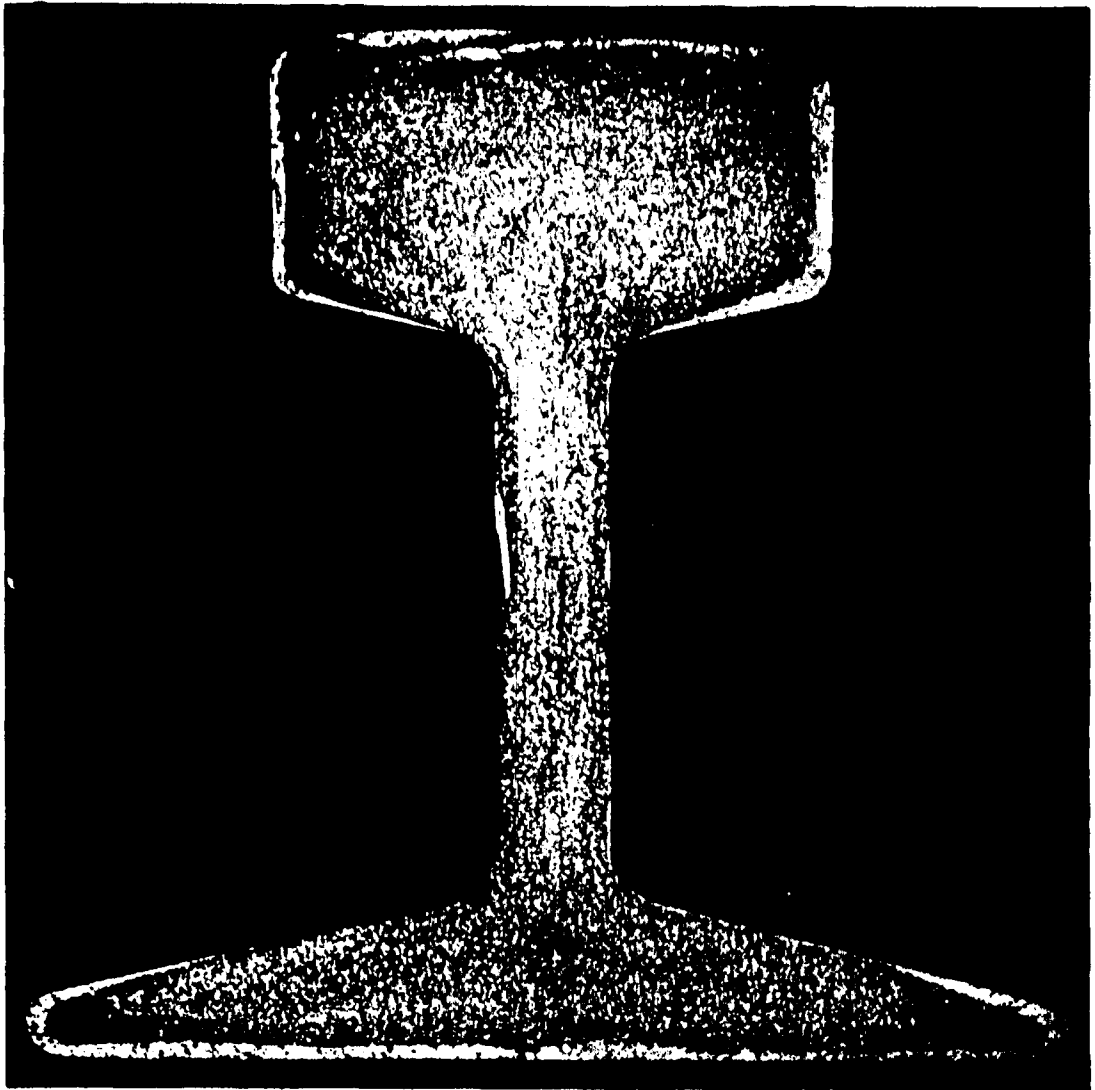


Fig. 95 — Secção transversal de um trilho apresentando intensa descarbonetação junto à superfície (faixas claras). Na alma nota-se também uma dobra descarbonetada. Ataque: iodo. Tamanho natural.



Fig. 96 — Tubo sem emenda (Mannesmann), neste caso caracterizado pela localização de uma segregação contínua na face interna do tubo. A faixa clara externa é de material mais puro. Ataque: iodo. Tamanho natural.

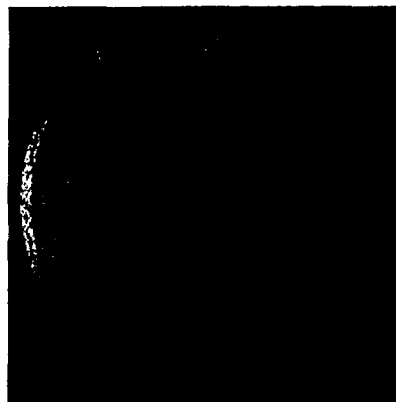


Fig. 97 — Secção transversal de pino de balancim. A camada clara externa representa neste caso a espessura da faixa endurecida por cementação e têmpera. Ataque: iodo. 2 x

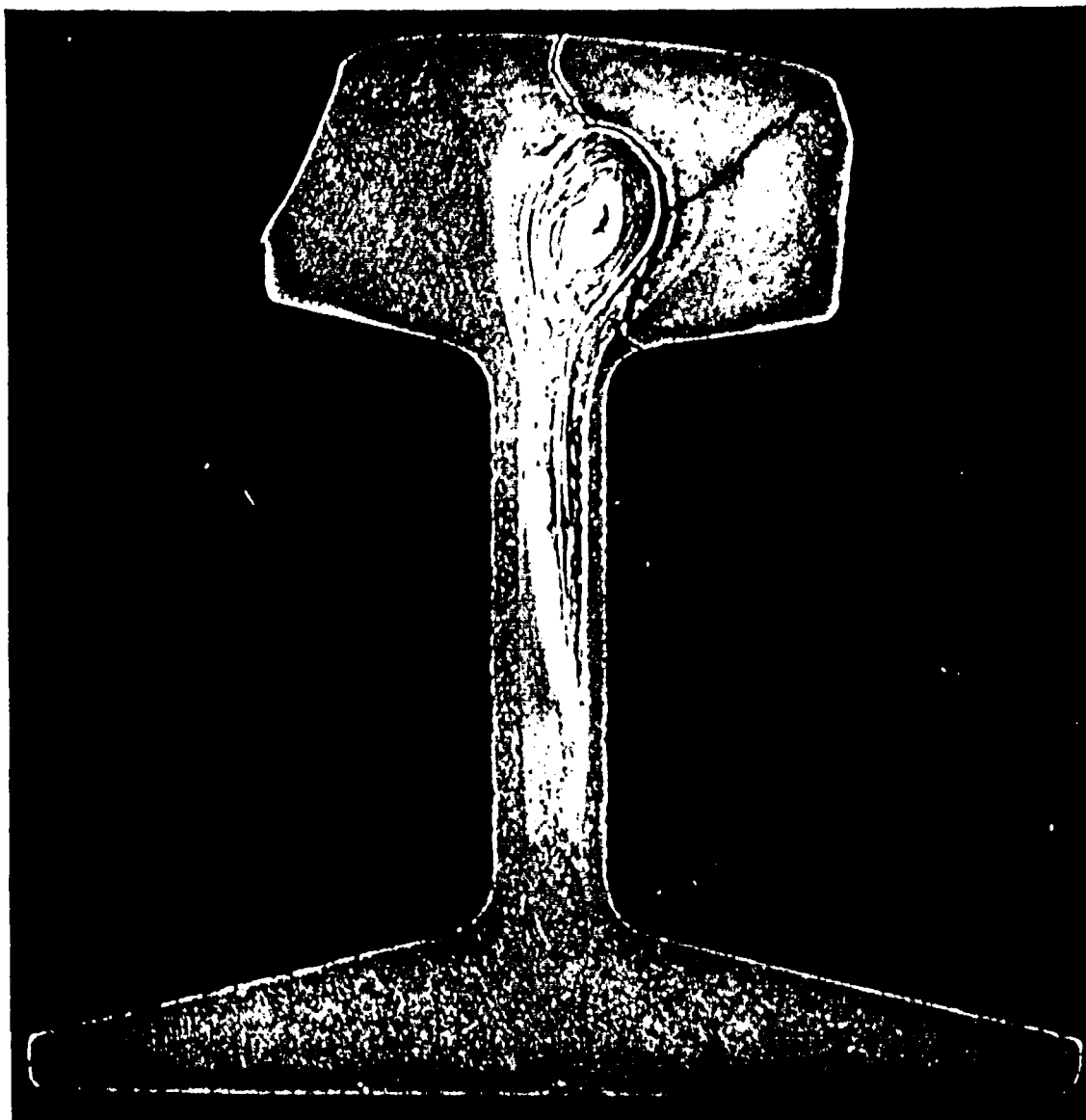


Fig. 103 — Exemplo da influência perniciososa de uma forte concentração de impurezas no boleto. O trilho rompeu em serviço. Nota-se, nitidamente, nesta secção, como a fratura acompanhou o contorno da zona segregada. Ataque: iodo. Tamanho natural.

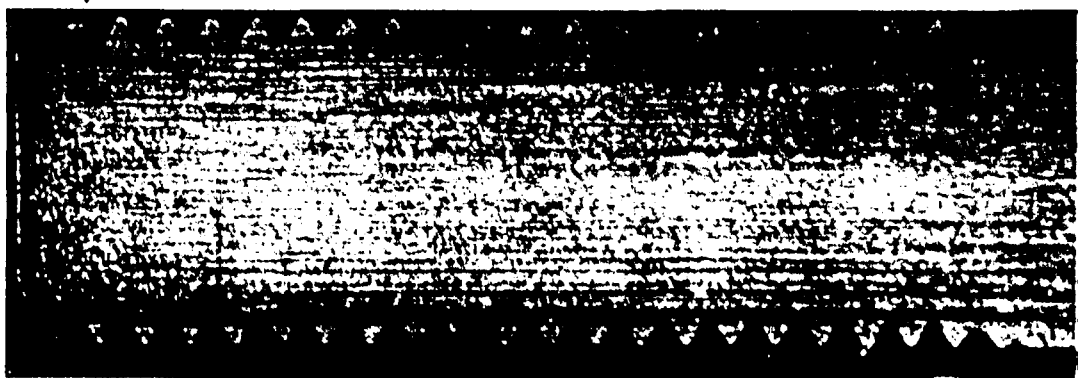


Fig. 104 — Secção longitudinal axial de um parafuso cuja rosca foi feita com tarraxa, isto é, os filetes foram cortados no material, como se nota pelo prosseguimento, em linha reta, das fibras do material. Ataque: iodo. 2 x.

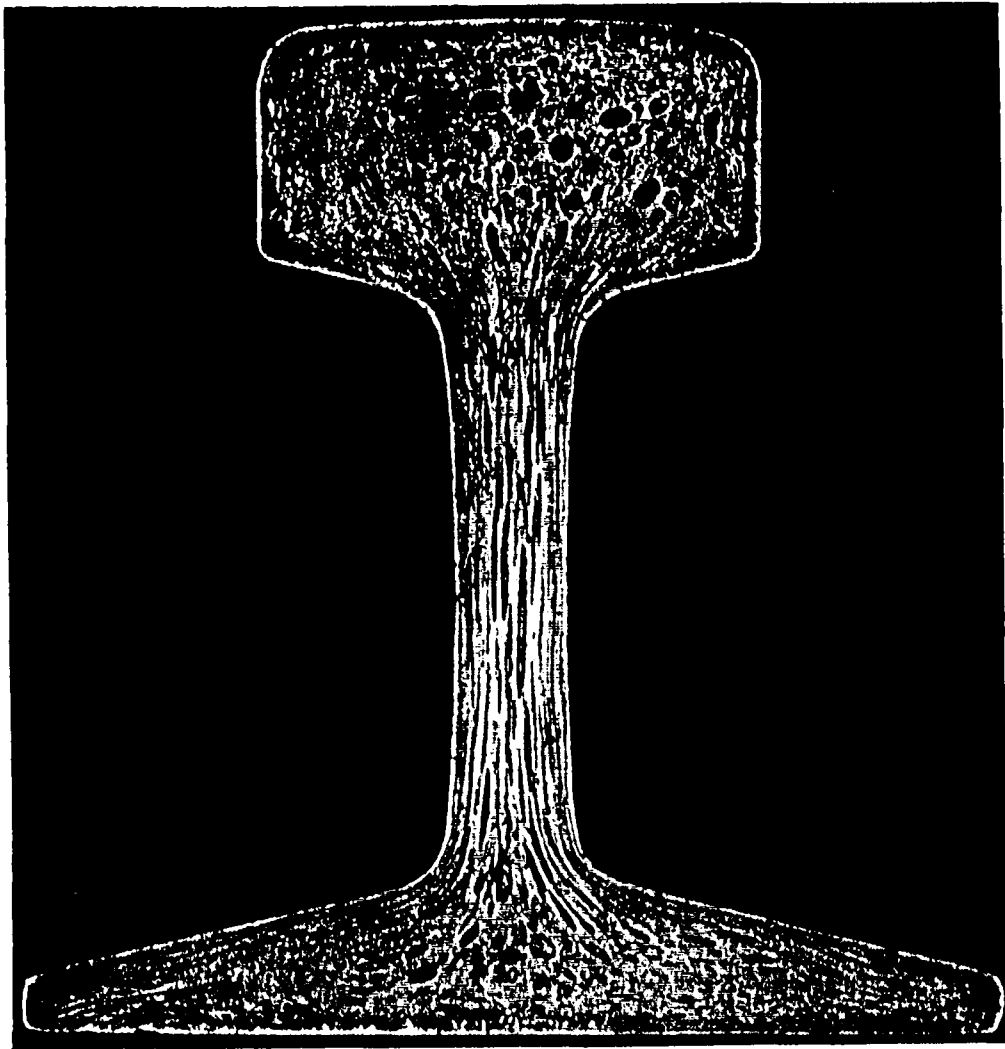


Fig. 105 — Trilho rico em bôlhas preenchidas com material mais impuro. Ataque lodo. 0,9 x.

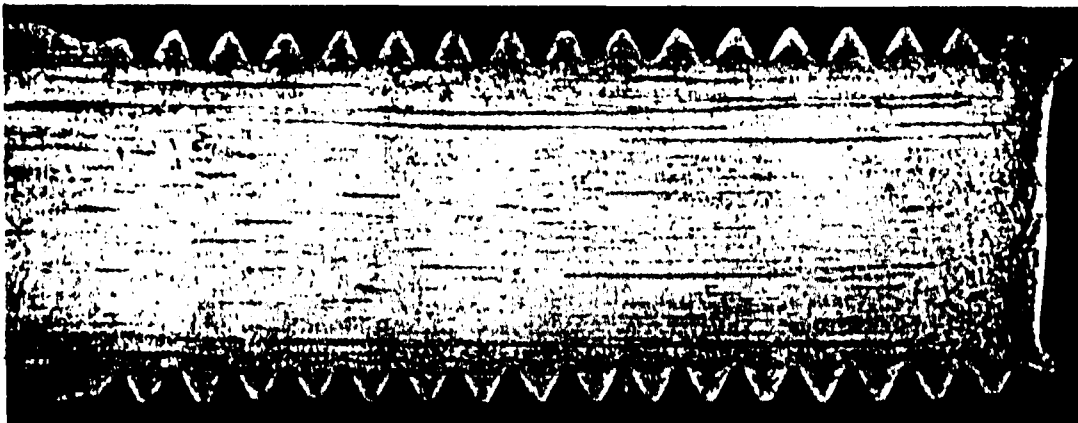


Fig. 106 — Secção longitudinal axial de um parafuso cuja rosca foi feita por rolamento, isto é, os filetes foram prensados no material, como se nota pela deformação das fibras no interior dos filetes. Ataque: lodo. 2 x.

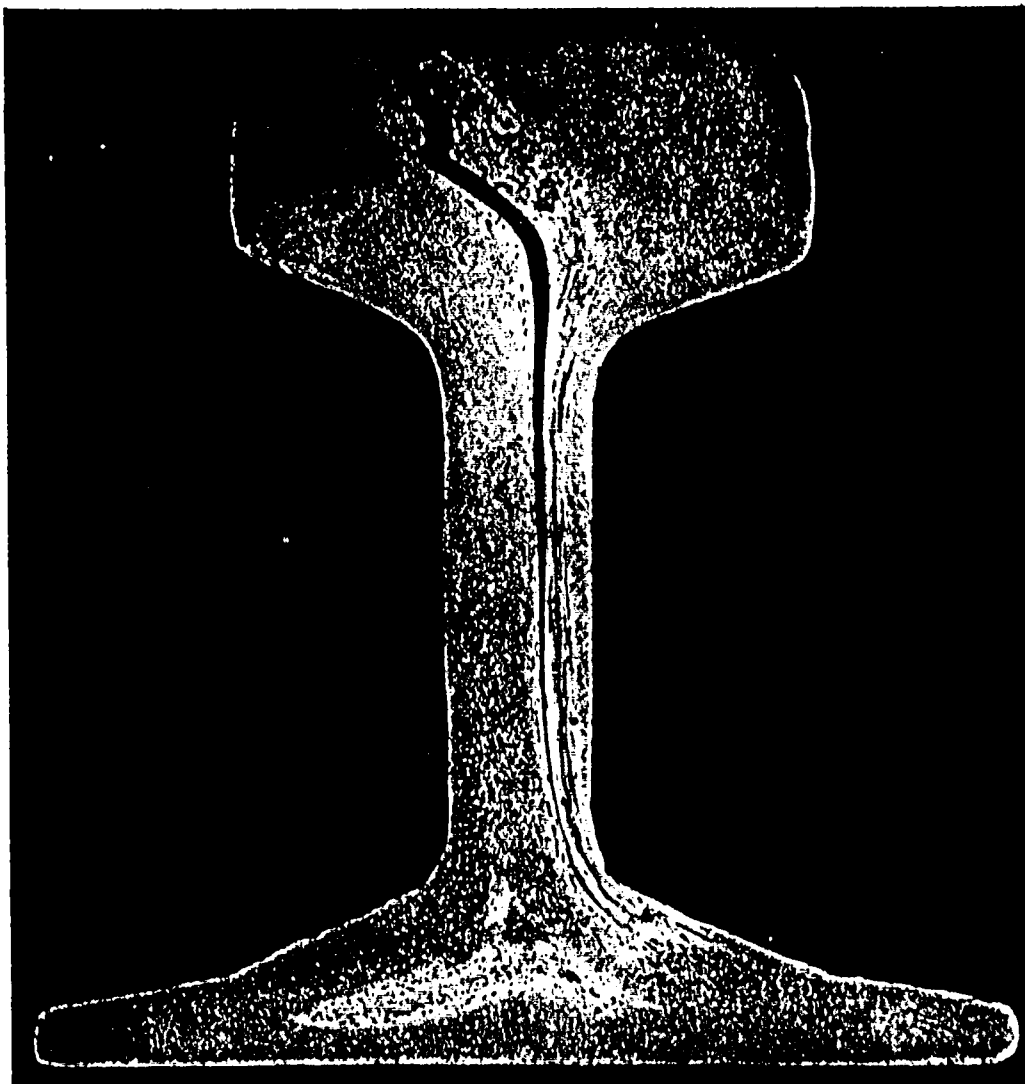


Fig. 107 — Outro exemplo da influência nefasta da segregação sobre a resistência de um trilho. A fissura acompanha a região onde as impurezas se agruparam. Fora dessas zonas, o material apresenta razoável homogeneidade. Ataque: iodo. Tamanho natural.

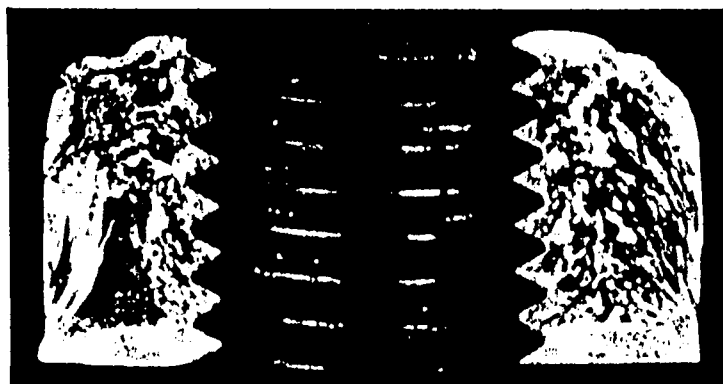


Fig. 108 — Secção axial de uma porca na qual o reativo pôs em evidência a granulação extremamente grosseira. Ataque: iodo. 2 x.



Fig. 139 — Vista em perspectiva da superfície de rolamento e da secção transversal do boleto de um trilho. No ponto A notam-se vestígios de uma rodada em falso, cujo aquecimento local foi suficiente para provocar a têmpera na camada subjacente indicada em claro por B. Na região C, observam-se numerosas pequenas fissuras advindas com o uso. Ataque da secção: iodo. Ampliação horizontal: 1,7 x

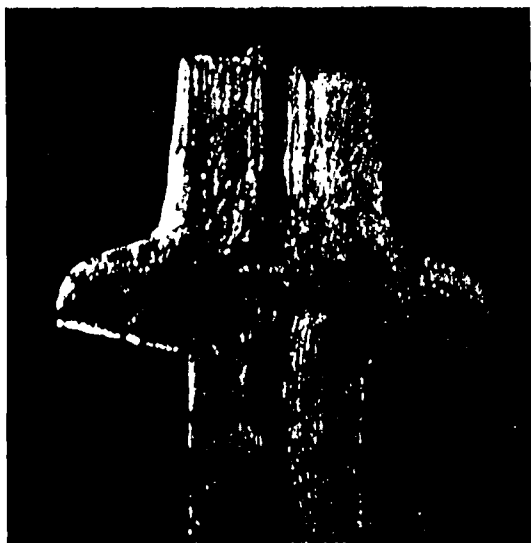


Fig. 140 — Secção longitudinal axial de um tirefond. Neste corte pode-se observar como a faixa de segregação central se dobrou durante a estampagem a quente da cabeça. Ataque: iodo. Tamanho natural.

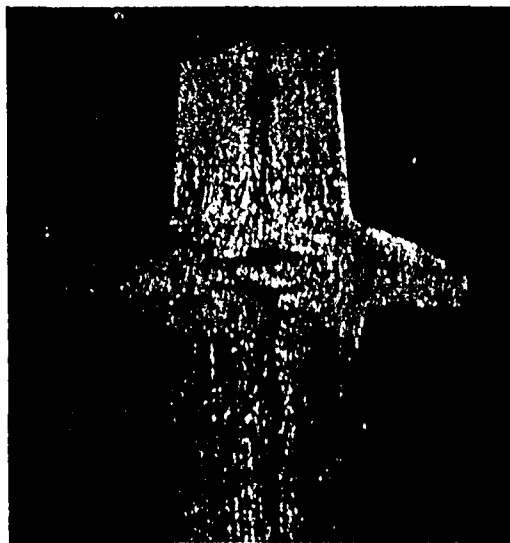


Fig. 141 — Secção longitudinal axial de outro tirefond. Comparando-se este exemplo com o anterior verifica-se a influência que a direção do corte exerce sobre o aspecto macrográfico. Se o corte tivesse sido feito normalmente ao atual, o aspecto da segregação seria semelhante ao da figura anterior. Ataque: iodo. Tamanho natural.

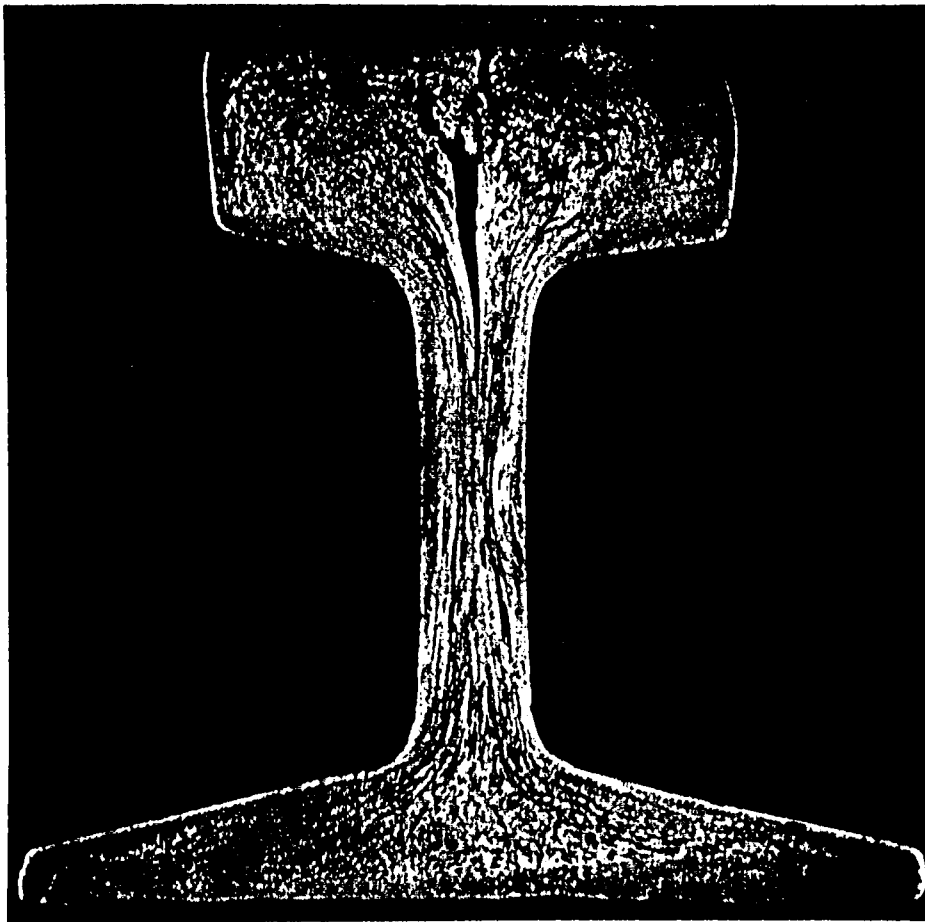


Fig. 142 — Aspecto da secção transversal de um trilho, que fissurou paulatinamente em serviço pelo aparecimento de trincas de fadiga, cujo desenvolvimento pode ser apreciado melhor na fig. 144. Ataque: iodo. Tamanho natural.

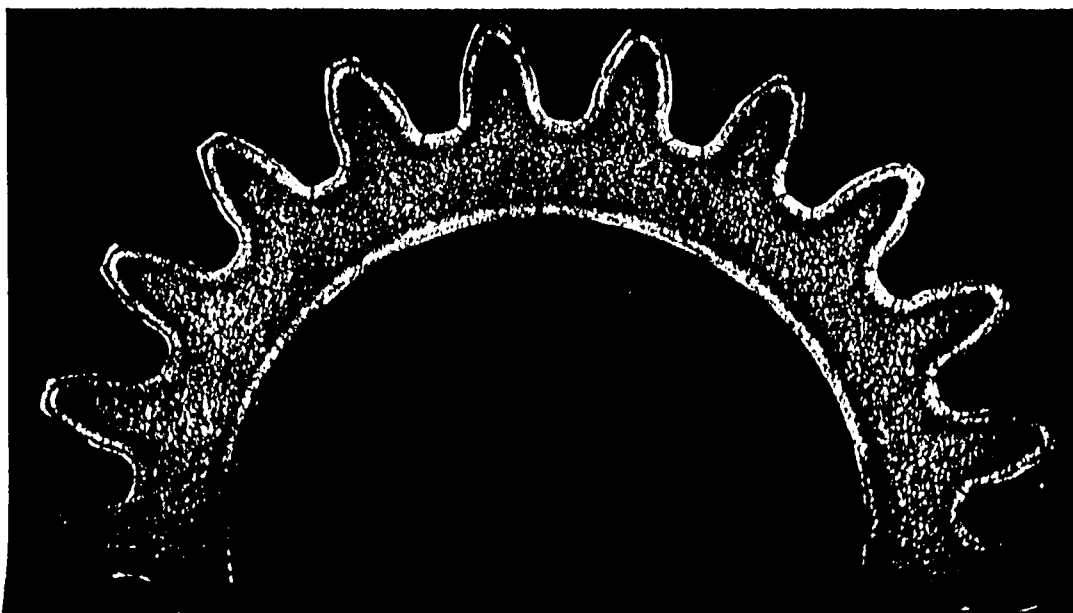


Fig. 143 — Secção transversal de uma engrenagem. Peça cementada ao longo dos dentes e na superfície interna. A macrografia revela a espessura da camada cementada, sua regularidade e a ocorrência de trincas na base dos dentes; mostra também a homogeneidade da estrutura do aço em si. Ataque: iodo. 1,5 x.

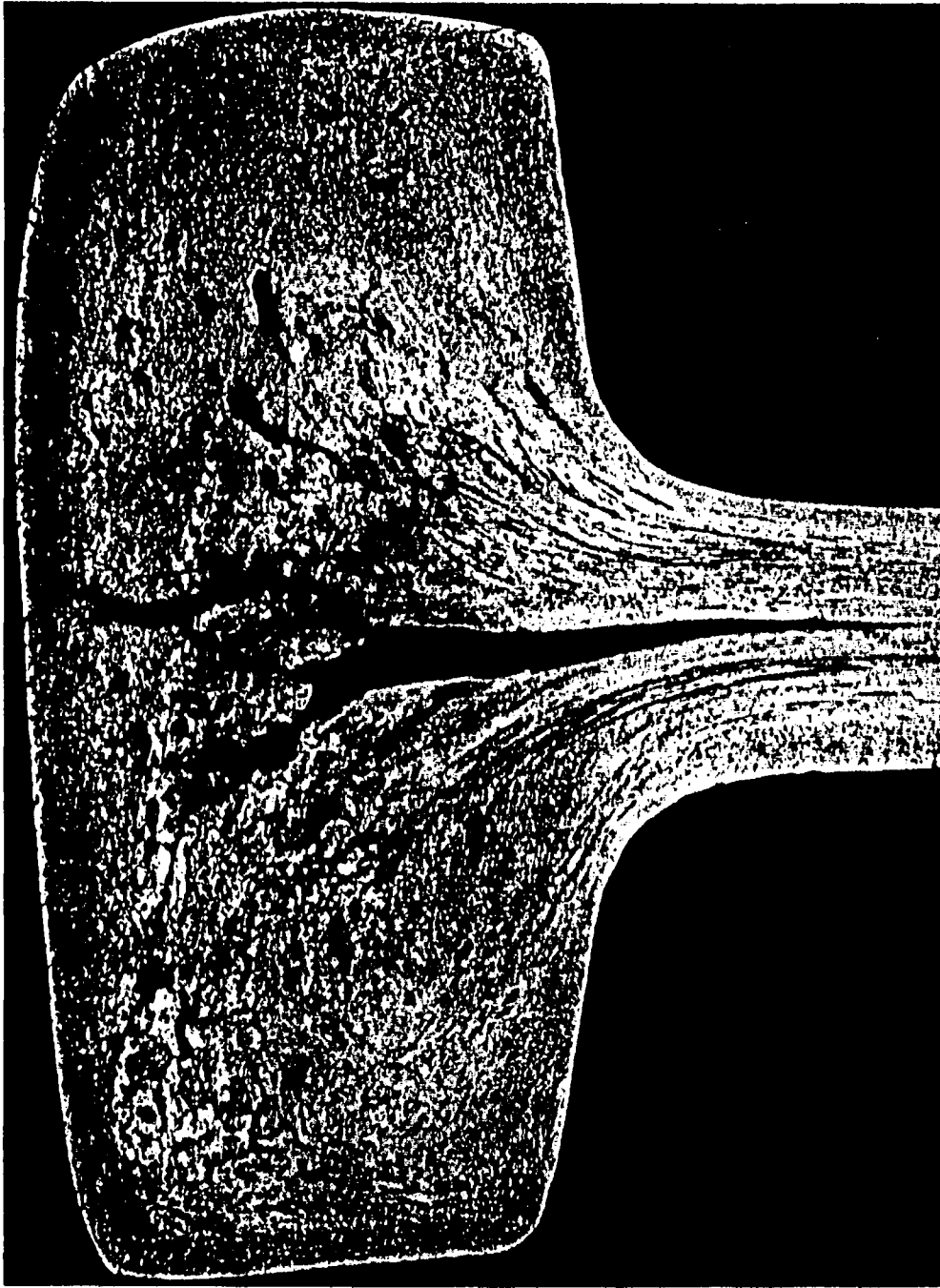


Fig. 142 — Detalhe do trilha do bolbo apresentado na fig. 142 — Notam-se numerosas fissuras e também grande quantidade de concentrações de impurezas que favorecem a formação de trincas e facilitam seu desenvolvimento. Ataque: lodo. 2,5 x.

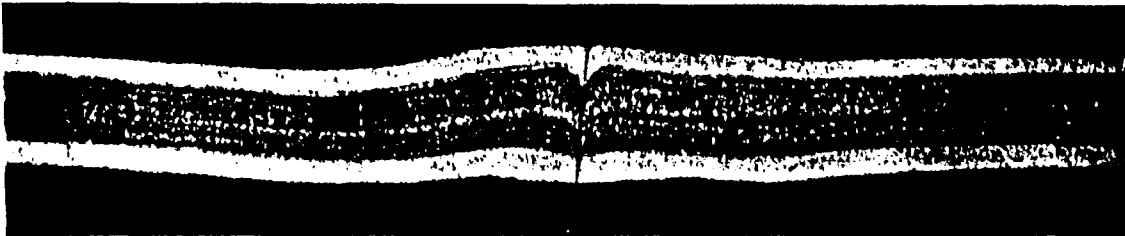


Fig. 145 — Caldeamento elétrico de topo de duas chapas com segregação acentuada. Nota-se a linha de caldeamento e a deformação local que as duas partes sofreram, devido ao amolecimento produzido pelo calor dos arcos voltáicos, que se estabeleceram entre as duas peças, antes de sua compressão. Ataque: lodo. 2 x.

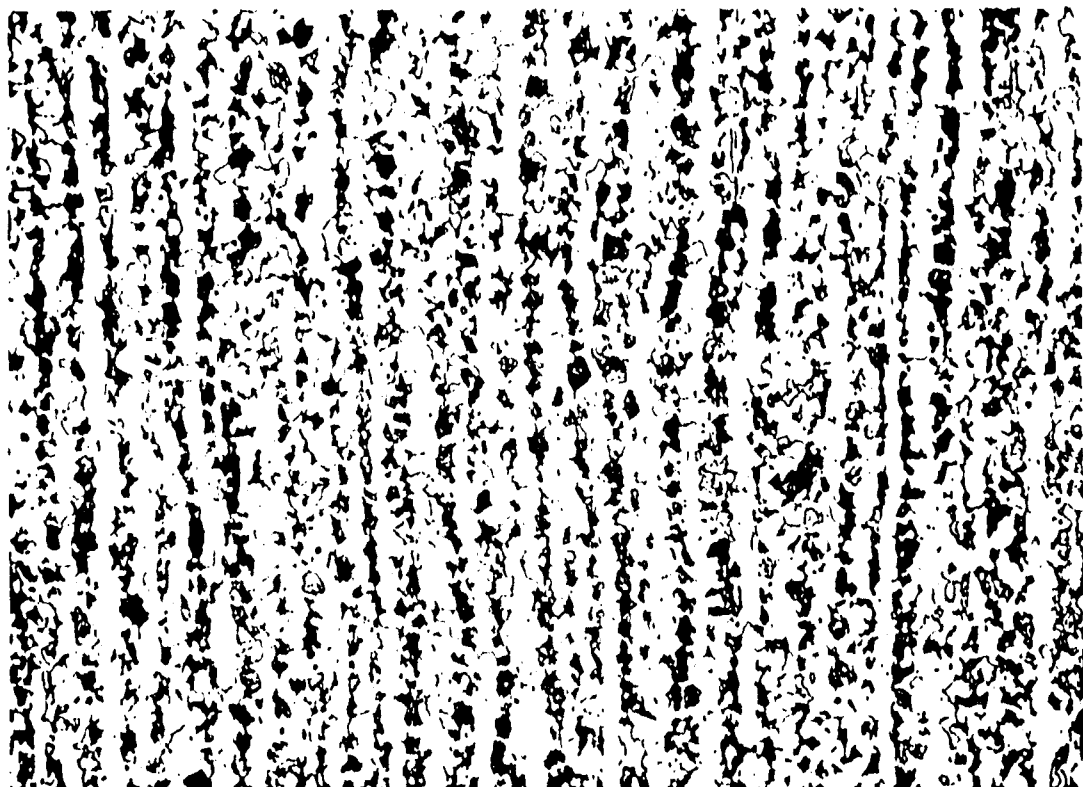


Fig. 317 — Aço doce laminado e recozido apresentando uma textura alinhada. A ferrita e a perlita se dispõem em estrias contínuas. Ataque: nítrico. 150 x.



Fig. 318 — Secção transversal de uma chapa de aço meio duro recozido. Textura alinhada com ferrita em áreas alongadas e descontínuas. Ataque: nítrico. 150 x.

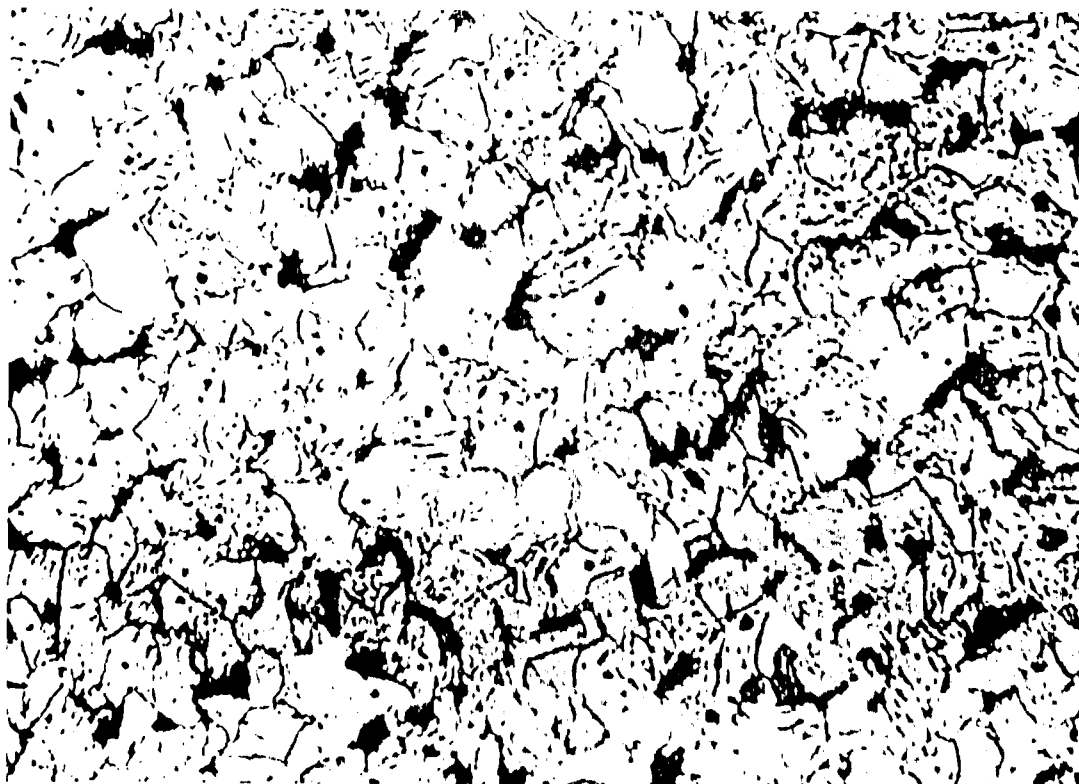


Fig. 328 — Aspecto micrográfico da secção transversal de uma barra de aço doce fortemente laminada a frio. Ataque pelo reativo de água régia. 700 x.

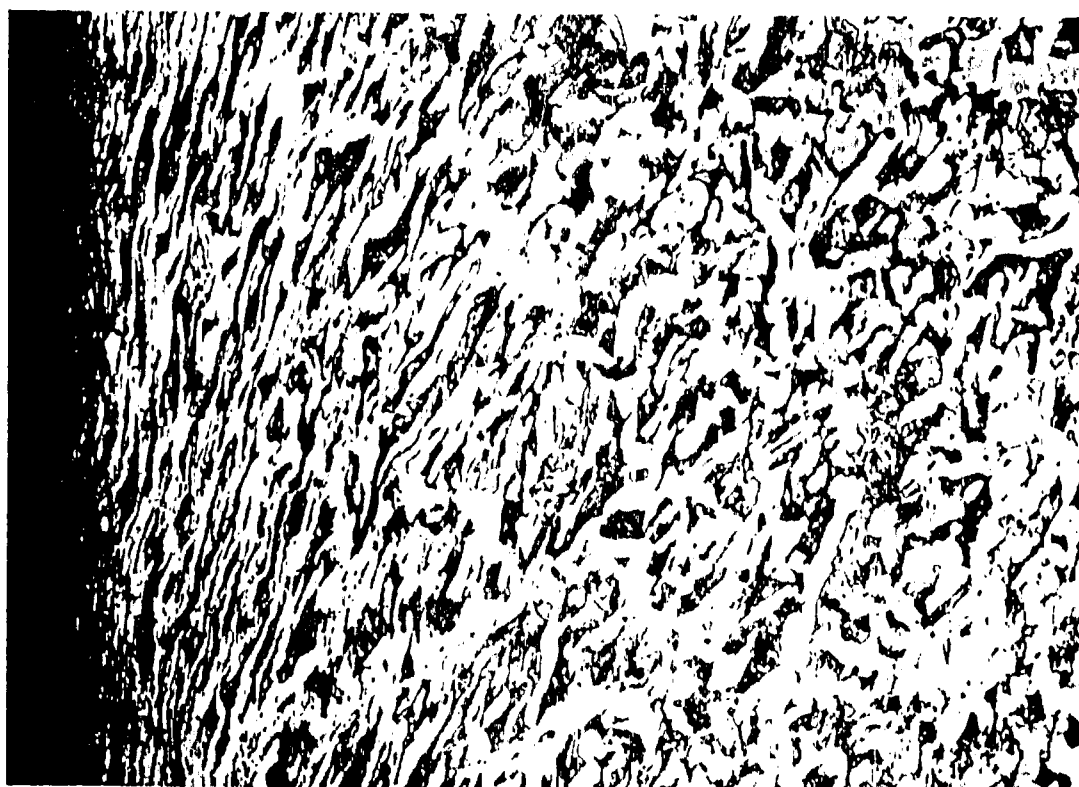


Fig. 329 — Secção transversal de um trilho usado, junto à superfície de rolamento. A deformação dos grãos de ferrita e de perlita mostram até que profundidade o material ficou encruado. Ataque: nítrico. 150 x.

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE GENERAL SAN MARTÍN
COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA
INSTITUTO DE TECNOLOGÍA
"Prof. Jorge A. Sabato"**

**Deformación plástica en el laminado en
caliente de estructurales y rieles de acero ^(*)
(Calibrados)**

por Ing. Roberto Alfredo Villanueva

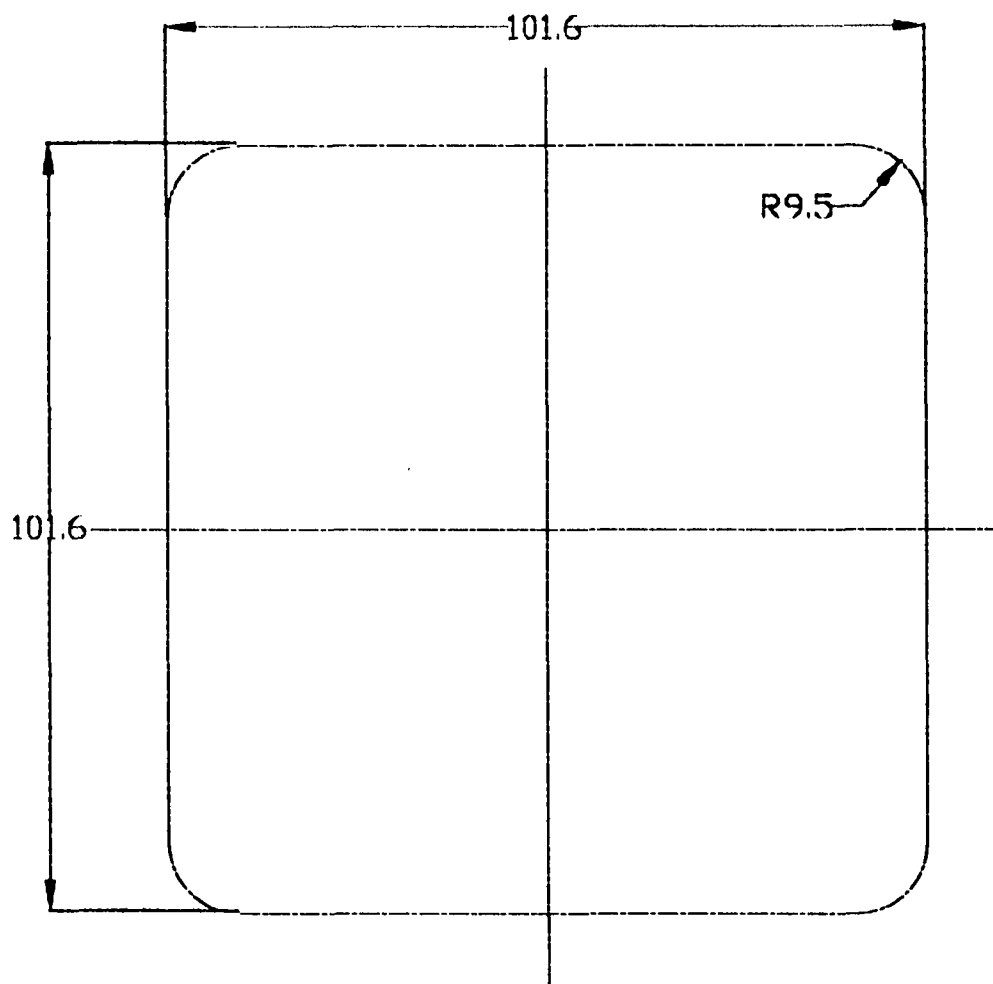
**Director
Dr. Ing. Carlos A. Martínez Vidal**

**^(*) Tesis para optar al título de Doctor en Ciencia y Tecnología,
mención Materiales**

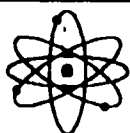
**República Argentina
2003**

Ejemplo de calibrado 2.1.1.

Ángulo de alas iguales de 3" x 3" x 3/16" (76,2 x 76,2 x 4,8)



AREA: 10245.1 MM²

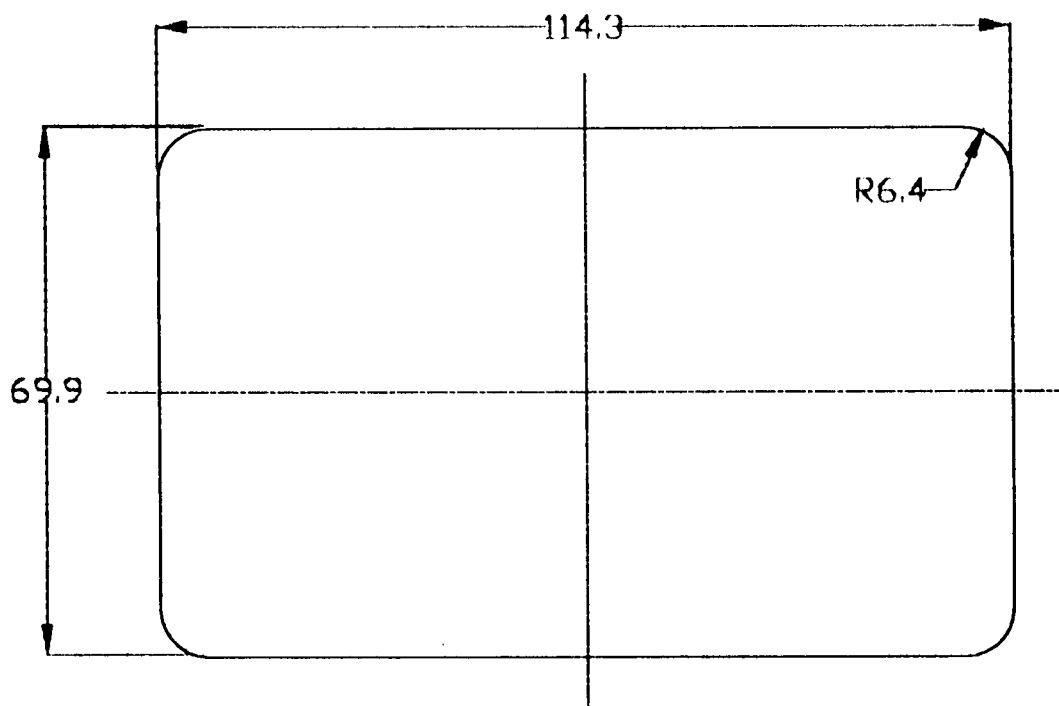


CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

PROYECTO:

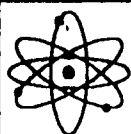
PLANO N°

1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 3" x 3" x 3/16" PASADA N° 0	
DIBUJO	03/02	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Núñez P.		
APROBO	QU	R.A. Villanueva		



REDUCCION: 22.36 %

AREA: 7954.4 MM²

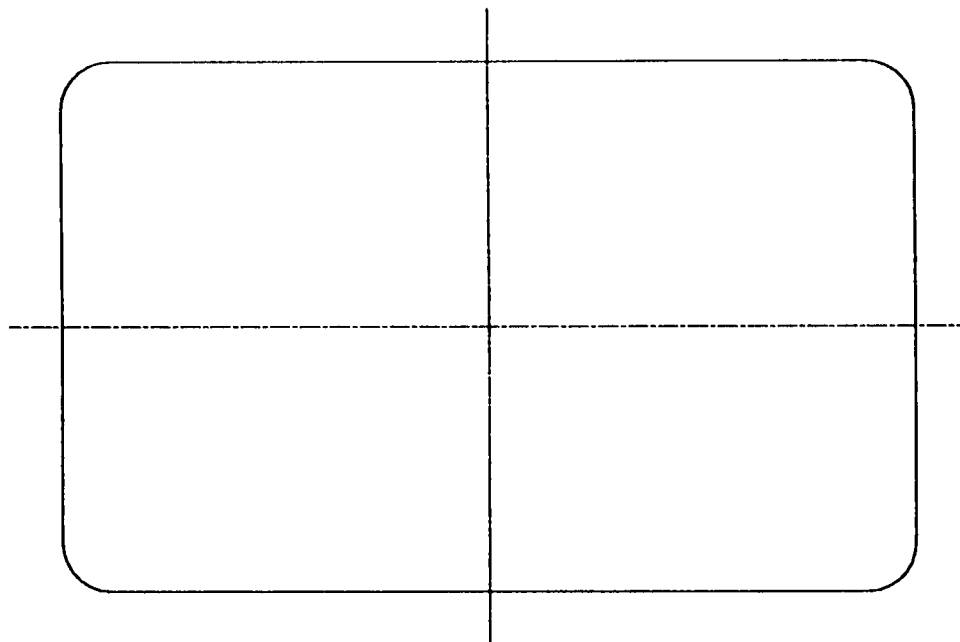


CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

PROYECTO:

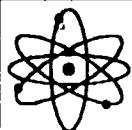
PLANO N°

1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 3' x 3' x 3/16' PASADA N° 1	
DIBUJO	03/02	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Nájuez P.		
APROBO	RU	R.A. Villanueva		



REDUCCION: 22.36 %

AREA: 7954,4 MM²

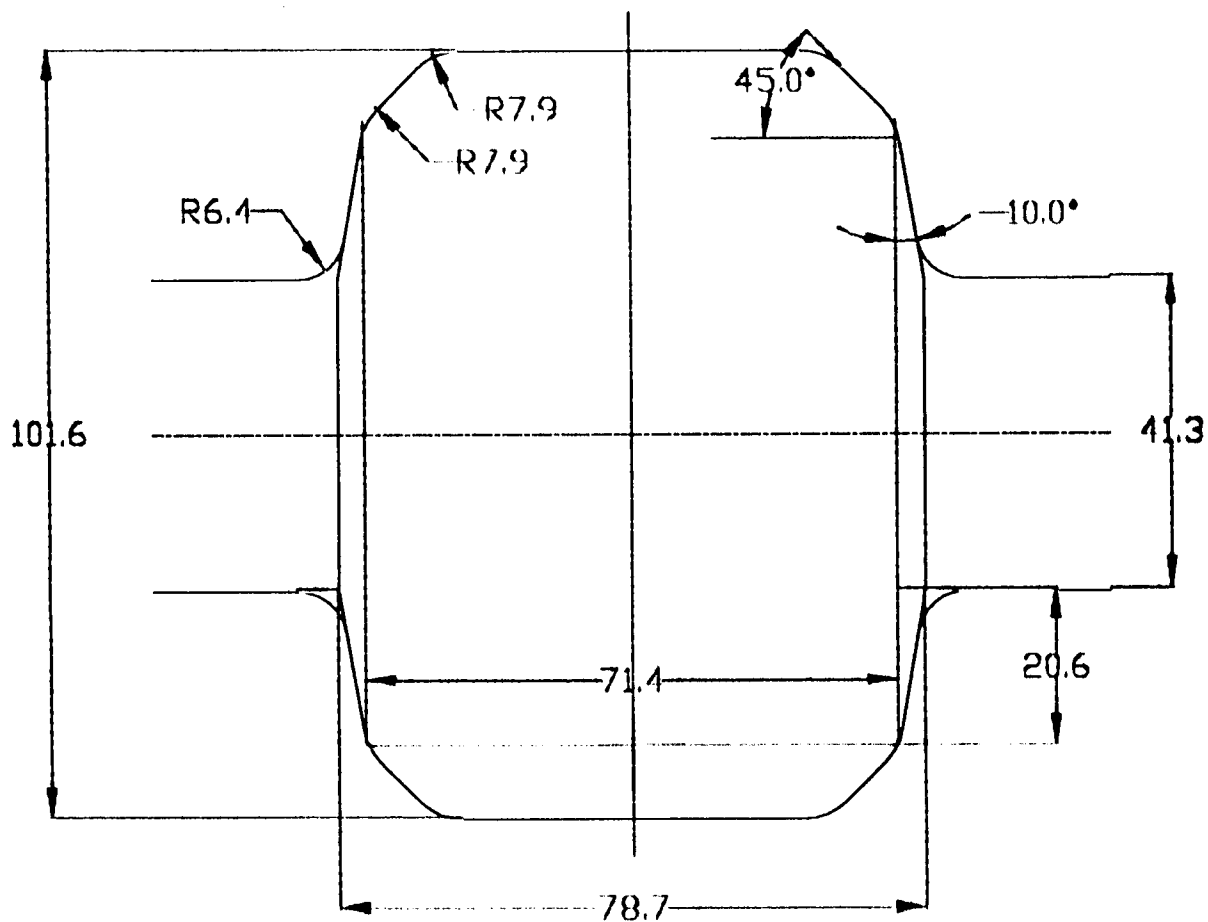


CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

PROYECTO:

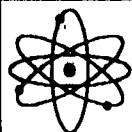
PLANO N°

1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 3" x 3" x 3/16" PASADA N° 1	
DIBUJO	03/02	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Gómez P.		
APROBO	QU	R.A. Villanueva		



REDUCCION: 5.47 %

AREA: 7519.3 MM²

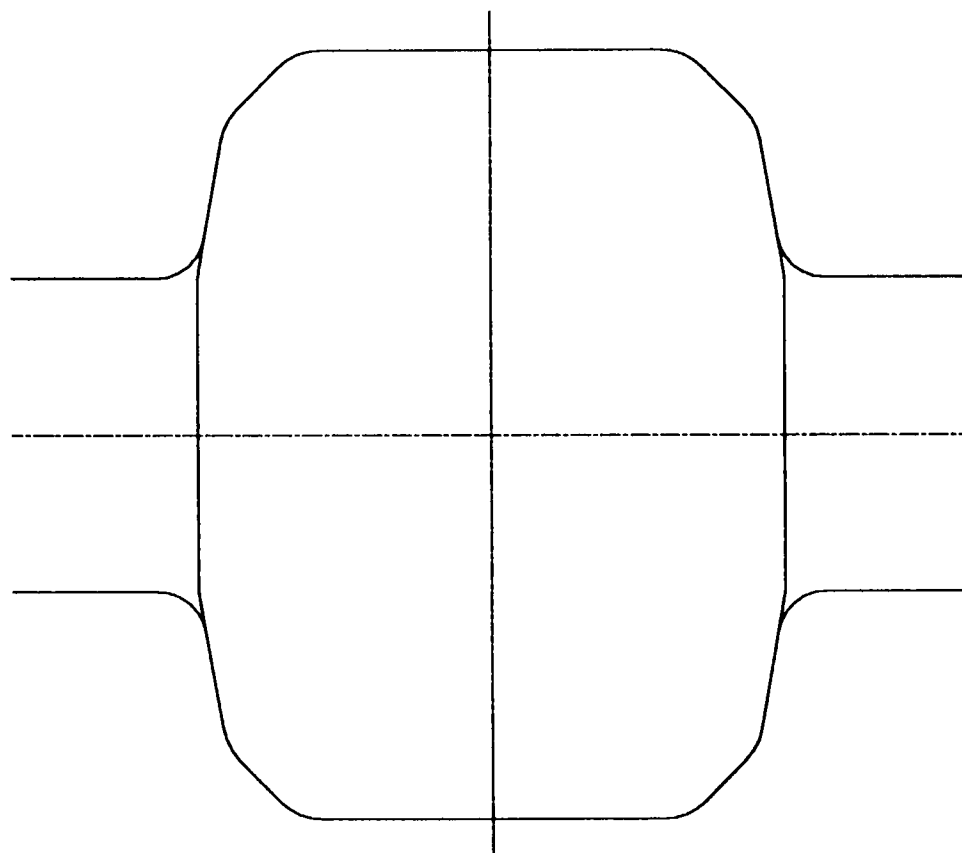


CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

PROYECTO:

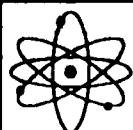
PLANO N°

1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 3" x 3" x 3/16" PASADA N° 2	
DIBUJO	04/02	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Gómez P.		
APROBO	RU	R.A. Villanueva		



REDUCCION: 5.47 %

AREA: 7519.3 MM²

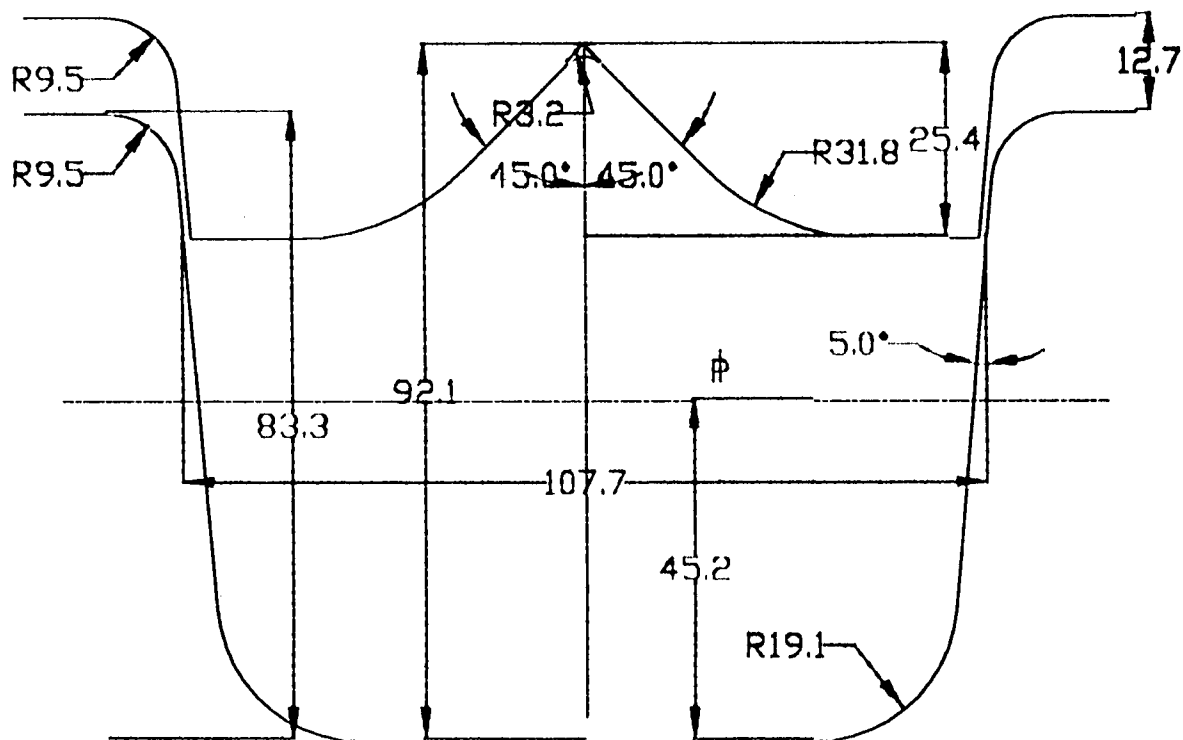


CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

PROYECTO:

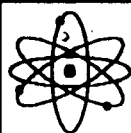
PLANO N°

1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 3' x 3' x 3/16' PASADA N° 2	
DIBUJO	04/02	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Gómez P.		
APROBO	QU	R.A. Villanueva		



REDUCCION: 2.20 %

AREA: 7353.5 MM²

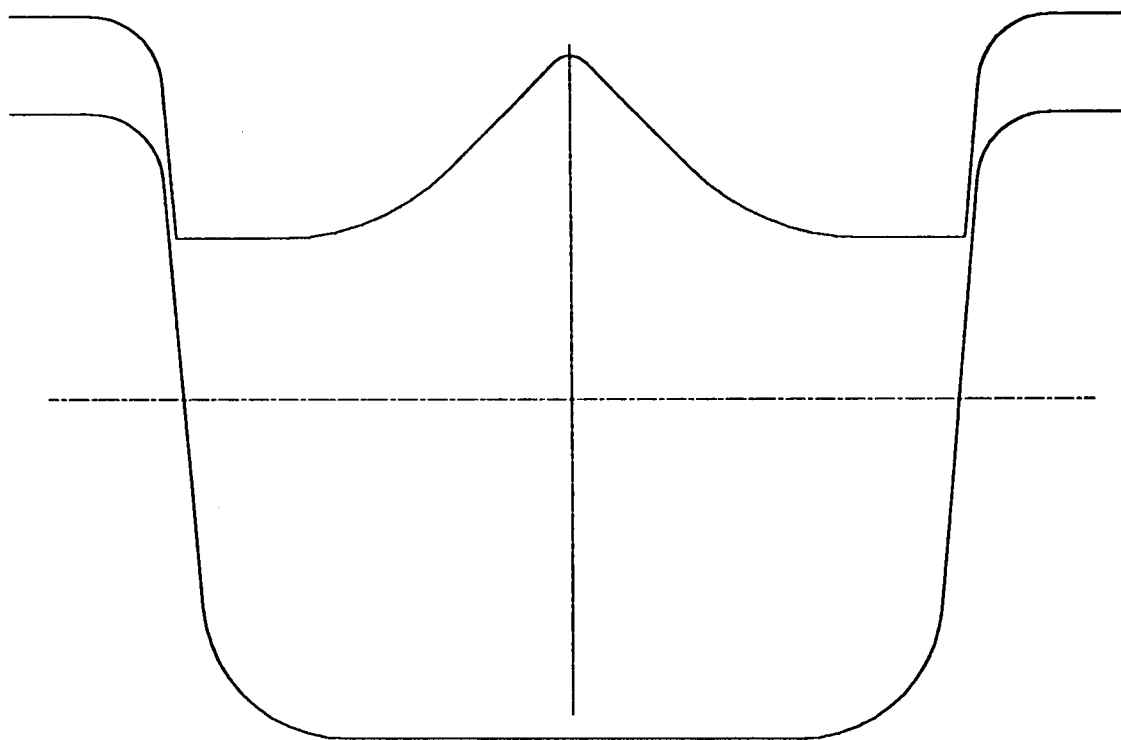


CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

PROYECTO:

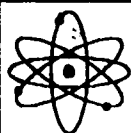
PLANO N°

1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 3' x 3' x 3/16' PASADA N° 3	
DIBUJO	05/02	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Nómez P.		
APROBO	QU	R.A. Villanueva		



REDUCCION: 2.20 %

AREA: 7353.5 MM²

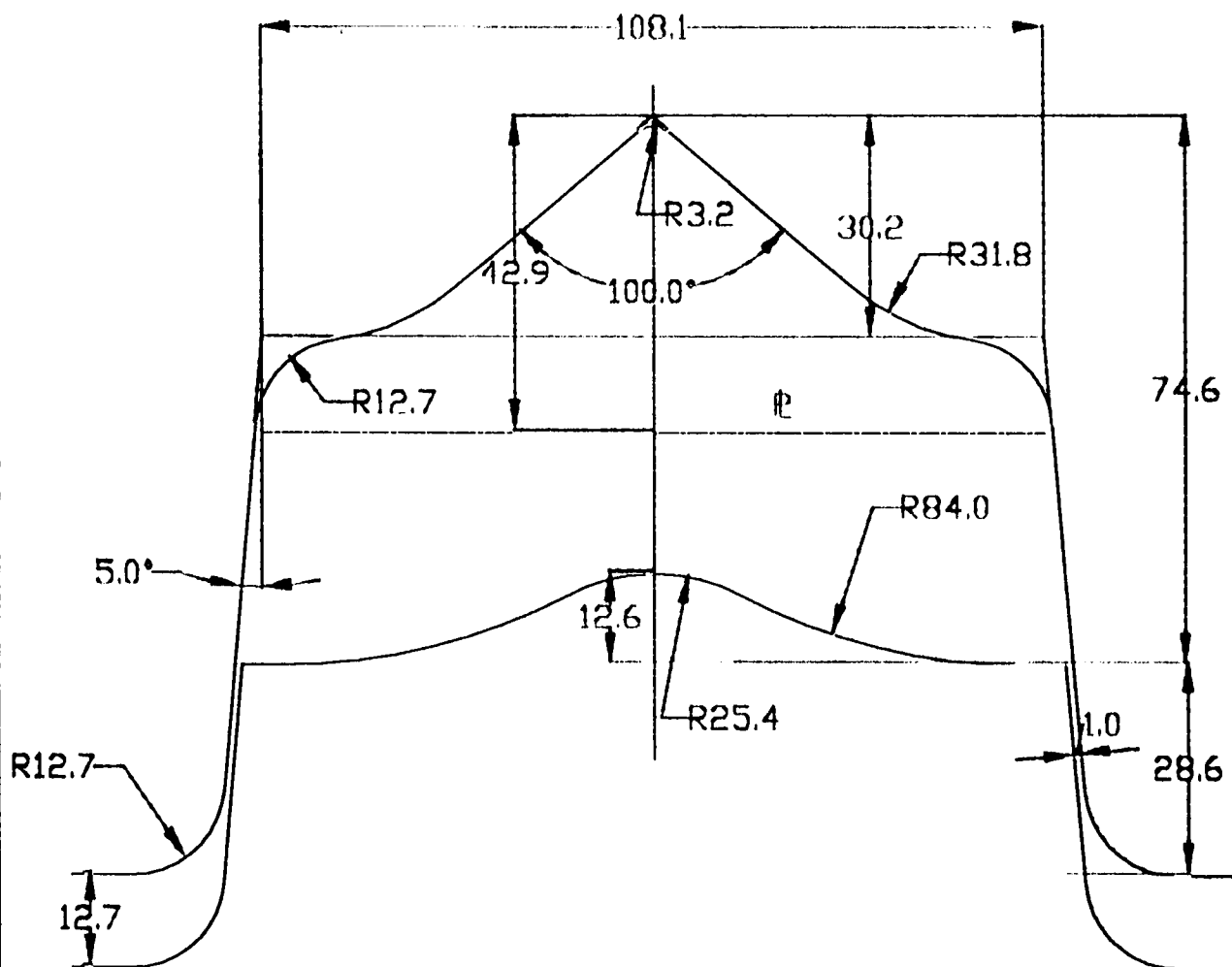


CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

PROYECTO:

PLANO N°

1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 3' x 3' x 3/16' PASADA N° 3	
DIBUJO	05/02	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Nómez P.		
APROBO	RU	R.A. Villanueva		



REDUCCION: 25.17 %

AREA: 5502.7 MM²

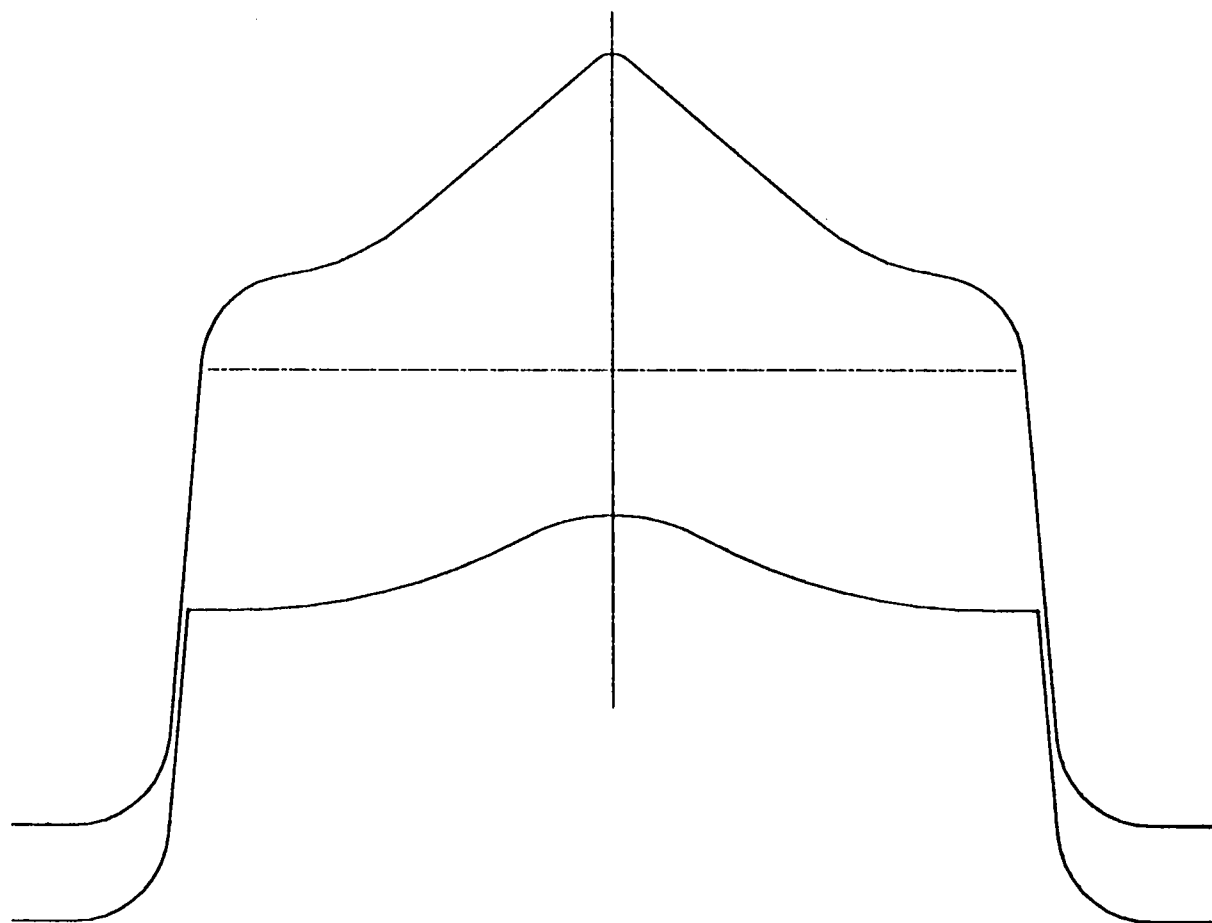


CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

PROYECTO:

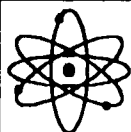
PLANO N°

1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 3' x 3' x 3/16' PASADA N° 4	
DIBUJO	24/02	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Nómez P.		
APROBO	QU	R.A. Villanueva		



REDUCCION: 25.17 %

AREA: 5502.7 MM²

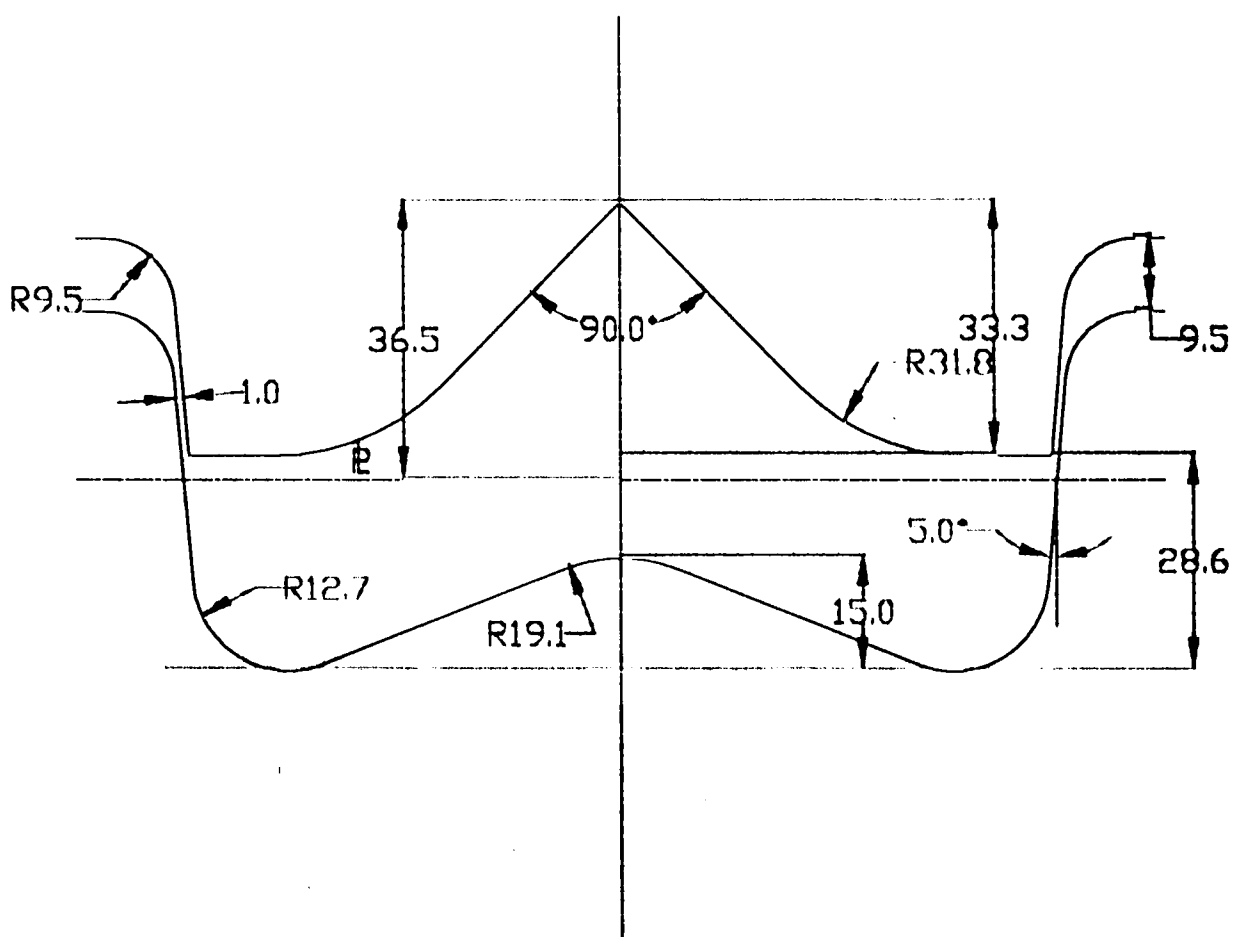


CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

PROYECTO:

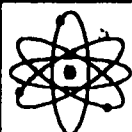
PLANO N°

1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 3° x 3° x 3/16° PASADA N° 4	
DIBUJO	24/02	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. NGmez P.		
APROBO	RU	R.A. Villanueva		



REDUCCION: 32,74 %

AREA: 3700.9 MM²

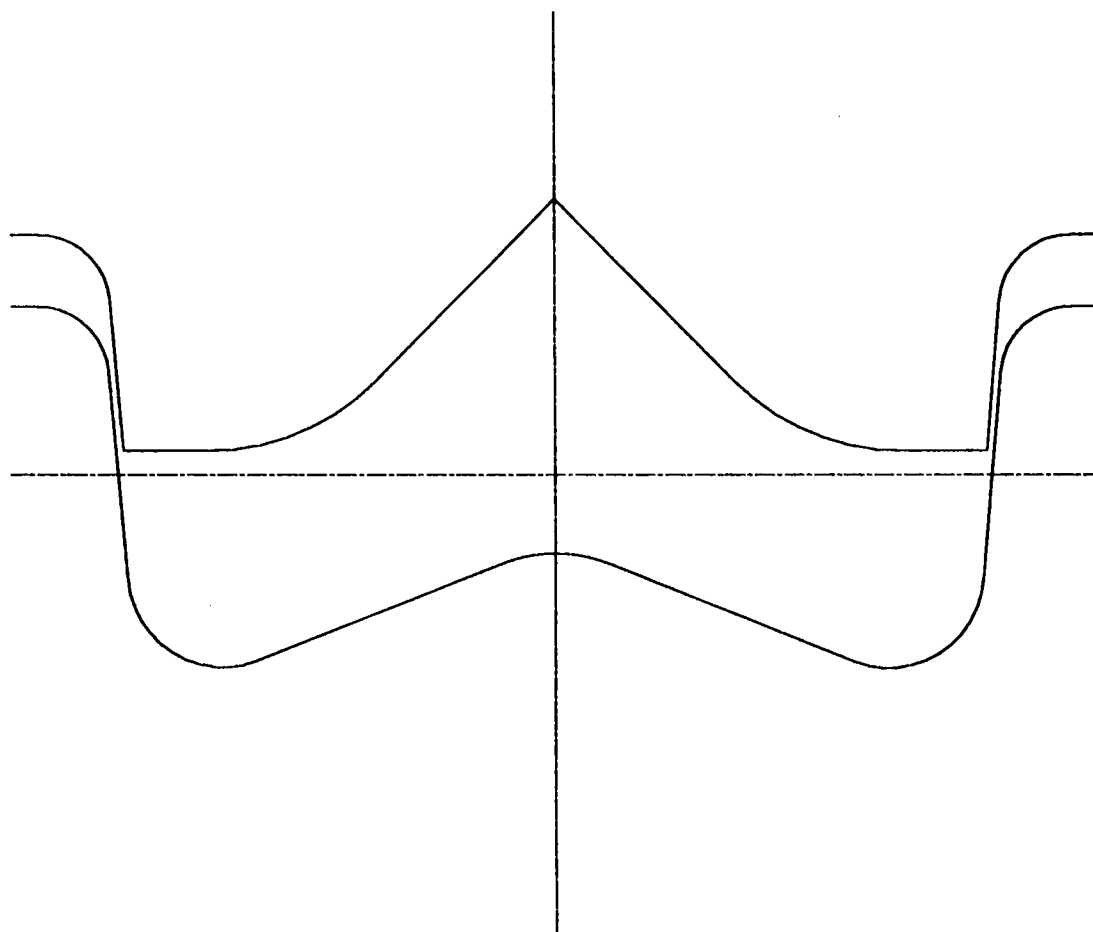


CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

PROYECTO:

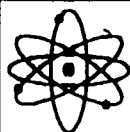
PLANO N°

1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 3' x 3' x 3/16" PASADA N° 5	
DIBUJO	03/02	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Nómez P.		
APROBO	RU	R.A. Villanueva		



REDUCCION: 32,74 %

AREA: 3700.9 MM²

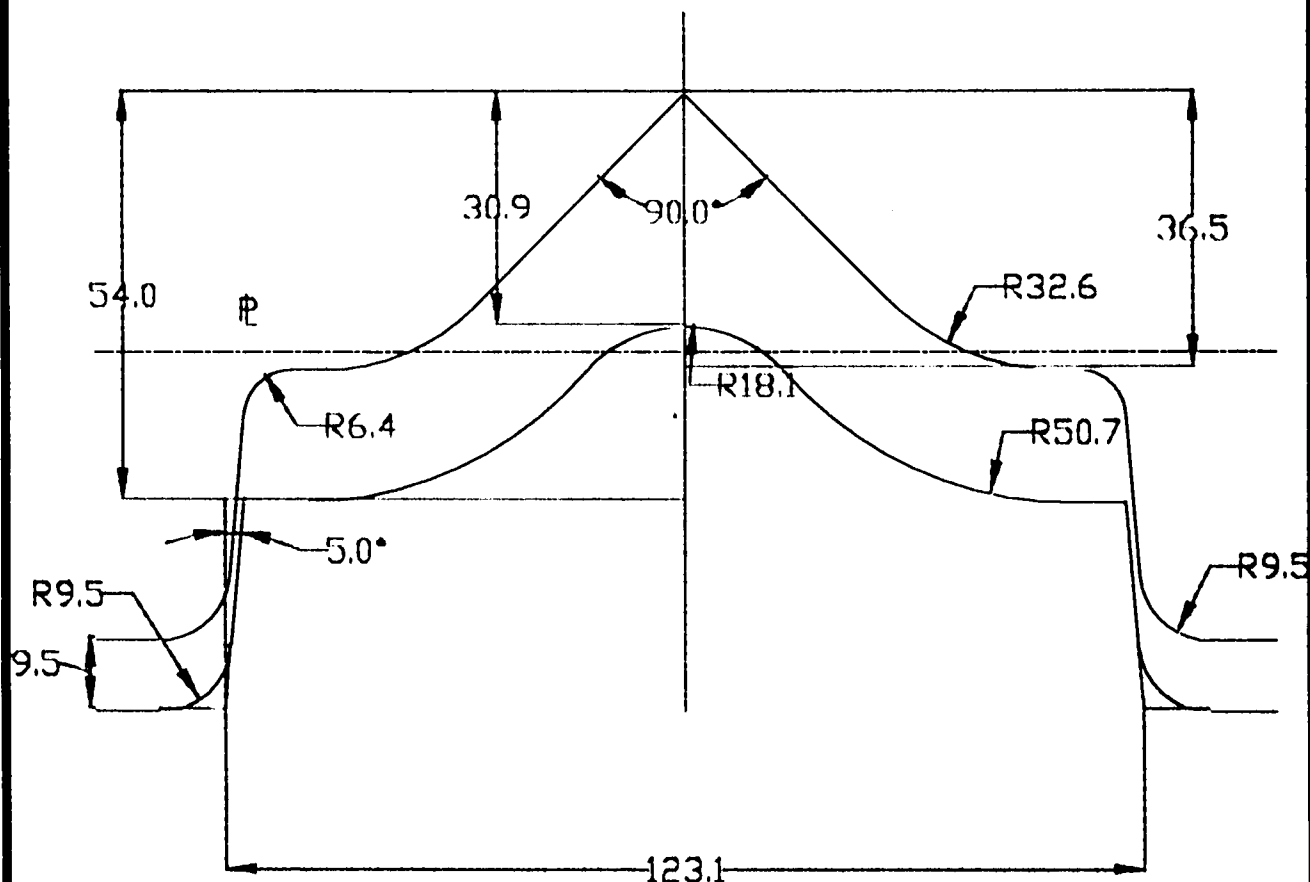


CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

PROYECTO:

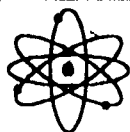
PLANO N°

1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 3' x 3' x 3/16' PASADA N° 5	
DIBUJO	03/02	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Nómez P.		
APROBO	QU	R.A. Villanueva		



REDUCCION: 33.44%

AREA: 2463.4 MM²

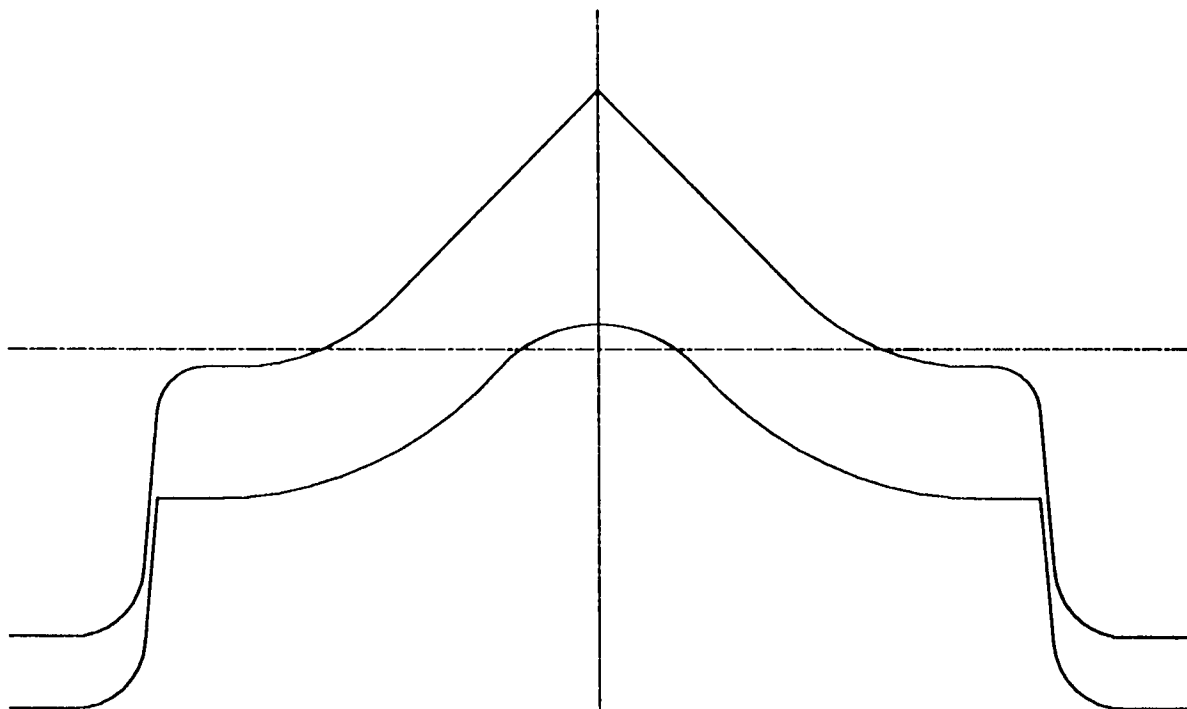


CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

PROYECTO:

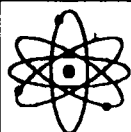
PLANO N°

1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 3' x 3' x 3/16" PASADA N° 6	
DIBUJO	17/02	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Nájuez P.		
APROBO	QU	R.A. Villanueva		



REDUCCION: 33.44%

AREA: 2463.4 MM²

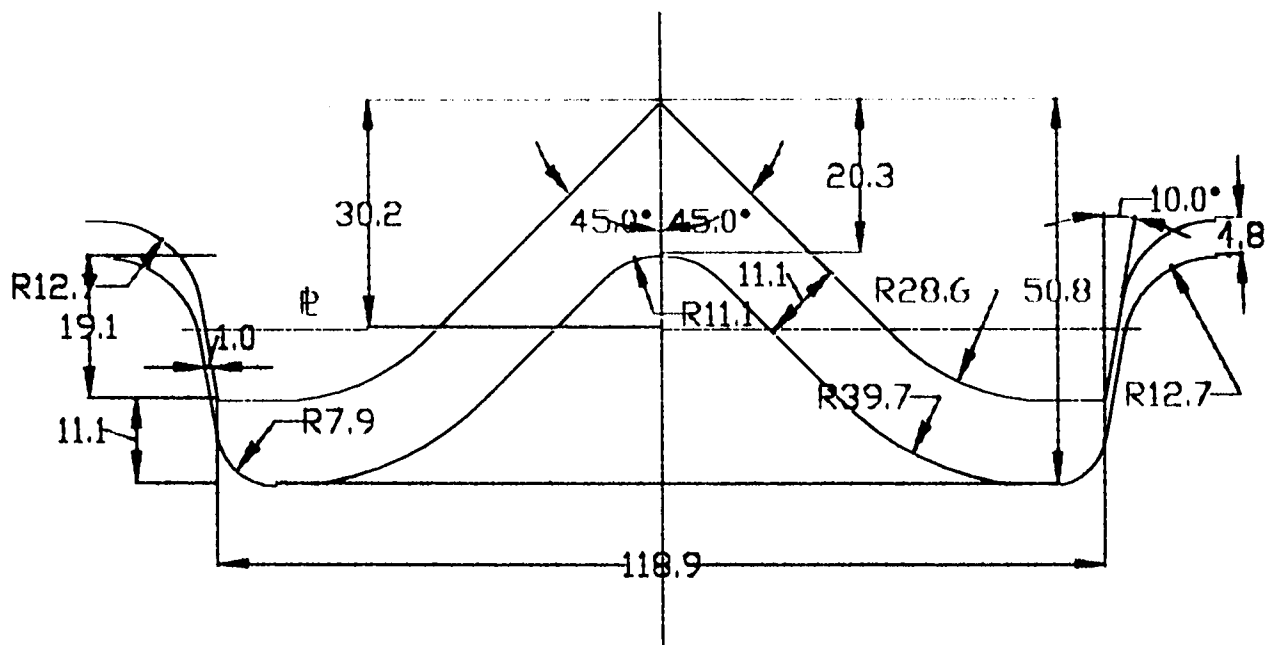


CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

PROYECTO:

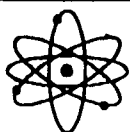
PLANO N°

1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 3' x 3' x 3/16" PASADA N° 6	
DIBUJO	17/02	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Nómez P.		
APROBO	QU	R.A. Villanueva		



REDUCCION: 33.41 %

AREA: 1640.4 MM²

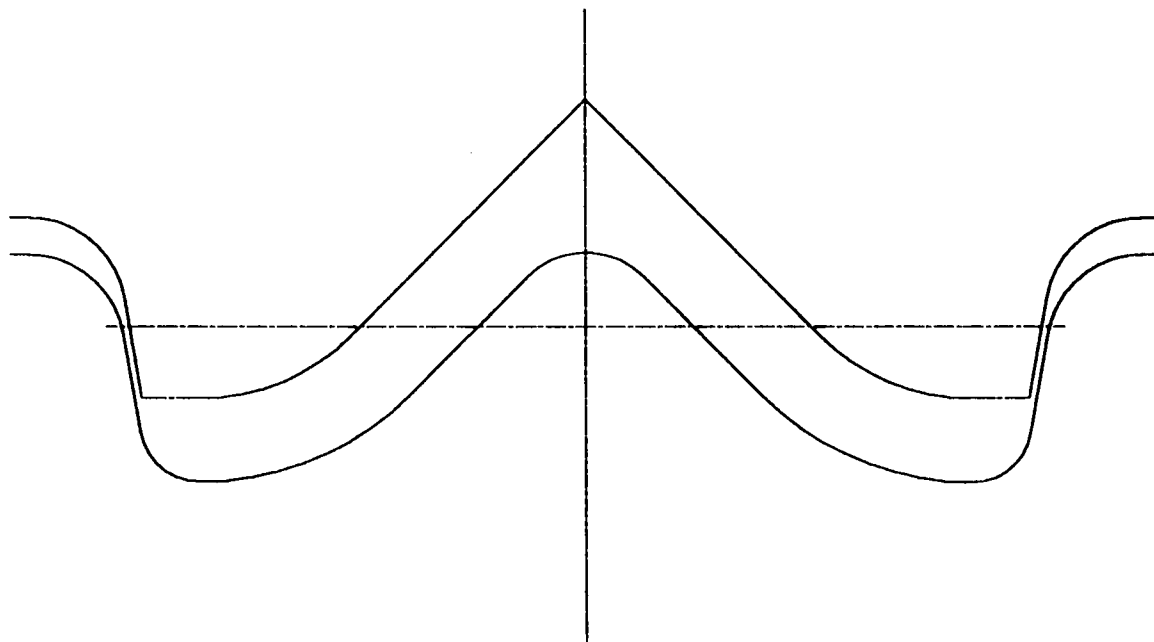


CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

PROYECTO:

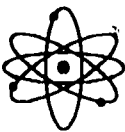
PLANO N°

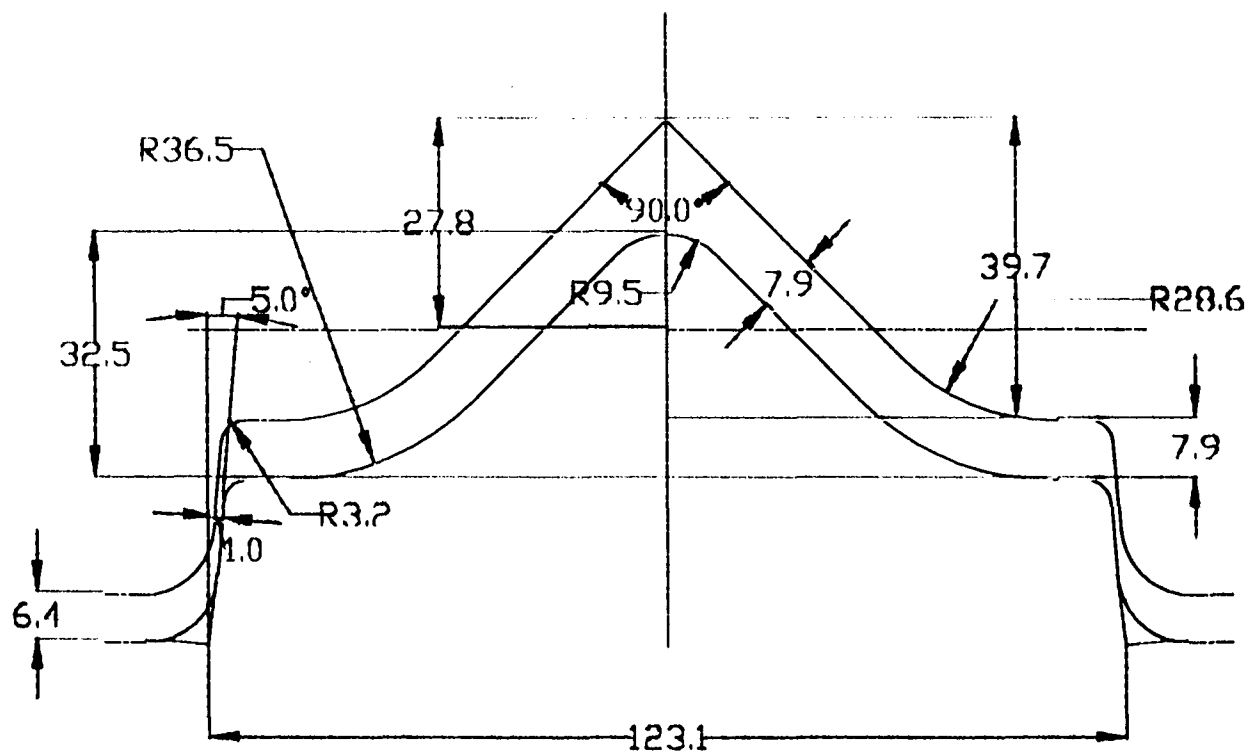
1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 3' x 3' x 3/16' PASADA N° 7	
DIBUJO	19/02	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Nómez P.		
APROBO	RU	R.A. Villanueva		



REDUCCION: 33.41 %

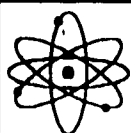
AREA: 1640.4 MM²

 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES			PROYECTO:	PLANO N°
1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 3' x 3' x 3/16" PASADA N° 7	
DIBUJO	19/02	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Núñez P.		
APROBO		R.A. Villanueva		



REDUCCION: 27.70 %

AREA: 1186 MM²

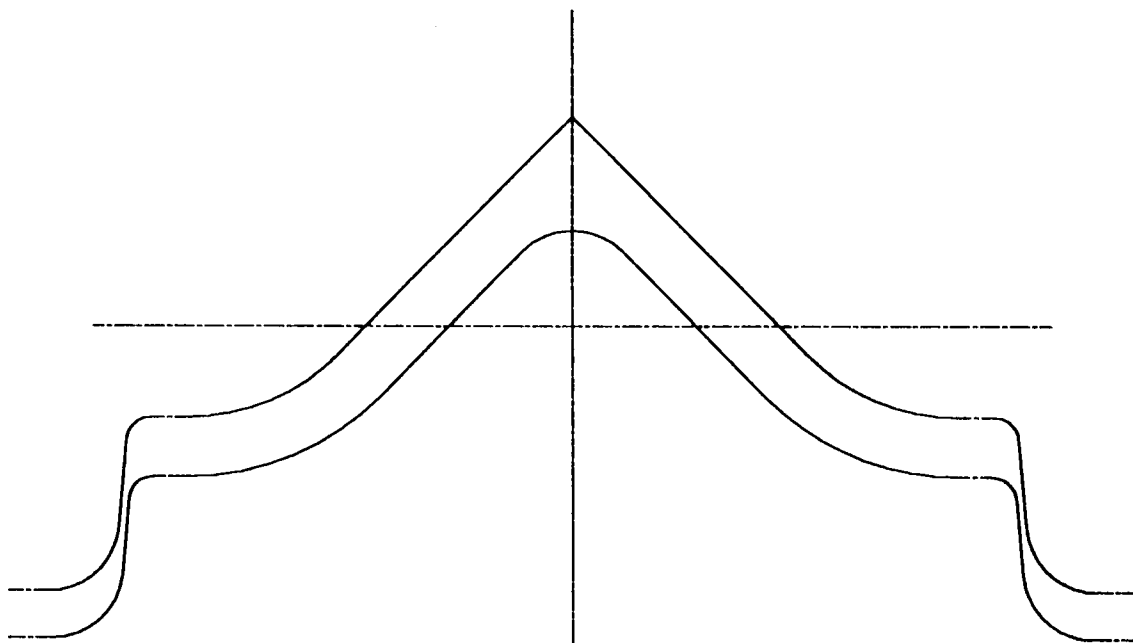


CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

PROYECTO:

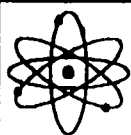
PLANO N°

1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 3' x 3' x 3/16' PASADA N° 8	
DIBUJO	22/02	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Nñez P.		
APROBO	PD	R.A. Villanueva		



REDUCCION: 27.70 %

AREA: 1186 MM²

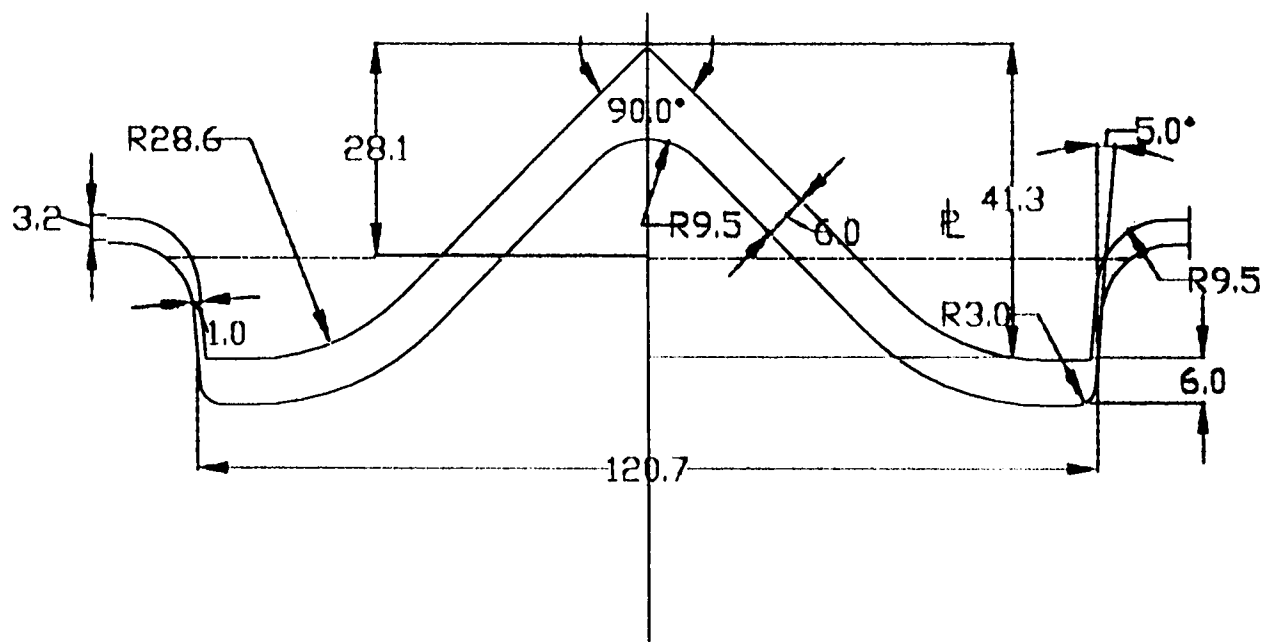


CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

PROYECTO:

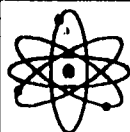
PLANO N°

1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 3' x 3' x 3/16' PASADA N° 8	
DIBUJO	22/02	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. NGñez P.		
APROBO	QU	R.A. Villanueva		



REDUCCION: 22.42 %

AREA: 920.1 MM²

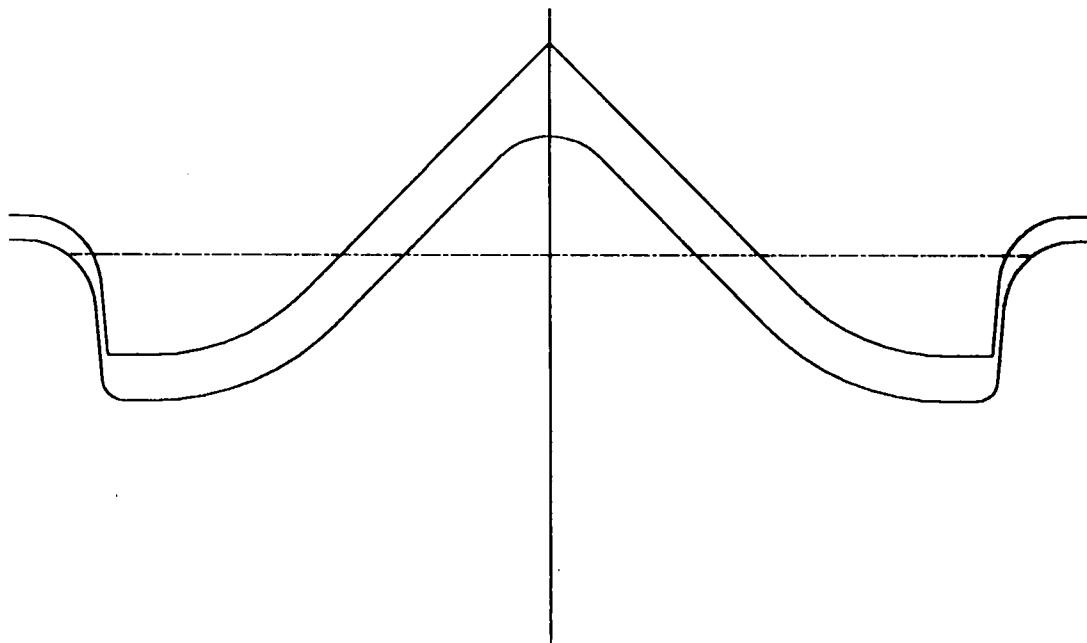


CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

PROYECTO:

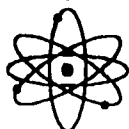
PLANO N°

1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 3' x 3' x 3/16' PASADA N° 9	
DIBUJO	23/02	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Nñez P.		
APROBO	QU	R.A. Villanueva		



REDUCCION: 22.42 %

AREA: 920.1 MM²

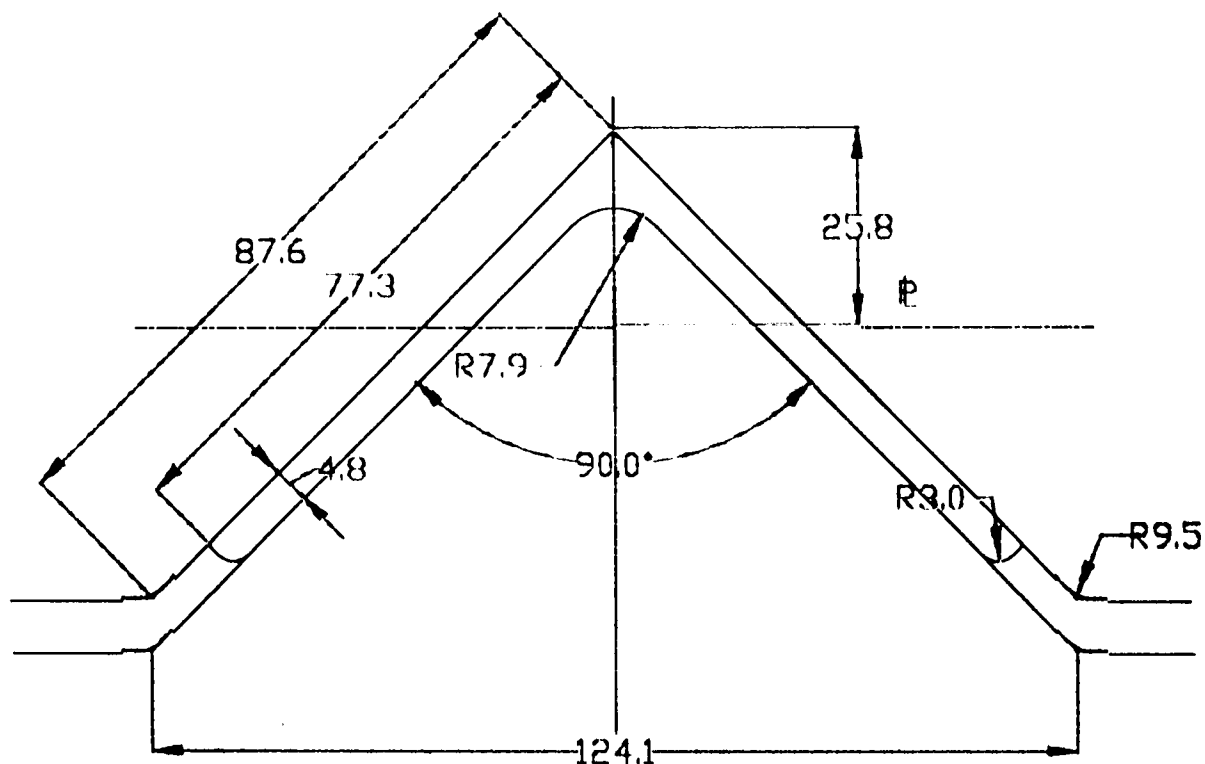


CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

PROYECTO:

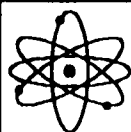
PLANO N°

1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 3° x 3° x 3/16° PASADA N° 9	
DIBUJO	23/02	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Núñez P.		
APROBO	RU	R.A. Villanueva		



REDUCCION: 20.81 %

AREA: 728.6 MM²

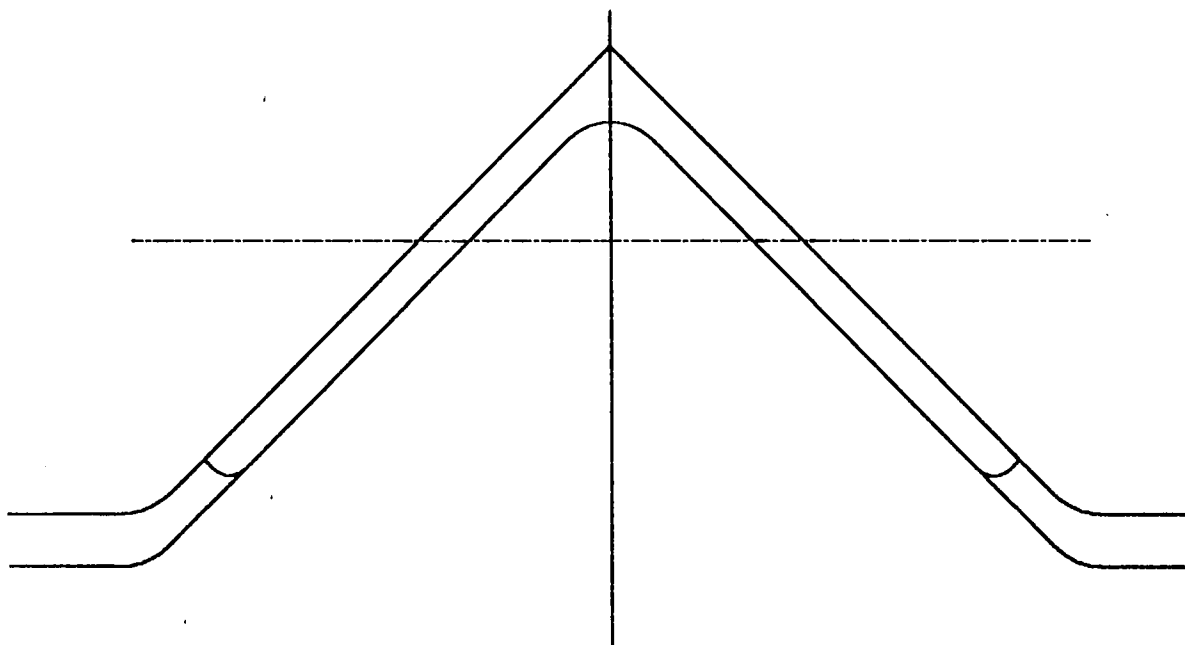


CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

PROYECTO:

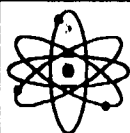
PLANO N°

1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 3' x 3' x 3/16' PASADA N° 10 (Terminadora)	
DIBUJO	23/02	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Gómez P.		
APROBO	QU	R.A. Villanueva		



REDUCCION: 20.81 %

AREA: 728.6 MM²



CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

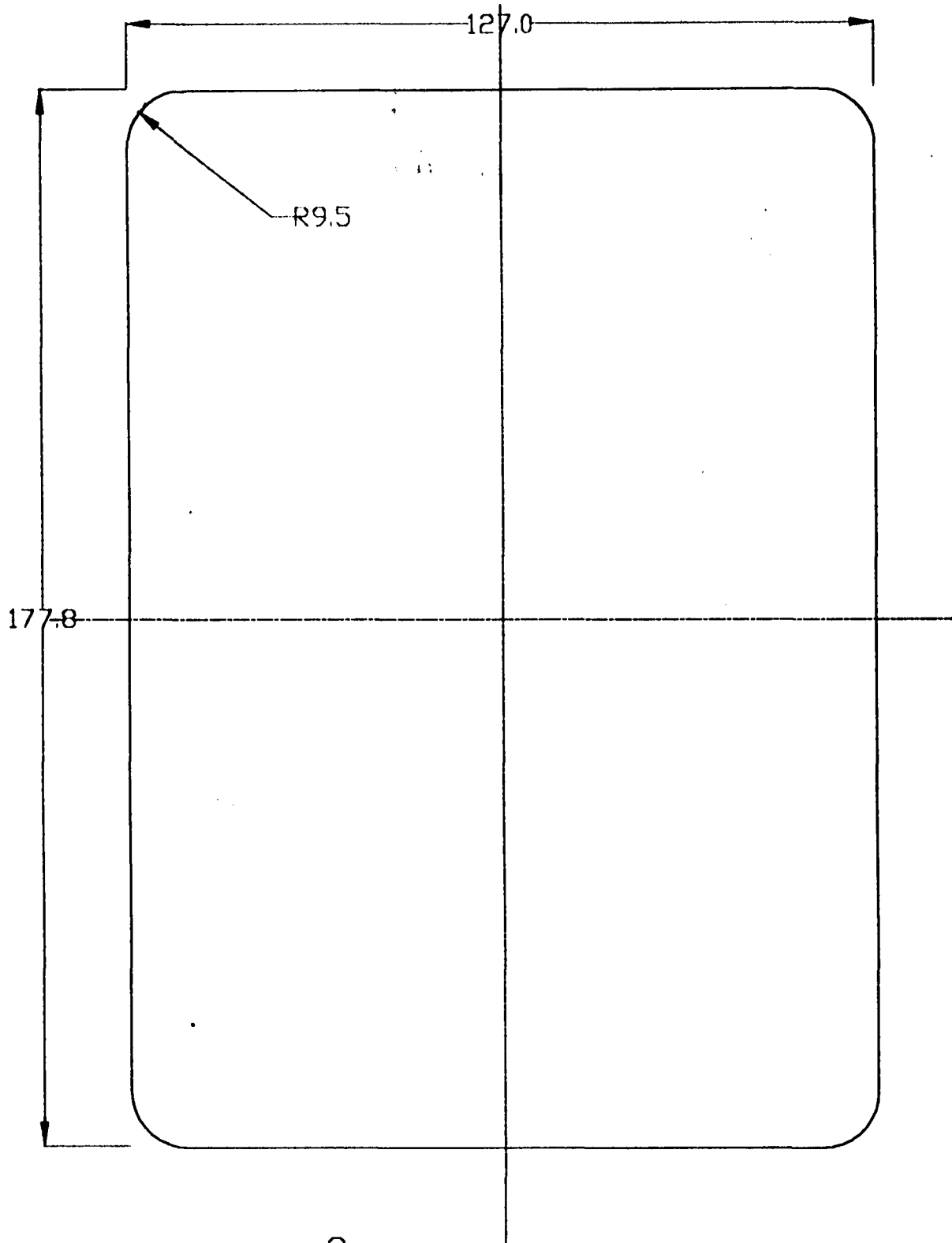
PROYECTO:

PLANO N°

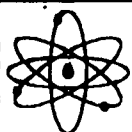
1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 3° x 3° x 3/16° PASADA N° 10 (Terminadora)	
DIBUJO	23/02	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Nómez P.		
APROBO	QU	R.A. Villanueva		

Ejemplo de calibrado 2.1.2.

Ángulo de alas iguales de 4" x 4" x ¼" (101,6 x 101,6 x 6,4)



ÁREA: 22503.1 MM²

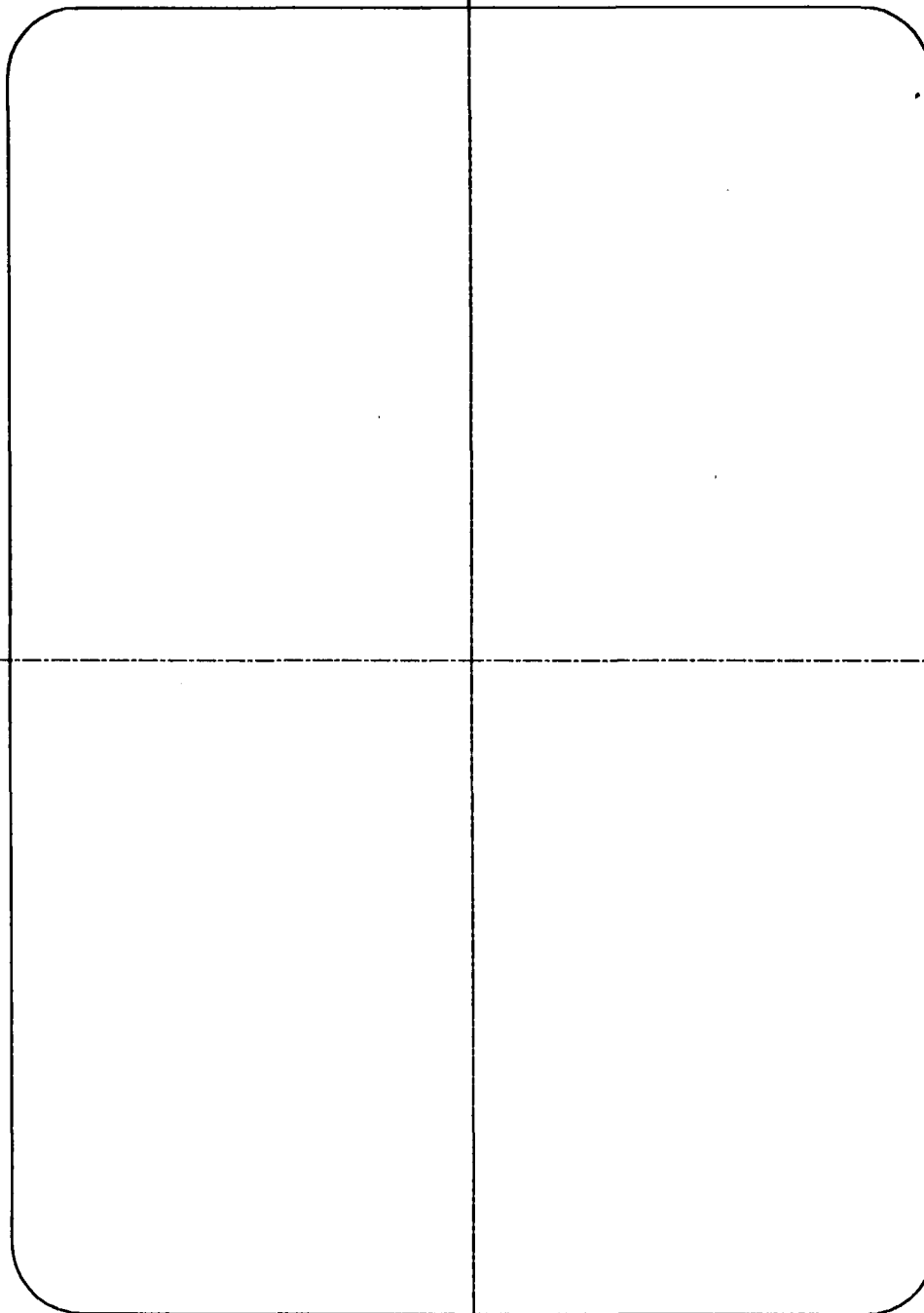


CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

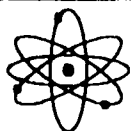
PROYECTO:

PLANO N°

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 4X4 x 1/4 (1) PASADA N° 0	
DIBUJO	28/09	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Núñez P.		
APROBO	RV	R.A. Villanueva		



AREA: 22503.1 MM²



CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

PROYECTO:

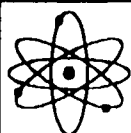
PLANO N°

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 4X4 x 1/4 (1) PASADA N° 0	
DIBUJO	28/09	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Núñez P.		
APROBO	QU	R.A. Villanueva		

181.0

R9.5

REDUCCION: 5.11 %
 AREA: 21352.9 MM²

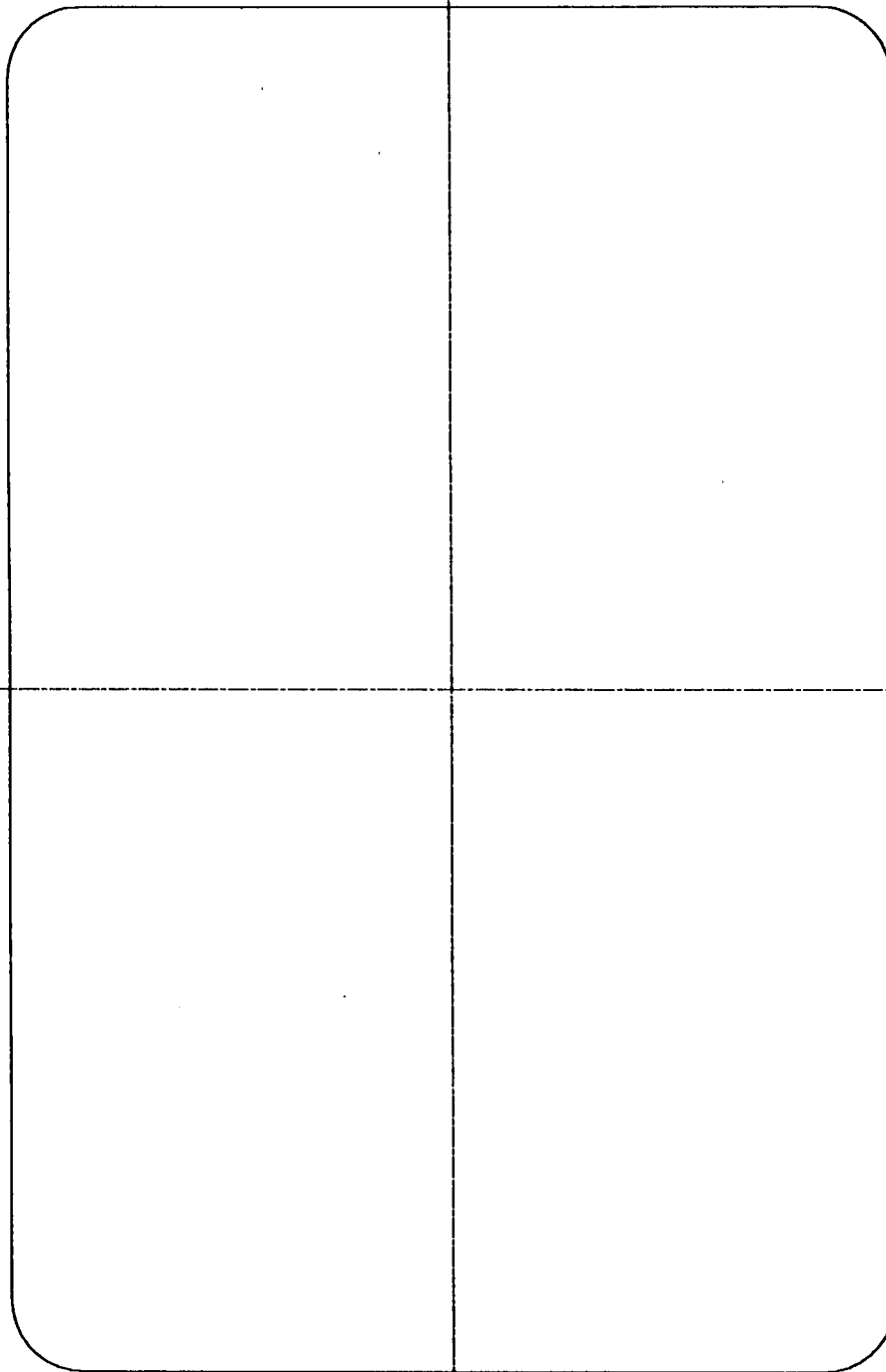


CNEA
 DEPARTAMENTO
 MATERIALES

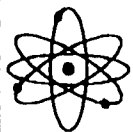
PROYECTO:

PLANO N°

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 4X4 x 1/4 (1) PASADA N° 1	
DIBUJO	28/09	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Núñez P.		
APROBO	RU	R.A. Villanueva		



REDUCCION: 5.11 %
AREA: 21352.9 MM²

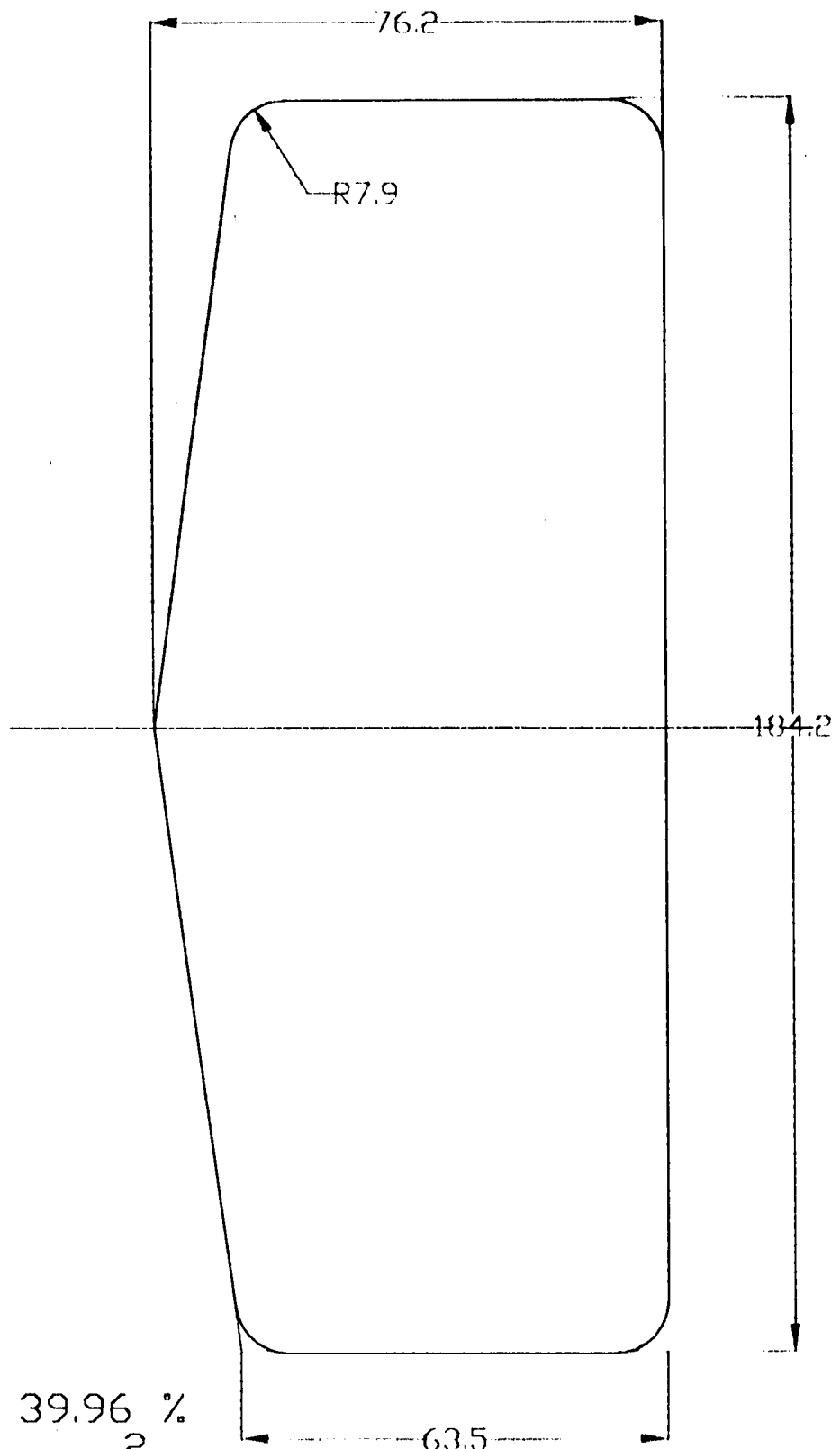


CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

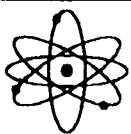
PROYECTO:

PLANO N°

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 4X4 x 1/4 (1) PASADA N° 1	
DIBUJO	28/09	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Núñez P.		
APROBO	BU	R.A. Villanueva		



REDUCCION: 39.96 %
 AREA: 12820.3 MM²

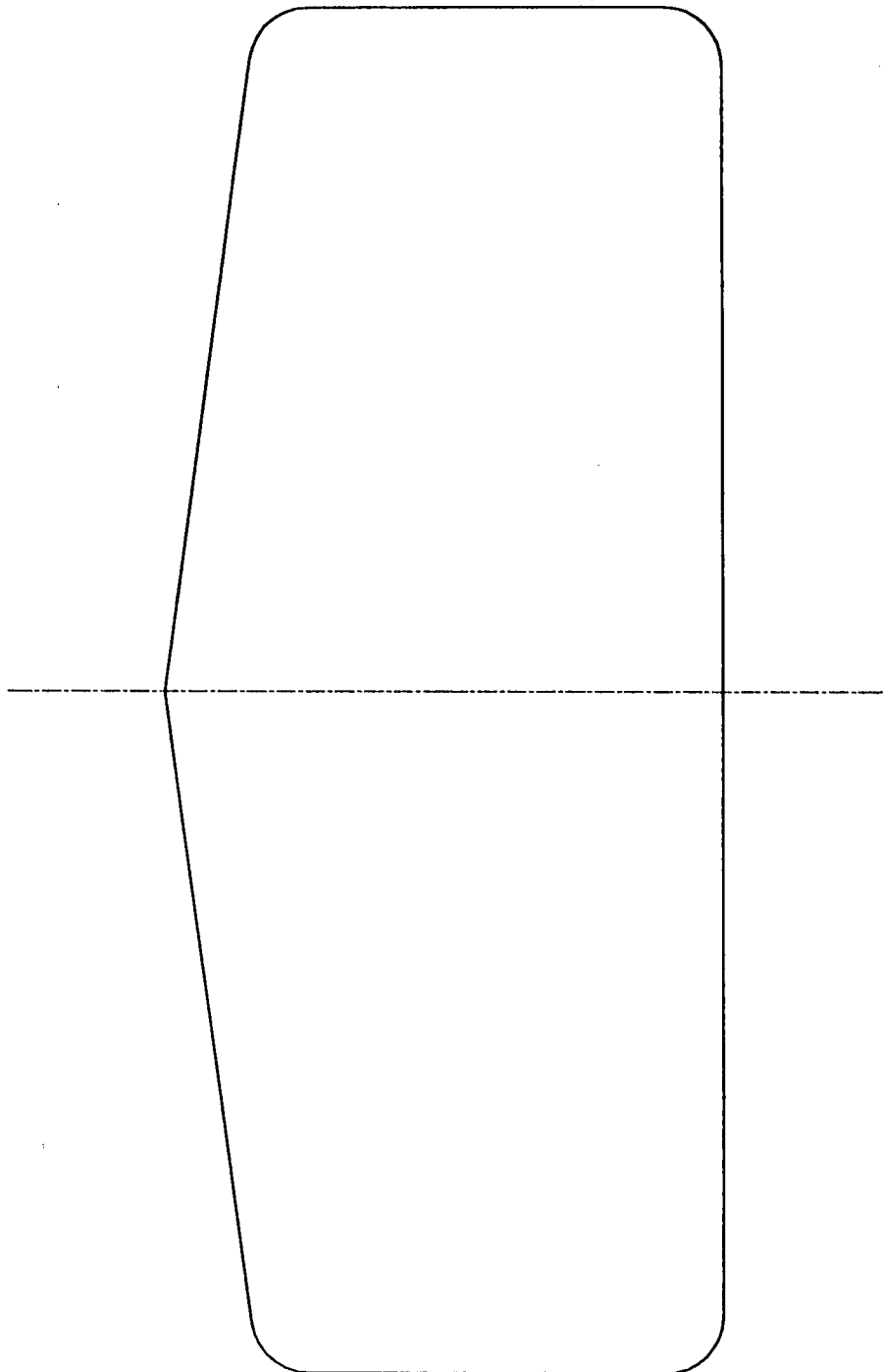


CNEA
 DEPARTAMENTO
 MATERIALES

PROYECTO:

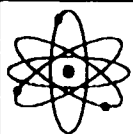
PLANO N°

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 4X4 x 1/4 (1) PASADA N° 2	
DIBUJO	28/09	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Núñez P.		
APROBO	<i>RU</i>	R.A. Villanueva		



REDUCCION: 39.96 %

AREA: 12820.3 MM²

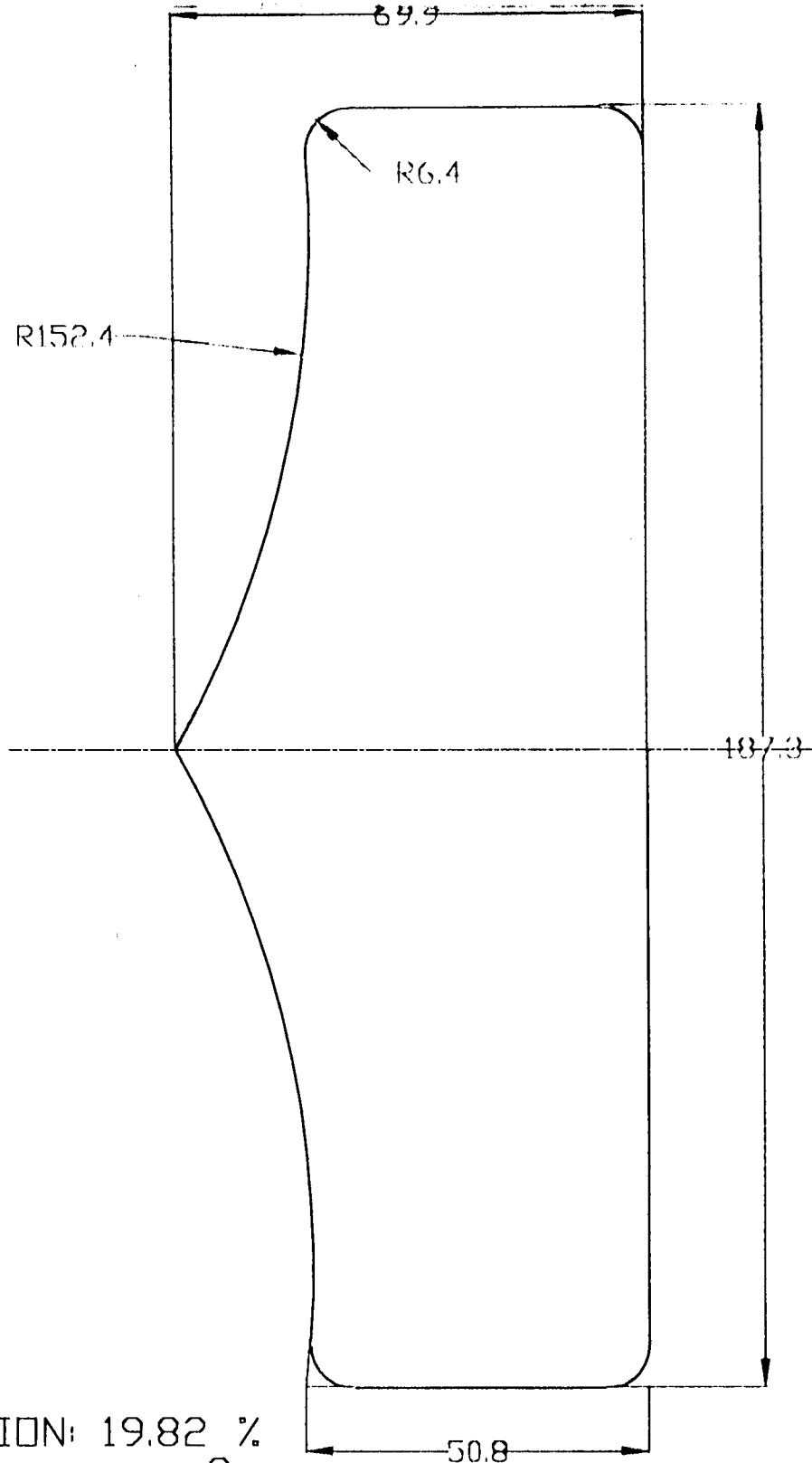


CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

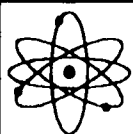
PROYECTO:

PLANO N°

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 4X4 x 1/4 (1) PASADA N° 2	
DIBUJO	28/09	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Núñez P.		
APROBO		R.A. Villanueva		



REDUCCION: 19.82 %
 AREA: 10279.8 MM²

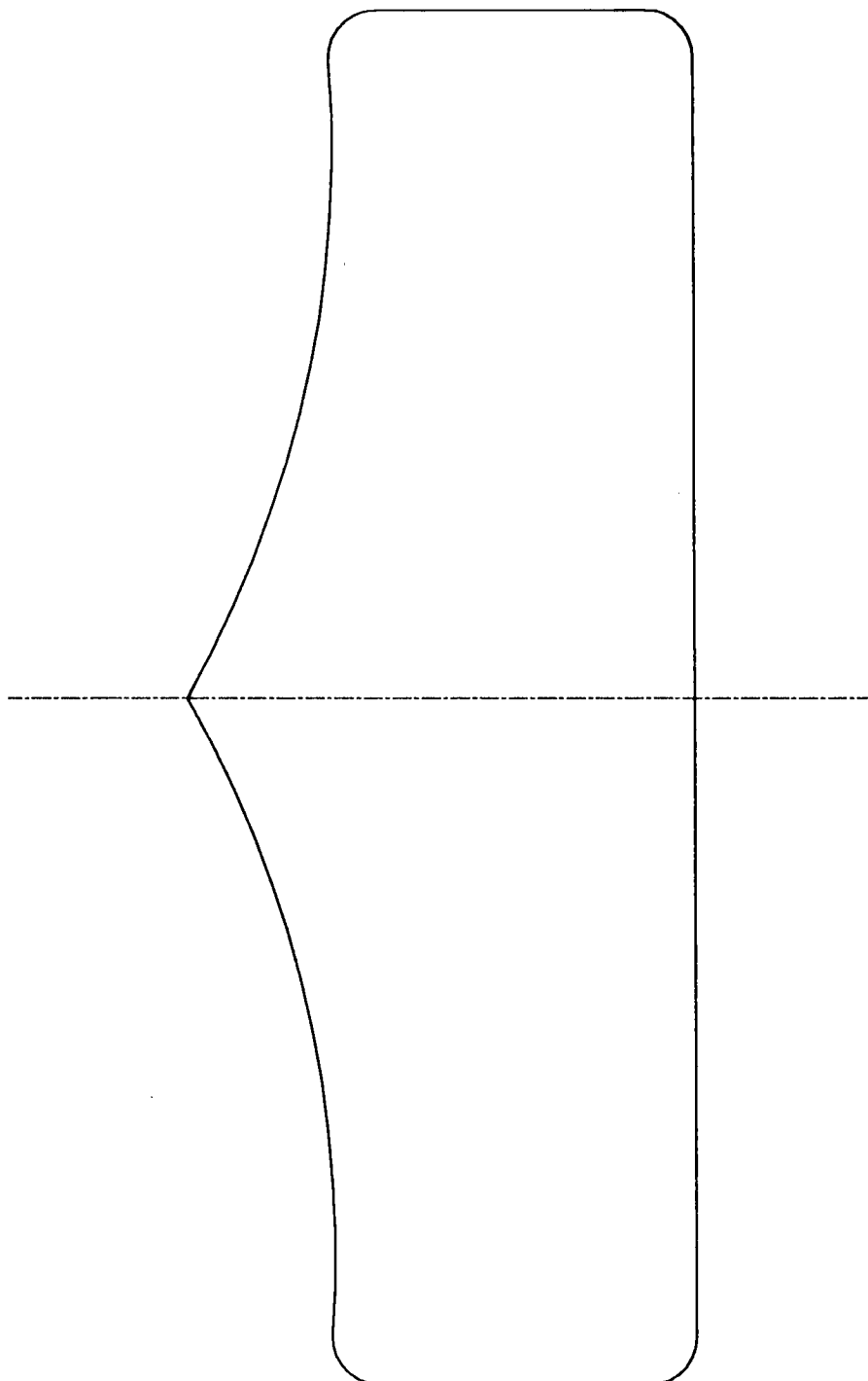


CNEA
 DEPARTAMENTO
 MATERIALES

PROYECTO:

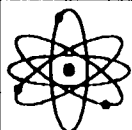
PLANO N°

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 4X4 x 1/4 (1) PASADA N° 3	
DIBUJO	28/09	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Núñez P.		
APROBO	RU	R.A. Villanueva		



REDUCCION: 19.82 %

AREA: 10279.8 MM²

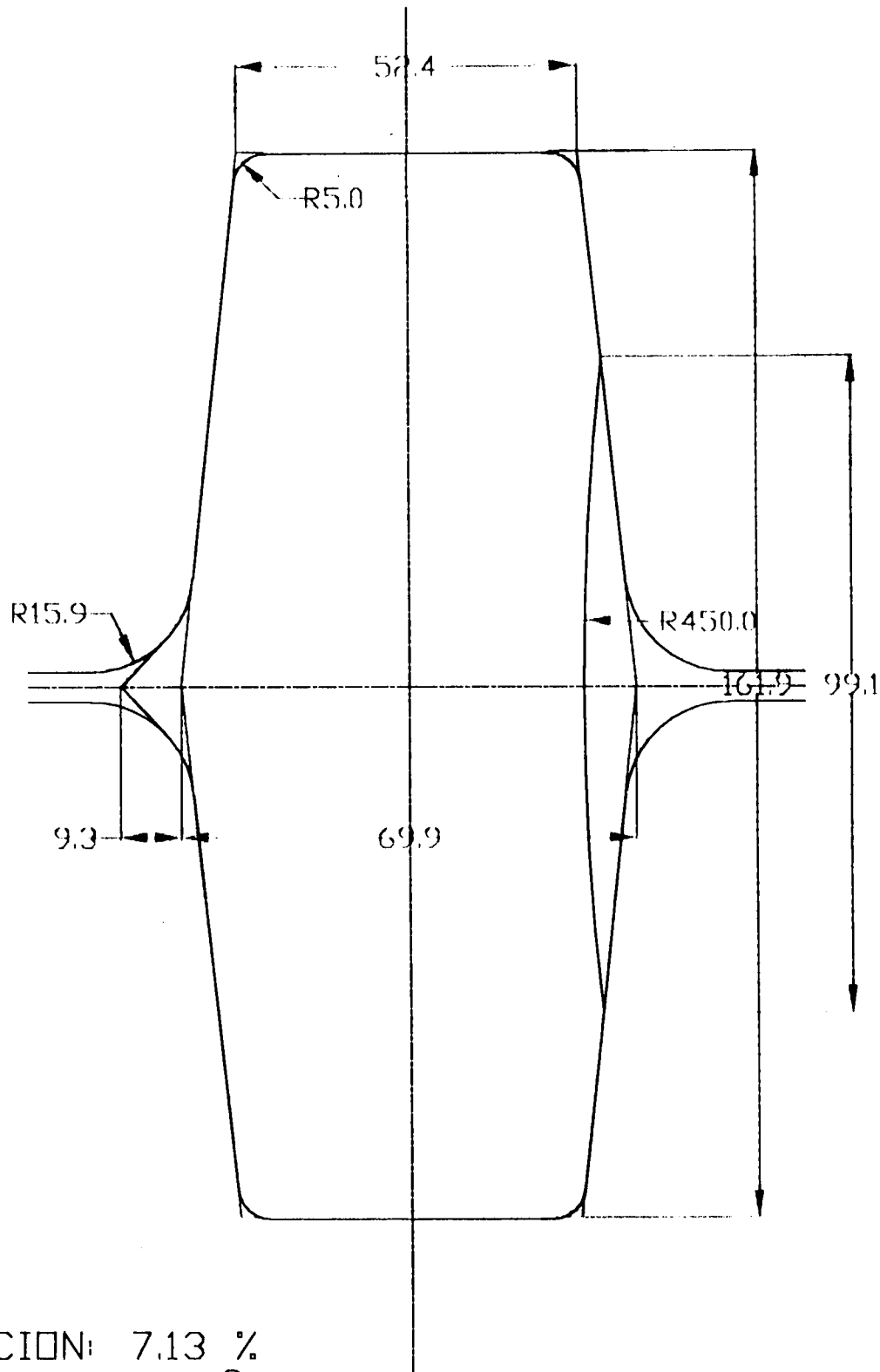


CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

PROYECTO:

PLANO N°

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 4X4 x 1/4 (1) PASADA N° 3	
DIBUJO	28/09	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Núñez P.		
APROBO	RU	R.A. Villanueva		



REDUCCION: 7.13 %

AREA: 9546.6 MM²

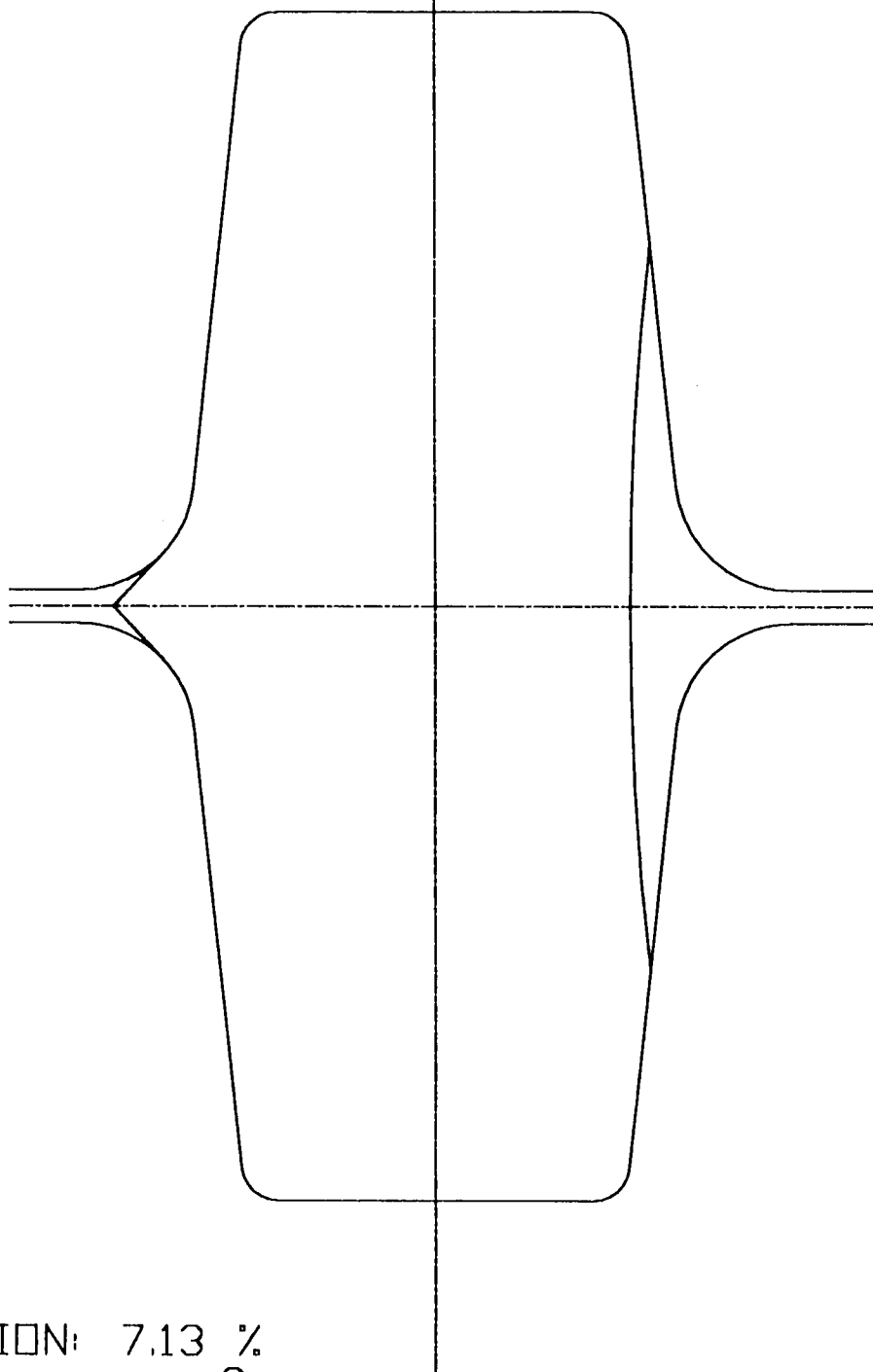


CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

PROYECTO:

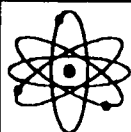
PLANO N°

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 4X4 x 1/4 (1) PASADA N° 4	
DIBUJO	29/09	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Núñez P.		
APROBO	RU	R.A. Villanueva		



REDUCCION: 7.13 %

AREA: 9546.6 MM²

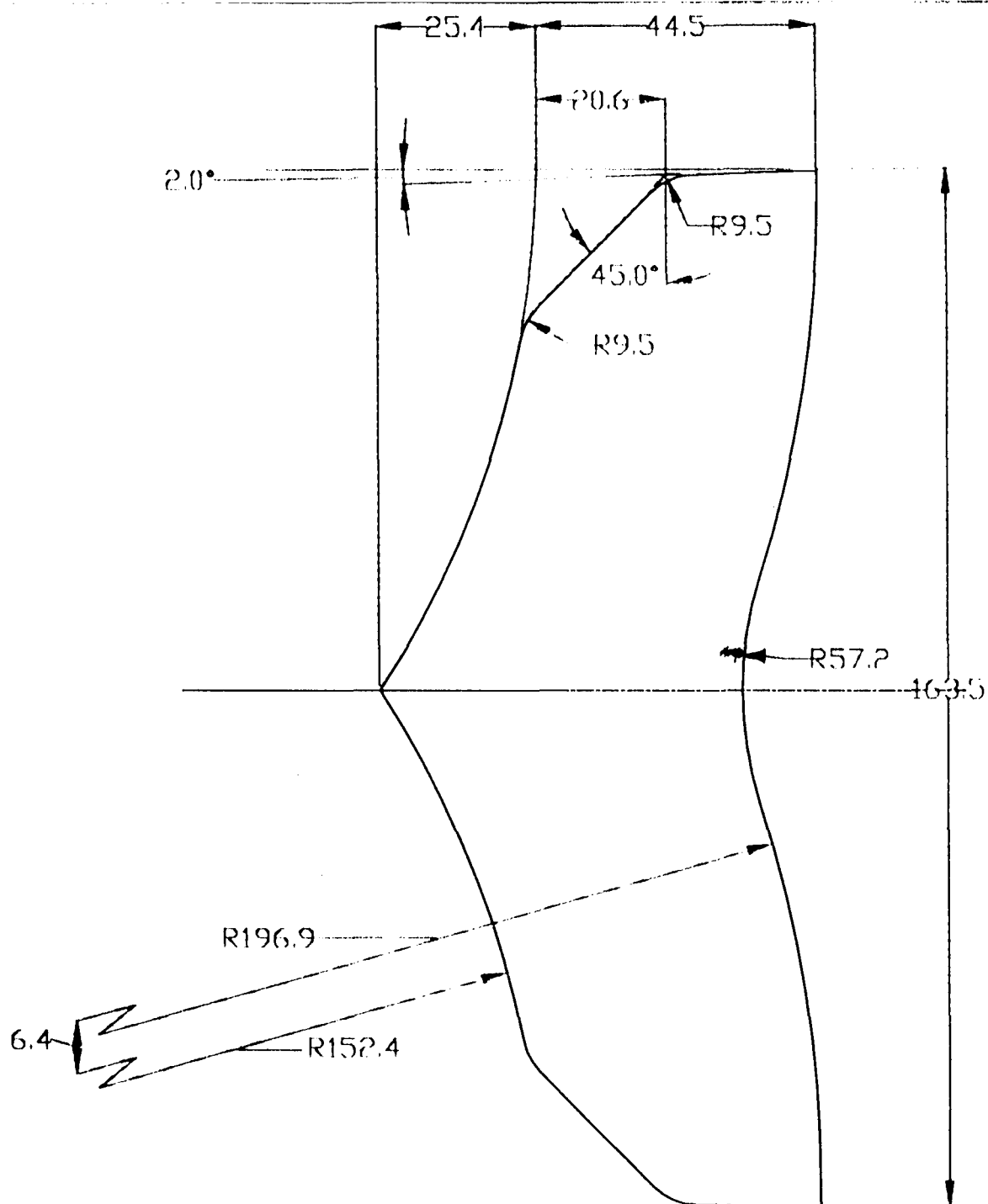


CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

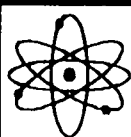
PROYECTO:

PLANO N°

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 4X4 x 1/4 (1) PASADA N° 4	
DIBUJO	29/09	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Núñez P.		
APROBO	<i>RU</i>	R.A. Villanueva		



REDUCCION: 22.94
 AREA: 7356.4 MM²

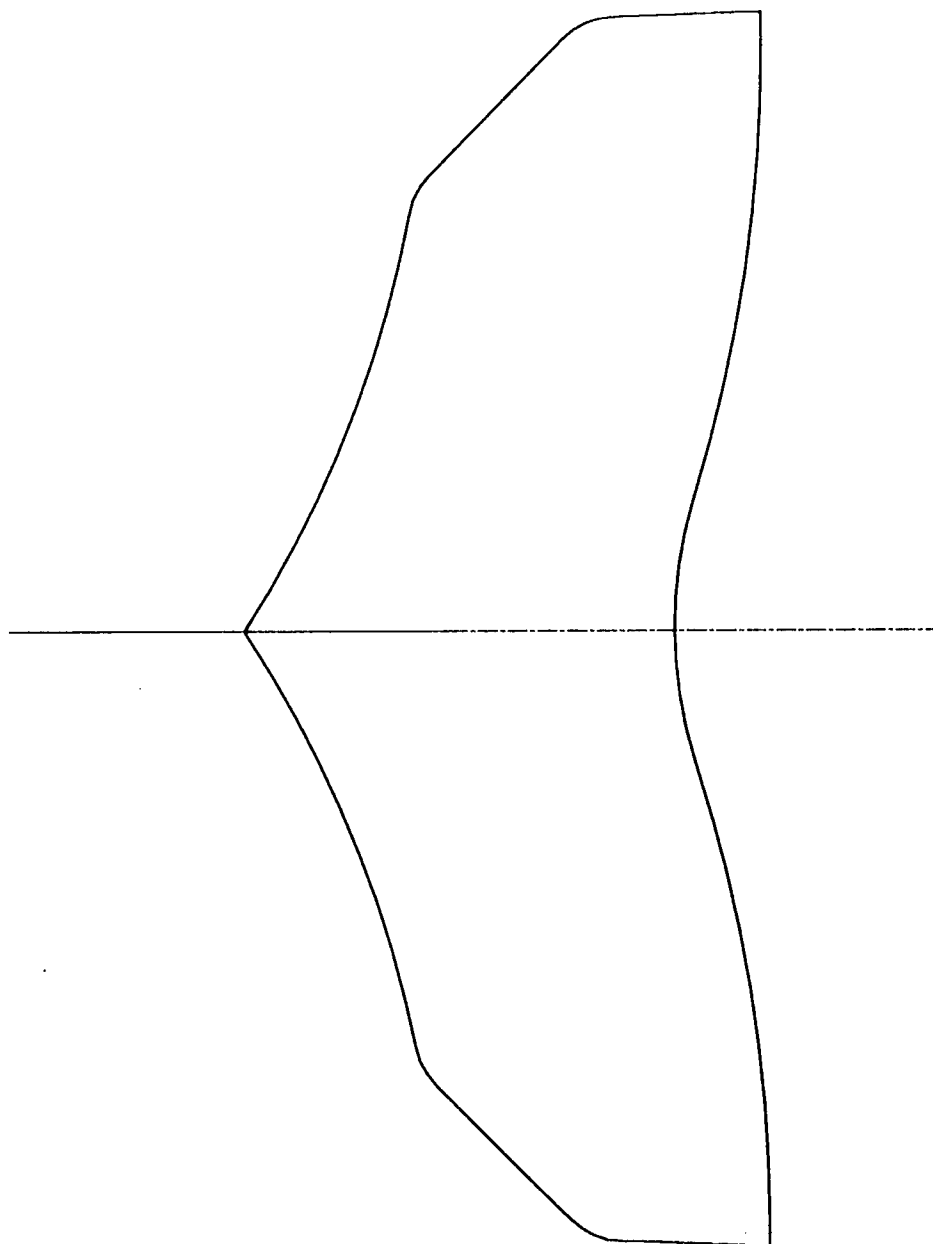


CNEA
 DEPARTAMENTO
 MATERIALES

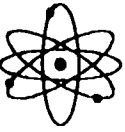
PROYECTO:

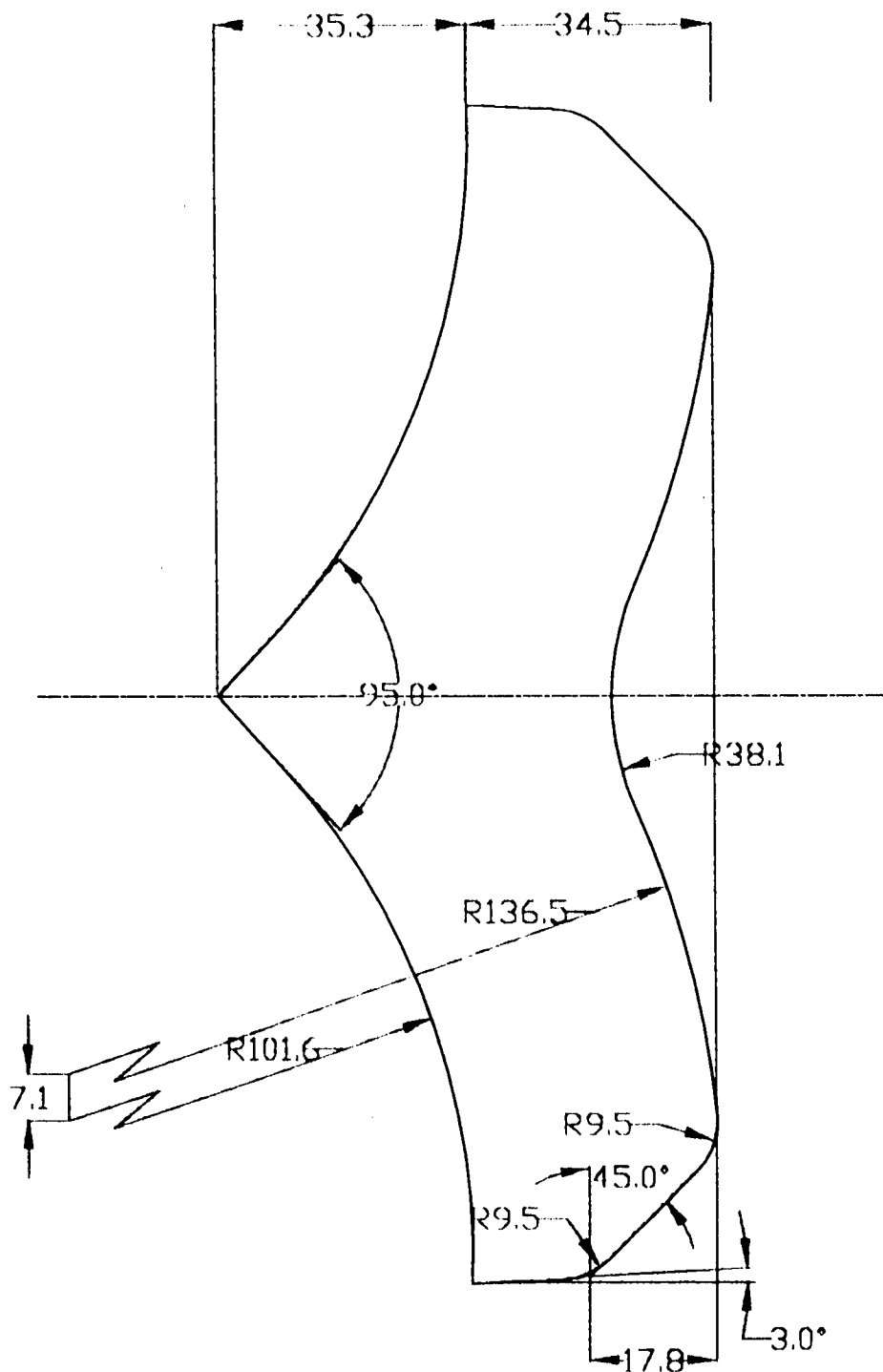
PLANO N°

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 4X4 x 1/4 (1) PASADA N° 5	
DIBUJO	28/09	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Núñez P.		
APROBO	QU	R.A. Villanueva		



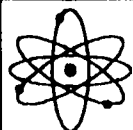
REDUCCION: 22.94
 AREA: 7356.4 MM²

 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES			PROYECTO:	PLANO N°
1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 4X4 x 1/4 (1) PASADA N° 5	
DIBUJO	28/09	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Núñez P.		
APROBO		R.A. Villanueva		



REDUCCION: 15.82 %

AREA: 6192.8 MM²

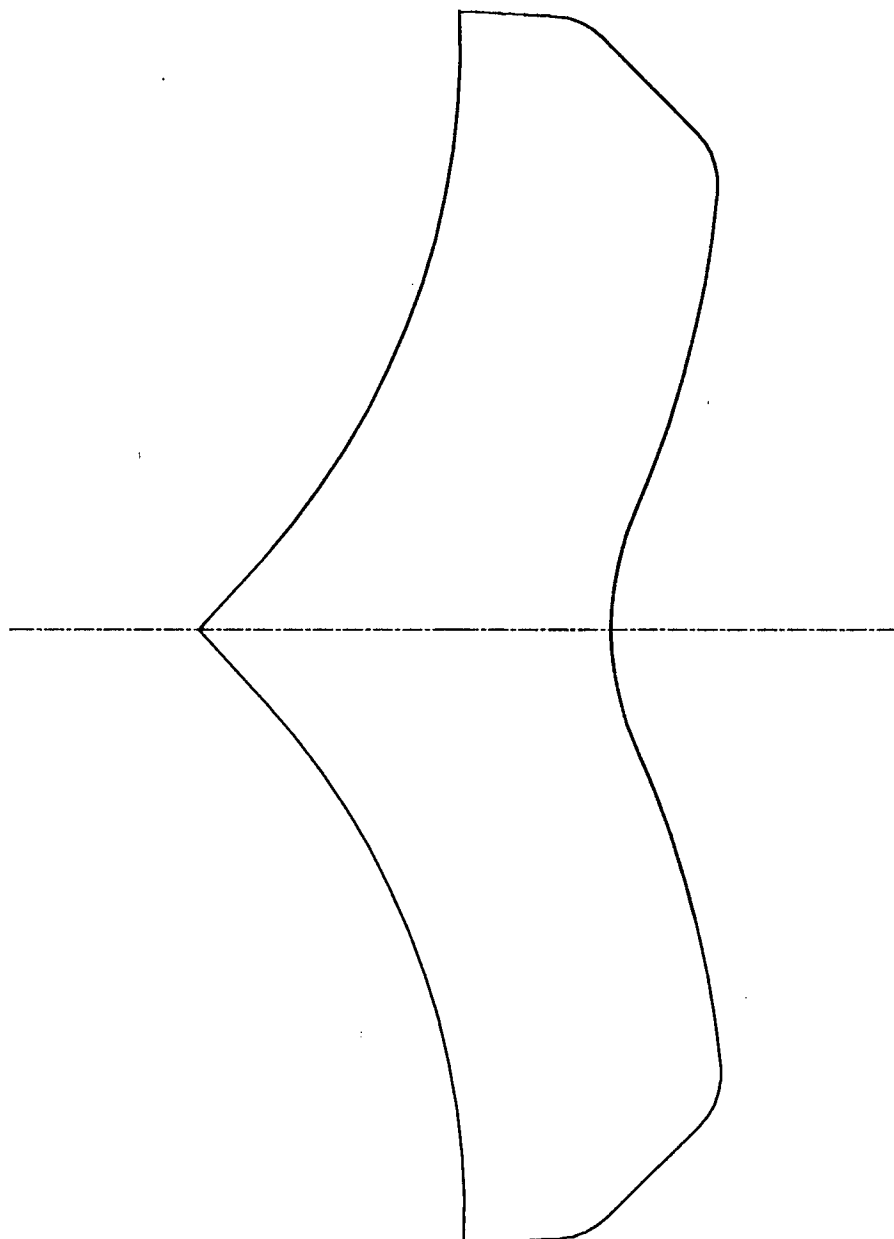


CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

PROYECTO:

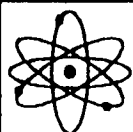
PLANO N°

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 4X4 x 1/4 (1) PASADA N° 6	
DIBUJO	30/09	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Núñez P.		
APROBO	QU	R.A. Villanueva		



REDUCCION: 15,82 %

AREA: 6192.8 MM²

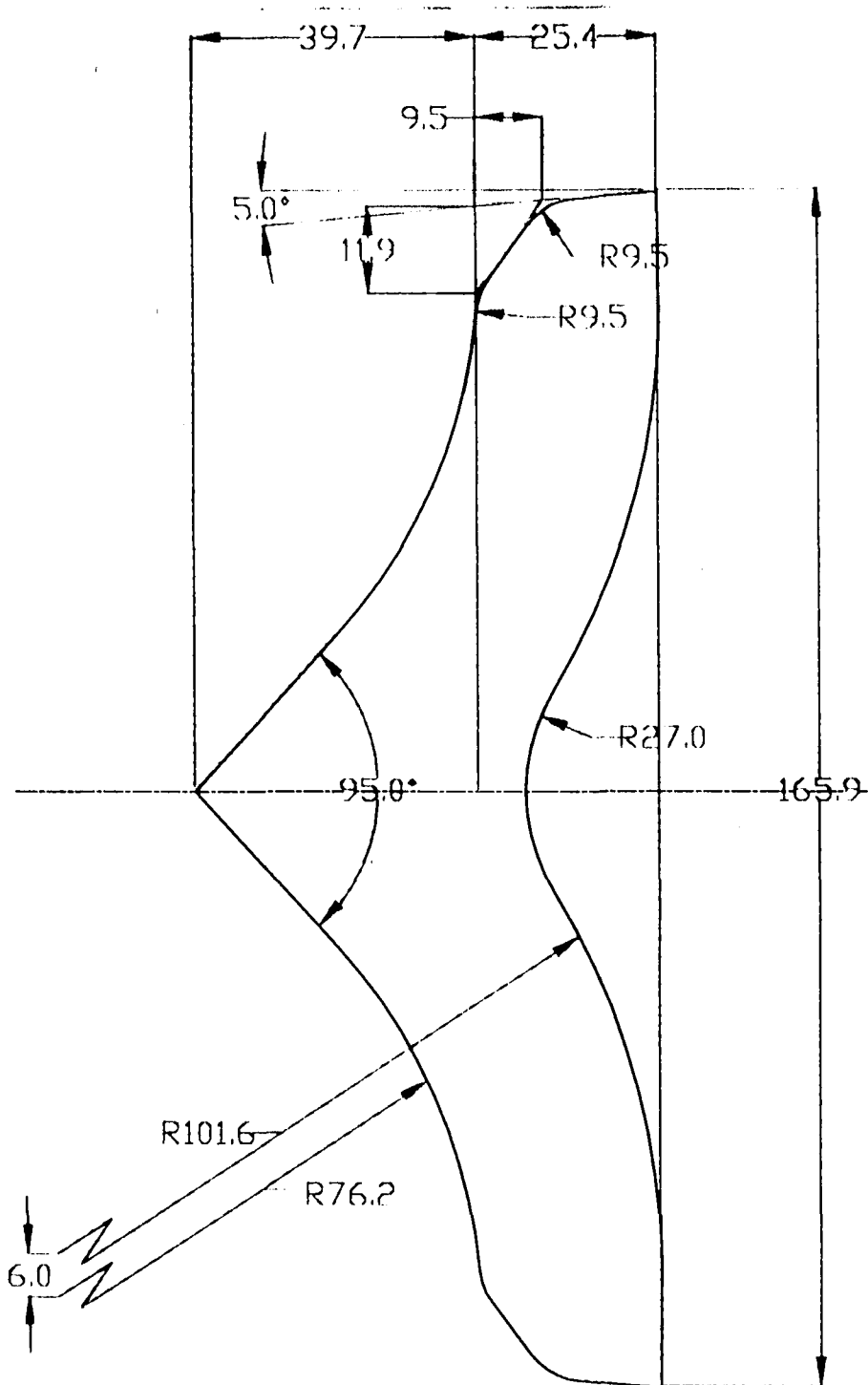


CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

PROYECTO:

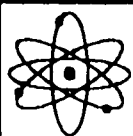
PLANO N°

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 4X4 x 1/4 (1) PASADA N° 6	
DIBUJO	30/09	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Núñez P.		
APROBO		R.A. Villanueva		



REDUCCION: 19.78 %

AREA: 4968 MM²

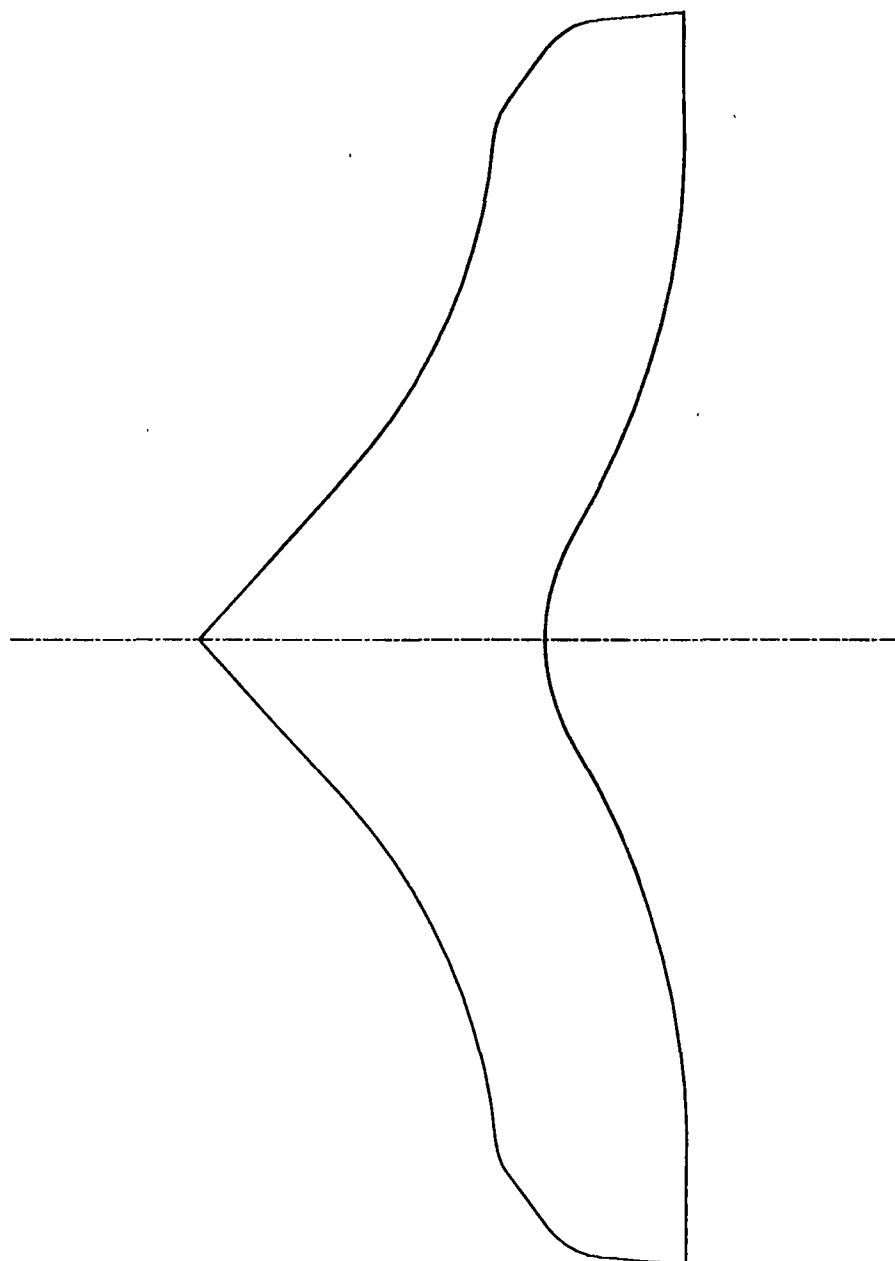


CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

PROYECTO:

PLANO N°

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 4X4 x 1/4 (1) PASADA N° 7	
DIBUJO	01/10	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Nájera P.		
APROBO	QU	R.A. Villanueva		



REDUCCION: 19.78 %

AREA: 4968 MM²

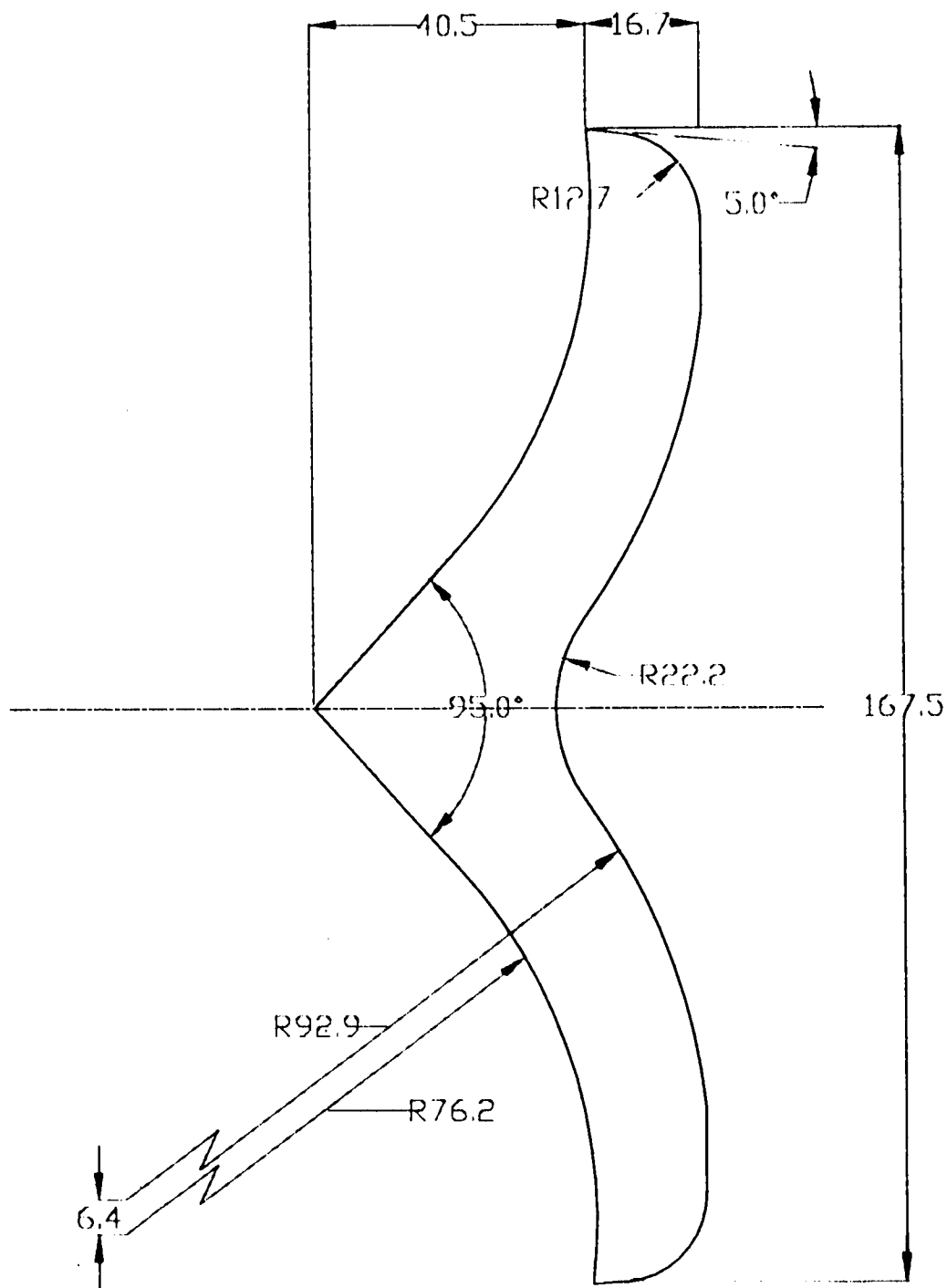


CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

PROYECTO:

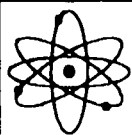
PLANO N°

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 4X4 x 1/4 (1) PASADA N° 7	
DIBUJO	01/10	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. NGhez P.		
APROBO	20	R.A. Villanueva		



REDUCCION: 28.29 %

AREA: 3562.6 MM²



CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

PROYECTO:

PLANO N°

1998

FECHA

NOMBRE

ESCALAS:

1:1

ACAD

PROYEC

DENOMINACION:

DIBUJO

01/10

J.J. Tiebas

PERFIL ANGULO 4X4 x 1/4 (1)

REVISO

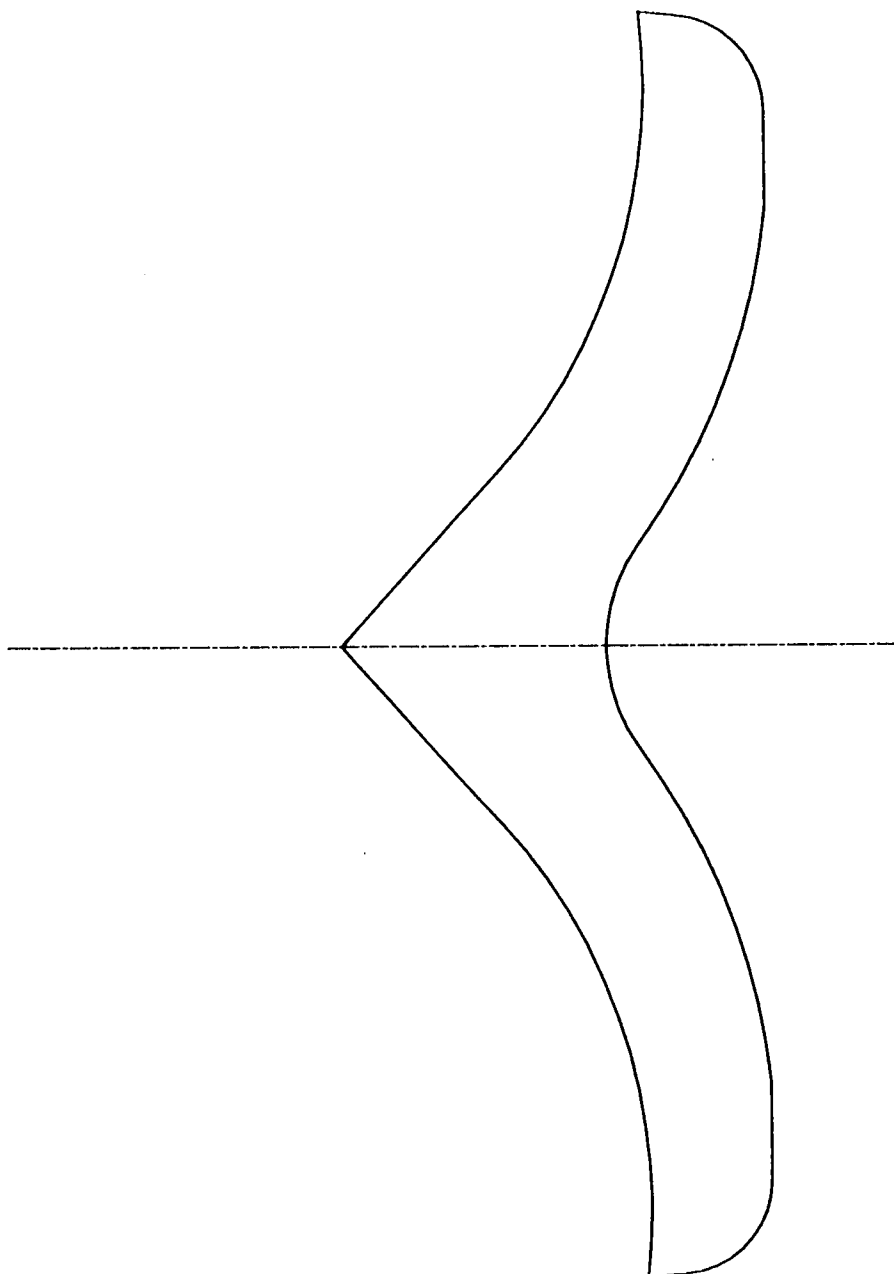
S.I. Nájera P.

PASADA N° 8

APROBO

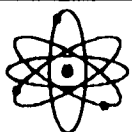
RU

R.A. Villanueva



REDUCCION: 28.29 %

AREA: 3562.6 MM²

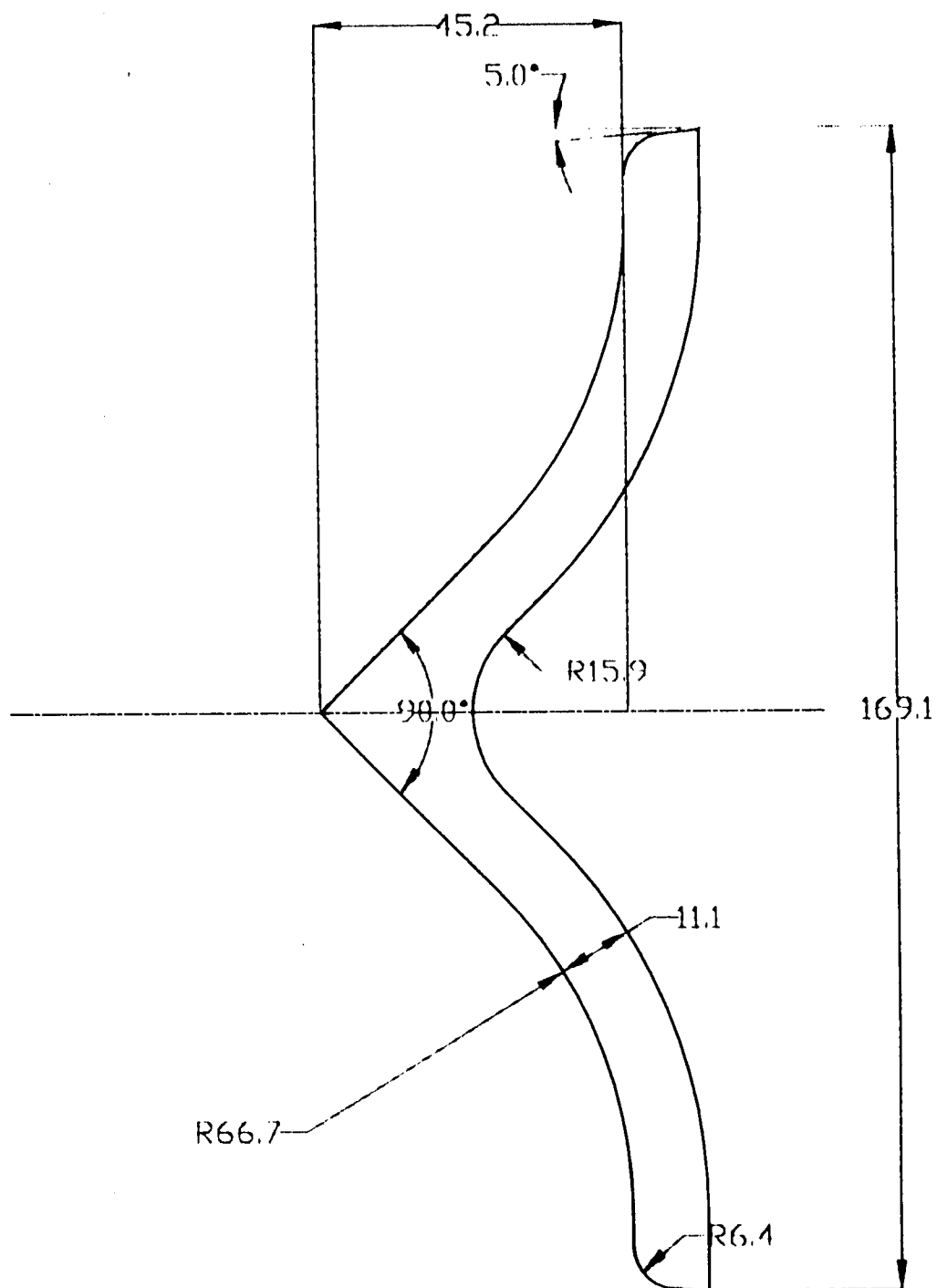


CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

PROYECTO:

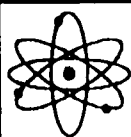
PLANO N°

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 4X4 x 1/4 (1) PASADA N° 8	
DIBUJO	01/10	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Nájuez P.		
APROBO	20	R.A. Villanueva		



REDUCCION: 37.35 %

AREA: 2231.9 MM²

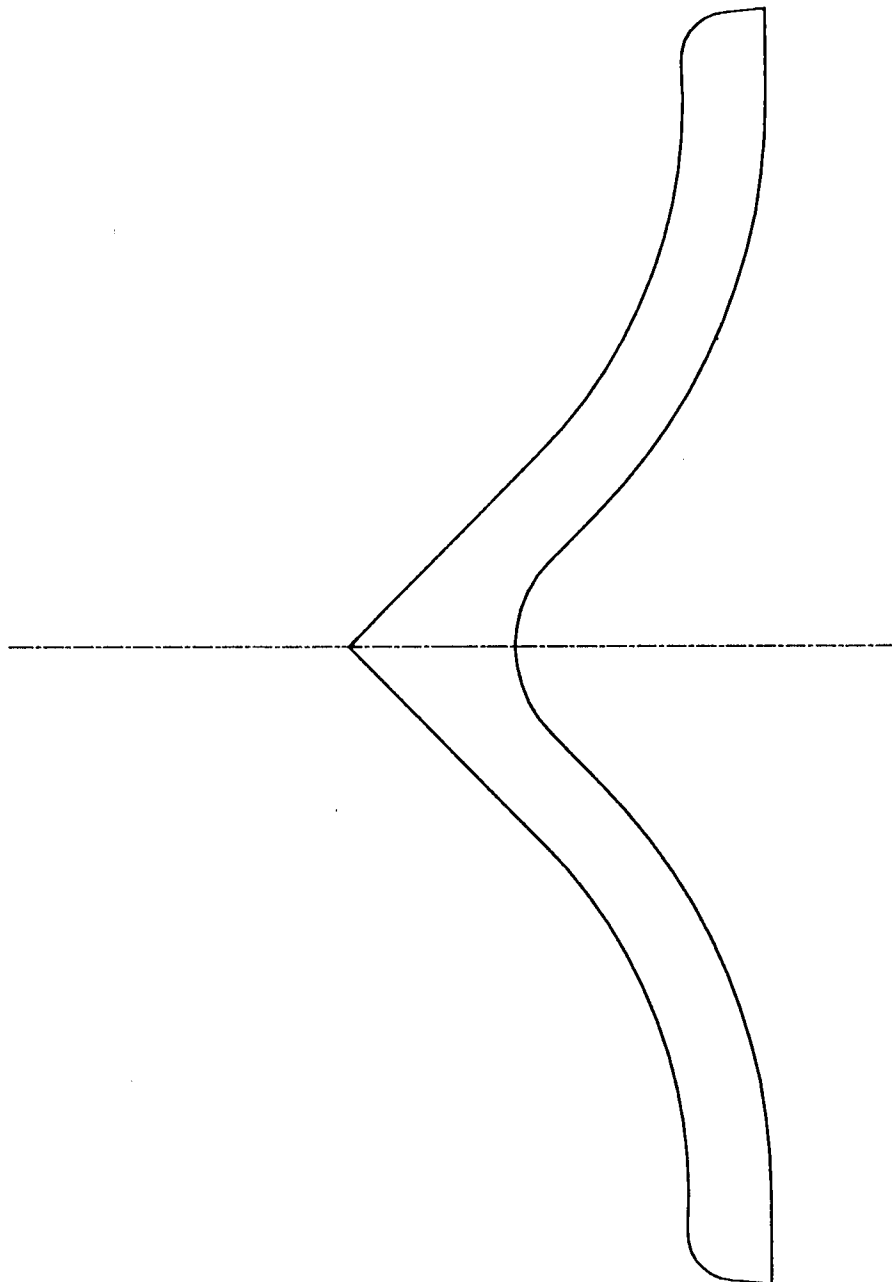


CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

PROYECTO:

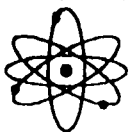
PLANO N°

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 4X4 x 1/4 (1) PASADA N° 9	
DIBUJO	02/10	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Núñez P.		
APROBO	QU	R.A. Villanueva		



REDUCCION: 37,35 %

AREA: 2231,9 MM²

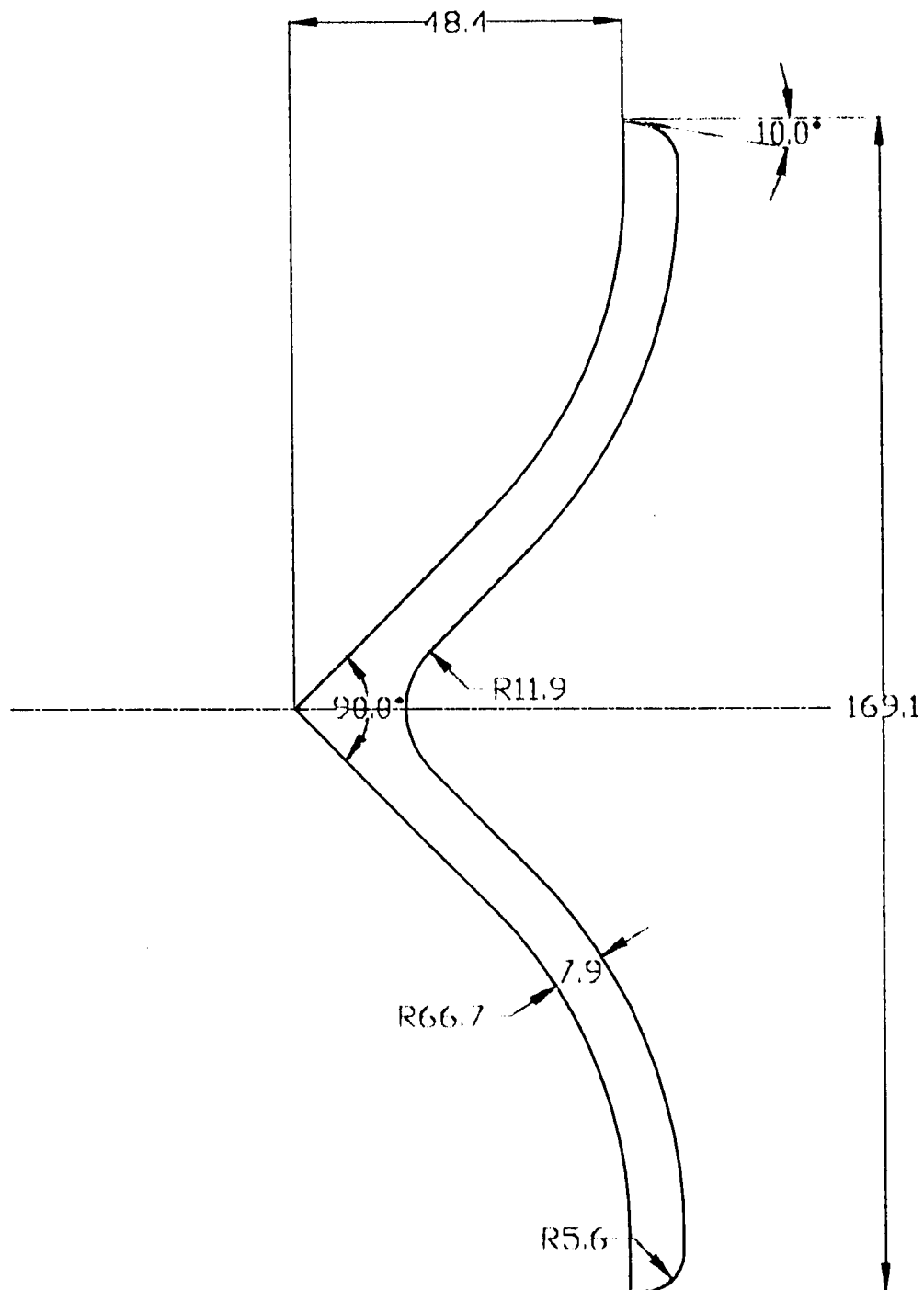


CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

PROYECTO:

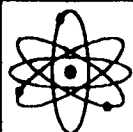
PLANO N°

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 4X4 x 1/4 (1) PASADA N° 9	
DIBUJO	02/10	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Nunez P.		
APROBO	RU	R.A. Villanueva		



REDUCCION: 28.11 %

AREA: 1604.5 MM²

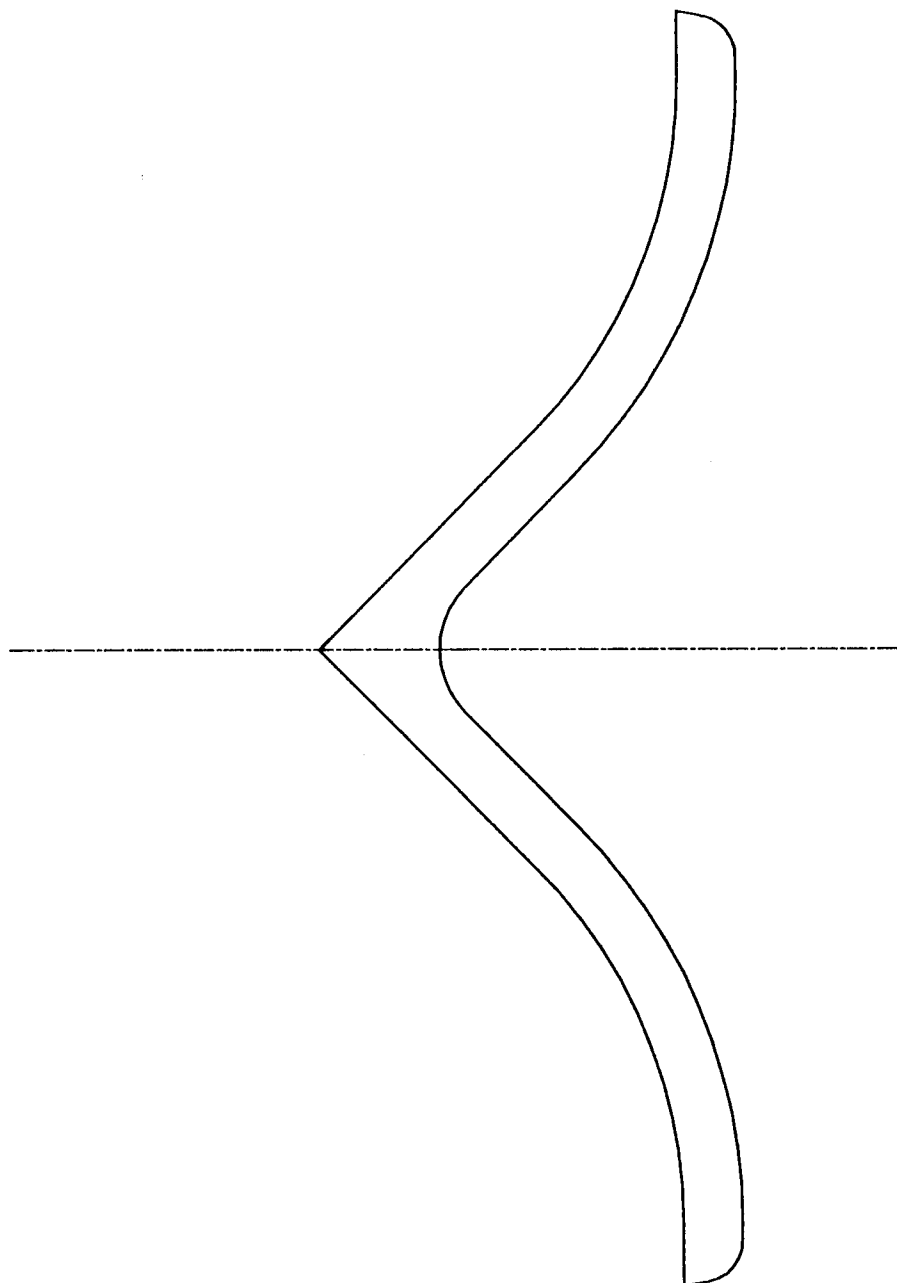


CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

PROYECTO:

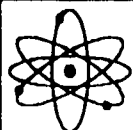
PLANO N°

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 4X4 x 1/4 (1) PASADA N° 10	
DIBUJO	02/10	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Nunez P.		
APROBO		R.A. Villanueva		



REDUCCION: 28,11 %

AREA: 1604.5 MM²

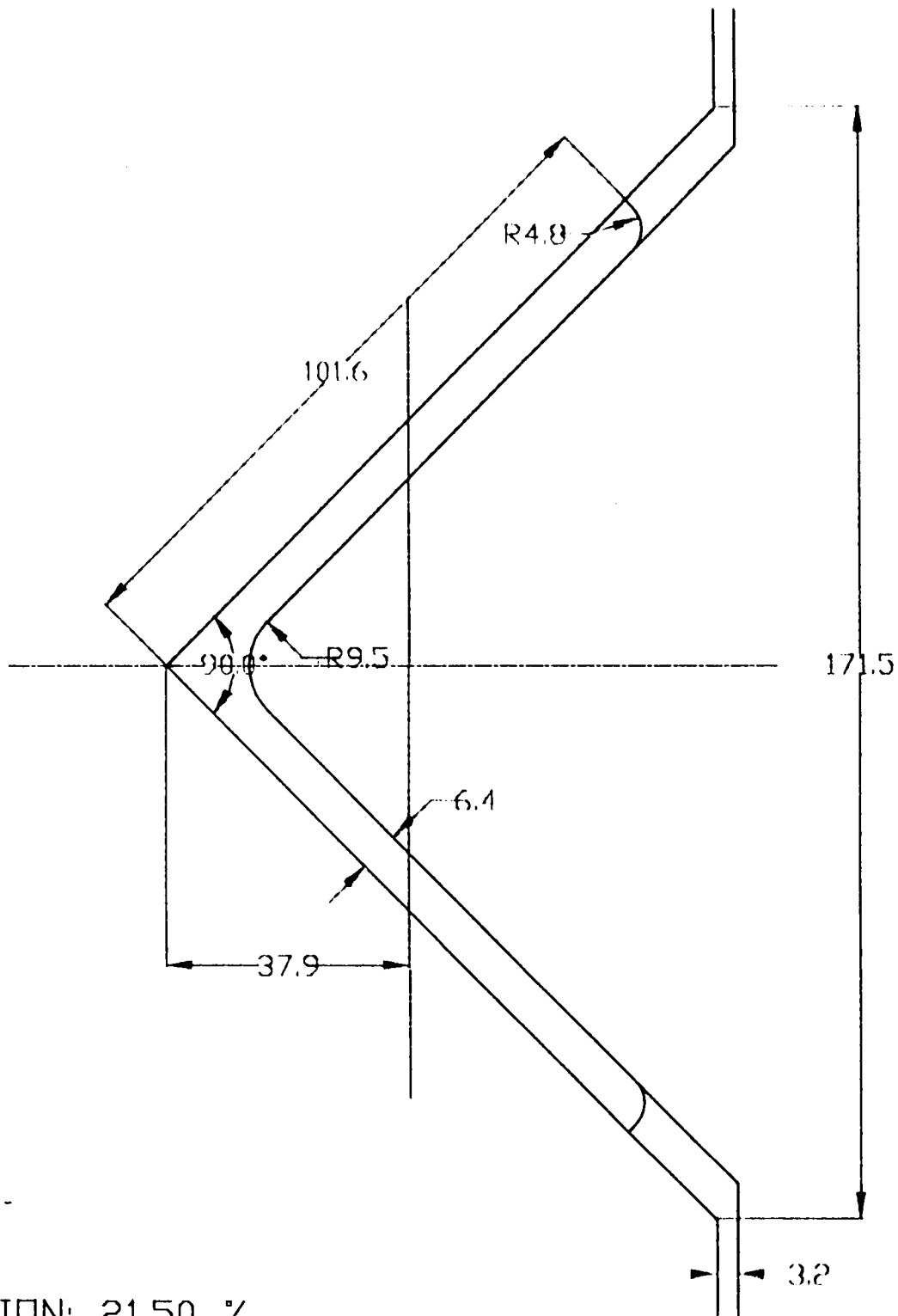


CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

PROYECTO:

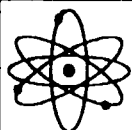
PLANO N°

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 4X4 x 1/4 (1) PASADA N° 10	
DIBUJO	02/10	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Nunez P.		
APROBO		R.A. Villanueva		



REDUCCION: 21.50 %

AREA: 1259.5 MM²

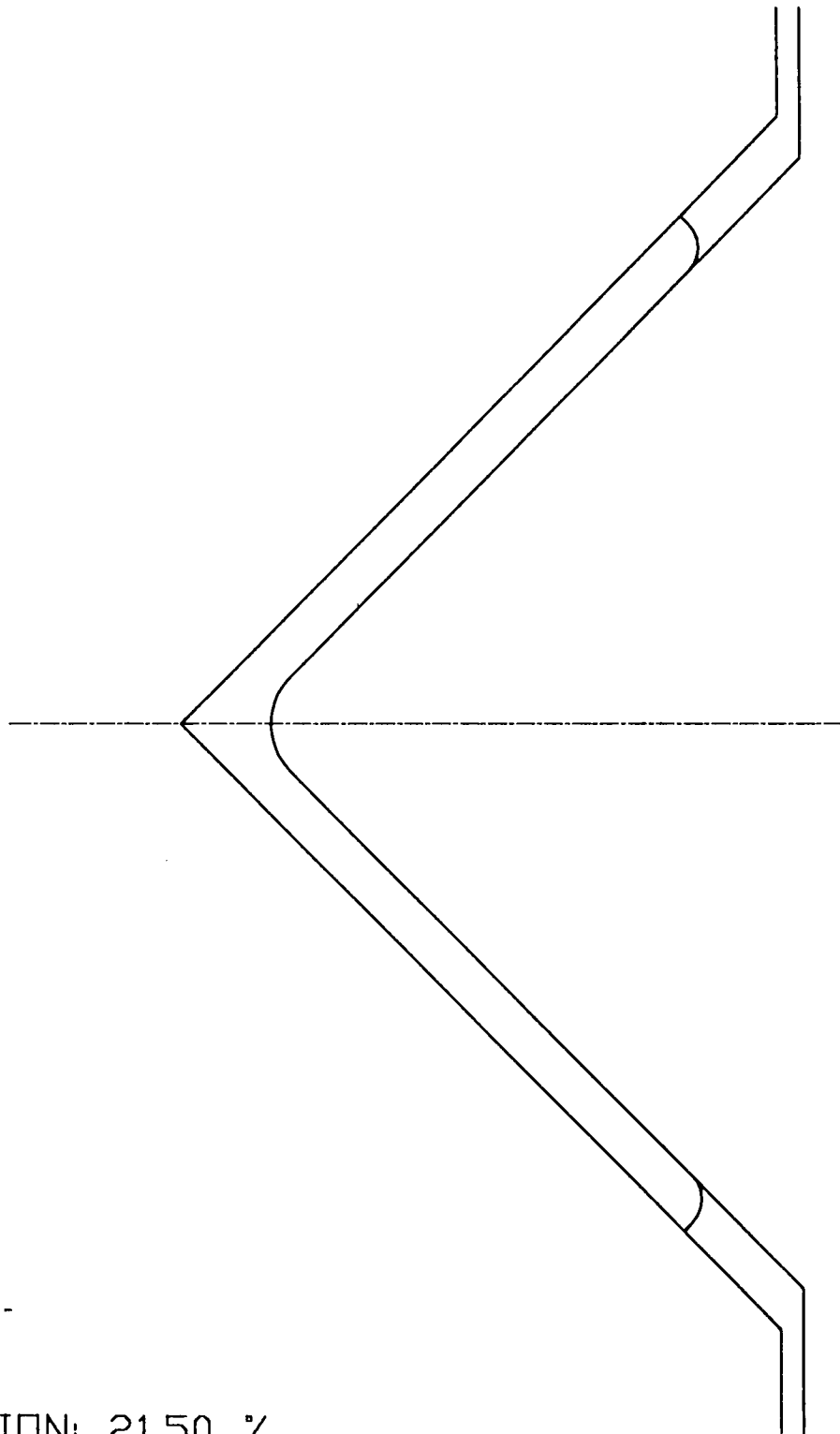


CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

PROYECTO:

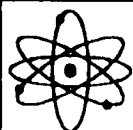
PLANO N°

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 4X4 x 1/4 (1) PASADA N° 11 (Terminadora)	
DIBUJO	05/10	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Núñez P.		
APROBO	<i>QU</i>	R.A. Villanueva		



REDUCCION: 21.50 %

AREA: 1259.5 MM²



CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

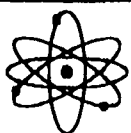
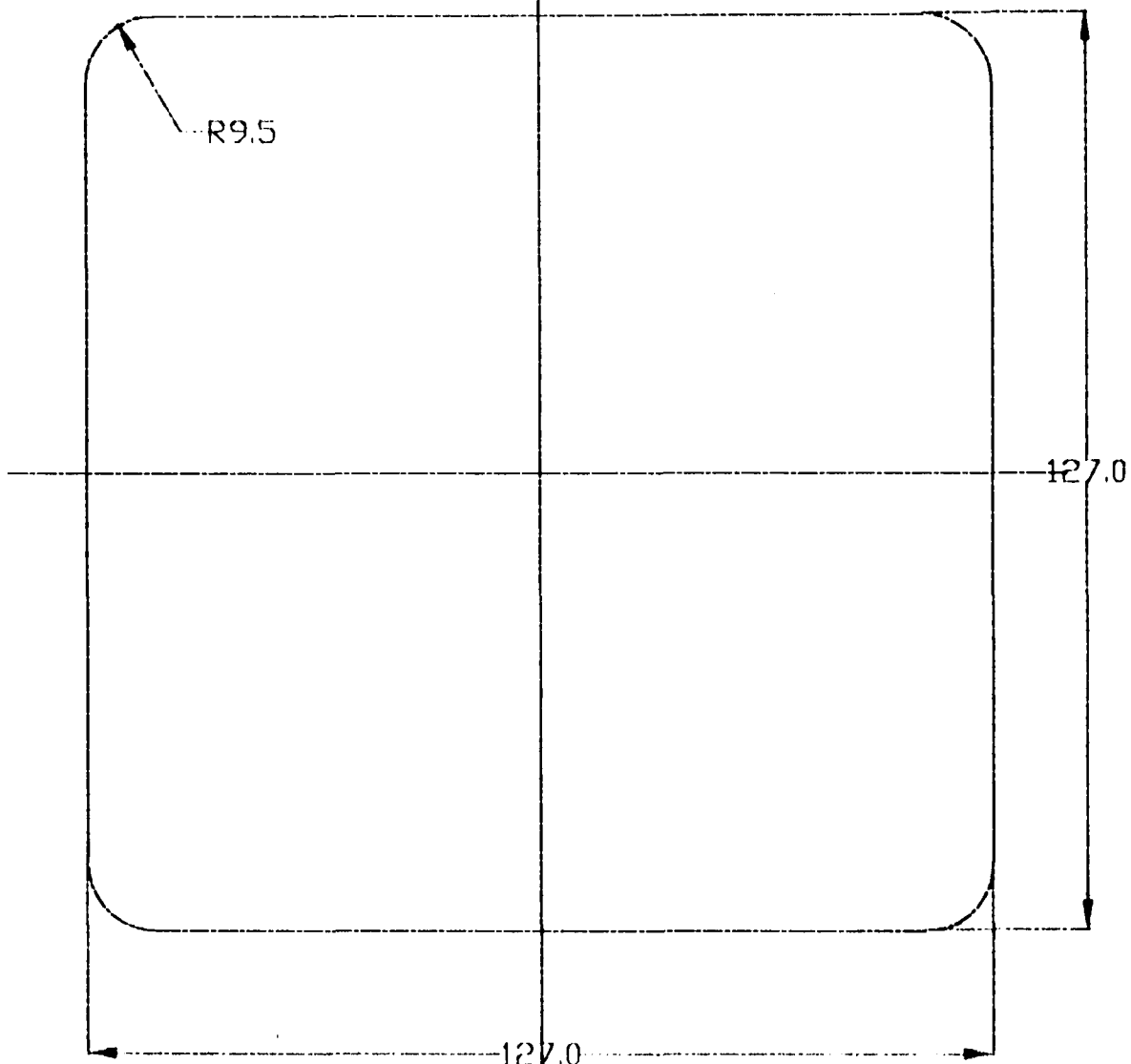
PROYECTO:

PLANO N°

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 4X4 x 1/4 (1) PASADA N° 11 (Terminadora)	
DIBUJO	05/10	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Núñez P.		
APROBO	RU	R.A. Villanueva		

Ejemplo de calibrado 2.1.3.

Ángulo de alas iguales de 4" x 4" x ¼" (101,6 x 101,6 x 6,4)

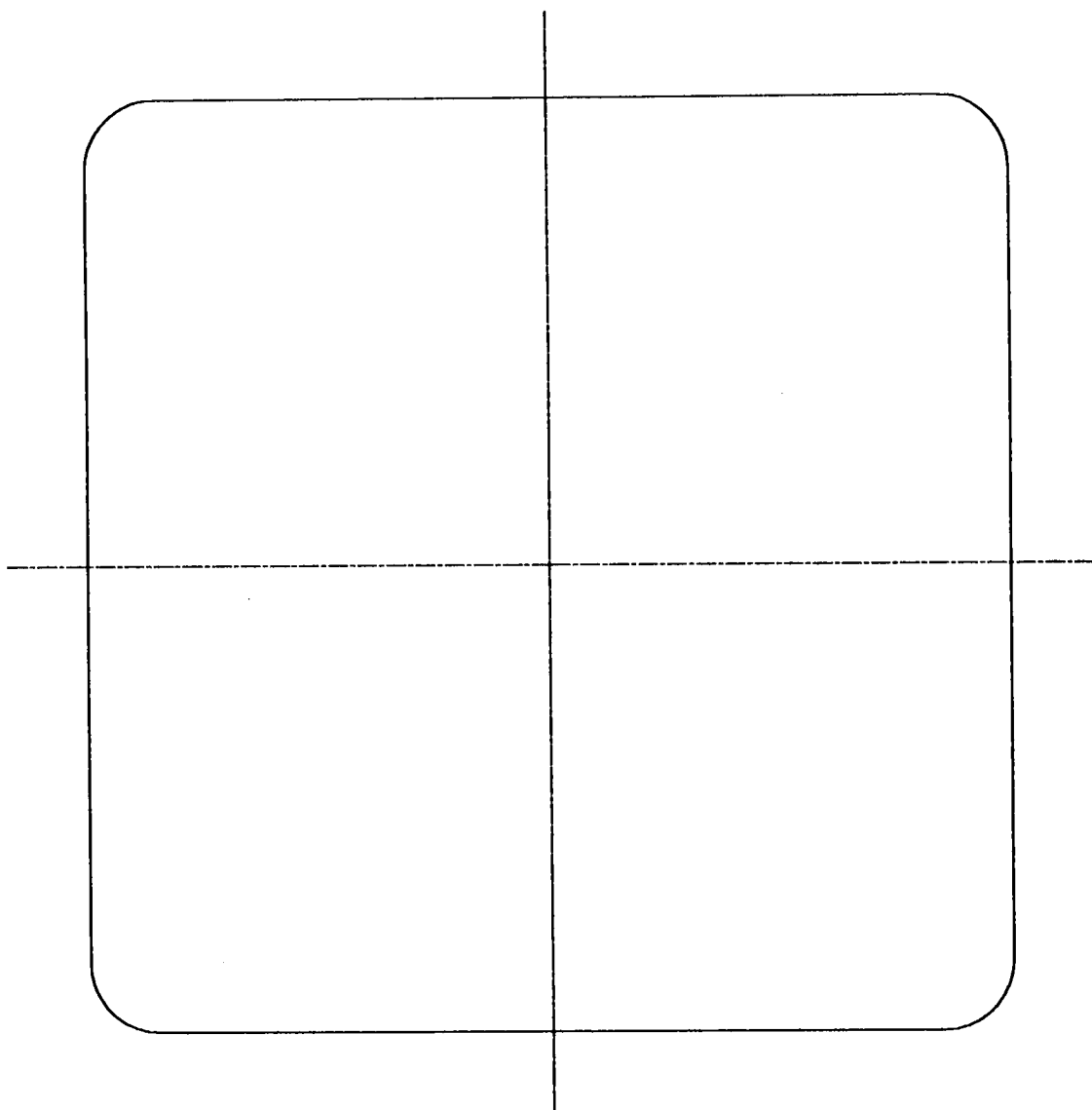


CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

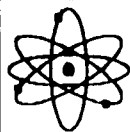
PROYECTO:

PLANO N°

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 4X4 PASADA N° 0 (Palanquilla 5"x5"x3/8"radio)	
DIBUJO	18/09	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Nunez P.		
APROBO	QU	R.A. Villanueva		



AREA: 16051 MM²

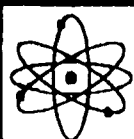
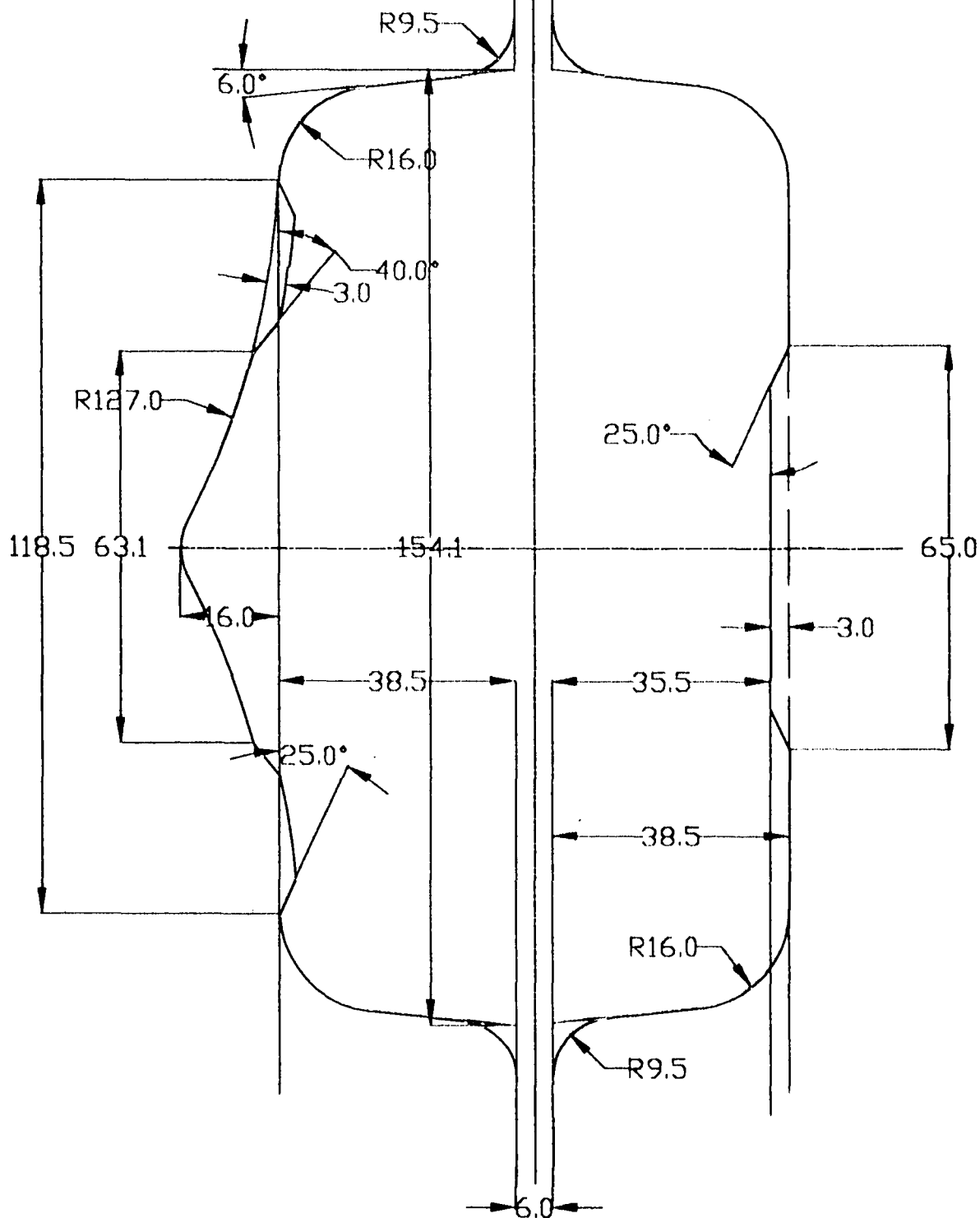


CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

PROYECTO:

PLANO N°

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 4X4 PASADA N° 0 (Palanquilla 5"x5"x3/8"radio)	
DIBUJO	18/09	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Nunez P.		
APROBO	RU	R.A. Villanueva		



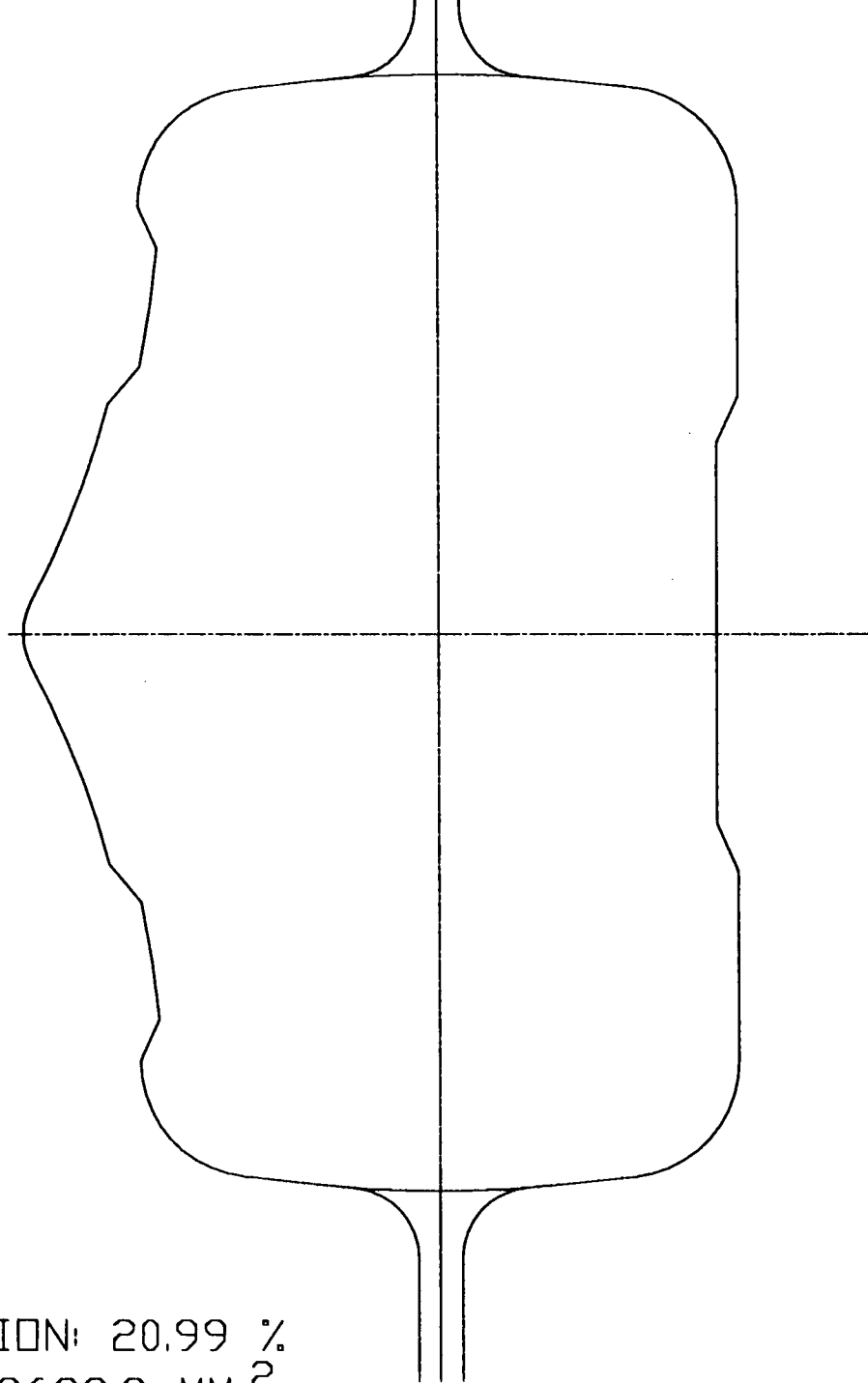
CNEA

DEPARTAMENTO
MATERIALES

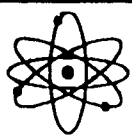
PROYECTO:

PLANO N°

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PASADA N° 1	
DIBUJO	02/07	J.J. Tlebas		
REVISO		S.I. Nunez P.		
APROBO	BU	R.A. Villanueva		



REDUCCION: 20.99 %
AREA: 12682.2 MM²

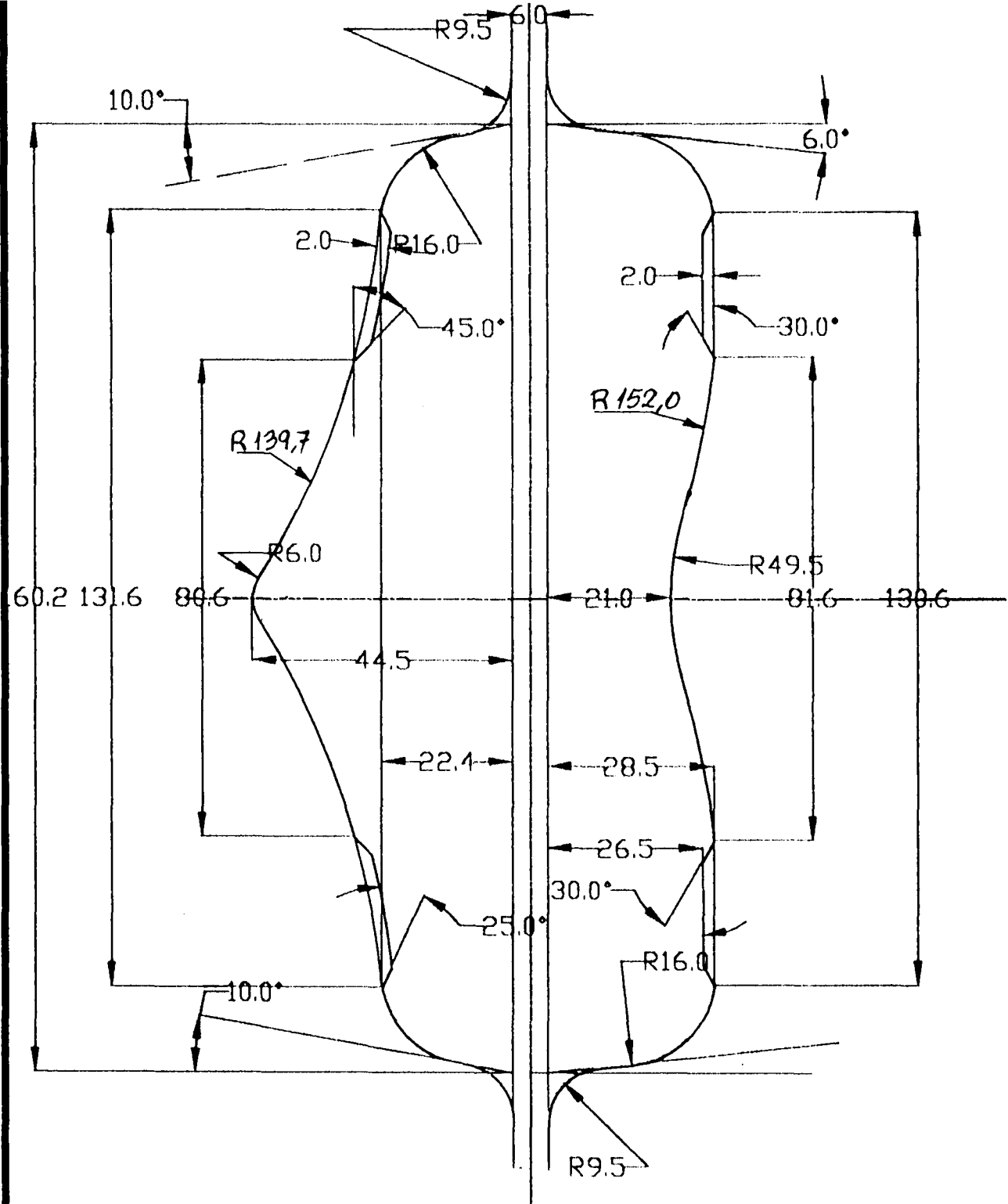


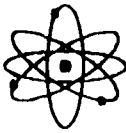
CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

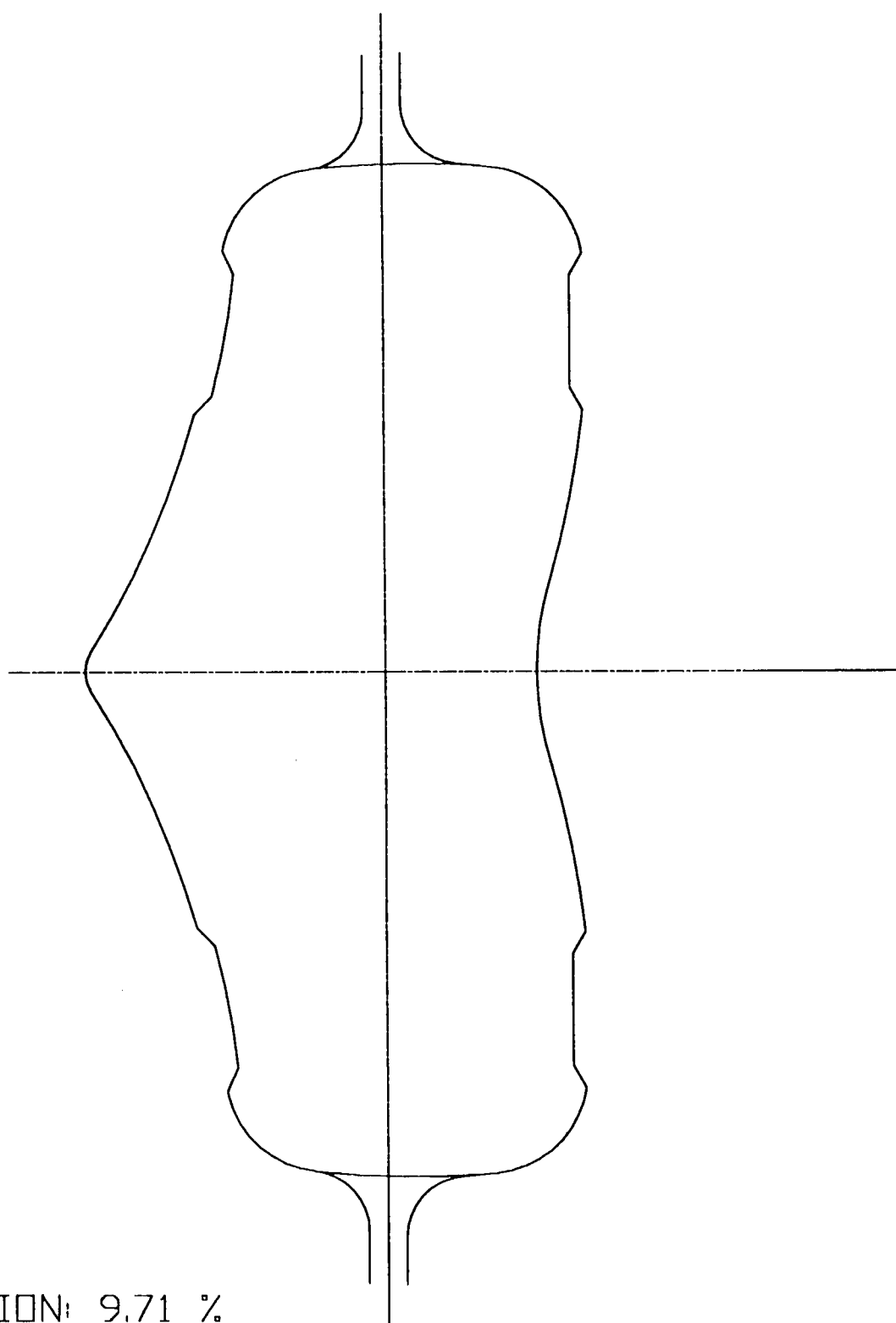
PROYECTO:

PLANO N°

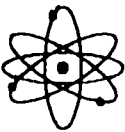
1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 4X4 PASADA N° 1	
DIBUJO	27/08	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Núñez P.		
APROBO	<i>RU</i>	R.A. Villanueva		

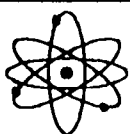
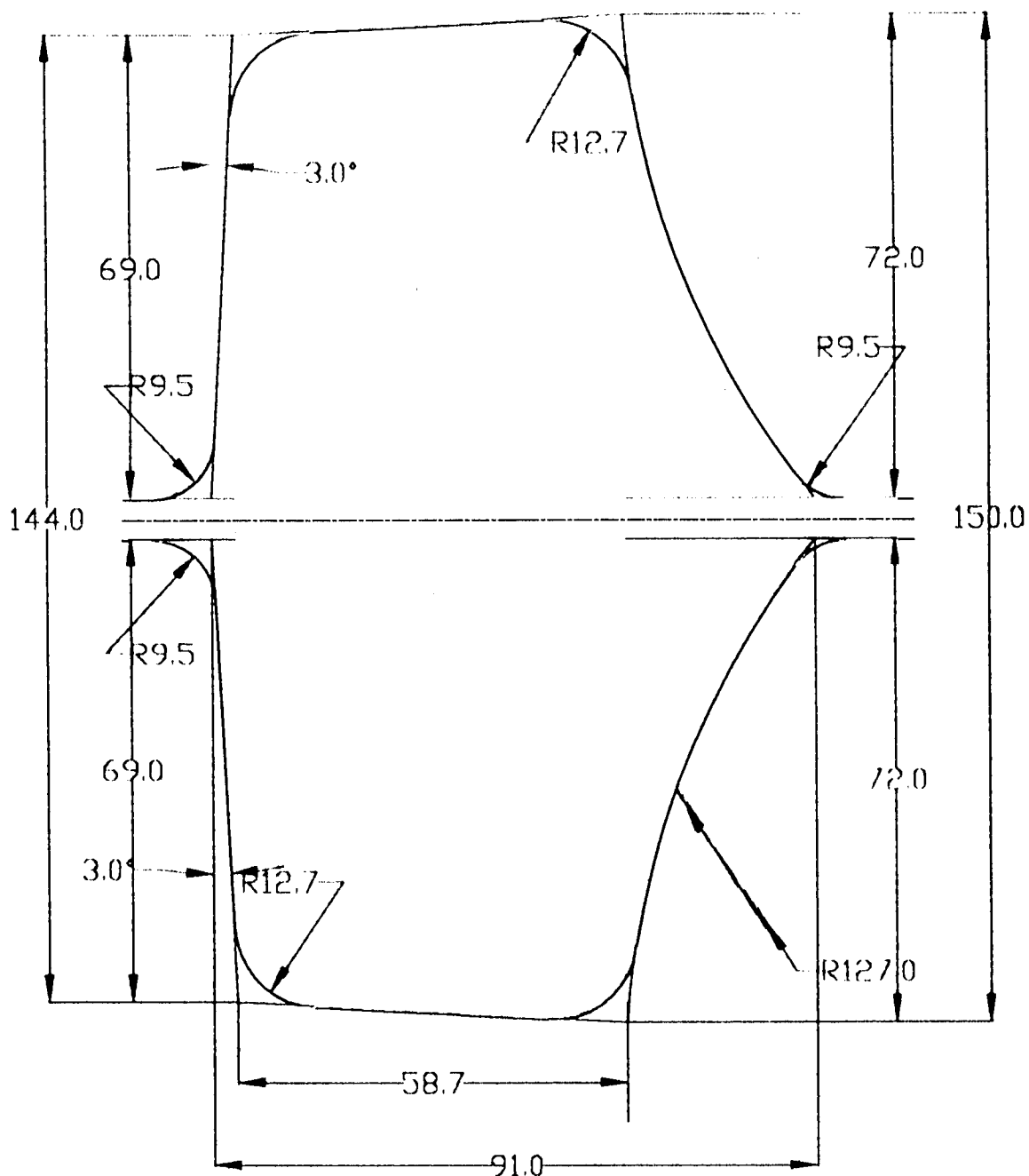


 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES		PROYECTO:	PLANO N°
1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1
PROYEC			DENOMINACION:
DIBUJO	02/09	J.J. Tiebas	PERFIL ANGULO 4X4
REVISO		S.I. Nunez P.	PASADA N° 2
APROBO	RU	R.A. Villanueva	



REDUCCION: 9.71 %
 AREA: 9376.5 MM²

 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES		PROYECTO:	PLANO N°
1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1 ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 4X4 X 1/4 PASADA N° 2
DIBUJO	02/09	J.J. Tiebas	
REVISO		S.I. Núñez P.	
APROBO	RU	R.A. Villanueva	

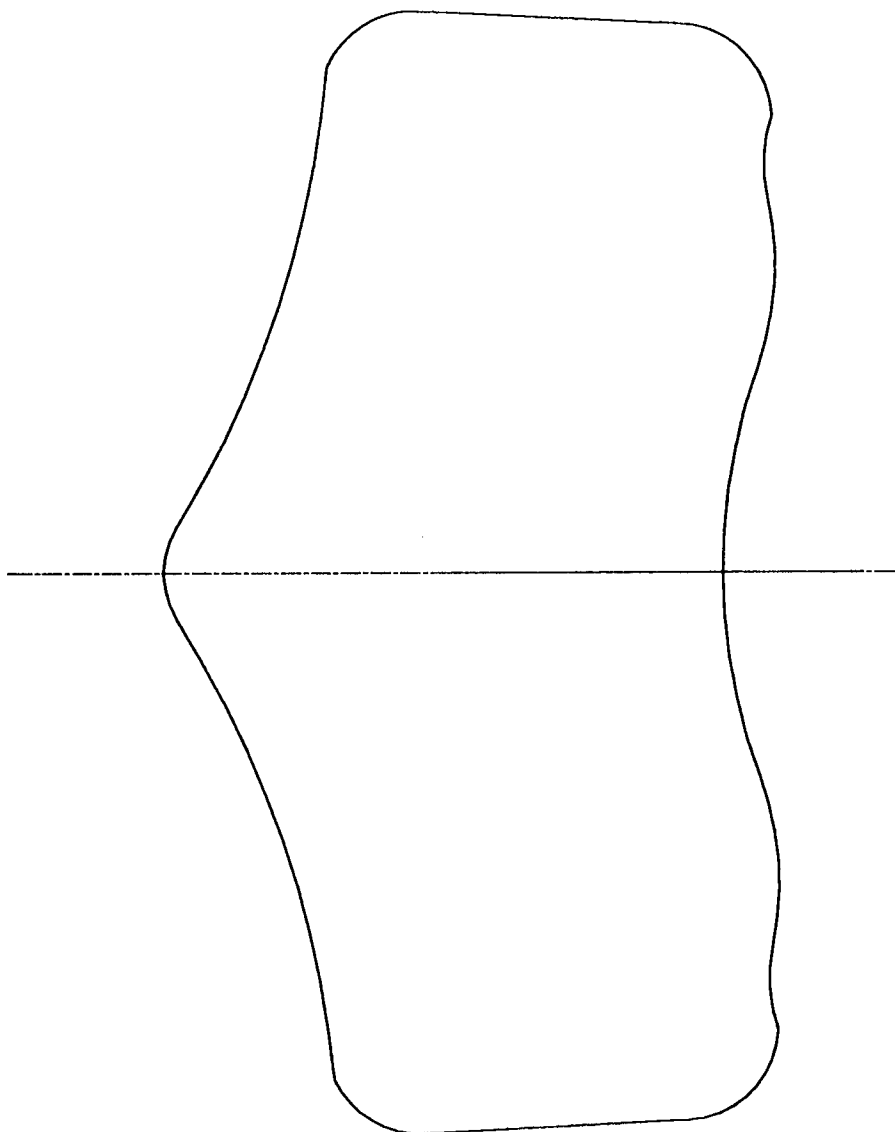


CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

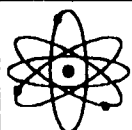
PROYECTO:

PLANO N°

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION:	
DIBUJO	02/09	J.J. Tiebas	PERFIL ANGULO 4X4	
REVISO		S.I. Nunez P.	PASADA N° 3	
APROBO	RU	R.A. Villanueva		



REDUCCION: 8.41 %
 AREA: 9511.7 MM²

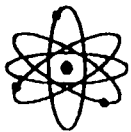
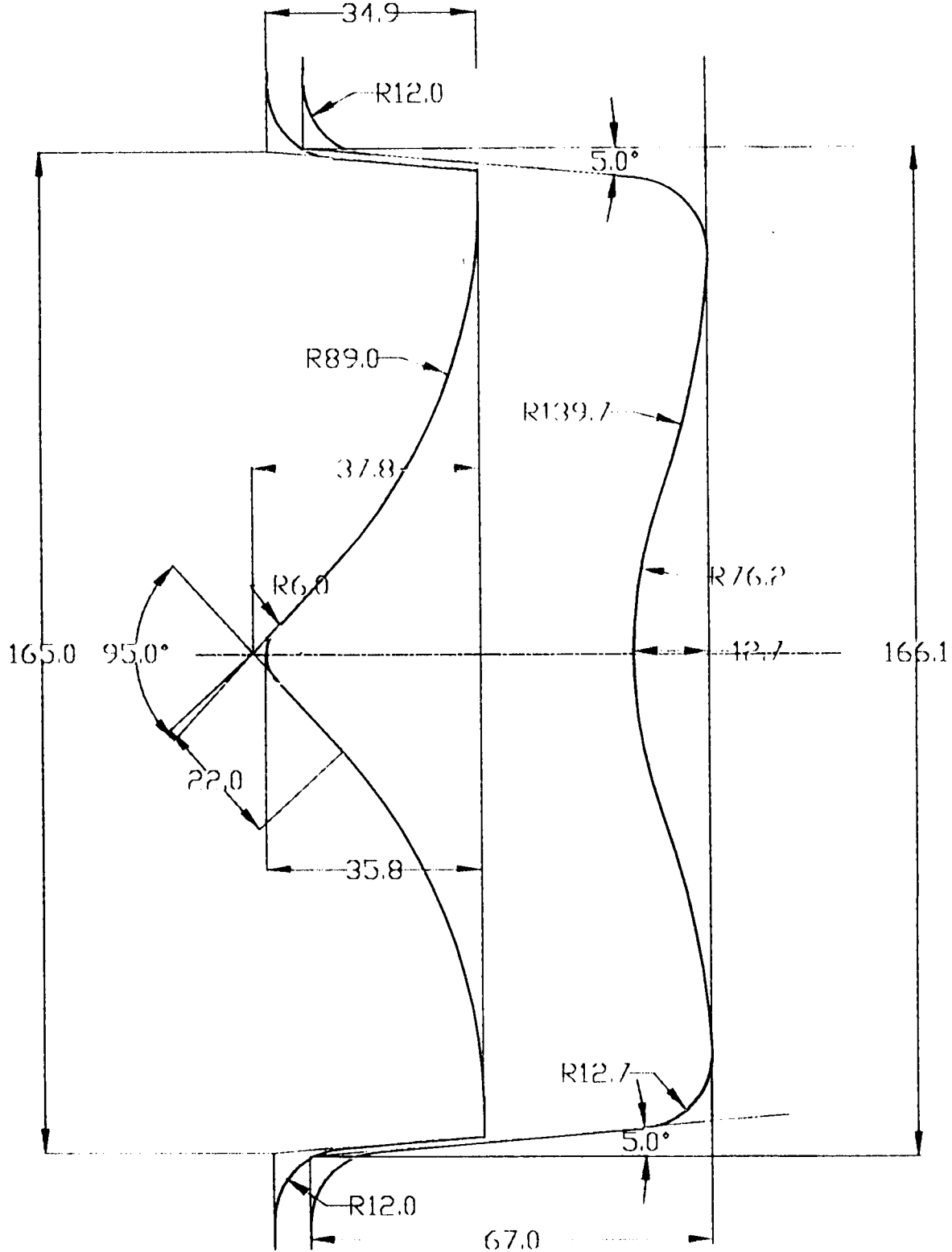


CNEA
 DEPARTAMENTO
 MATERIALES

PROYECTO:

PLANO N°

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 4X4 x 1/4 PASADA N° 3 (Canteadora)	
DIBUJO	21/09	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Núñez P.		
APROBO	<i>RU</i>	R.A. Villanueva		

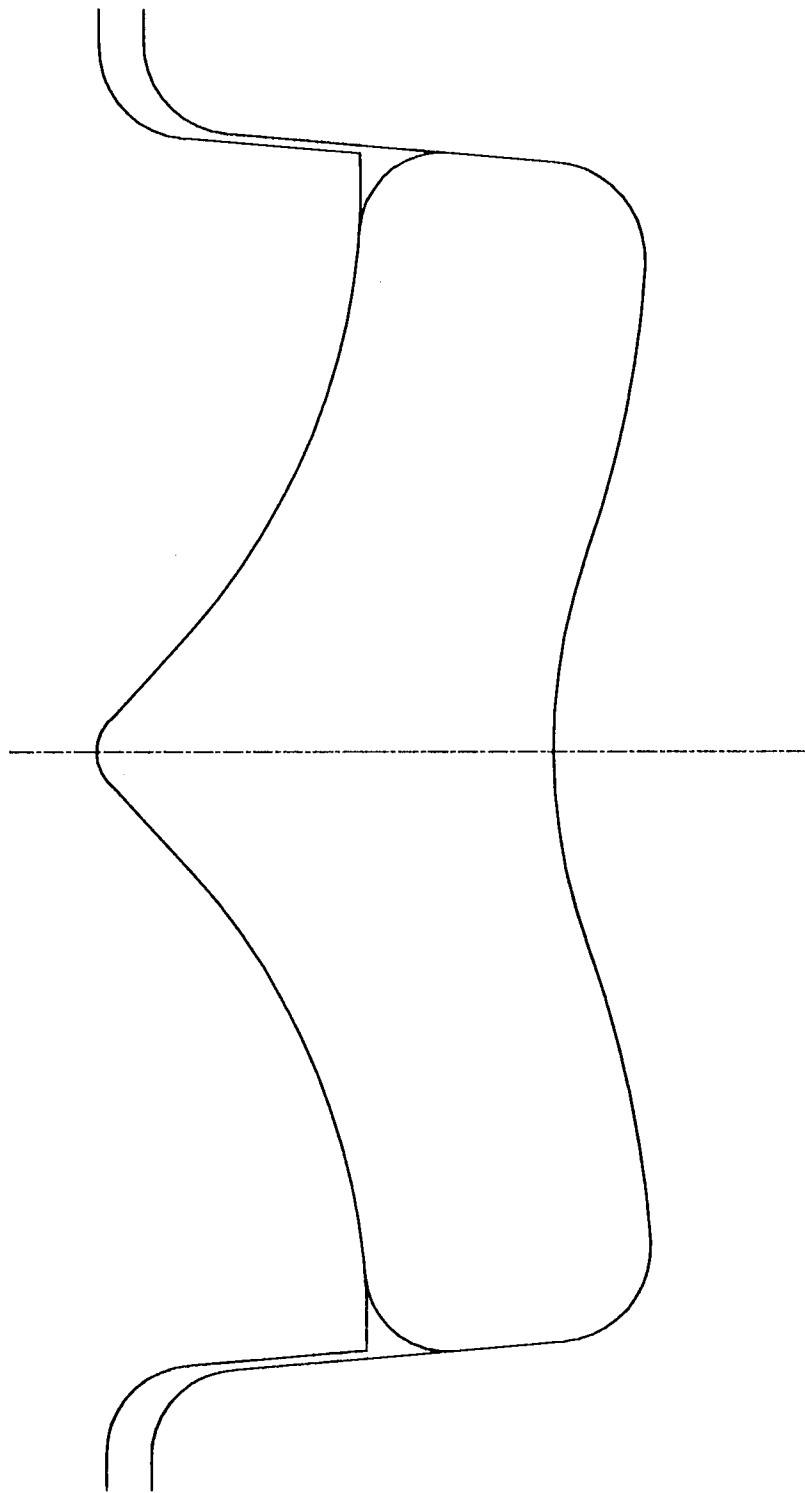


CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

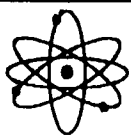
PROYECTO:

PLANO N°

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 4X4 PASADA N° 4	
DIBUJO	04/09	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Nunez P.		
APROBO	<i>RV</i>	R.A. Villanueva		



REDUCCION: 26.62 %
 AREA: 6880.9 MM²

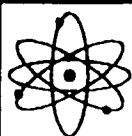
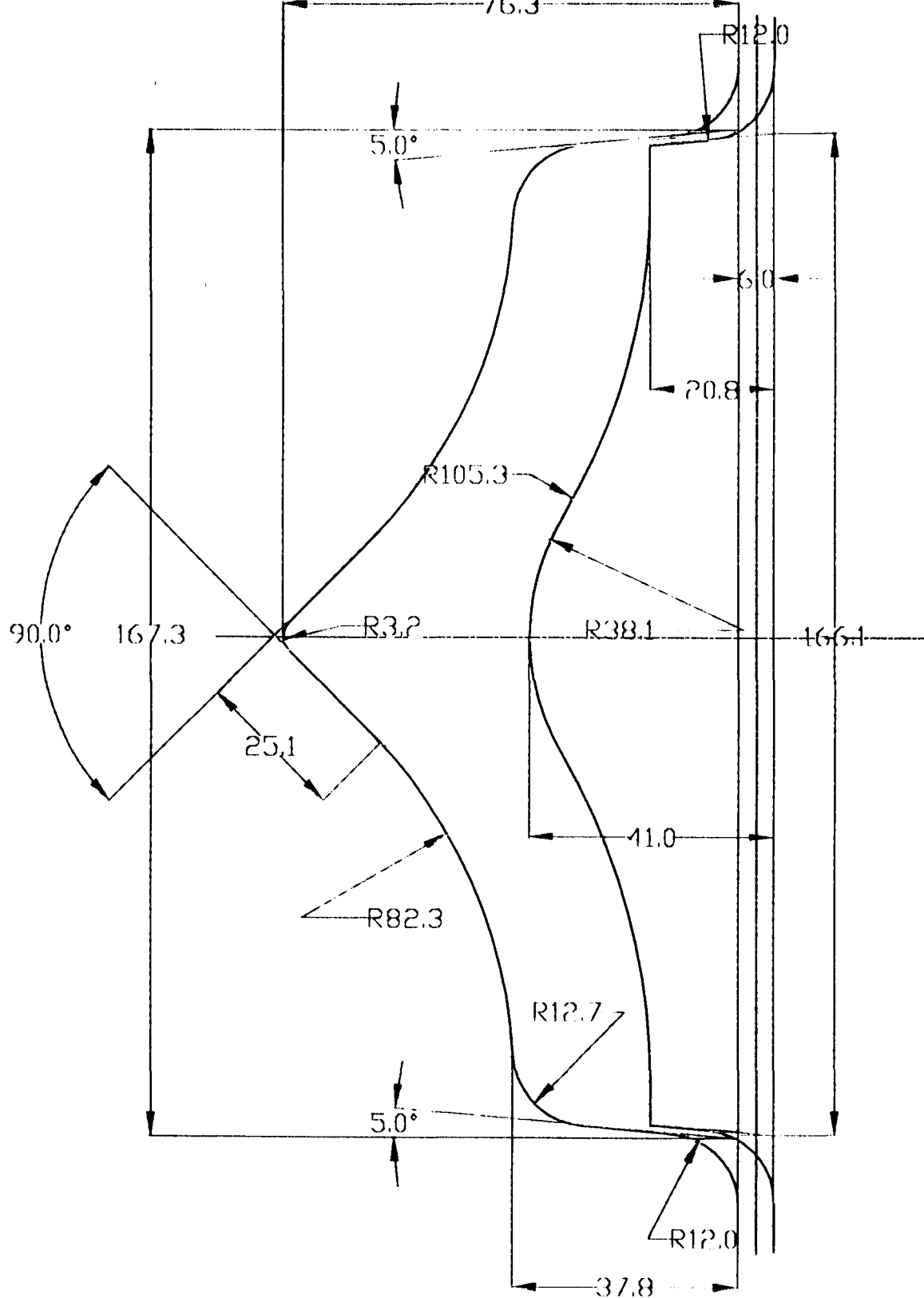


CNEA
 DEPARTAMENTO
 MATERIALES

PROYECTO:

PLANO N°

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 4X4 PASADA N° 4	
DIBUJO	04/09	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Núñez P.		
APROBO	RU	R.A. Villanueva		

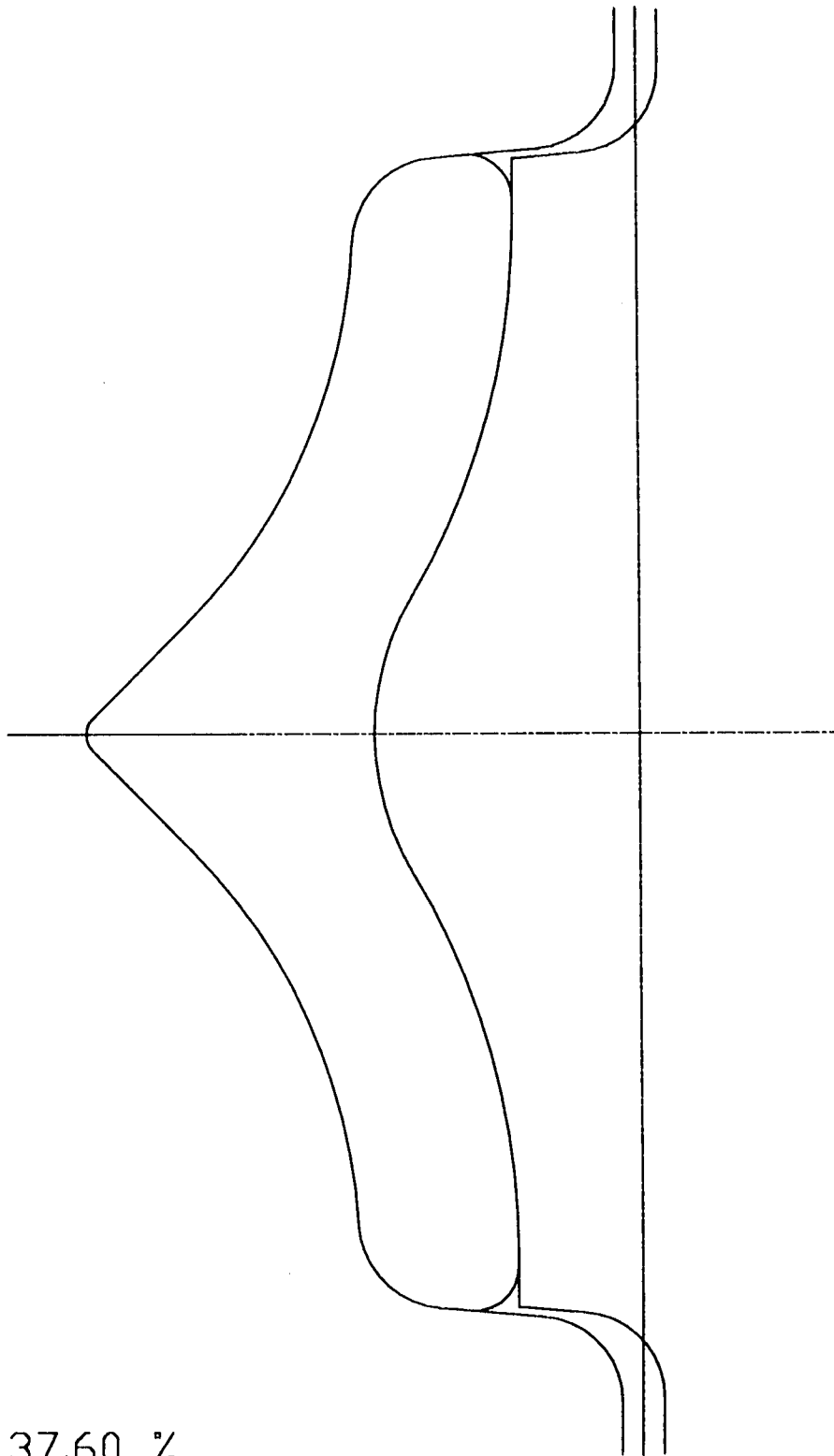


CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

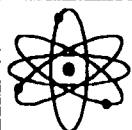
PROYECTO:

PLANO N°

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION:	
DIBUJO	08/09	J.J. Tiebas	PERFIL ANGULO 4X4	
REVISO		S.I. Nunez P.	PASADA N° 5	
APROBO	QU	R.A. Villanueva		



REDUCCION: 37.60 %
 AREA: 4293.7 MM²

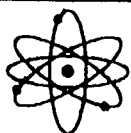
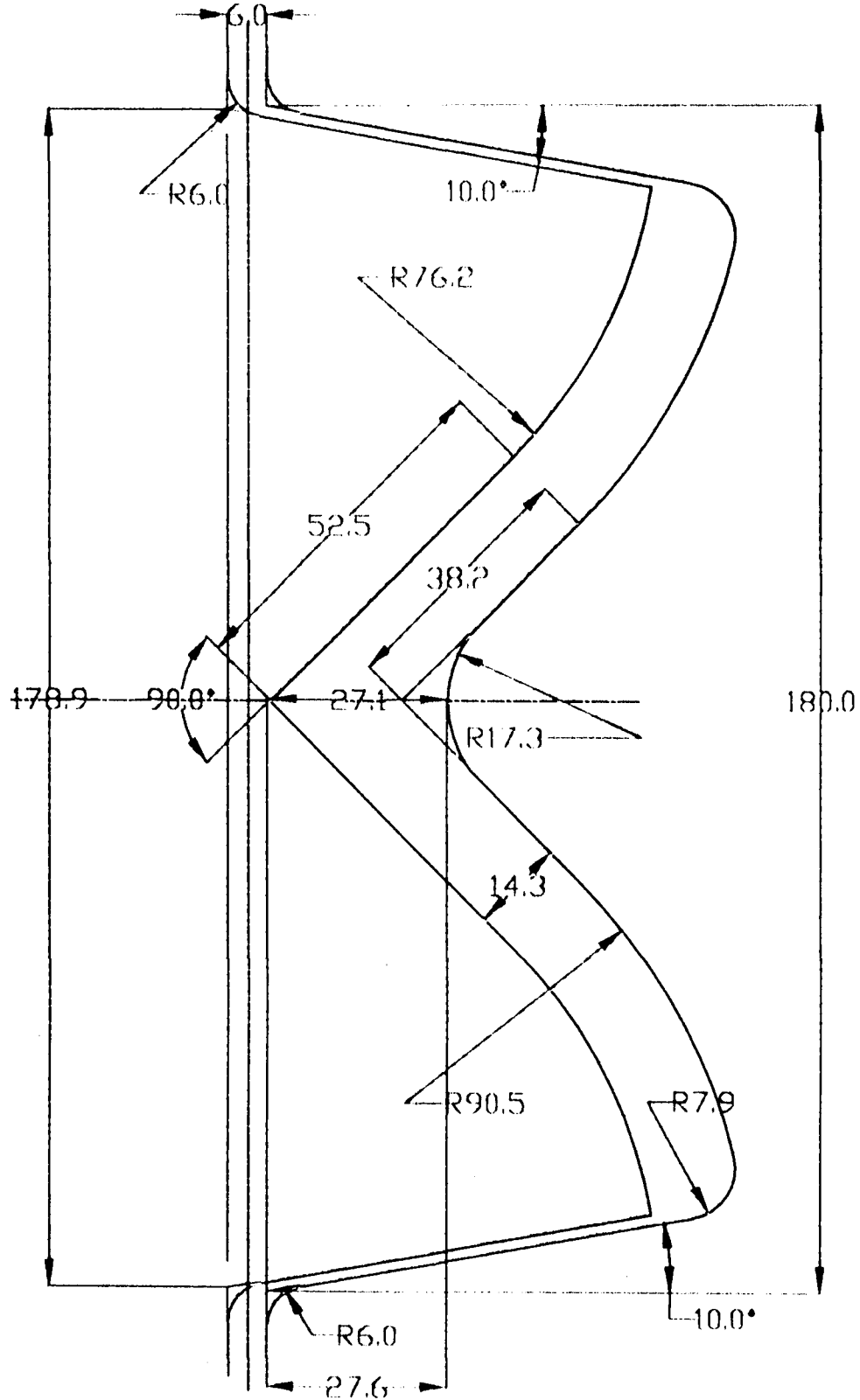


CNEA
 DEPARTAMENTO
 MATERIALES

PROYECTO:

PLANO N°

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 4X4 PASADA N° 5	
DIBUJO	08/09	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Nunez P.		
APROBO	<i>RU</i>	R.A. Villanueva		



CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

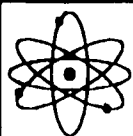
PROYECTO:

PLANO N°

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 4X4 PASADA N° 6	
DIBUJO	09/09	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Nunez P.		
APROBO	QU	R.A. Villanueva		



REDUCCION: 34.41 %
AREA: 2816.4 MM²

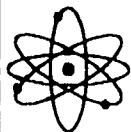


CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

PROYECTO:

PLANO N°

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 4X4 PASADA N° 6	
DIBUJO	09/09	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Núñez P.		
APROBO	QU	R.A. Villanueva		



DEPARTAMENTO
MATERIALES

PLANO N°

ACAD

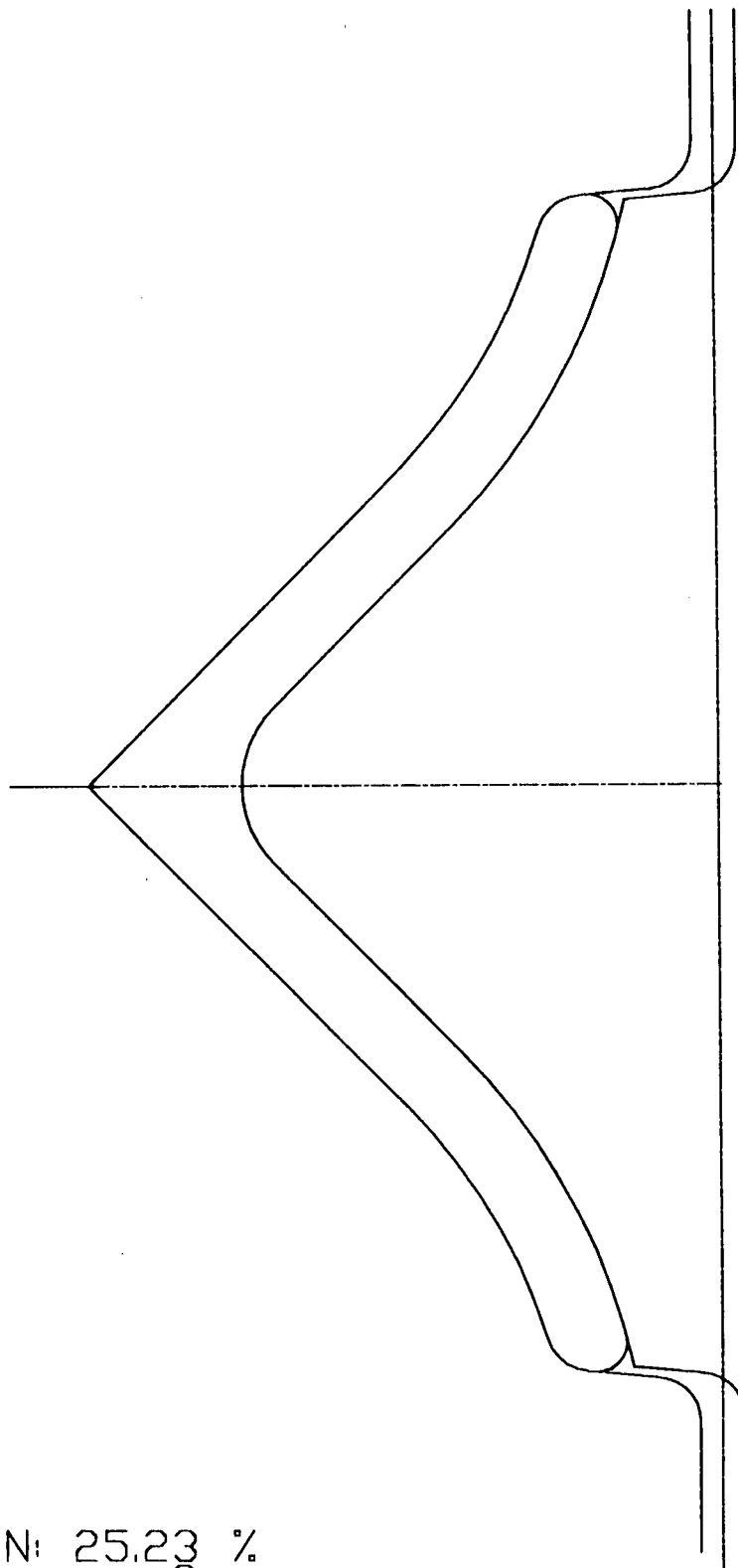
DENOMINACION:

PERFIL ANGULO 4X4

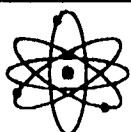
S.I. Nunez P.

PASADA N° 7

R.A. Villanueva



REDUCCION: 25.23 %
 AREA: 2105.7 MM²

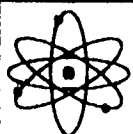
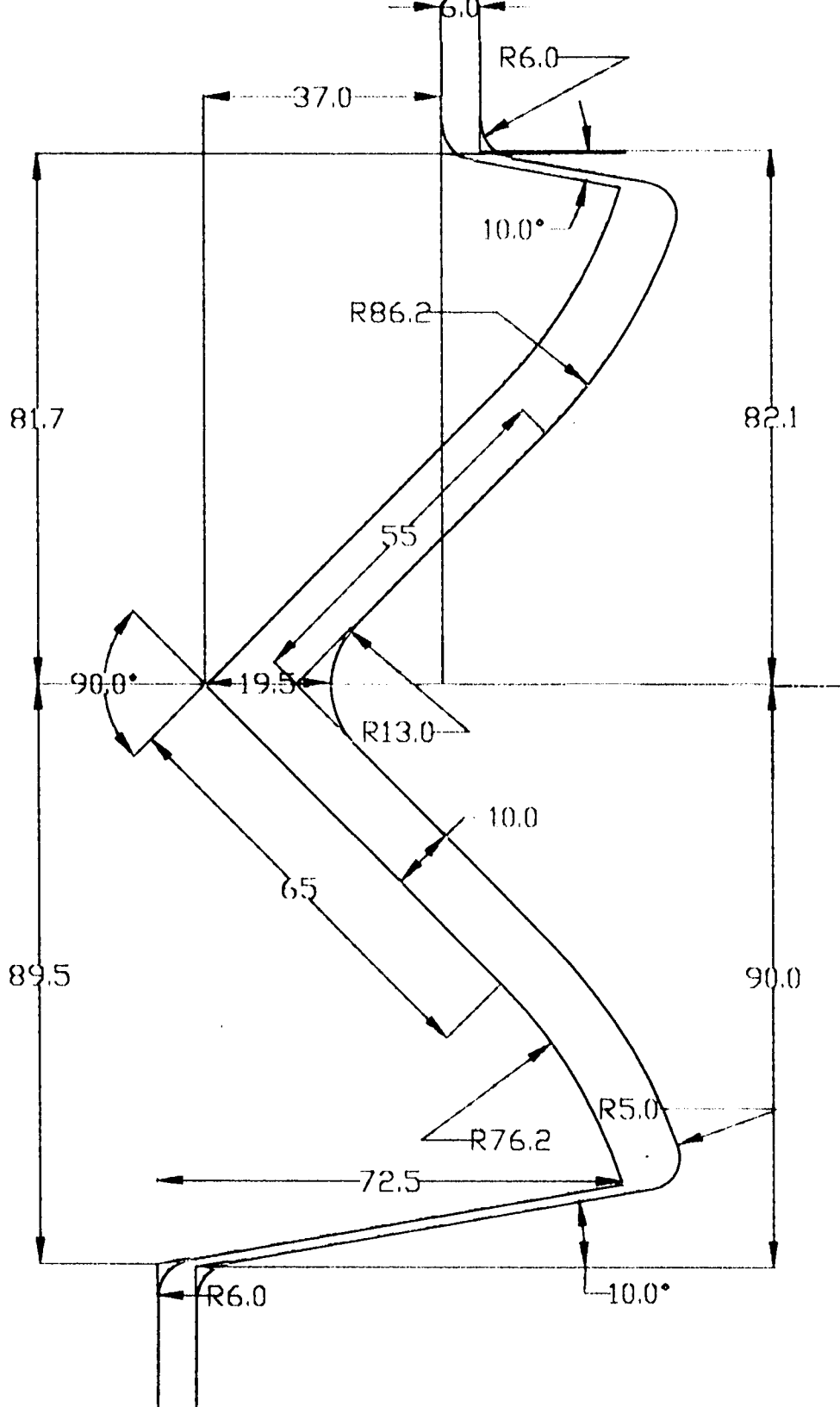


CNEA
 DEPARTAMENTO
 MATERIALES

PROYECTO:

PLANO N°

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 4X4 PASADA N° 7	
DIBUJO	10/09	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Núñez P.		
APROBO	QU	R.A. Villanueva		

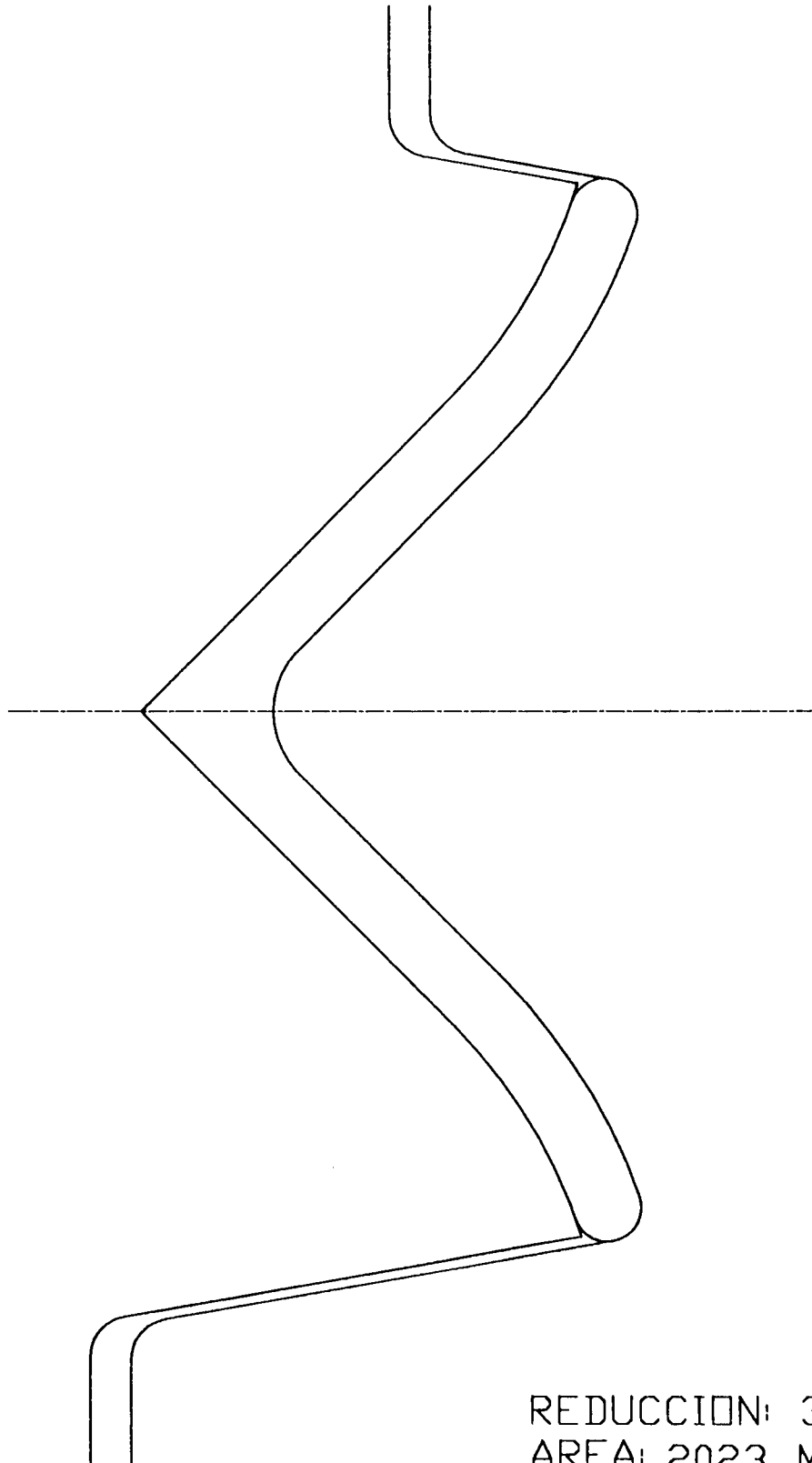


CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

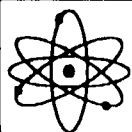
PROYECTO:

PLANO N°

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 4X4 PASADA N° 8	
DIBUJO	11/09	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Nunez P.		
APROBO	RU	R.A. Villanueva		



REDUCCION: 3.93 %
AREA: 2023 MM²

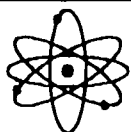
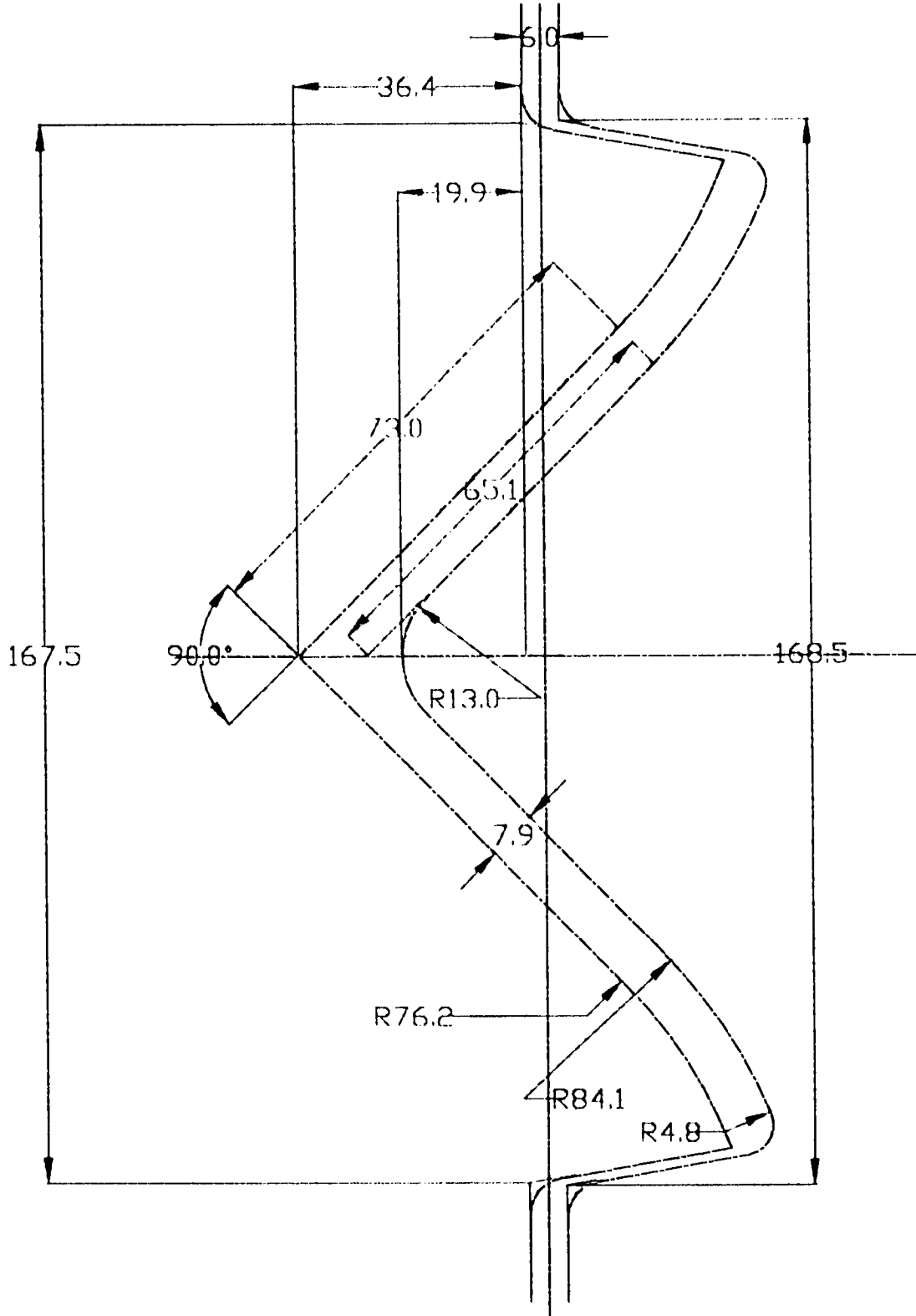


CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

PROYECTO:

PLANO N°

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 4X4 PASADA N° 8	
DIBUJO	11/09	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Nunez P.		
APROBO		R.A. Villanueva		

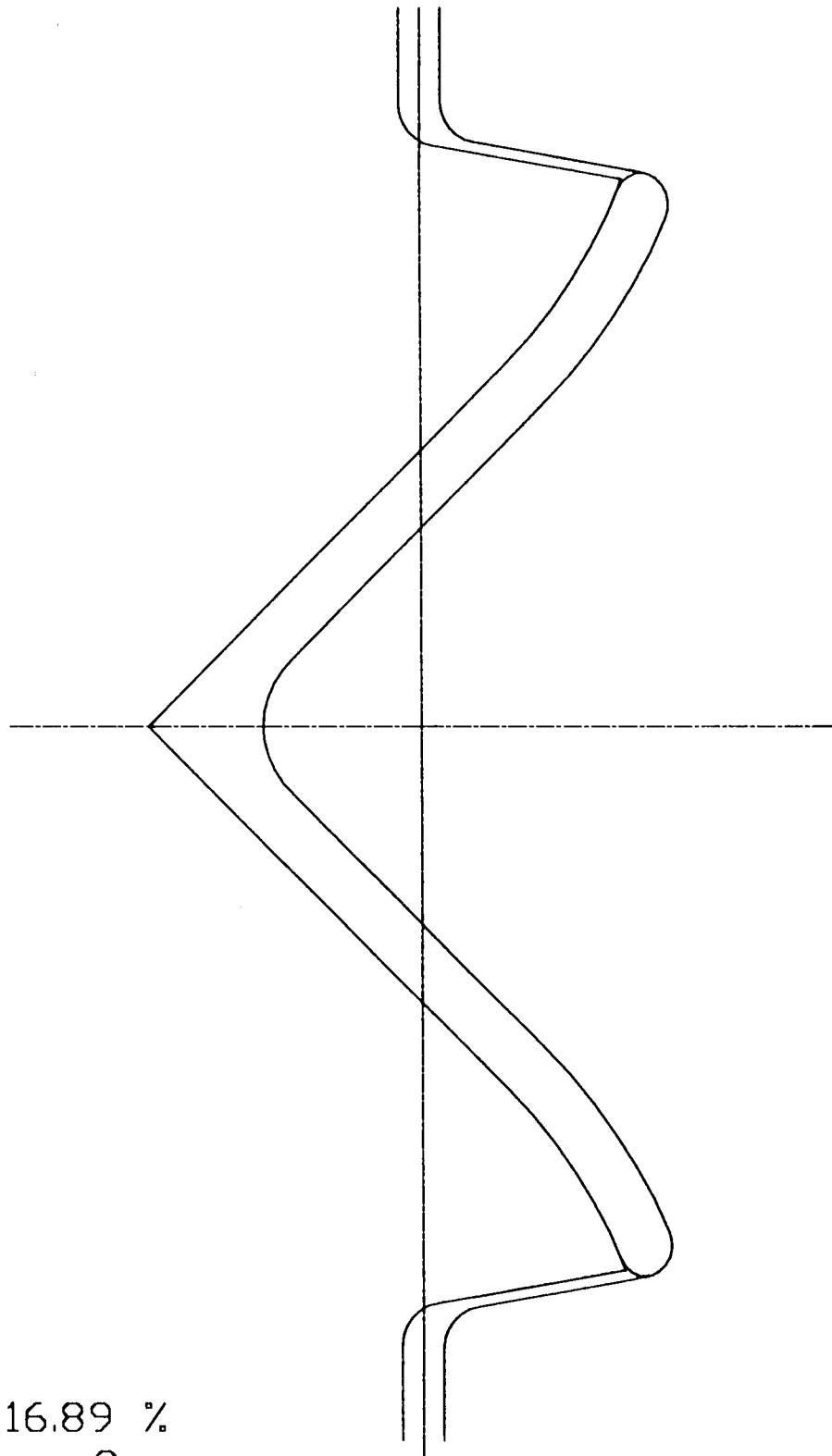


CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

PROYECTO:

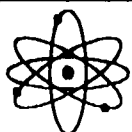
PLANO N°

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 4X4 PASADA N° 9	
DIBUJO	11/09	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Nunez P.		
APROBO	<i>RU</i>	R.A. Villanueva		



REDUCCION: 16.89 %

AREA: 1681.3 MM²

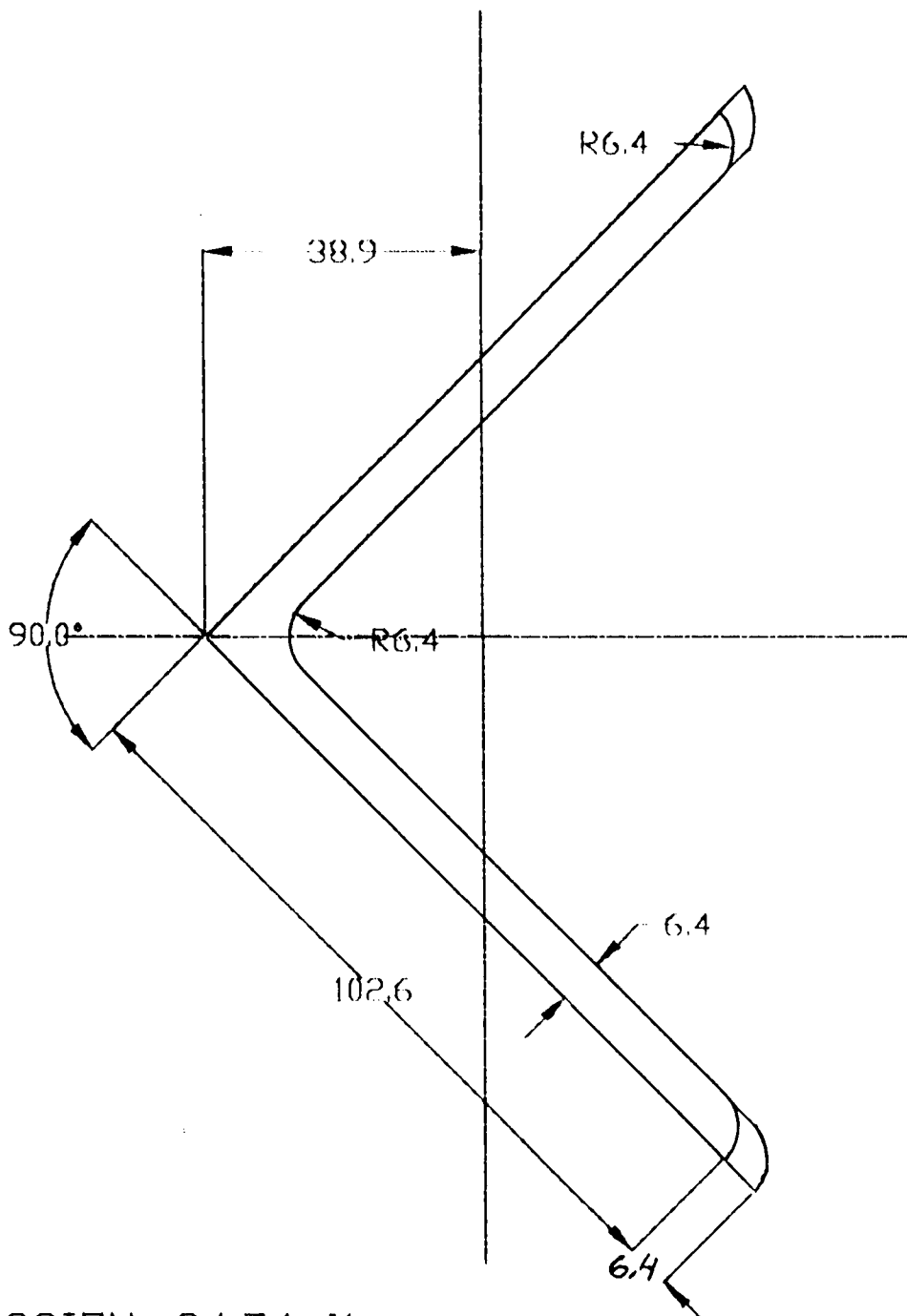


CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

PROYECTO:

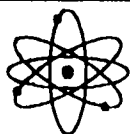
PLANO N°

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 4X4 X 1/4 PASADA N° 9	
DIBUJO	11/09	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Núñez P.		
APROBO	RU	R.A. Villanueva		



REDUCCION: 24.74 %

AREA: 1265.4 MM²

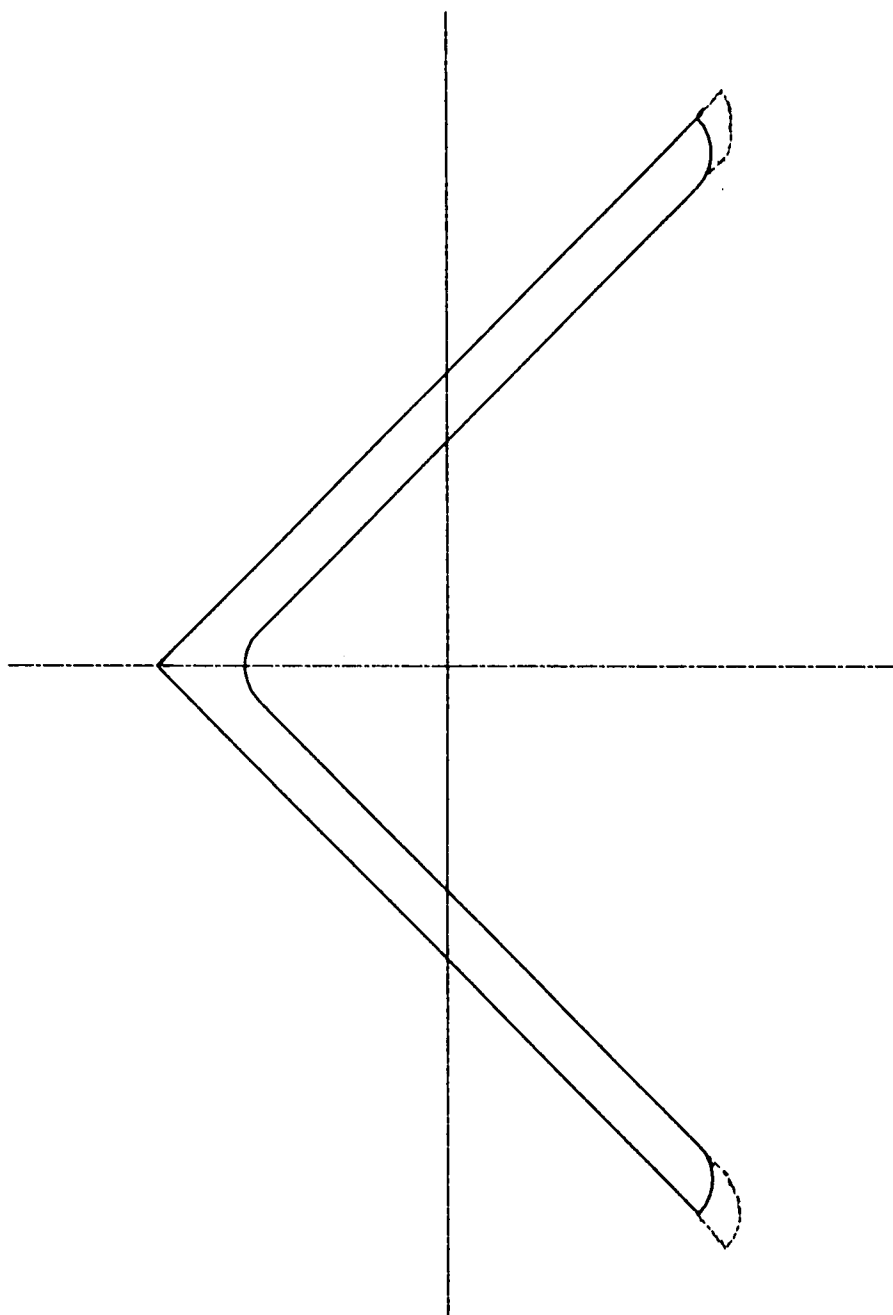


CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

PROYECTO:

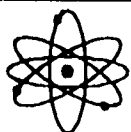
PLANO N°

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 4X4 x 1/4 PASADA N° 10 (Terminadora)	
DIBUJO	23/09	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Núñez P.		
APROBO	<i>[Signature]</i>	R.A. Villanueva		



REDUCCION: 24.74 %

AREA: 1265.4 MM²



CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

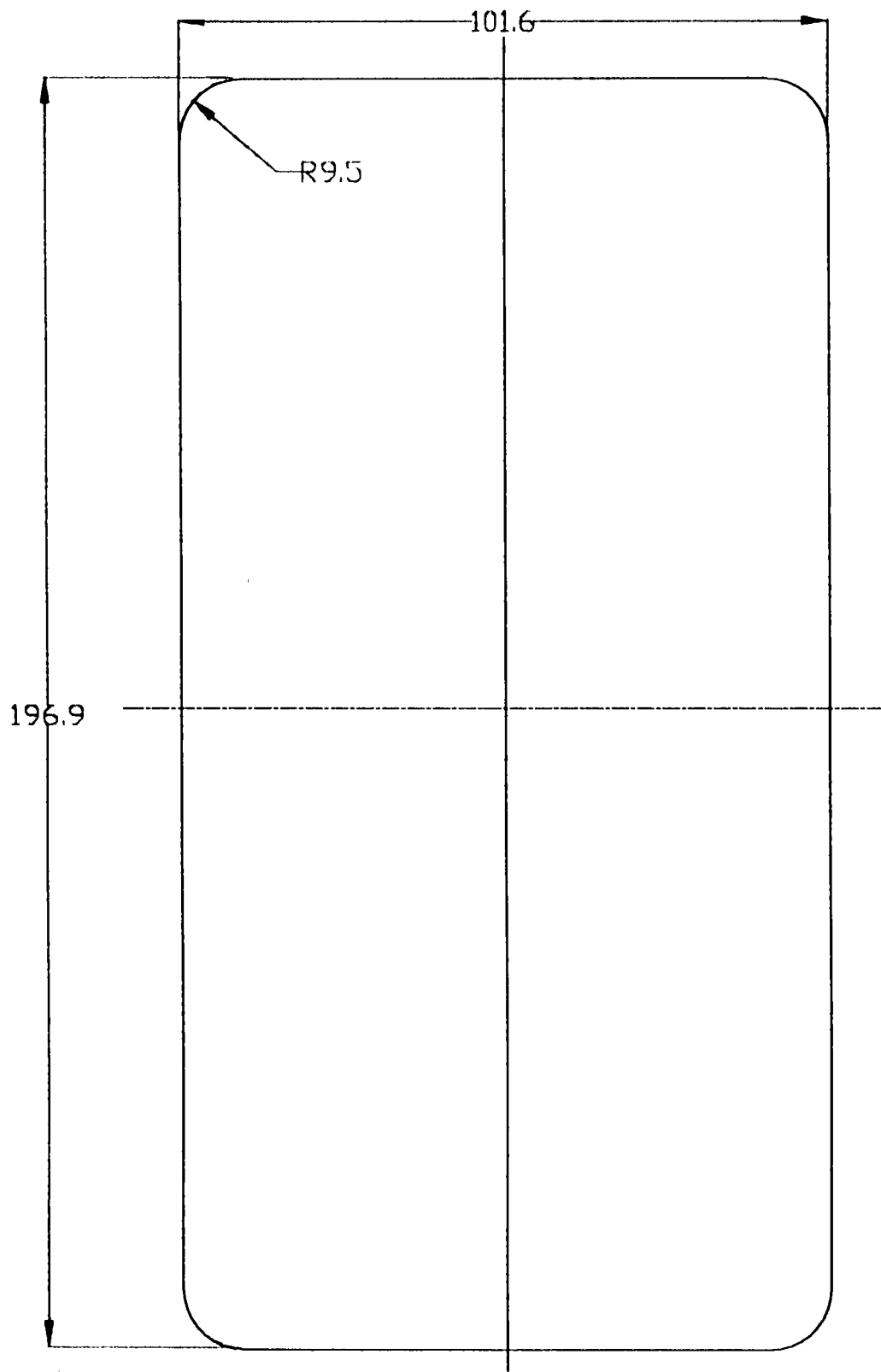
PROYECTO:

PLANO N°

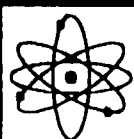
1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 4X4 x 1/4 PASADA N° 10 (Terminadora)	
DIBUJO	23/09	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Núñez P.		
APROBO	BU	R.A. Villanueva		

Ejemplo de calibrado 2.1.4.

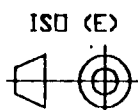
Ángulo de alas iguales de 5" x 5" x 5/8" (127 x 127 x 15,9)



AREA: 19927.6 MM²



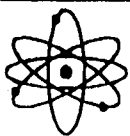
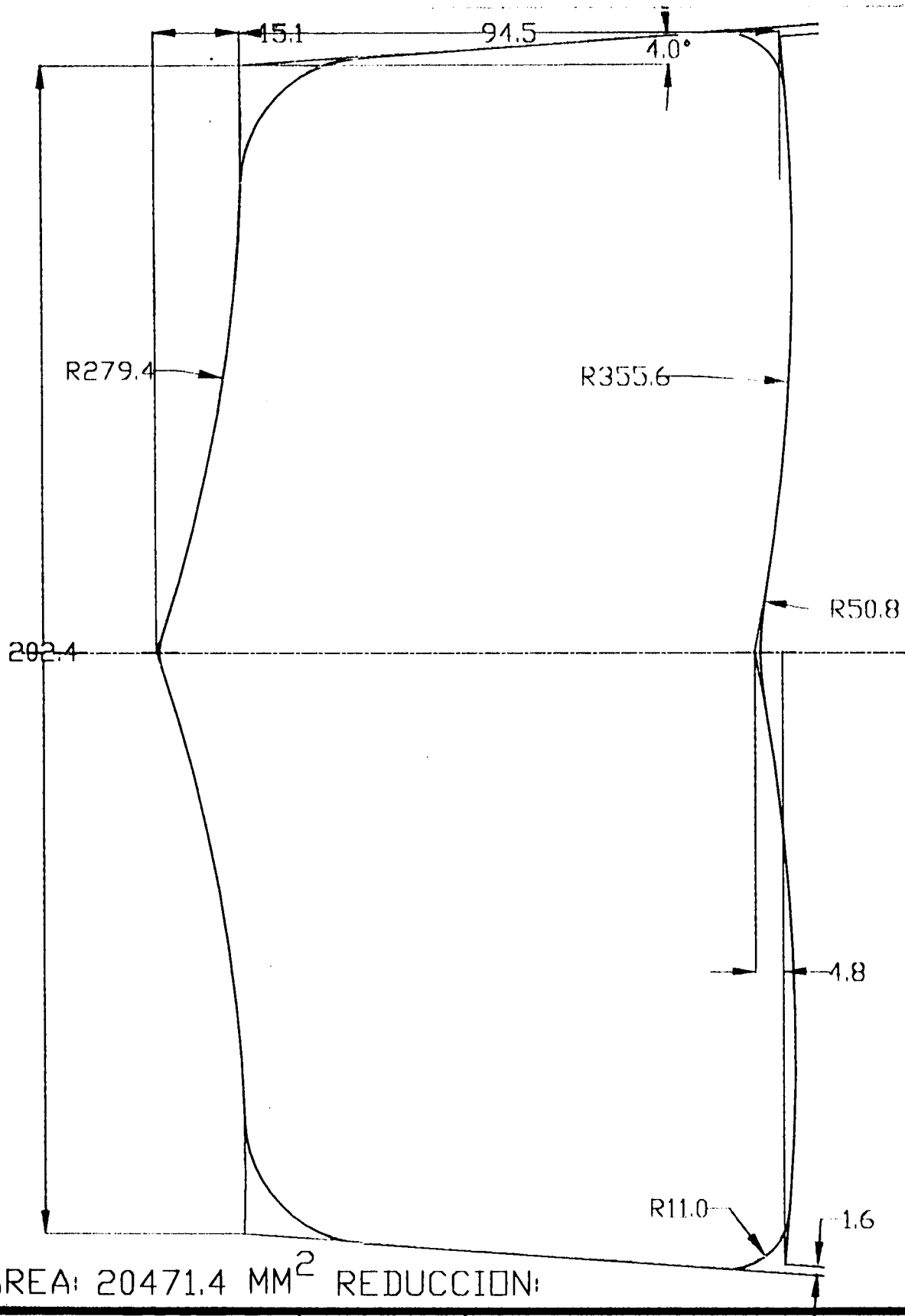
CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES



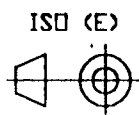
PLANO N°

PROYECTO:

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 5X5 X 5/8 PASADA N° 0		
DIBUJO	09/10	J.J. Tiebas			
REVISO		S.I. Gómez P.			
APROBO	<i>Q</i>	R.A. Villanueva			



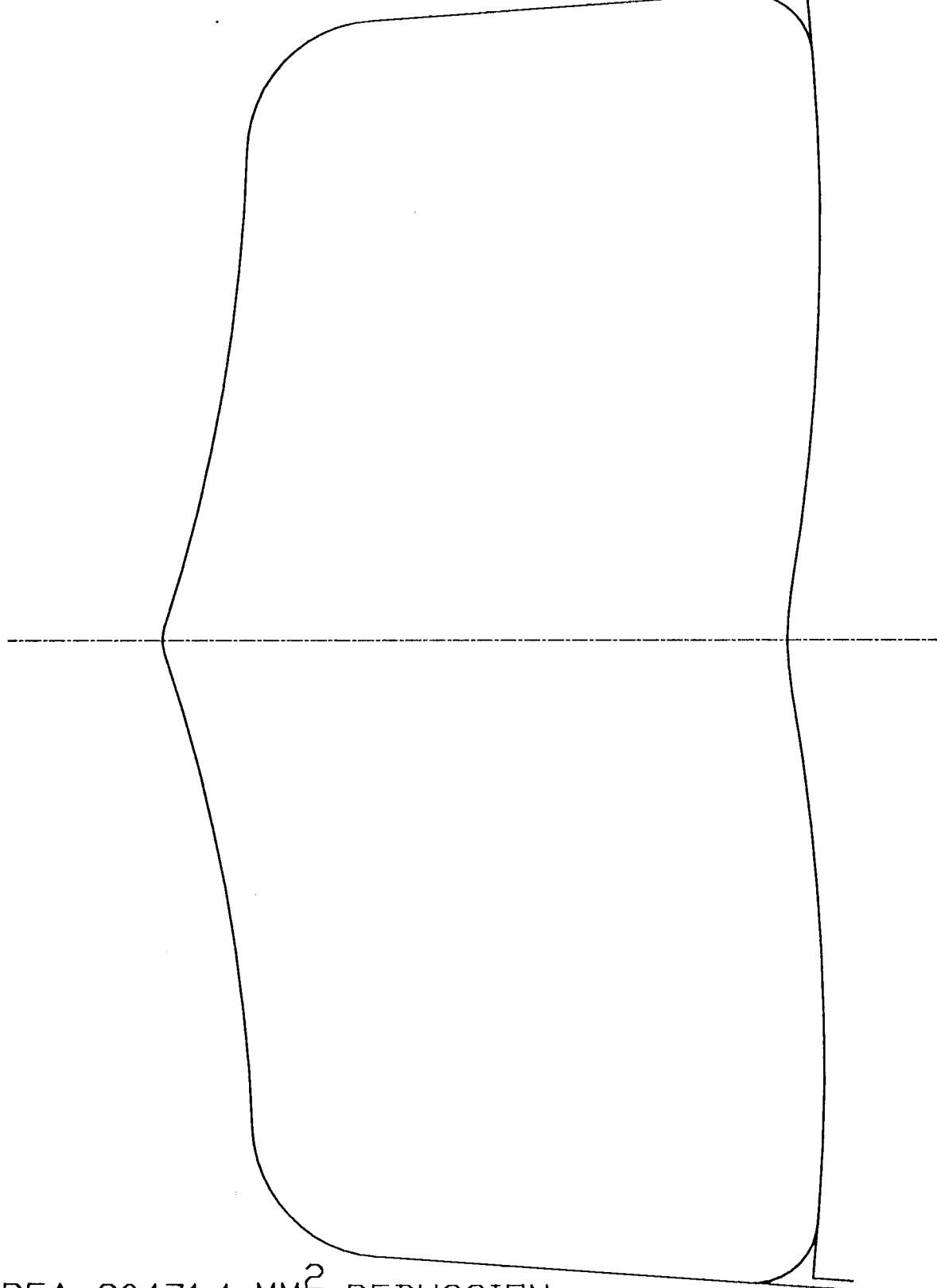
CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES



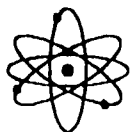
PLANO N°

PROYECTO:

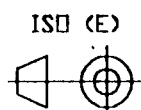
1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 5X5 X 5/8 PASADA N° 1	
DIBUJO	15/10	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. NGÑez P.		
APROBO	QU	R.A. Villanueva		



AREA: 20471,4 MM² REDUCCION:



CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

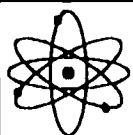
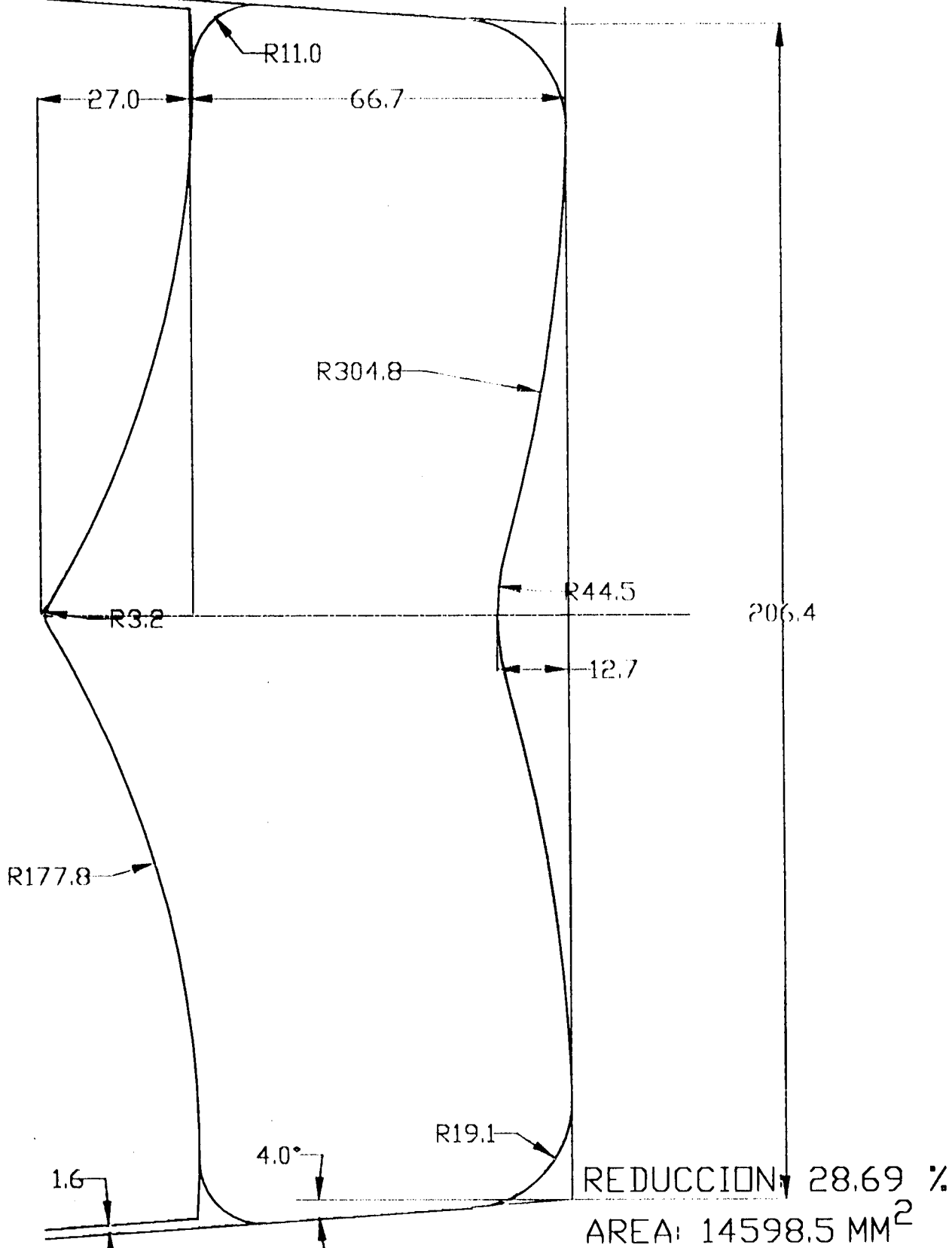


ISO (E)

PLANO N°

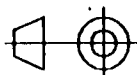
PROYECTO:

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 5X5 X 5/8 PASADA N° 1	
DIBUJO	15/10	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Narez P.		
APROBO	QU	R.A. Villanueva		



CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

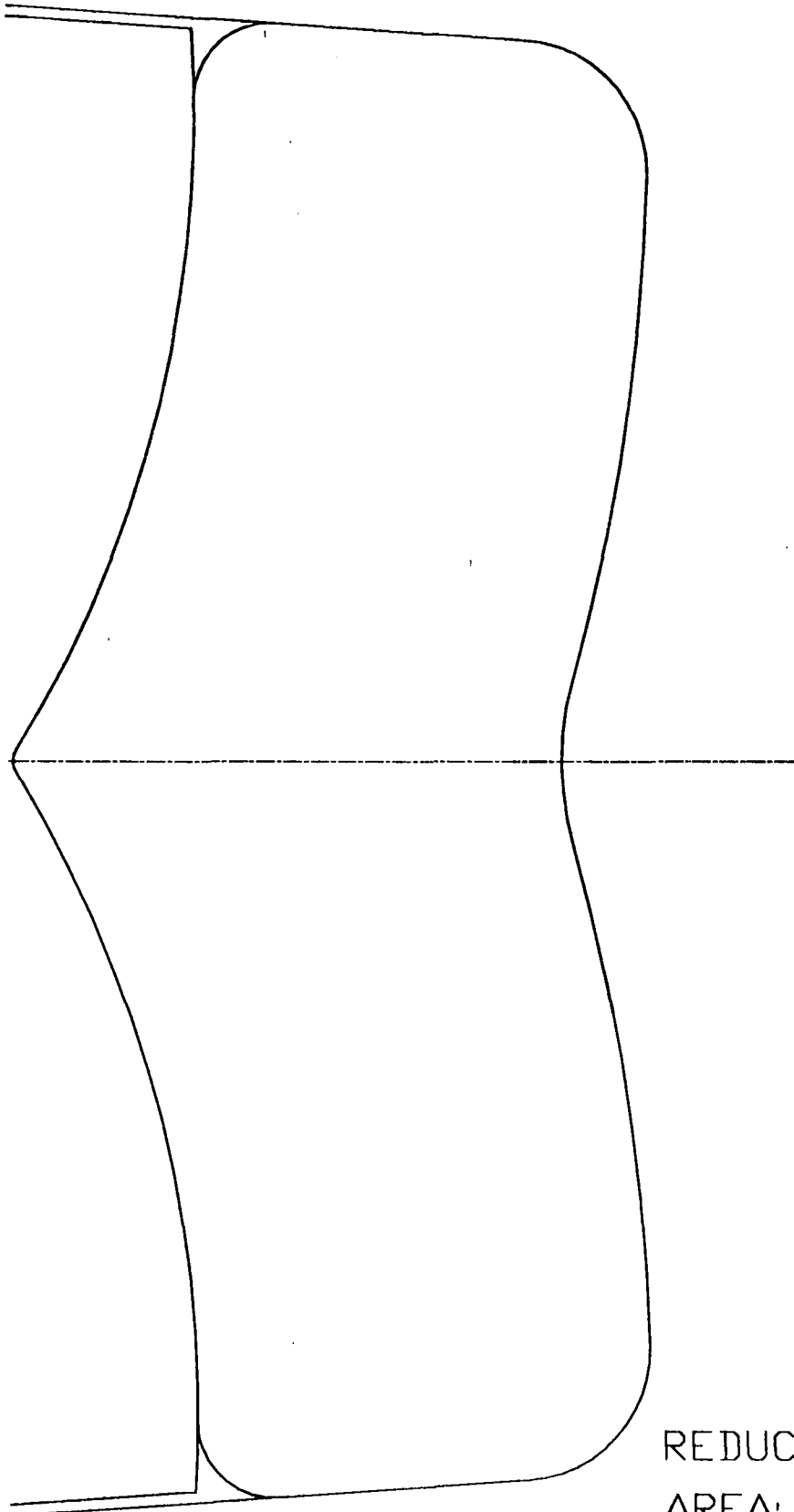
ISO (E)



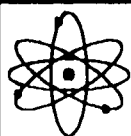
PLANO N°

PROYECTO:

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 5X5 X 5/8 PASADA N° 2		
DIBUJO	15/10	J.J. Tiebas			
REVISO		S.I. NÚñez P.			
APROBO		R.A. Villanueva			

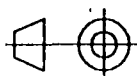


REDUCCION: 28.69 %
AREA: 14598.5 MM²



CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

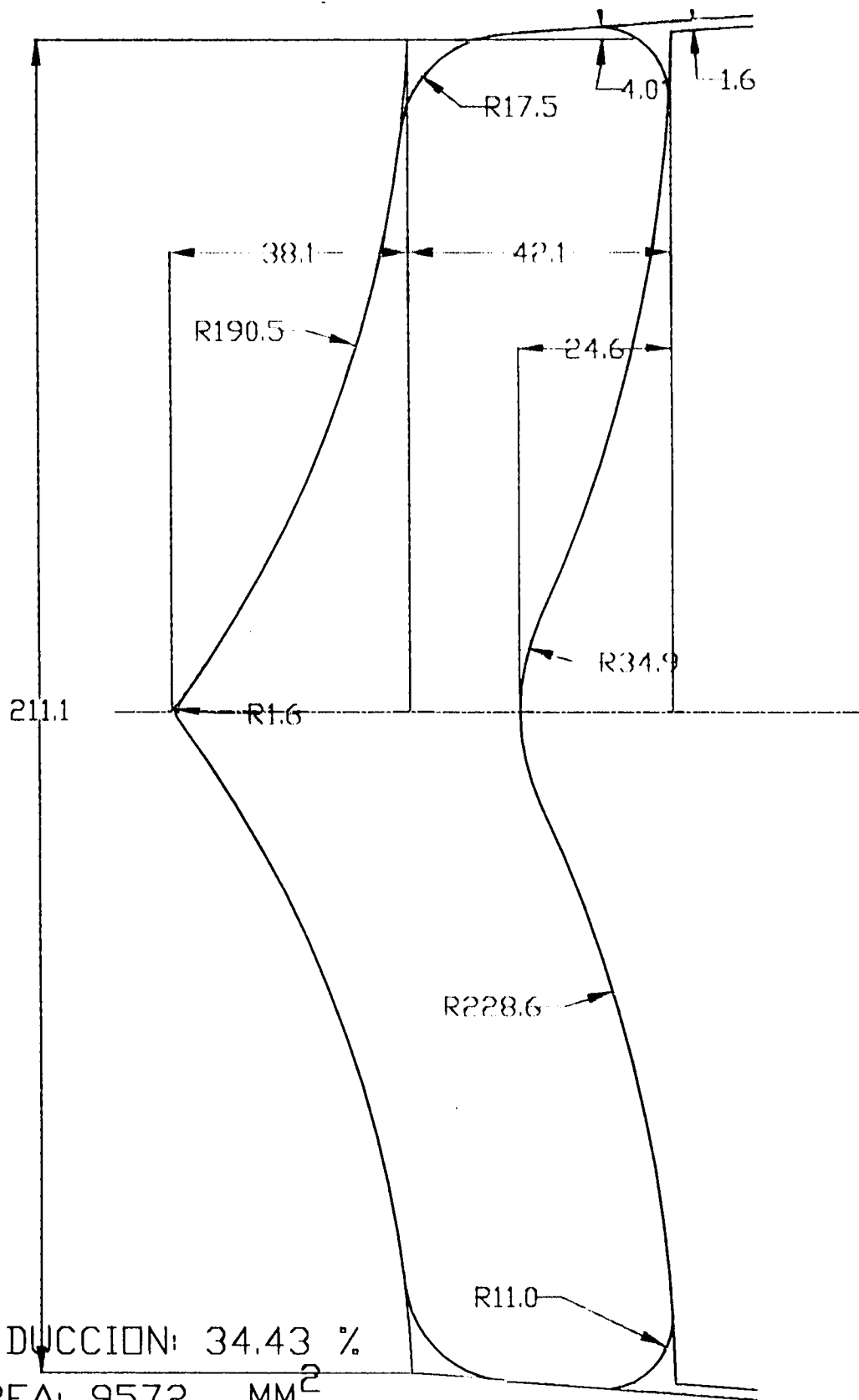
ISO (E)



PLANO N°

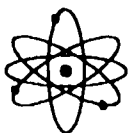
PROYECTO:

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 5X5 X 5/8 PASADA N° 2	
DIBUJO	15/10	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Gómez P.		
APROBO		R.A. Villanueva		

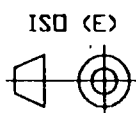


REDUCCION: 34.43 %

AREA: 9572 MM²



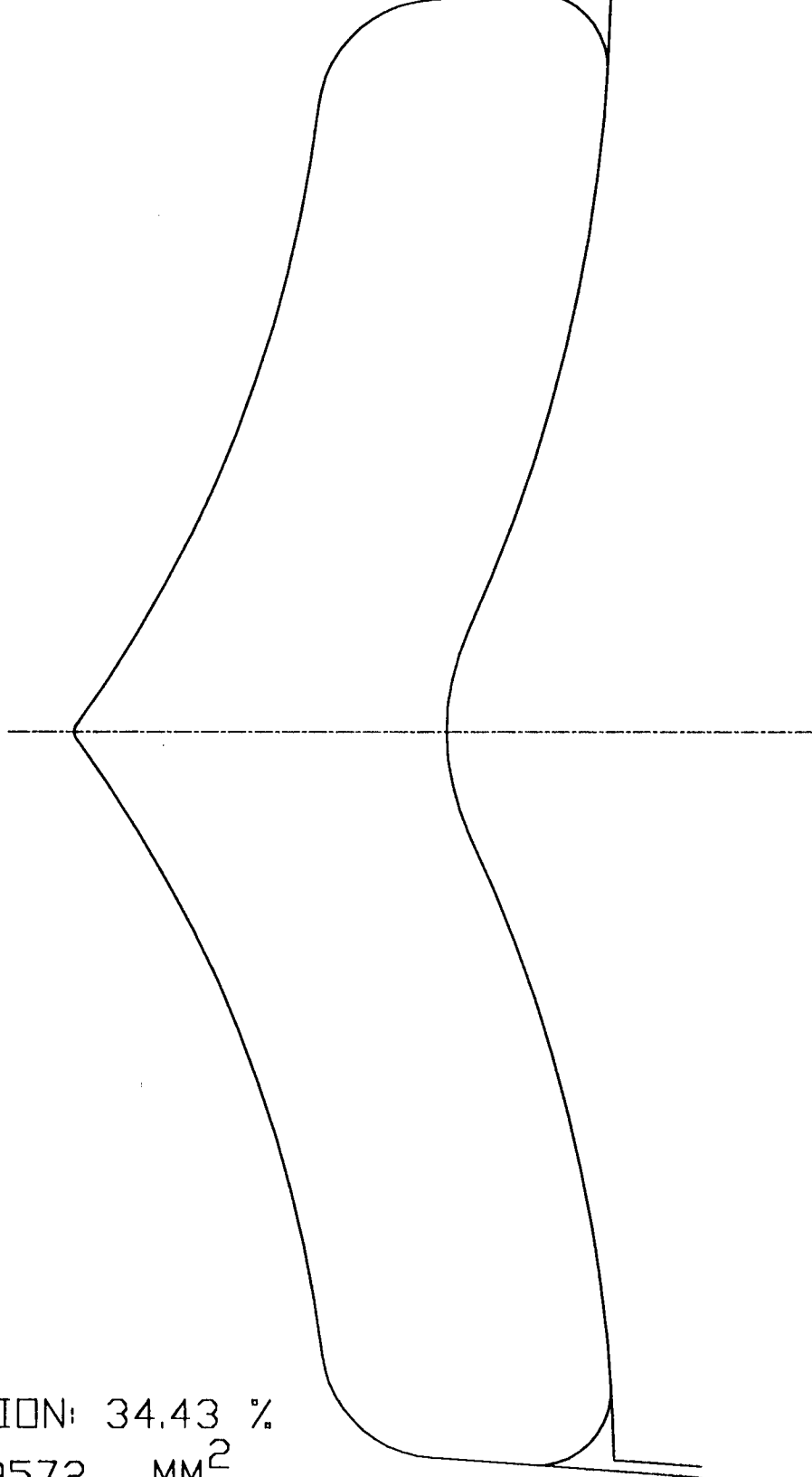
CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES



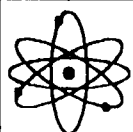
PLANO N

PROYECTO:

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 5X5 X 5/8 PASADA N° 3	
DIBUJO	16/10	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Núñez P.		
APROBO		R.A. Villanueva		

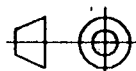


REDUCCION: 34.43 %
AREA: 9572 MM²



CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

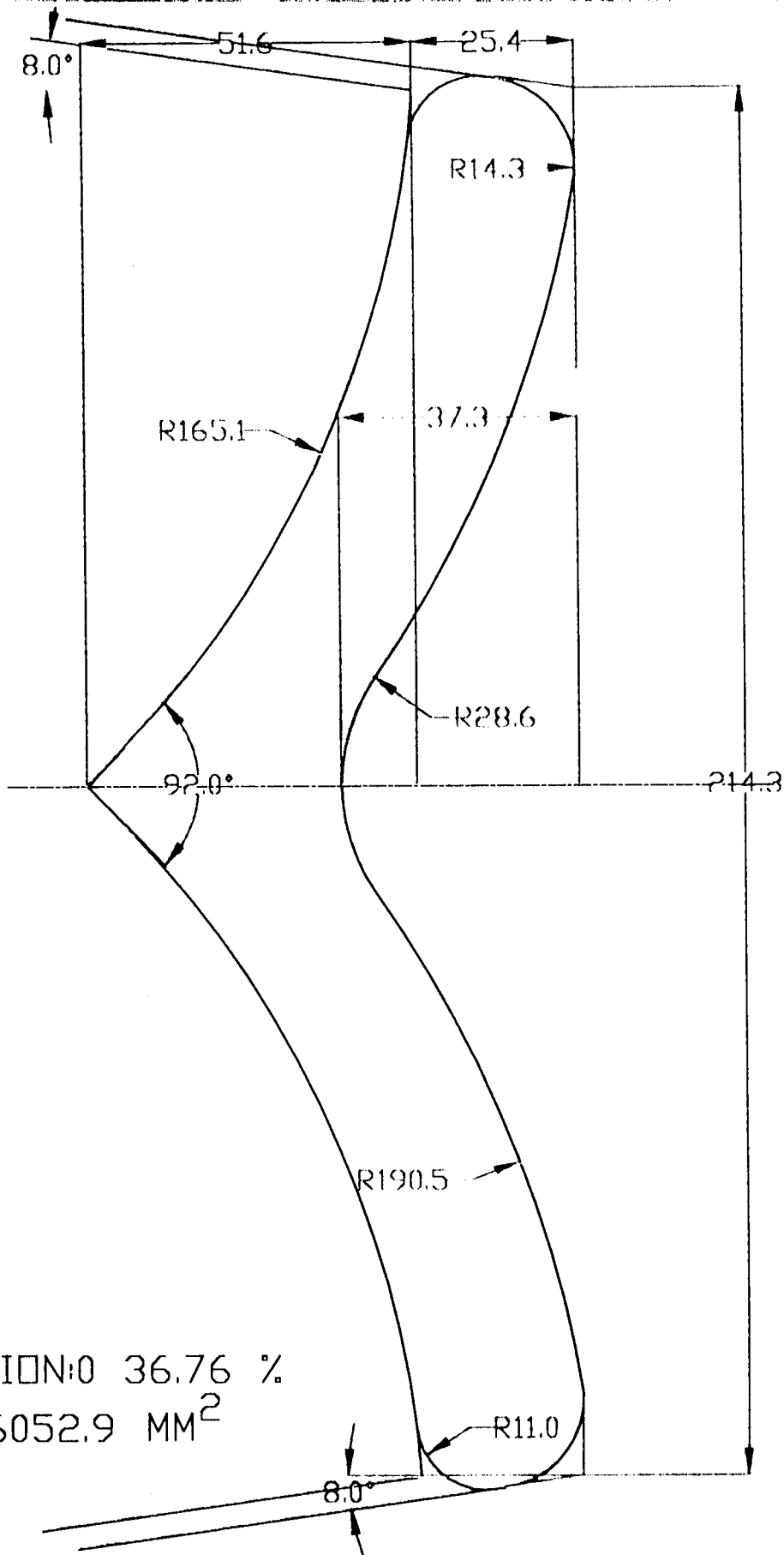
ISO (E)

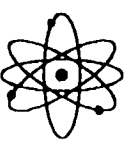


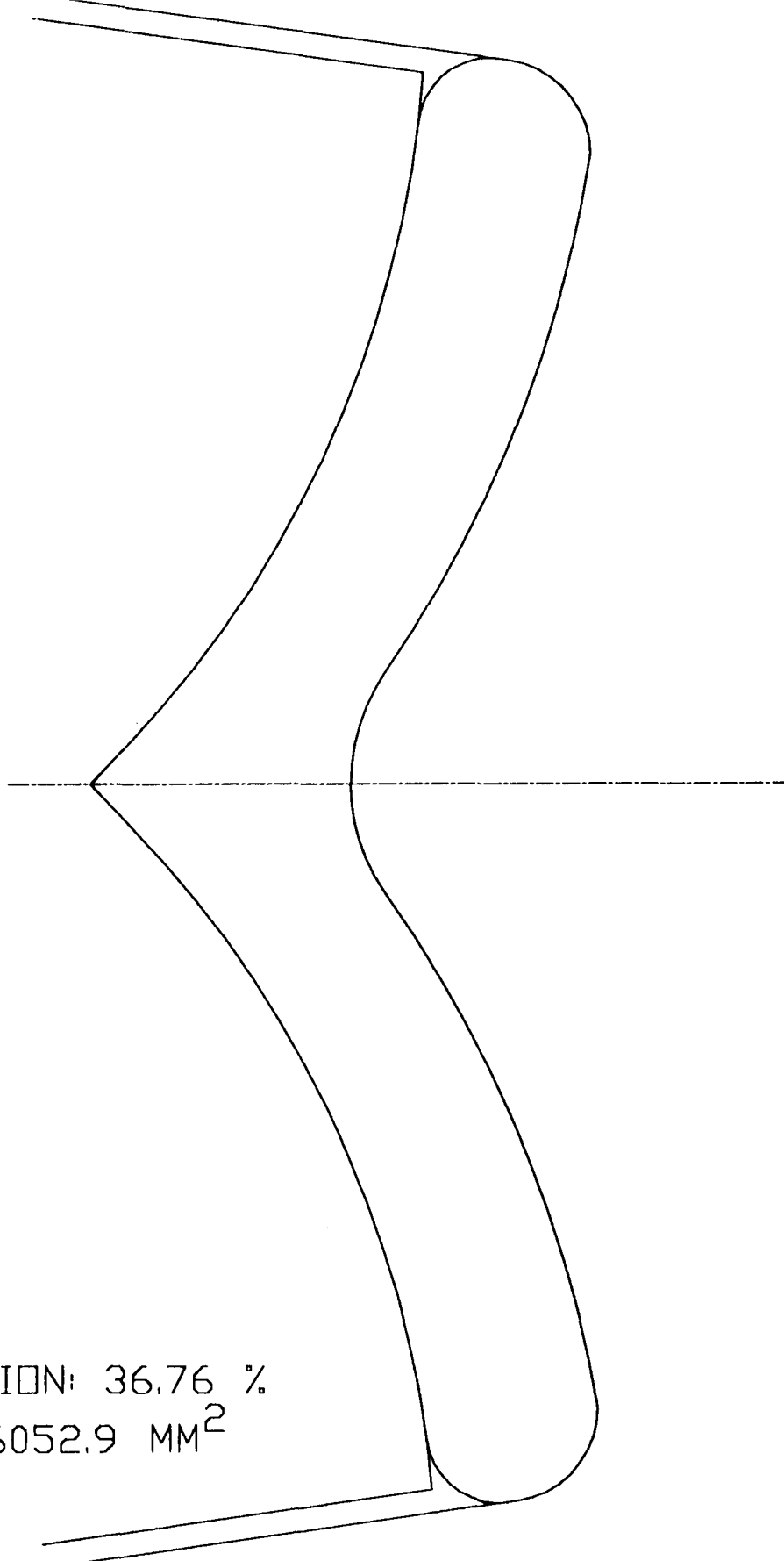
PLANO N

PROYECTO:

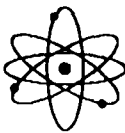
1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 5X5 X 5/8 PASADA N° 3	
DIBUJO	16/10	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Nájera P.		
APROBO		R.A. Villanueva		

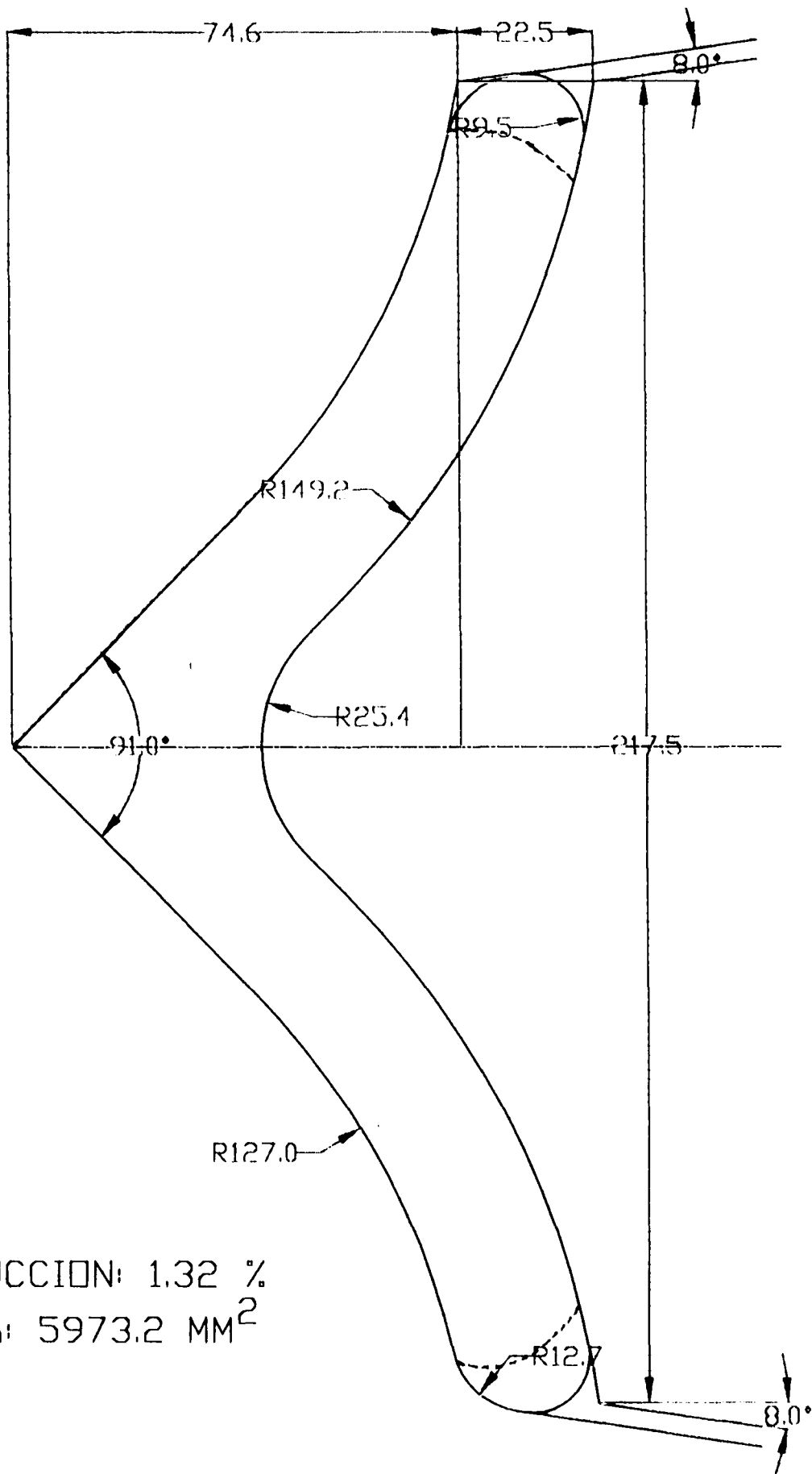


1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION:	 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES
DIBUJO	19/10	J.J. Tiebas	PERFIL ANGULO 5X5 X 5/8	
REVISO		S.I. Nájera P.	PASADA N° 4	
APROBO		R.A. Villanueva		

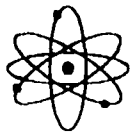


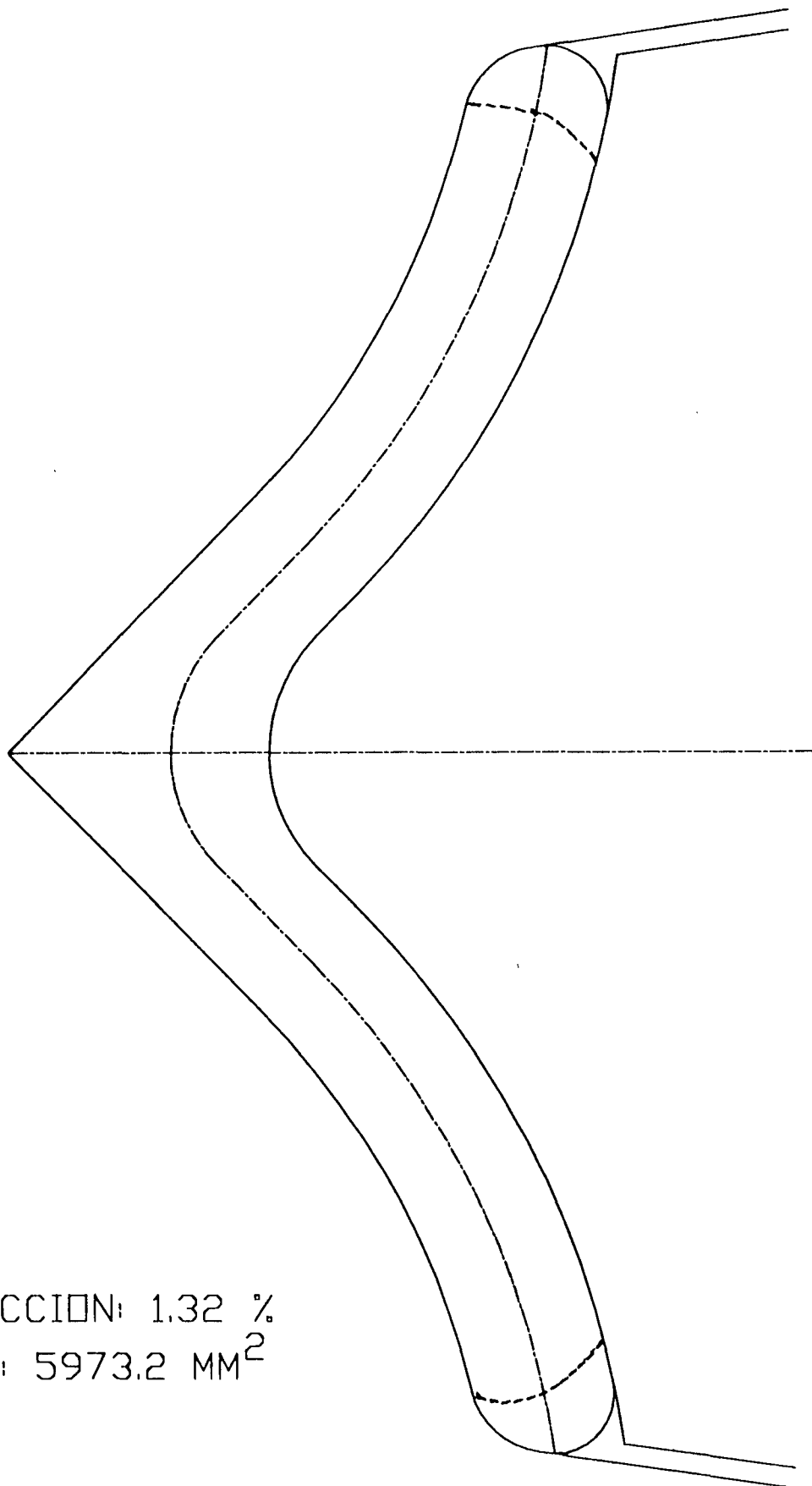
REDUCCION: 36.76 %
AREA: 6052.9 MM²

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION:	 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES
DIBUJO	19/10	J.J. Tiebas	PERFIL ANGULO 5X5 X 5/8	
REVISO		S.I. NGÑez P.	PASADA N° 4	
APROBO	RU	R.A. Villanueva		

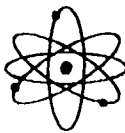


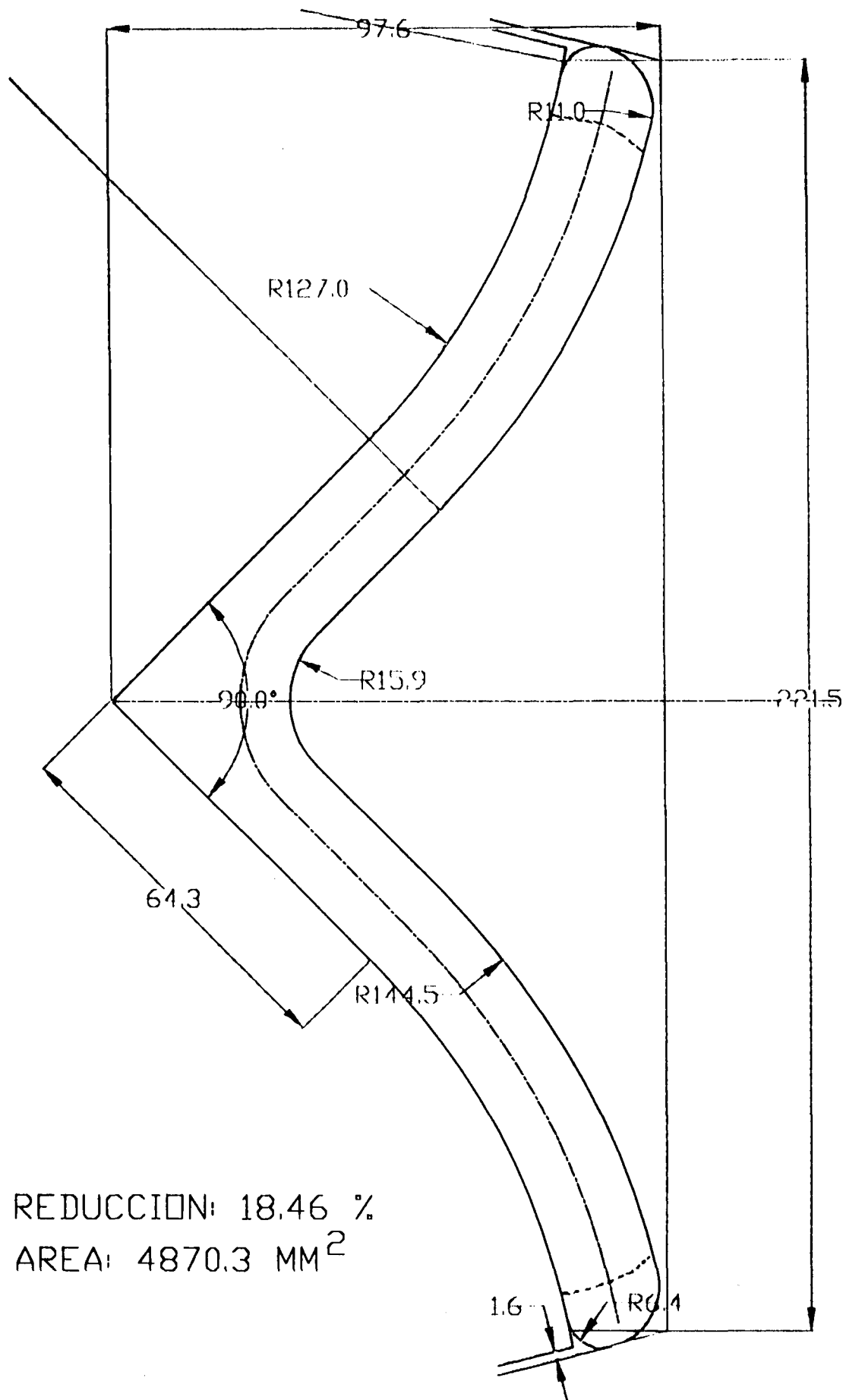
REDUCCION: 1.32 %
 AREA: 5973.2 MM²

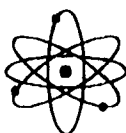
1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION:	 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES
DIBUJO	19/10	J.J. Tiebas	PERFIL ANGULO 5X5 X 5/8	
REVISO		S.I. Gómez P.	PASADA N° 5	
APROBO		R.A. Villanueva		

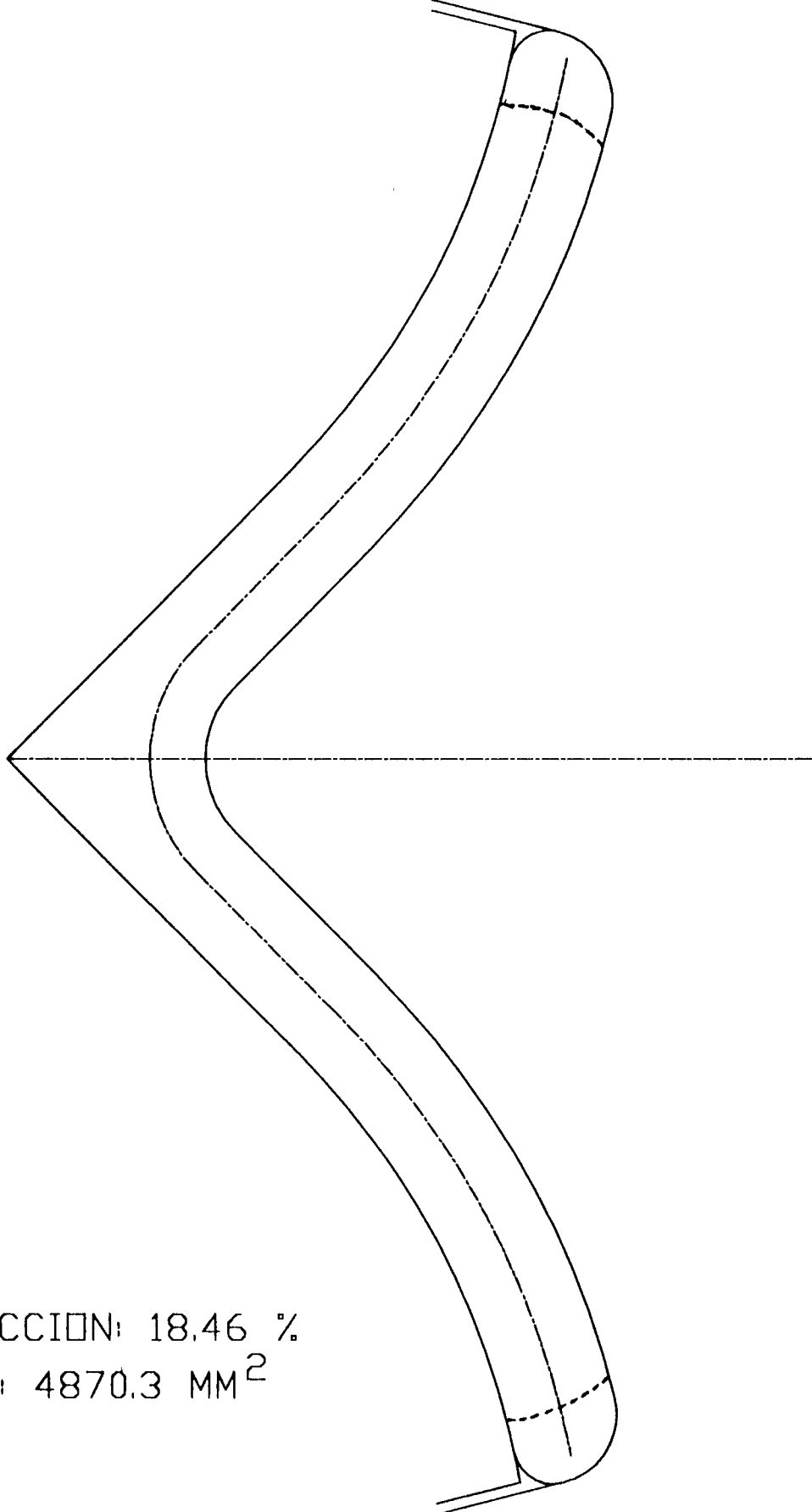


REDUCCION: 1.32 %
 AREA: 5973.2 MM²

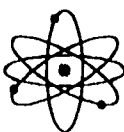
1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION:	 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES
DIBUJO	19/10	J.J. Tiebas	PERFIL ANGULO 5X5 X 5/8	
REVISO		S.I. Gómez P.	PASADA N° 5	
APROBO	<i>W</i>	R.A. Villanueva		

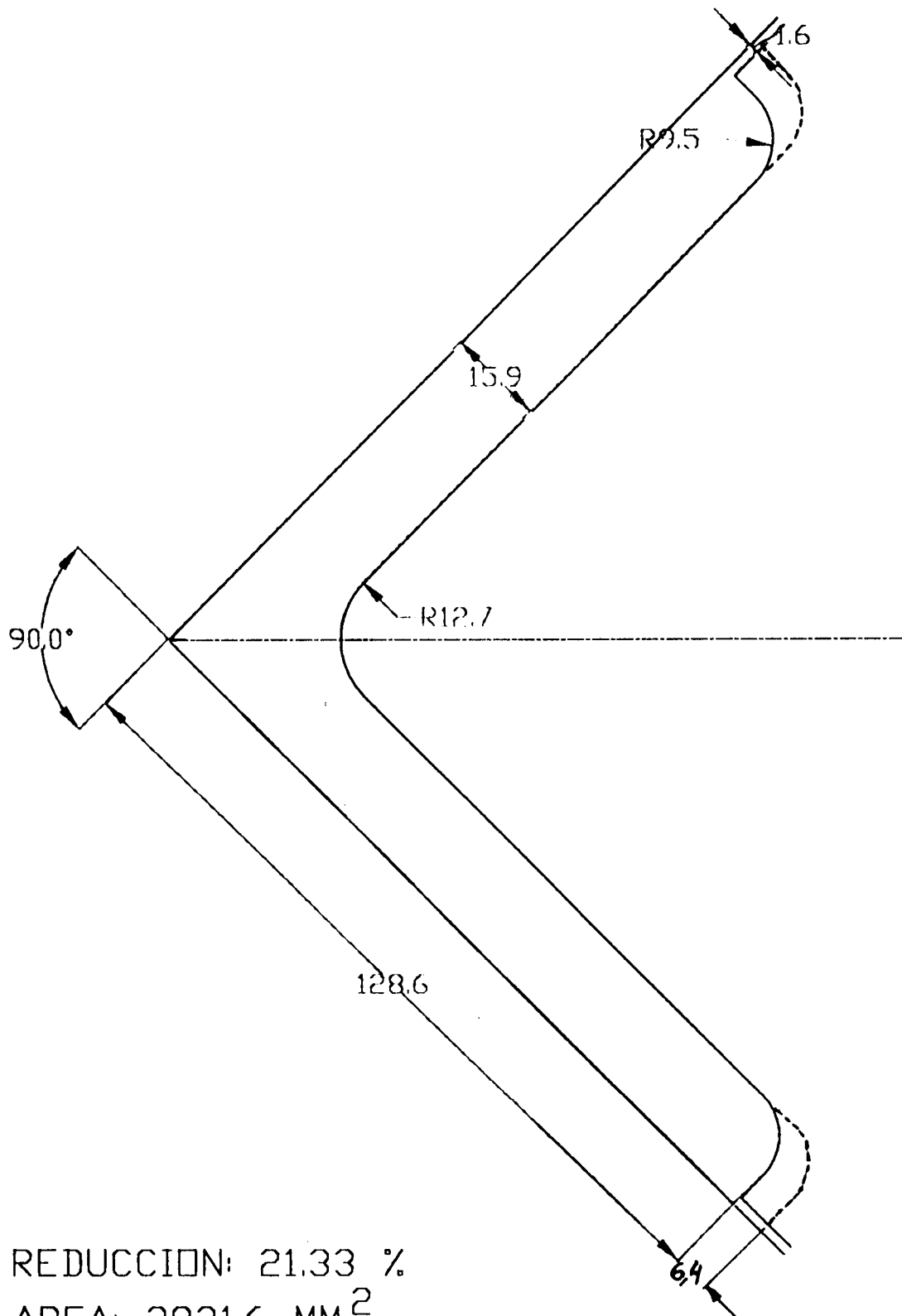


1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION:	 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES
DIBUJO	20/10	J.J. Tiebas	PERFIL ANGULO 5X5 X 5/8	
REVISO		S.I. NÓÑEZ P.	PASADA N° 6	
APROBO	<i>RU</i>	R.A. Villanueva		



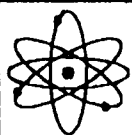
REDUCCION: 18.46 %
 AREA: 4870.3 MM²

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION:	 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES
DIBUJO	20/10	J.J. Tiebas	PERFIL ANGULO 5X5 X 5/8	
REVISO		S.I. NÚÑEZ P.	PASADA N° 6	
APROBO		R.A. Villanueva		

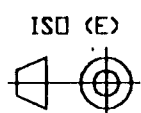


REDUCCION: 21.33 %

AREA: 3831.6 MM²



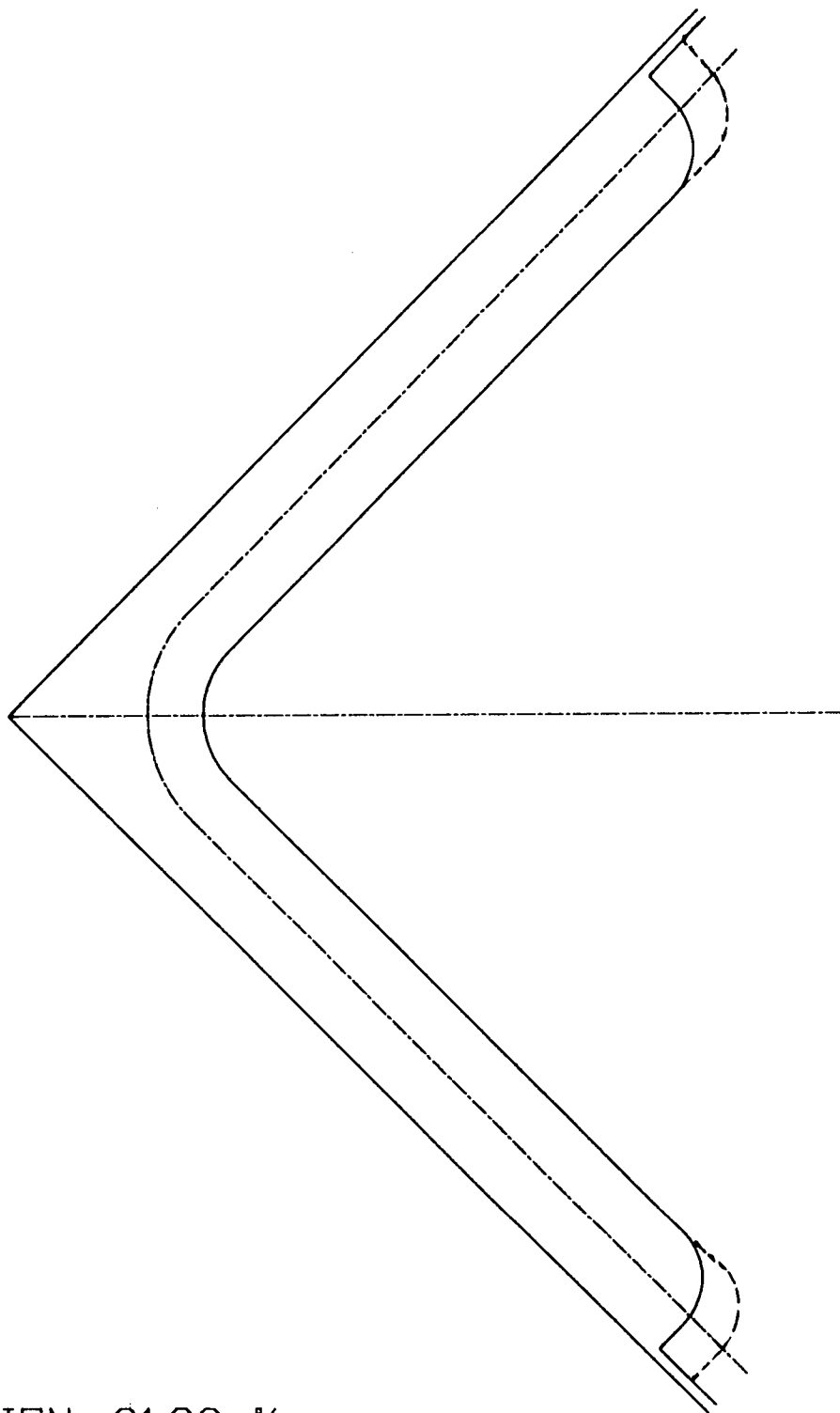
CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES



PLANO N°

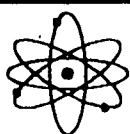
PROYECTO:

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 5X5 X 5/8 PASADA N° 7 (Terminadora)	
DIBUJO	21/10	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Gómez P.		
APROBO	RL	R.A. Villanueva		

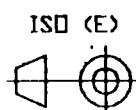


REDUCCION: 21.33 %

AREA: 3831.6 MM²



CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES



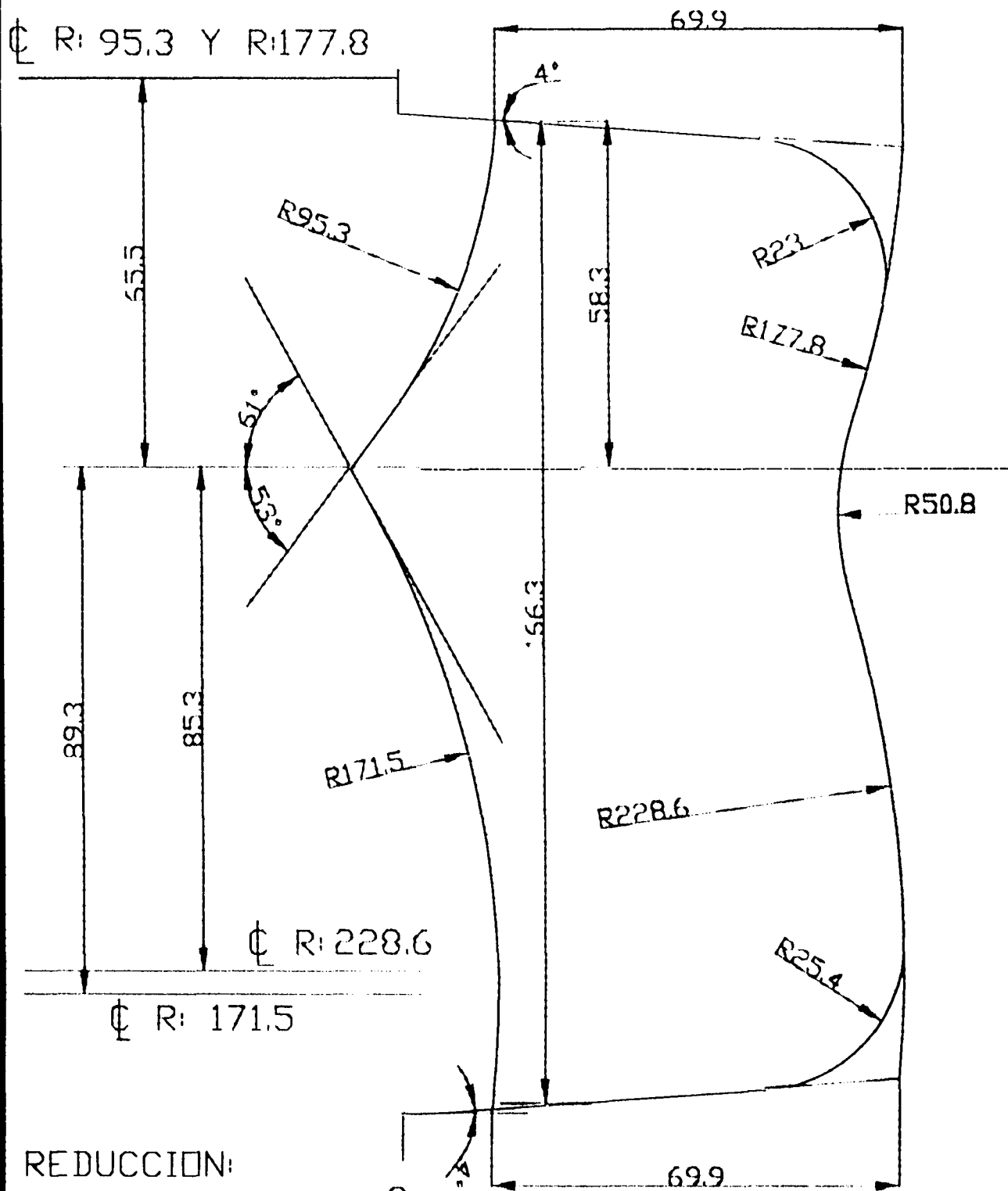
PLANO N°

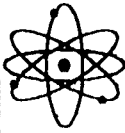
PROYECTO:

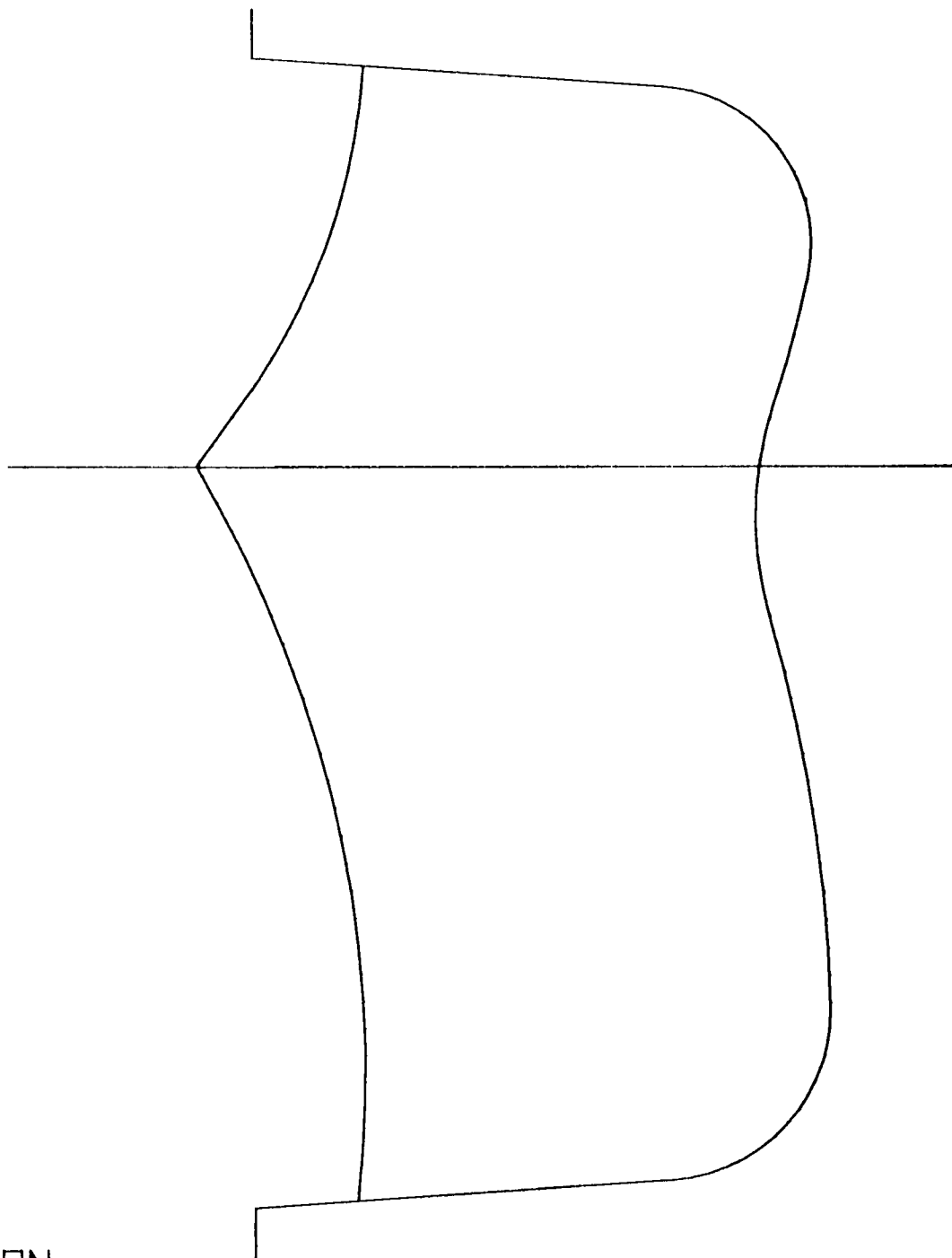
1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 5X5 X 5/8 PASADA N° 7 (Terminadora)	
DIBUJO	21/10	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Gómez P.		
APROBO		R.A. Villanueva		

Ejemplo de calibrado 2.1.5.

Ángulo de 5" x 3" x 5/16" (127 x 76,2 x 7,9)

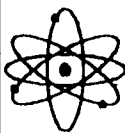


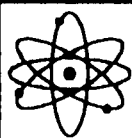
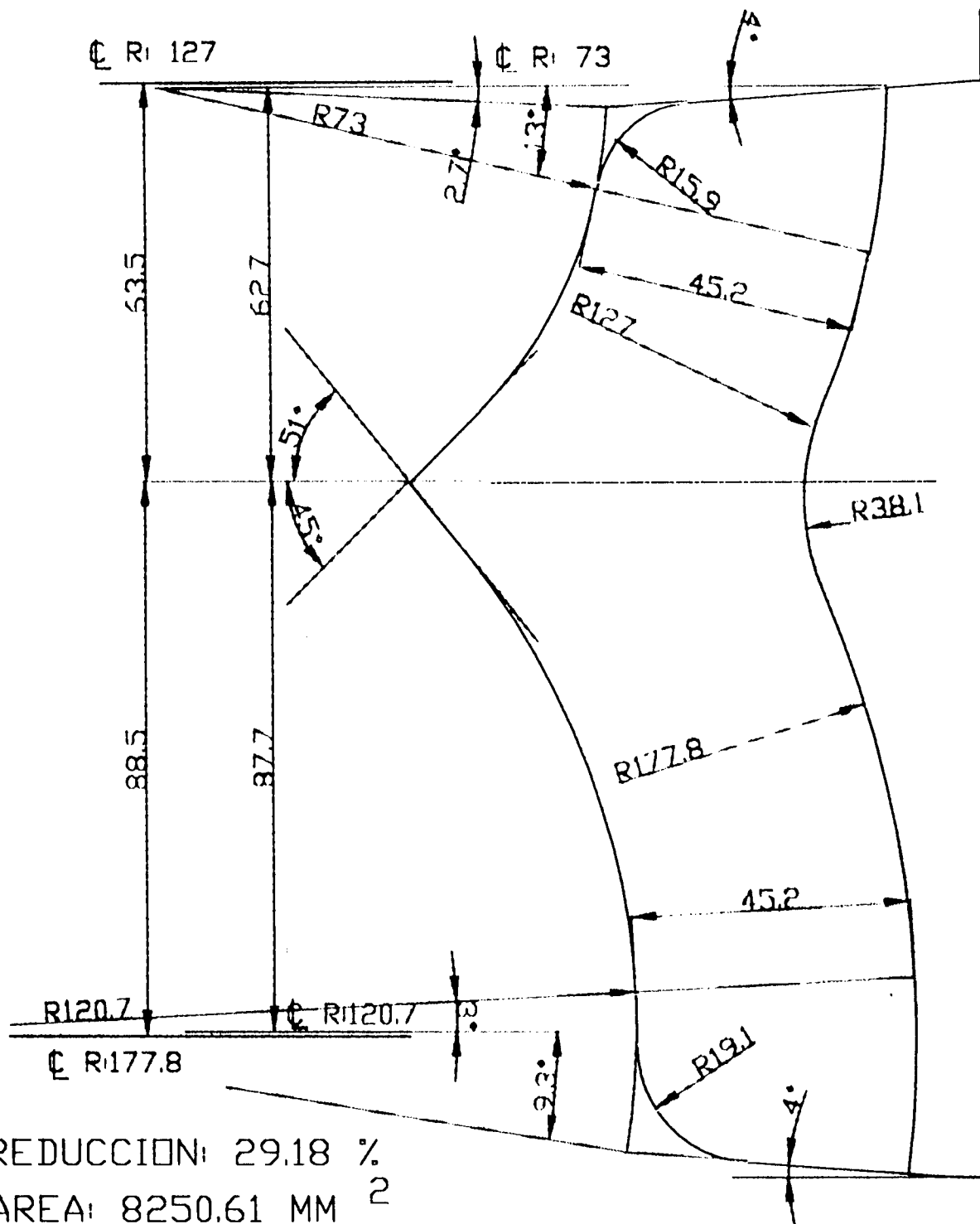
1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION:	 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES
DIBUJO	20/01	J.J. Tiebas	PERFIL ANGULO 5 x 3 x 5/16	
REVISO		S.I. Gómez P.	PASADA N° 1	
APROBO	RU	R.A. Villanueva		



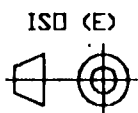
REDUCCION:

AREA: 11650.50 MM²

1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1		ACAD
PROYEC			DENOMINACION:		CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES
DIBUJO	20/01	J.J. Tiebas	PERFIL ANGULO 5 x 3 x 5/16		
REVISO		S.I. NGÑez P.	PASADA N° 1		
APROBO	QU	R.A. Villanueva			



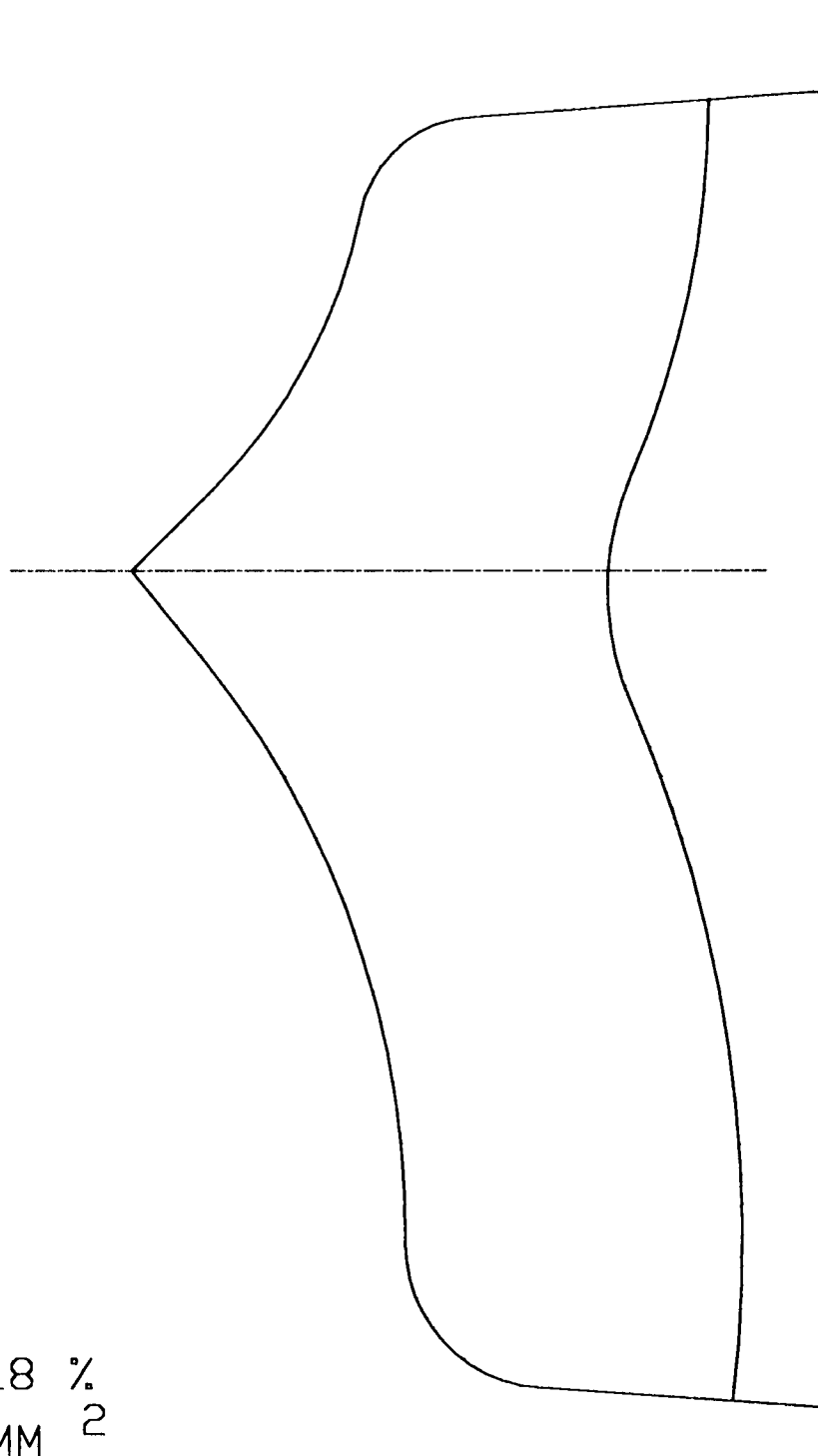
CNEA
 DEPARTAMENTO
 MATERIALES



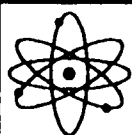
PLANO N°

PROYECTO:

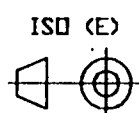
1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 5° x 3° x 5/16° PASADA N° 2		
DIBUJO	19/01	J.J. Tiebas			
REVISO		S.I. Núñez P.			
APROBO	Qu	R.A. Villanueva			



REDUCCION: 29.18 %
 AREA: 8250.61 MM²



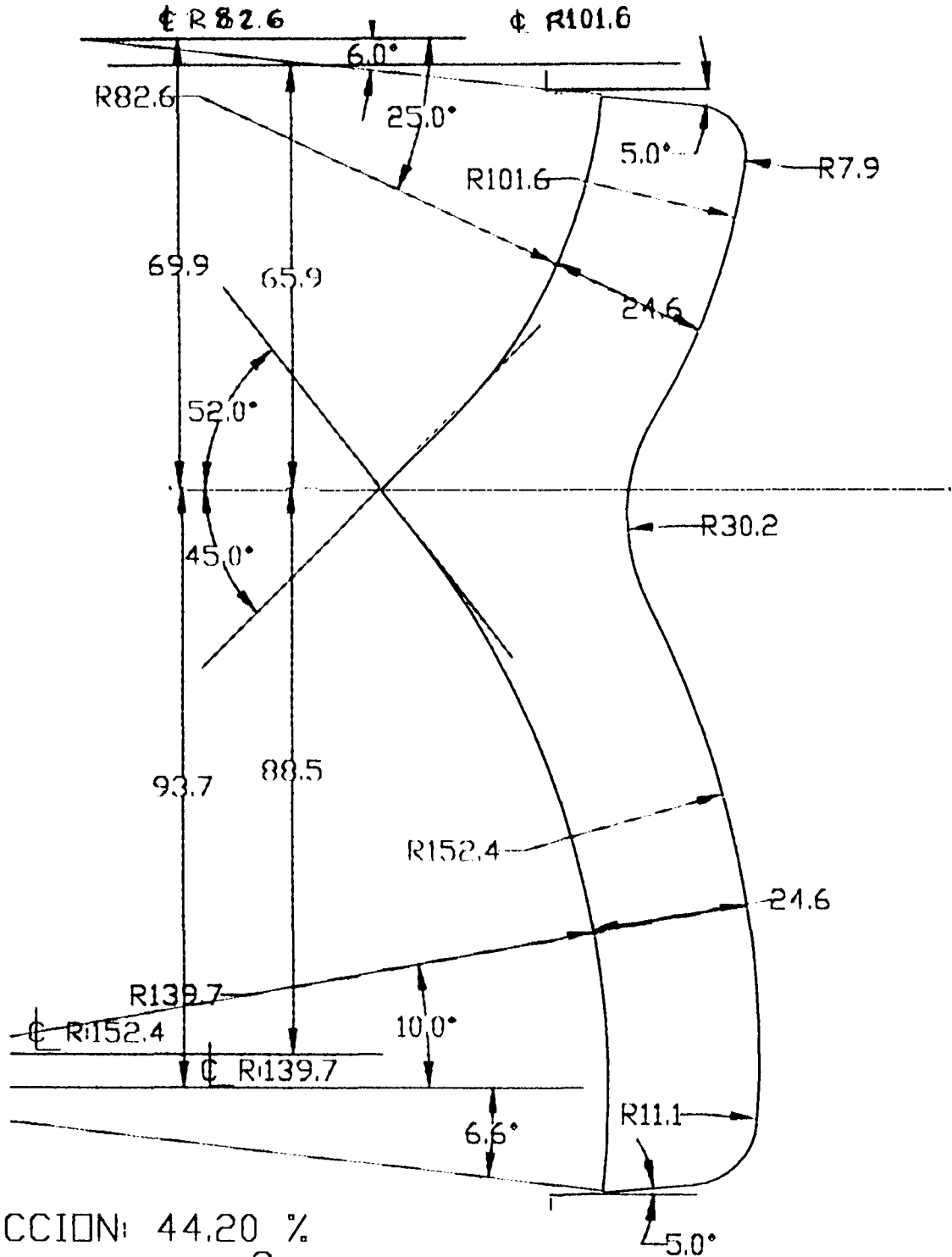
CNEA
 DEPARTAMENTO
 MATERIALES



PLANO N°

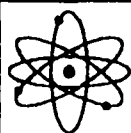
PROYECTO:

1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 5' x 3' x 5/16' PASADA N° 2	
DIBUJO	19/01	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Nájuez P.		
APROBO	<i>RU</i>	R.A. Villanueva		



REDUCCION: 44.20 %

AREA: 4603.6 MM²

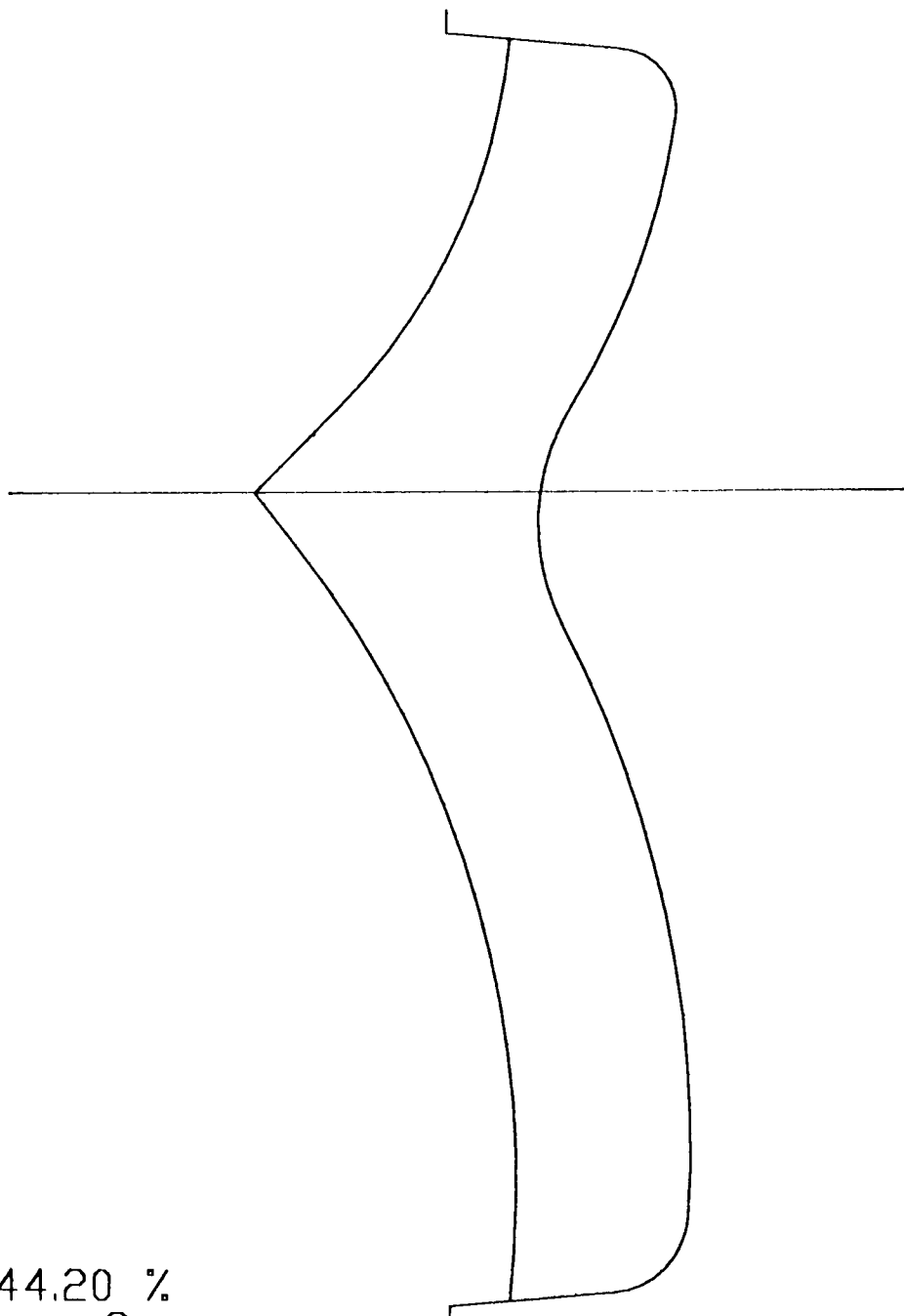


CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

PROYECTO:

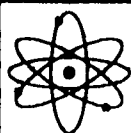
PLANO N°

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 5° x 3° x 5/16° PASADA N° 3	
DIBUJO	16/12	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Gómez P.		
APROBO	RU	R.A. Villanueva		



REDUCCION: 44.20 %

AREA: 4603.6 MM²

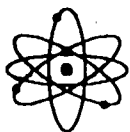
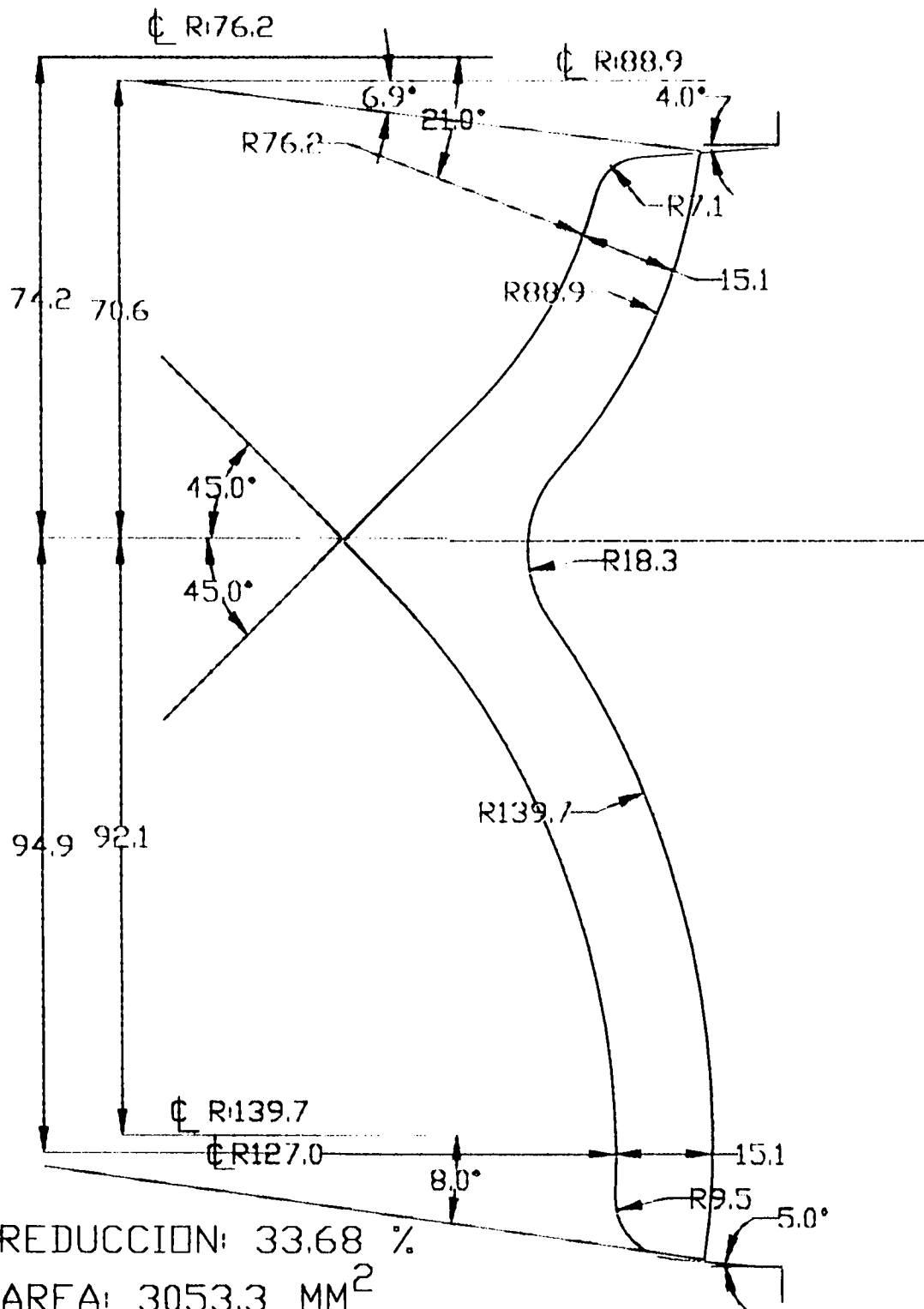


CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

PROYECTO:

PLANO N°

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 5° x 3° x 5/16° PASADA N° 3	
DIBUJO	16/12	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Núñez P.		
APROBO	RU	R.A. Villanueva		

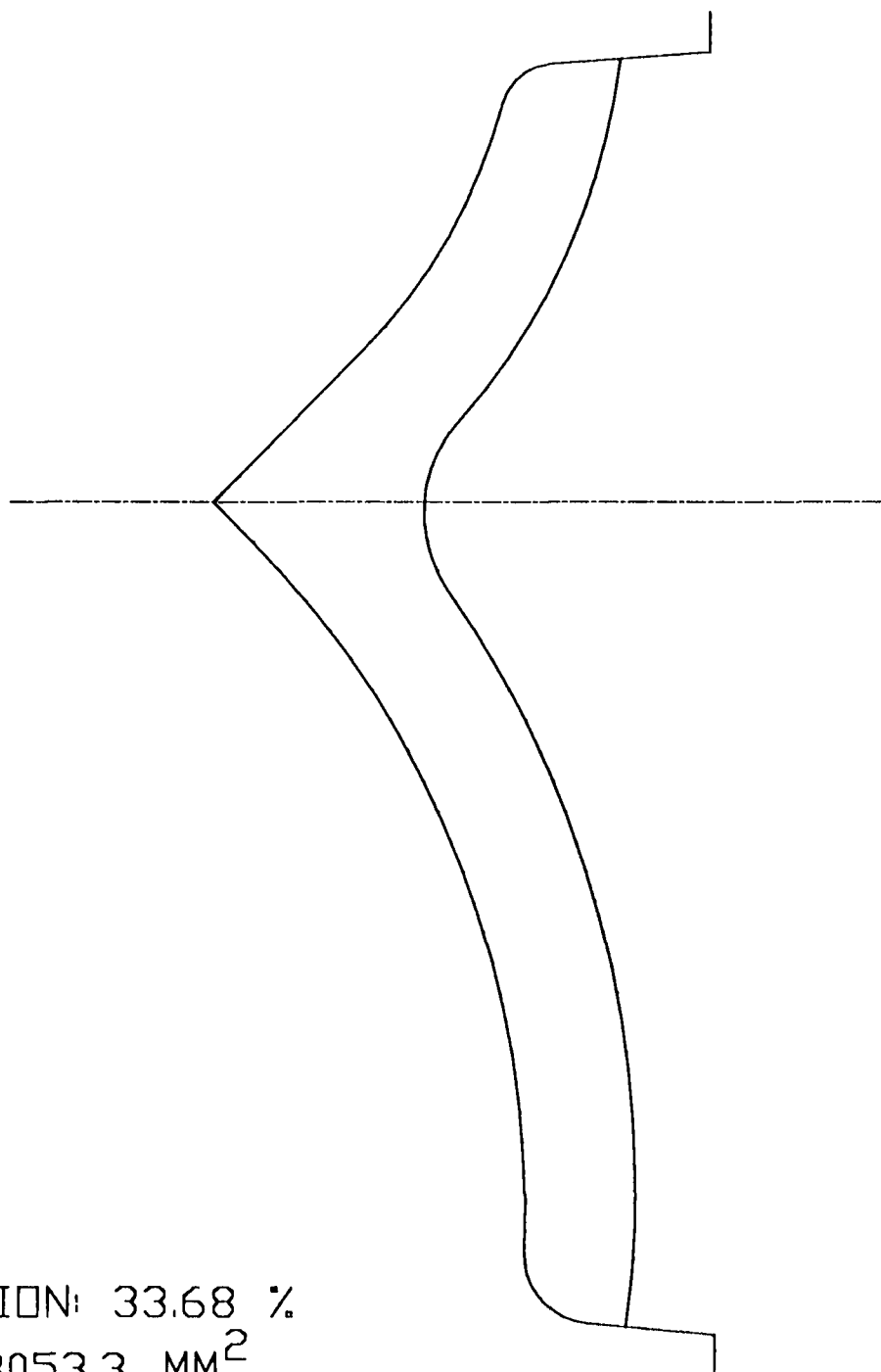


CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

PROYECTO:

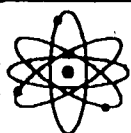
PLANO N°

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 5° x 3' x 5/16" PASADA N° 4	
DIBUJO	23/12	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Gómez P.		
APROBO	RU	R.A. Villanueva		



REDUCCION: 33.68 %

AREA: 3053.3 MM²

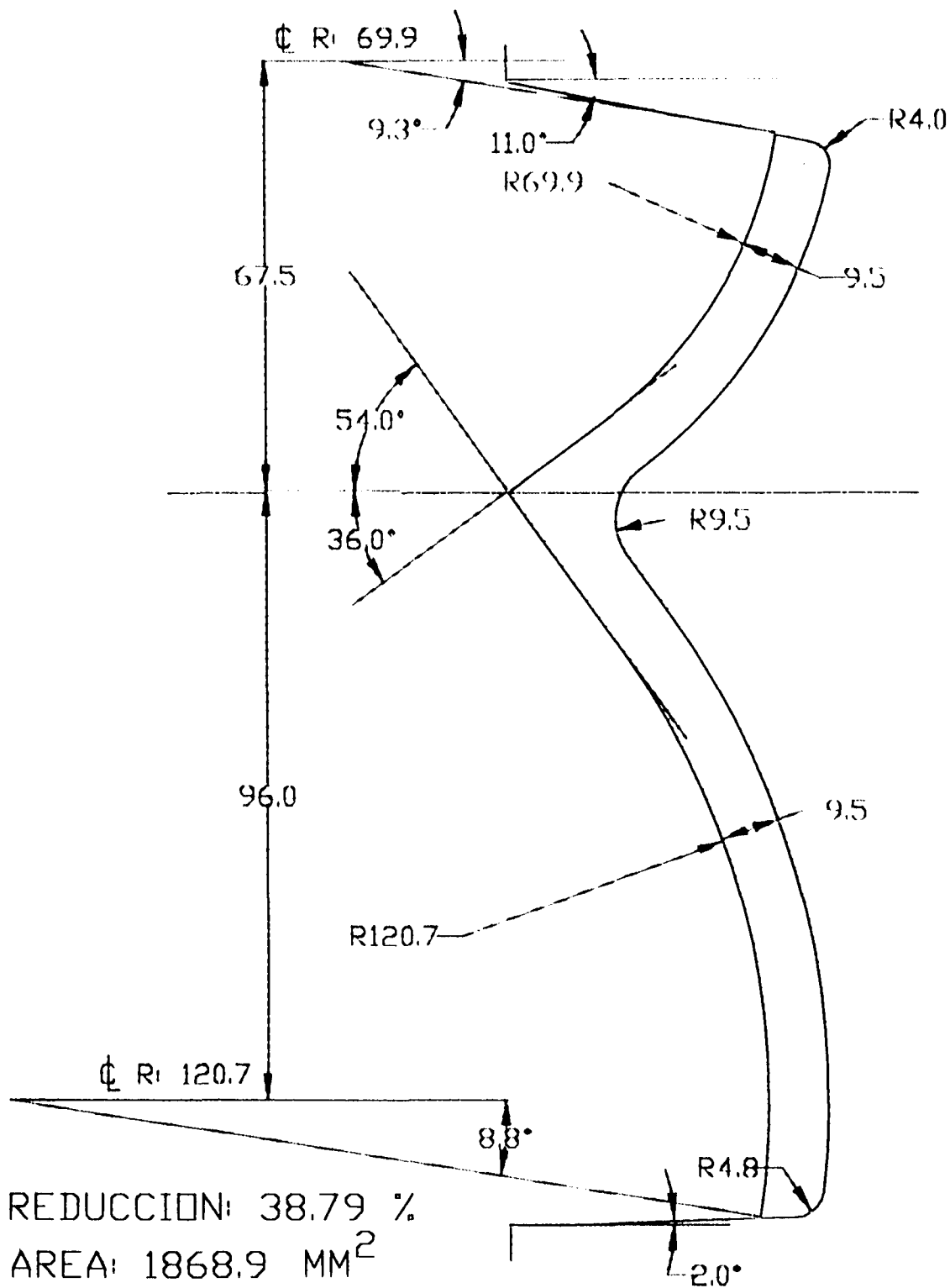


CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

PROYECTO:

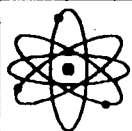
PLANO N°

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 5" x 3" x 5/16" PASADA N° 4	
DIBUJO	23/12	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. NOMEZ P.		
APROBO	RU	R.A. Villanueva		



REDUCCION: 38.79 %

AREA: 1868.9 MM²

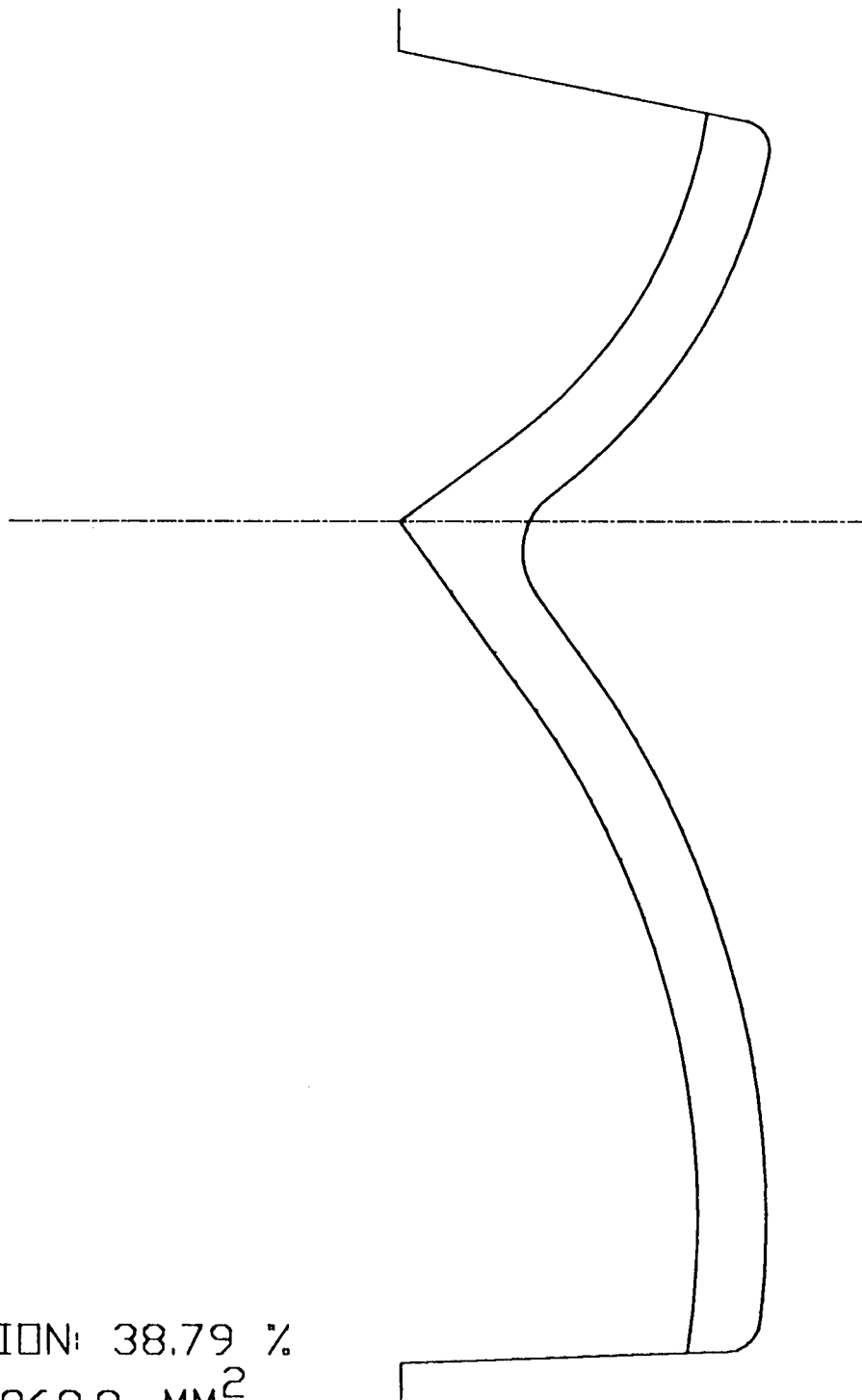


CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

PROYECTO:

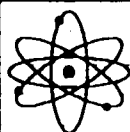
PLANO N°

1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 5° x 3° x 5/16° PASADA N° 5	
DIBUJO	20/01	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Núñez P.		
APROBO	QU	R.A. Villanueva		



REDUCCION: 38.79 %

AREA: 1868.9 MM²

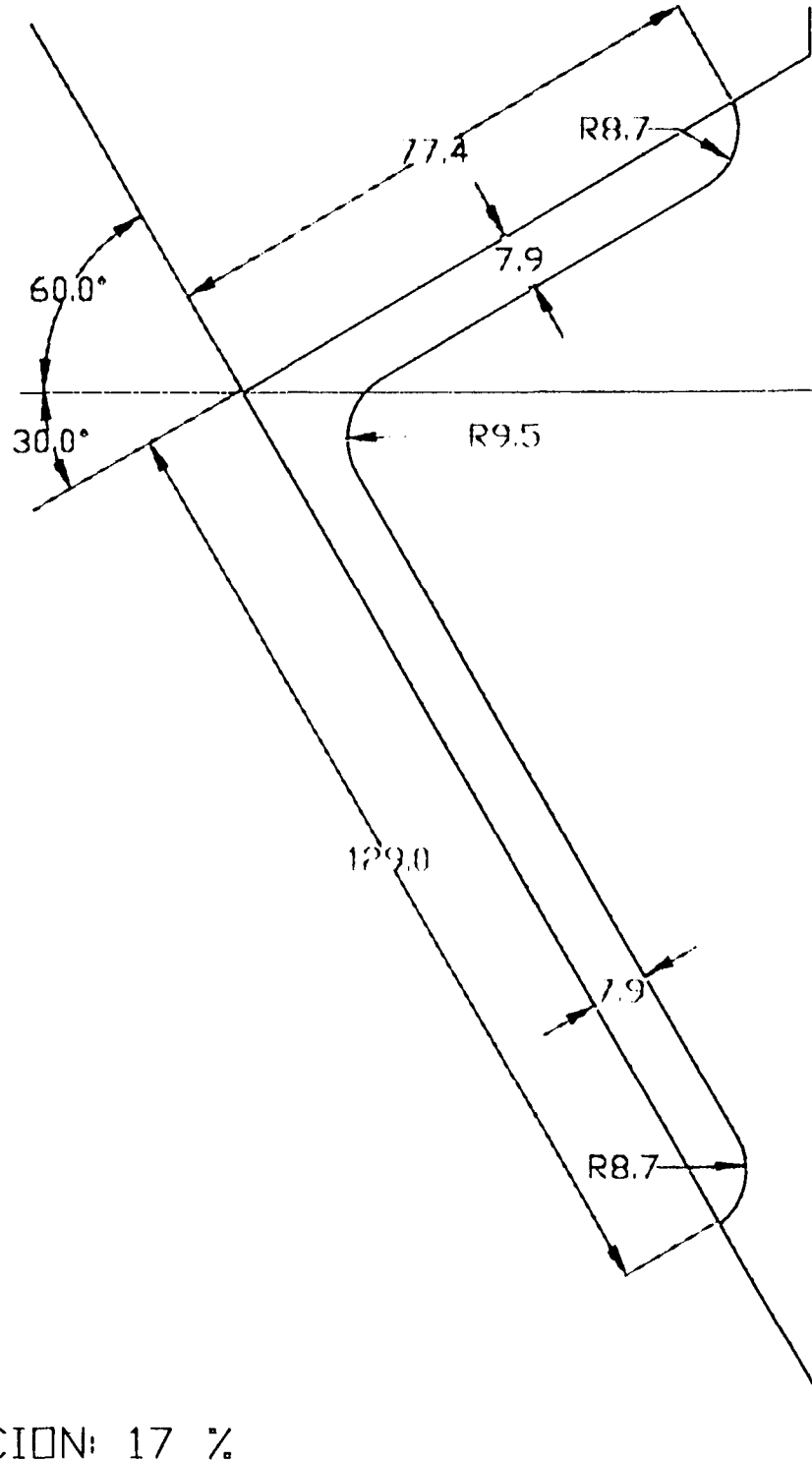


CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

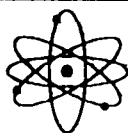
PROYECTO:

PLANO N°

1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 5° x 3° x 5/16° PASADA N° 5	
DIBUJO	20/01	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Nómez P.		
APROBO	<i>RV</i>	R.A. Villanueva		



REDUCCION: 17 %
 AREA: 1551.1 MM²

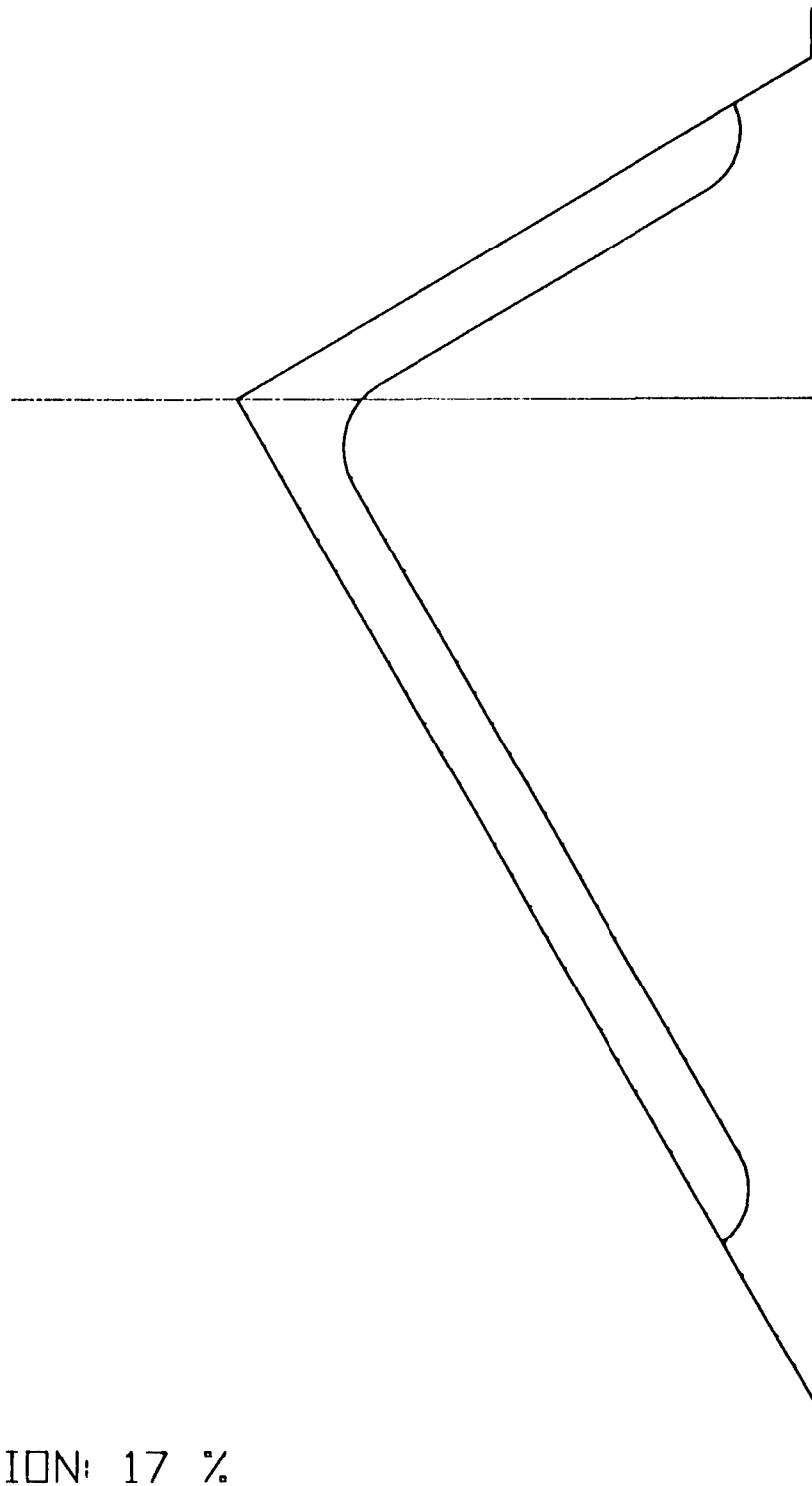


CNEA
 DEPARTAMENTO
 MATERIALES

PROYECTO:

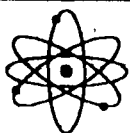
PLANO N°

1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION:	
DIBUJO	20/01	J.J. Tiebas	PERFIL ANGULO 5° x 3° x 5/16°	
REVISO		S.I. Gómez P.	PASADA N° 6 (Terminadora)	
APROBO	RU	R.A. Villanueva		



REDUCCION: 17 %

AREA: 1551,1 MM²



CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

PROYECTO:

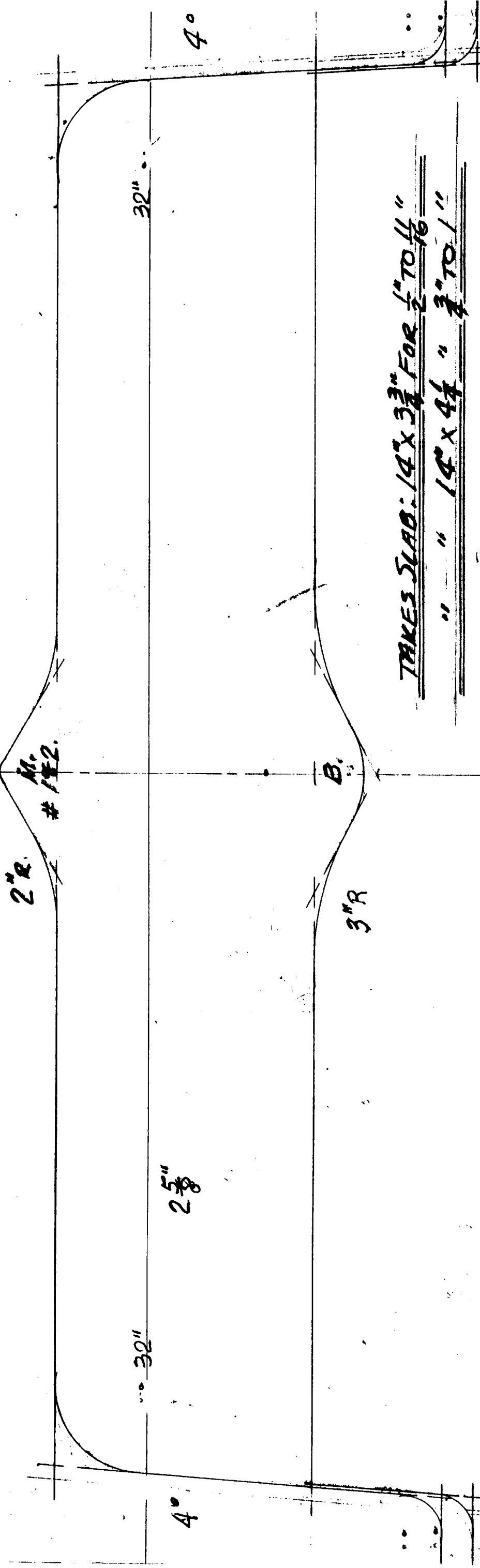
PLANO N°

1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 5° x 3° x 5/16° PASADA N° 6 (Terminadora)	
DIBUJO	20/01	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Nomez P.		
APROBO	<i>RU</i>	R.A. Villanueva		

Ejemplo de calibrado 2.1.6.

Ángulo de 8" x 8" x ½" a 1" (203,2 x 203,2 x 12,7 a 25,4)

Pass #1 - For 8"x8"x1" to 1"
As Shown For 1/2"



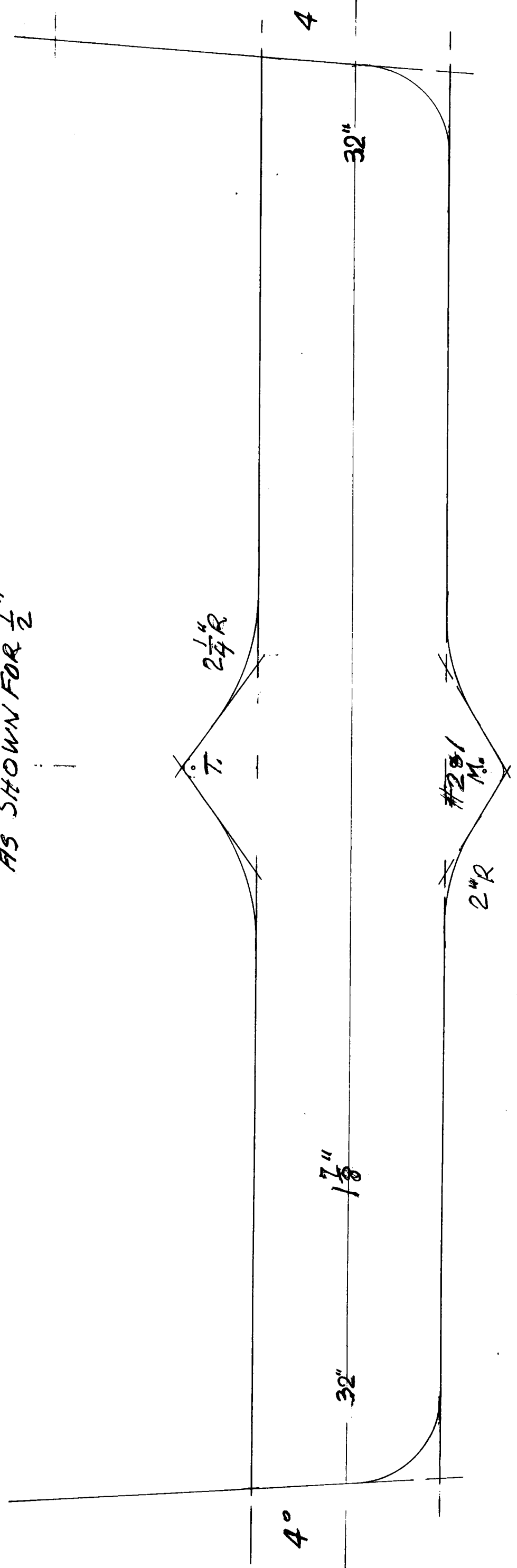
TAKE 3 SLAB: 14"x3 3/4" FOR 1/2" TO 1/4"
" " 14"x4 1/4" " 3/4" TO 1"

SOMISA - (TENTATIVE) - 29" MILL, STD #1.

DDC 29-

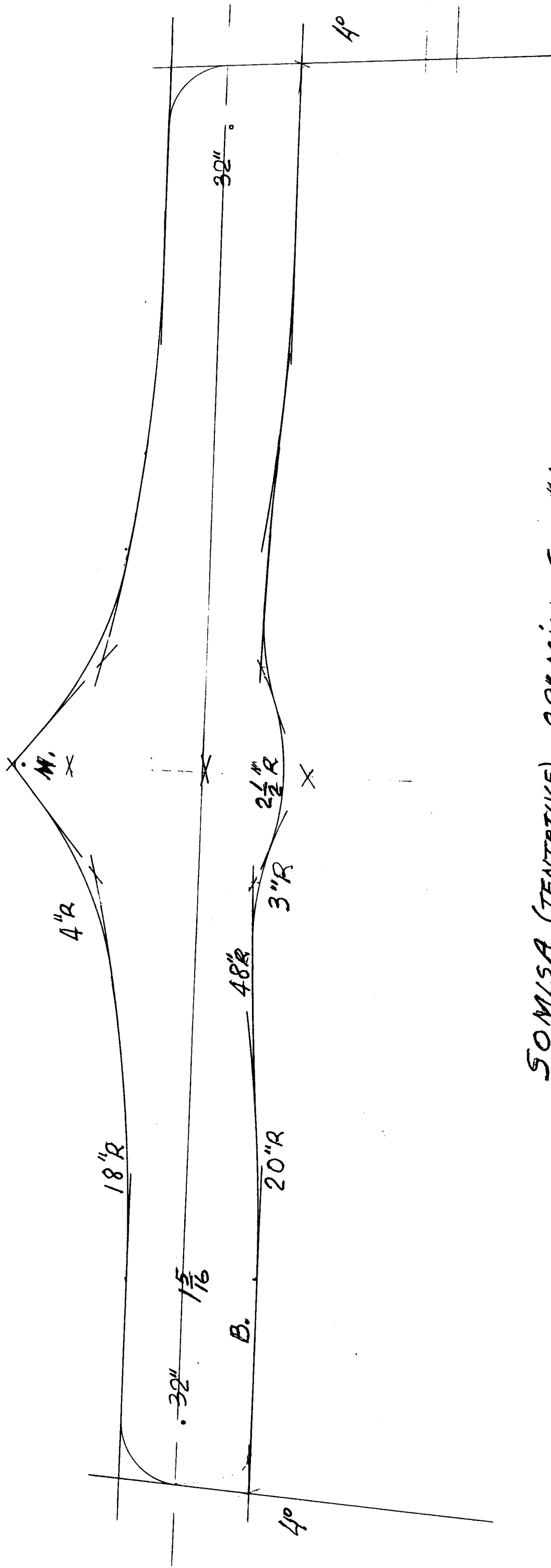
10/1/2011

PASS #2 - 8" x 8" x $\frac{1}{2}$ " TO 1"
 AS SHOWN FOR $\frac{1}{2}$ "



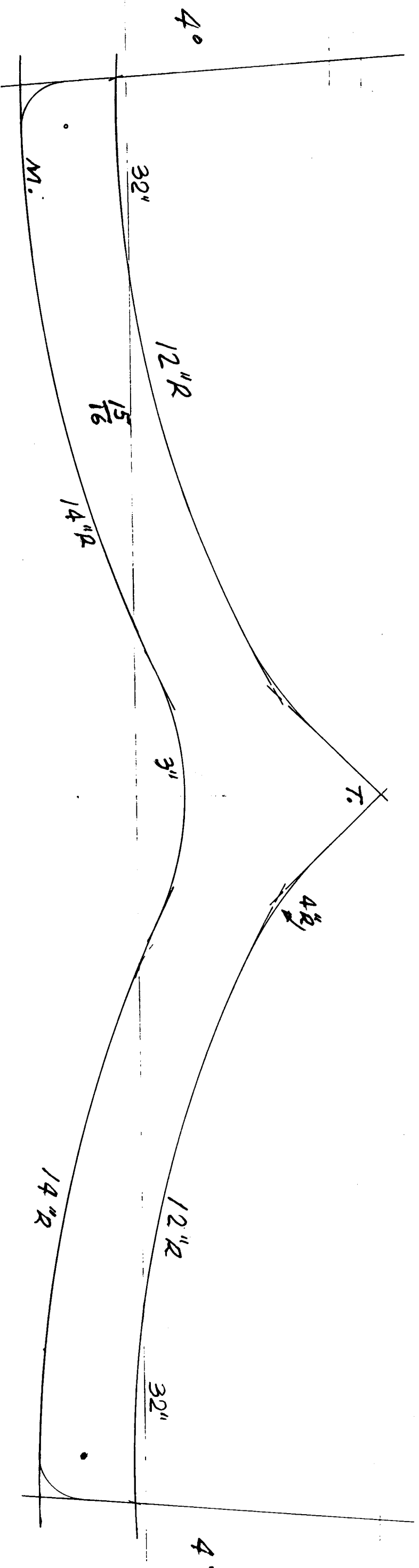
SOMISA - (TENTATIVE) - 29" MILL, STD #1.
 DDC-29- 18/4/62 J.H.

PASS #3 - FOR 8" X 8" X $\frac{1}{2}$ " TO 1"
 AS SHOWN FOR $\frac{1}{2}$ "



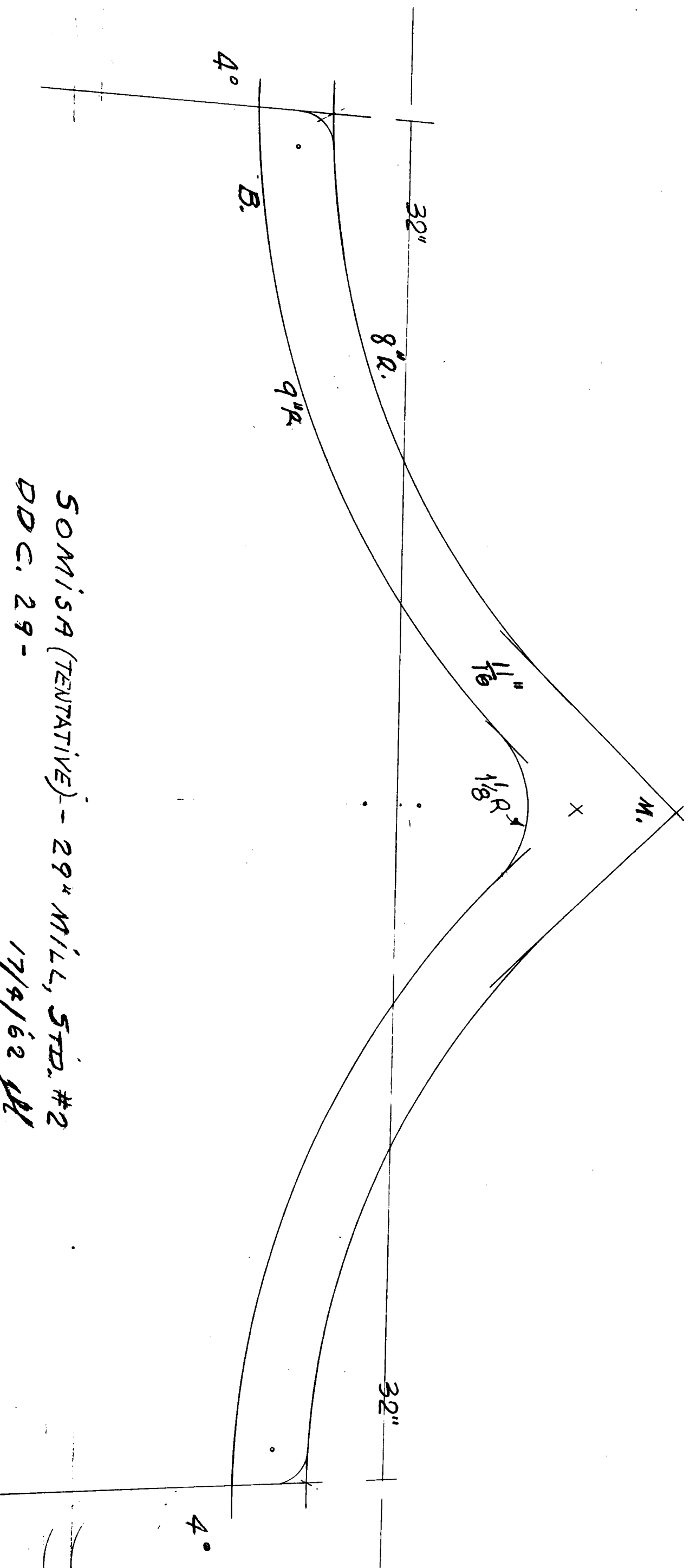
SOMISA, (TENTATIVE) - 29" MILL, STD #1.
 DDC. 29 - 18/4/62 JH.

PASS #4. 8" x 8" x $\frac{1}{2}$ " TO 1"
 AS SHOWN FOR $\frac{1}{2}$ "



SOMISA. (TENTATIVE) - 29" MIL, STD. #1.
 DDC, 29. 17/4/62 JH.

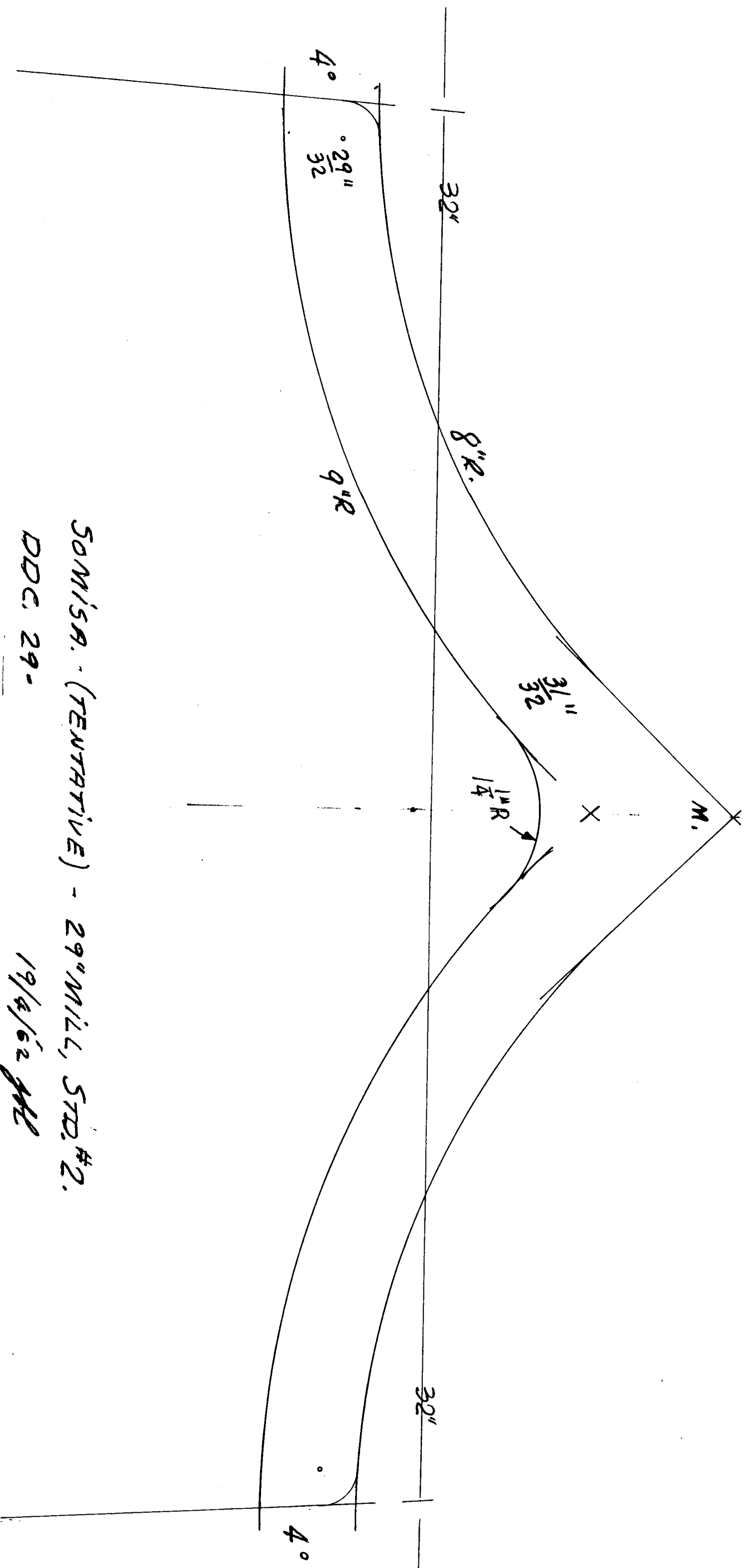
PASS # 5.
 8" x 8" x $\frac{1}{2}$ " TO $\frac{11}{16}$ "
 AS SHOWN FOR $\frac{1}{2}$ "



SOMISA (TENTATIVE) - 29" MILK, STD. #2
 DDC. 29 -
 17/4/62 JH

"104" 8x8

AS SHOWN FOR $\frac{3}{4}$ "



SOMISA. - (TENTATIVE) - 29" MIL, STD. #2.

DDC 29-

19/4/62 JH

8" x 8" x 2 1/2" to 1 1/2"

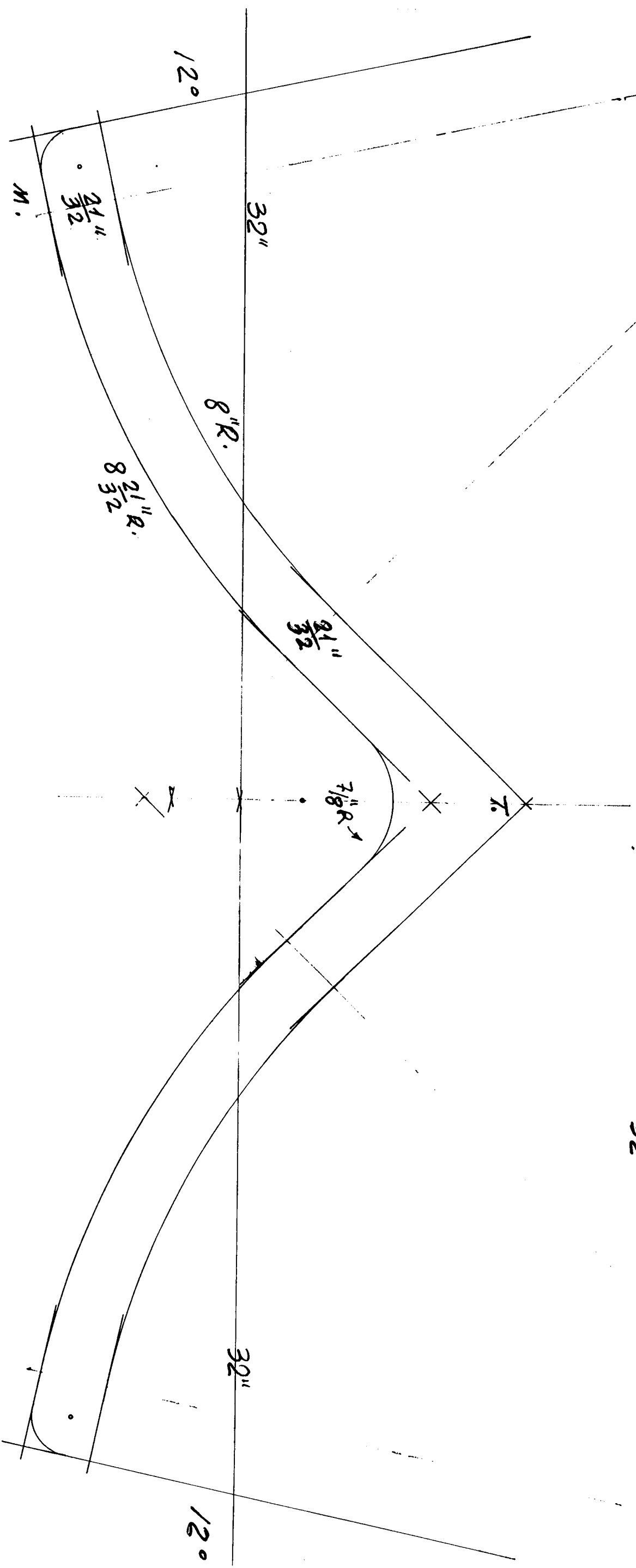
Hand-drawn technical drawing of a mechanical part, likely a bracket or arm, showing dimensions and construction lines. The drawing includes a central vertical line, two angled lines forming a V-shape at the top, and two curved lines on the sides. Dimensions are given in inches and fractions: 12°, 32", 9 1/16", 7 1/8", 8", 8 31/32", and 8 7/32". There are also labels 'T' and 'M.' and various construction marks like arcs and dashed lines.

SOMISA. 29" MILL, STD. #2.
(TENTATIVE) - 21/4/62 ~~gH~~.

PASS #6-LEADER.

8" x 8" $\frac{1}{2}$ " TO $\frac{1}{16}$ "

AS SHOWN FOR $\frac{19}{32}$ "

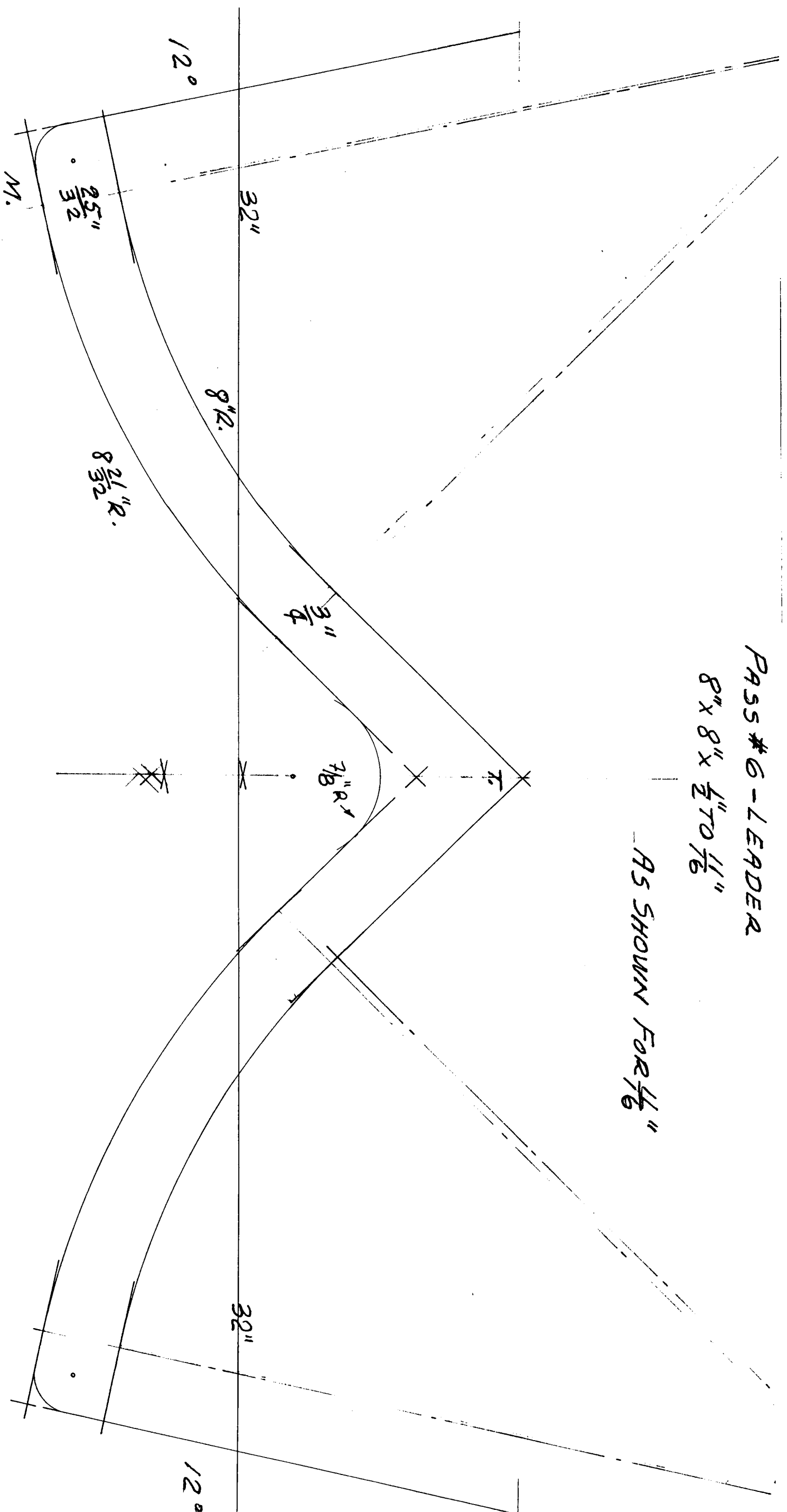


SOMISA. 29" MILL, STD. #2.

(TENTATIVE) - 21/4/62 JH.

$\frac{11}{16}'' \times \frac{1}{2}'' \times 8''$

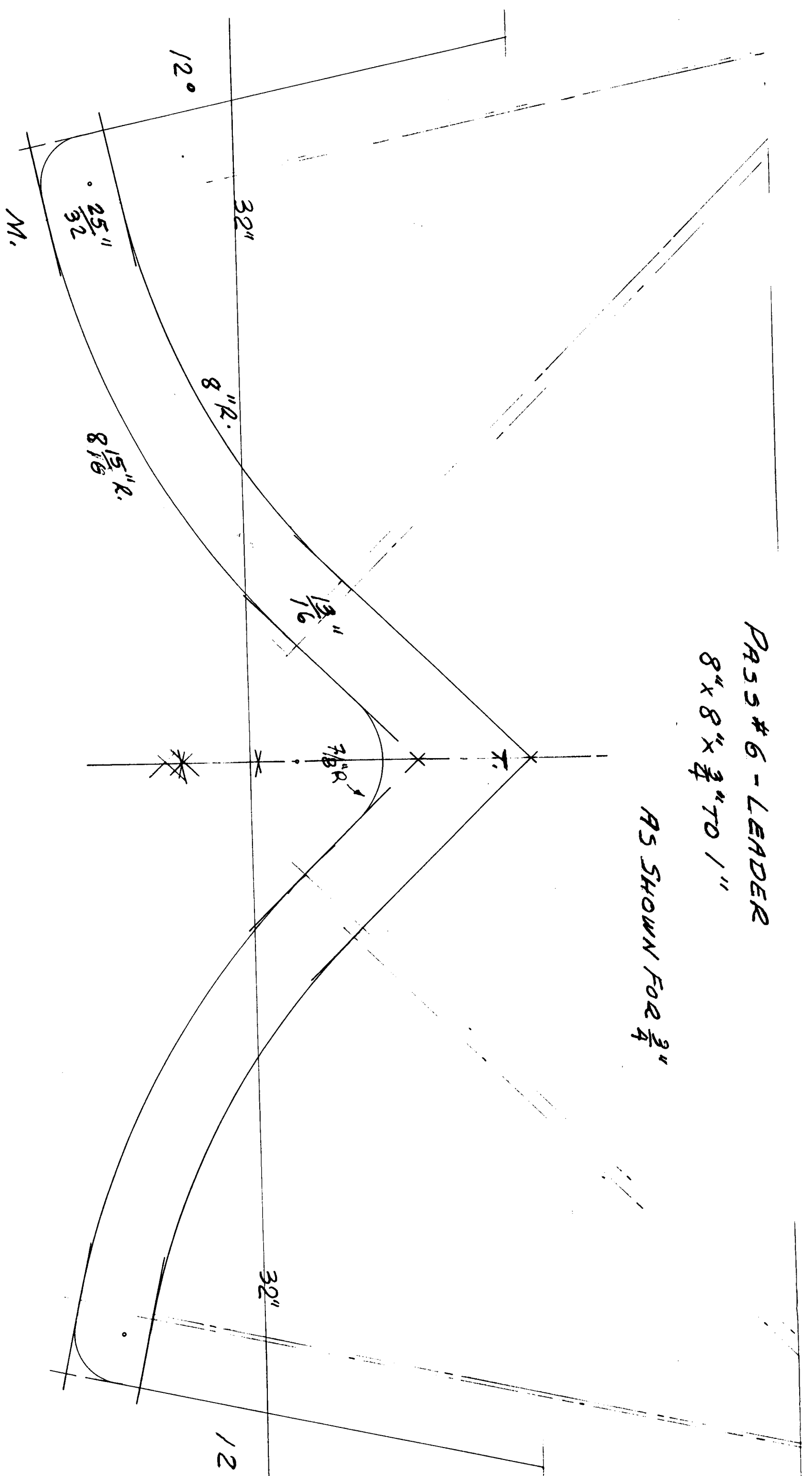
AS SHOWN FOR $\frac{4}{16}$ "



SOMISA. 29" MILL, STD. #2.
(TENTATIVE) - 21/4/62 JH.

Pass #6 - LEADER
 8" x 8" x $\frac{3}{4}$ " TO 1"

AS SHOWN FOR $\frac{3}{4}$ "

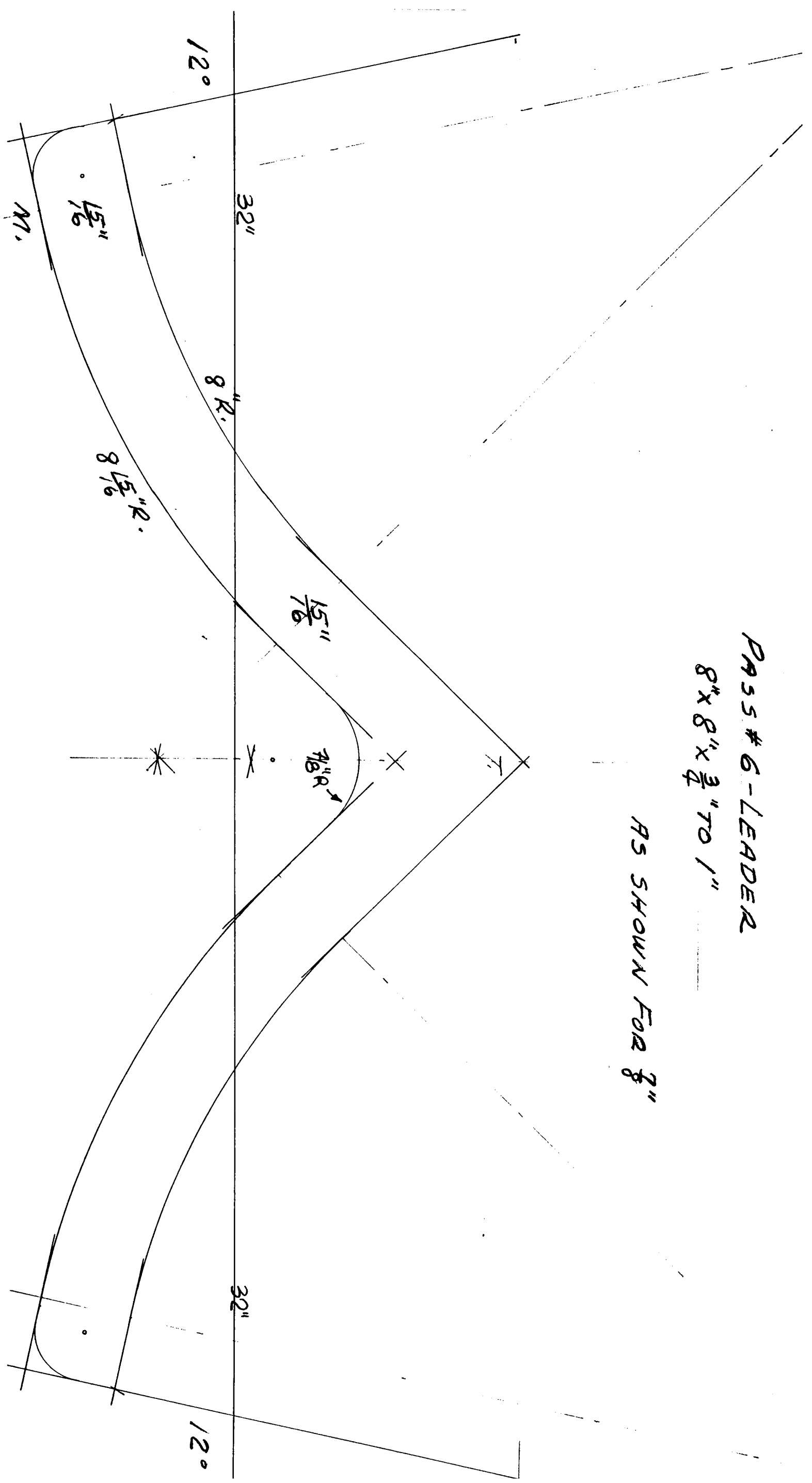


SOMISA, 29" MILK, STD. #2.
 (TENTATIVE) - 23/4/62. JH.

10/4/02 JH.

PASS # 6 - LEADER
 $8" \times 8" \times \frac{3}{4}"$ TO $1"$

AS SHOWN FOR $\frac{7}{8}"$

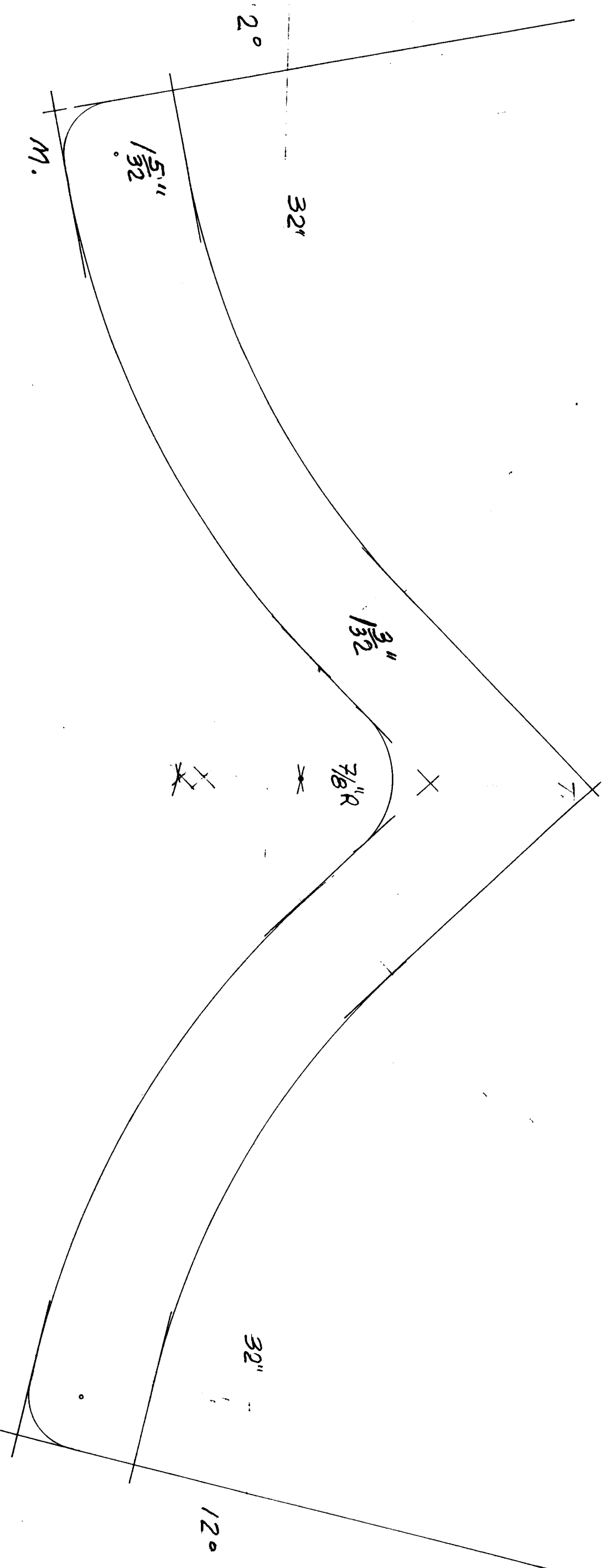


SOMISA. 29" MILK, STD. #2.
 (TENTATIVE) - 23/4/62. JH.

10/11/02 JH.

PASS #6 LEADER.
 $8" \times 8" \times \frac{3}{4}"$ TO $1"$

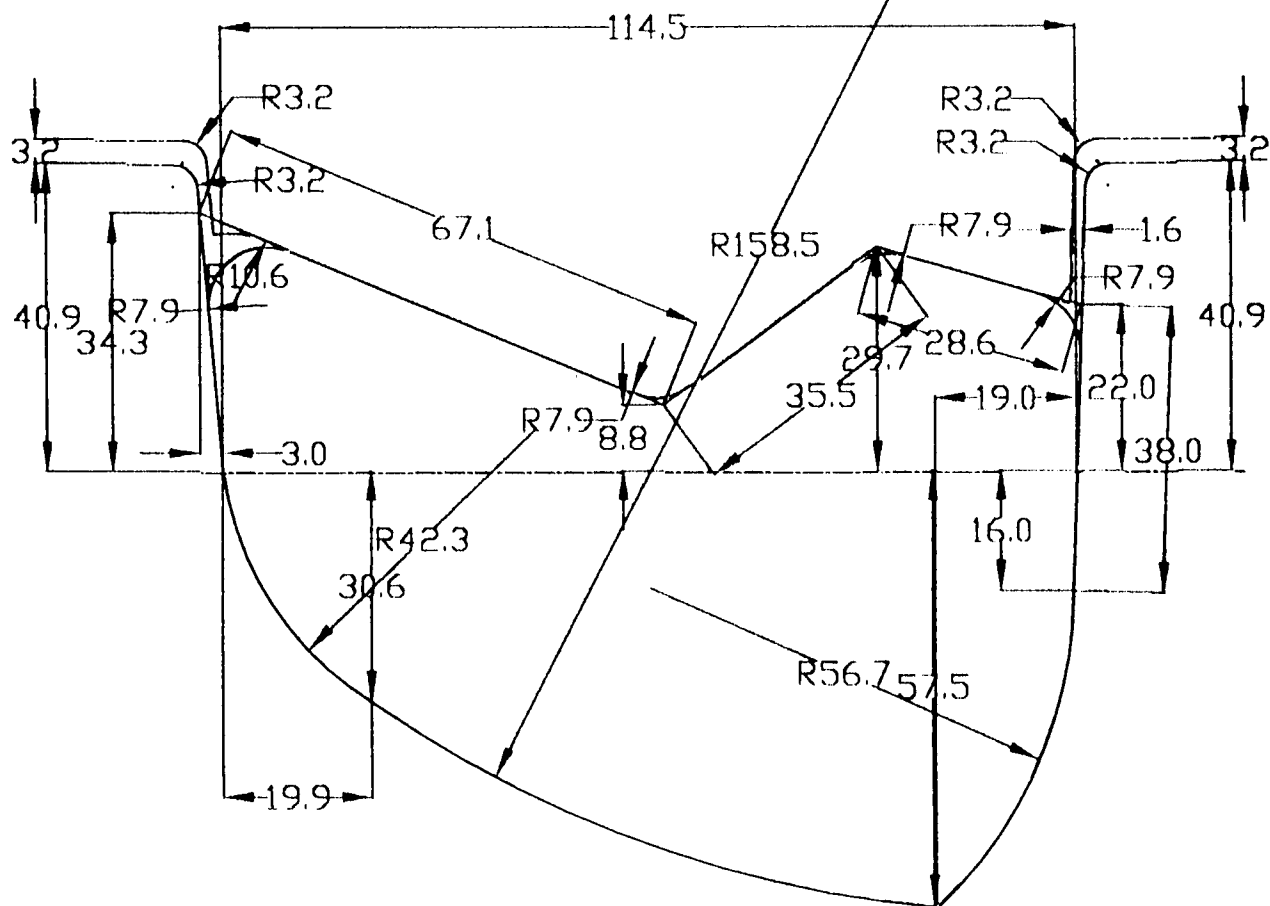
AS SHOWN FOR $1"$



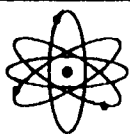
SOMISA. - (TENTATIVE) - $29"$ MILL, STD. #2.
 DDC. 29-
 $16/4/62$ - J.H.

Ejemplo de calibrado 2.1.7.

Ángulo especial



AREA: 7314.8 mm²

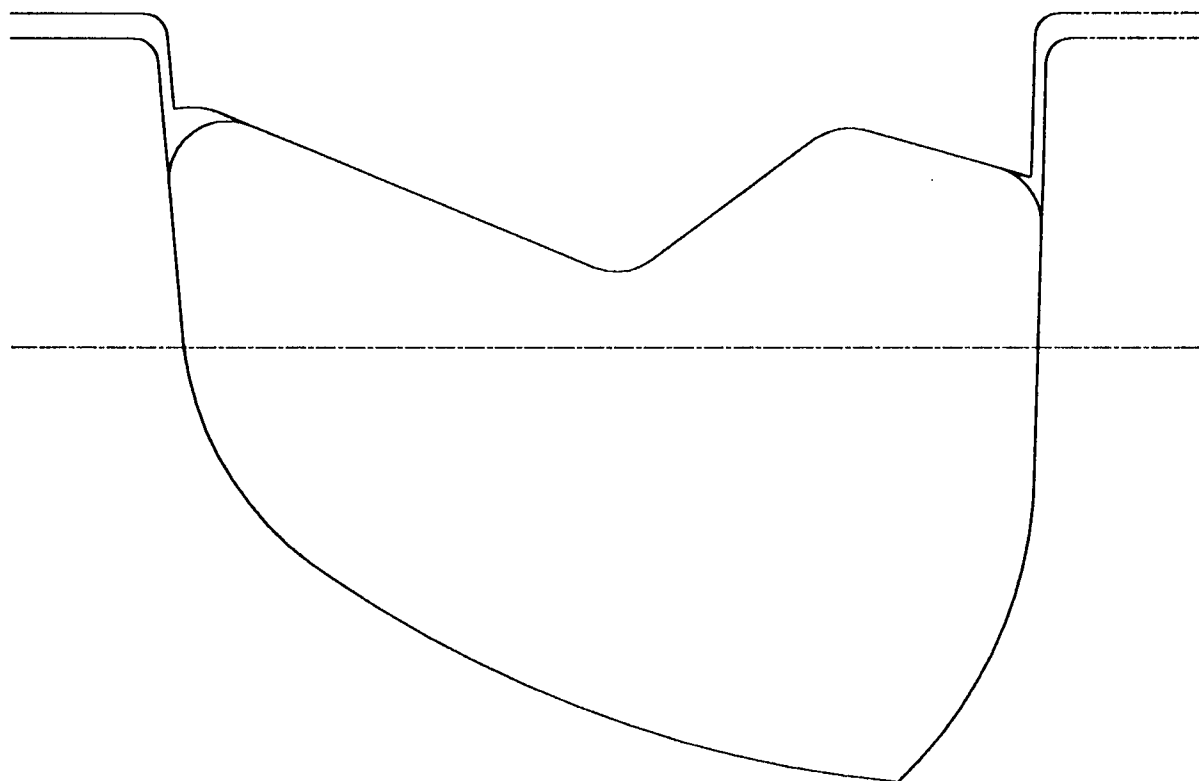


CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

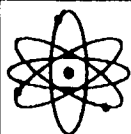
PROYECTO:

PLANO N°

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO PASADA N° 1	
DIBUJO	02/07	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Nunez P.		
APROBO	20	R.A. Villanueva		



AREA: 7314.8 mm²

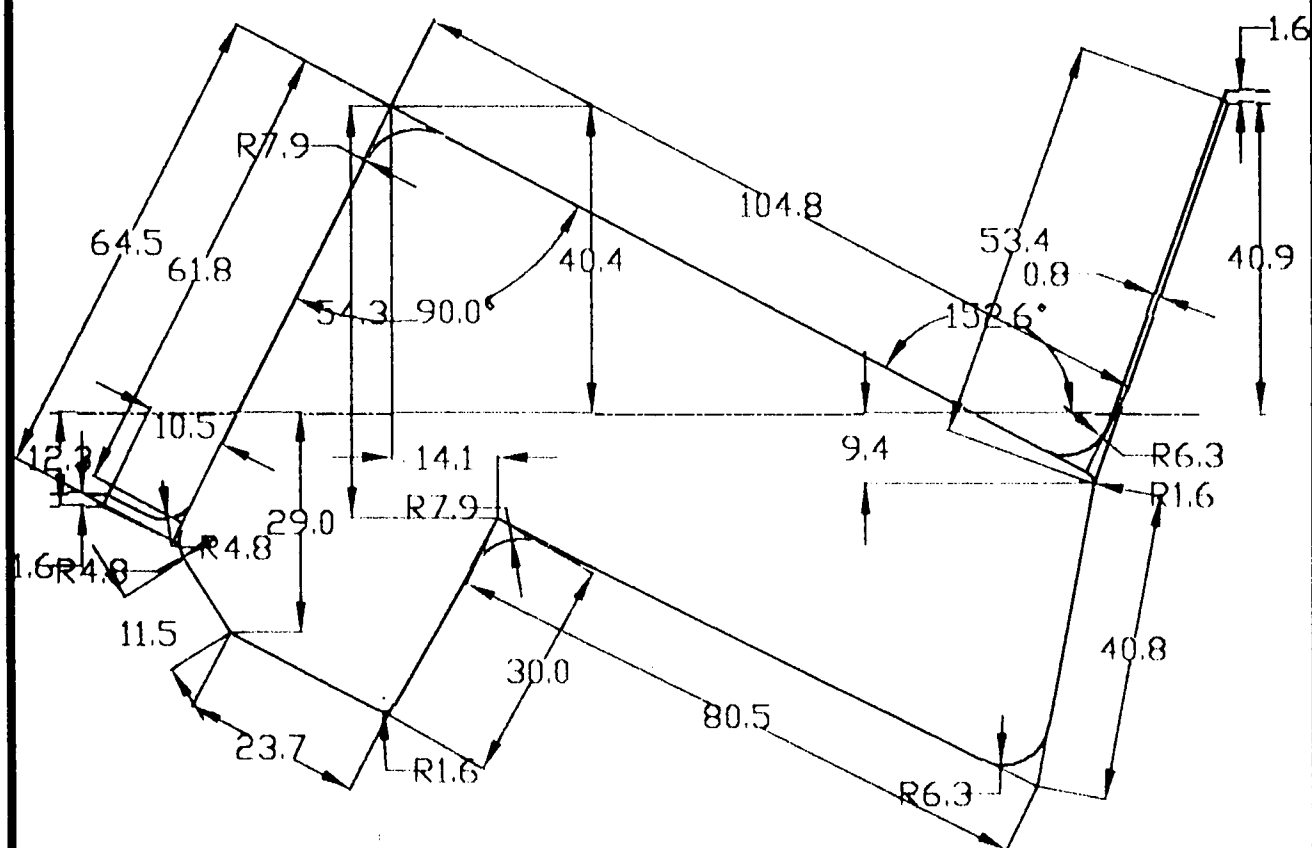


CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

PROYECTO:

PLANO N°

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO PASADA N° 1	
DIBUJO	02/07	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Nunez P.		
APROBO	20	R.A. Villanueva		



REDUCCION 26.23 %

AREA: 5554.7mm²

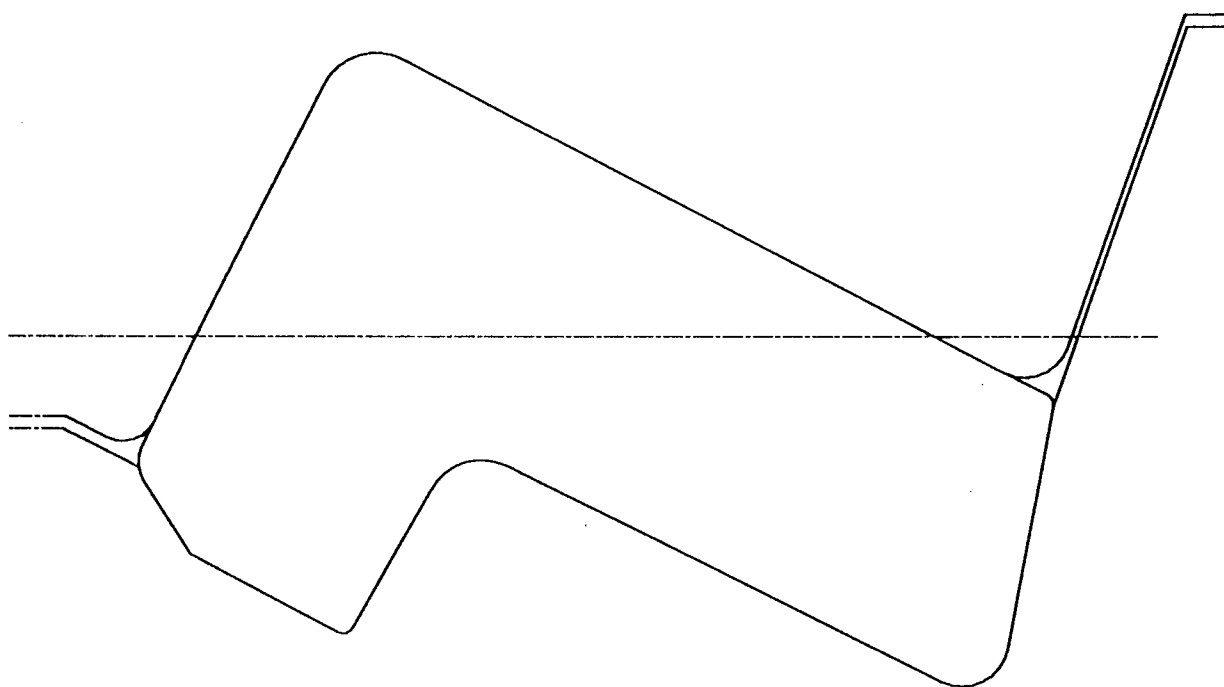


CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

PROYECTO:

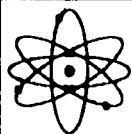
PLANO N°

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION:	
DIBUJO	02/07	J.J. Tiebas	PERFIL ANGULO	
REVISO		S.I. Nunez P.	PASADA N° 2	
APROBO	20	R.A. Villanueva		



REDUCCION 26.23 %

AREA: 5554.7 mm²

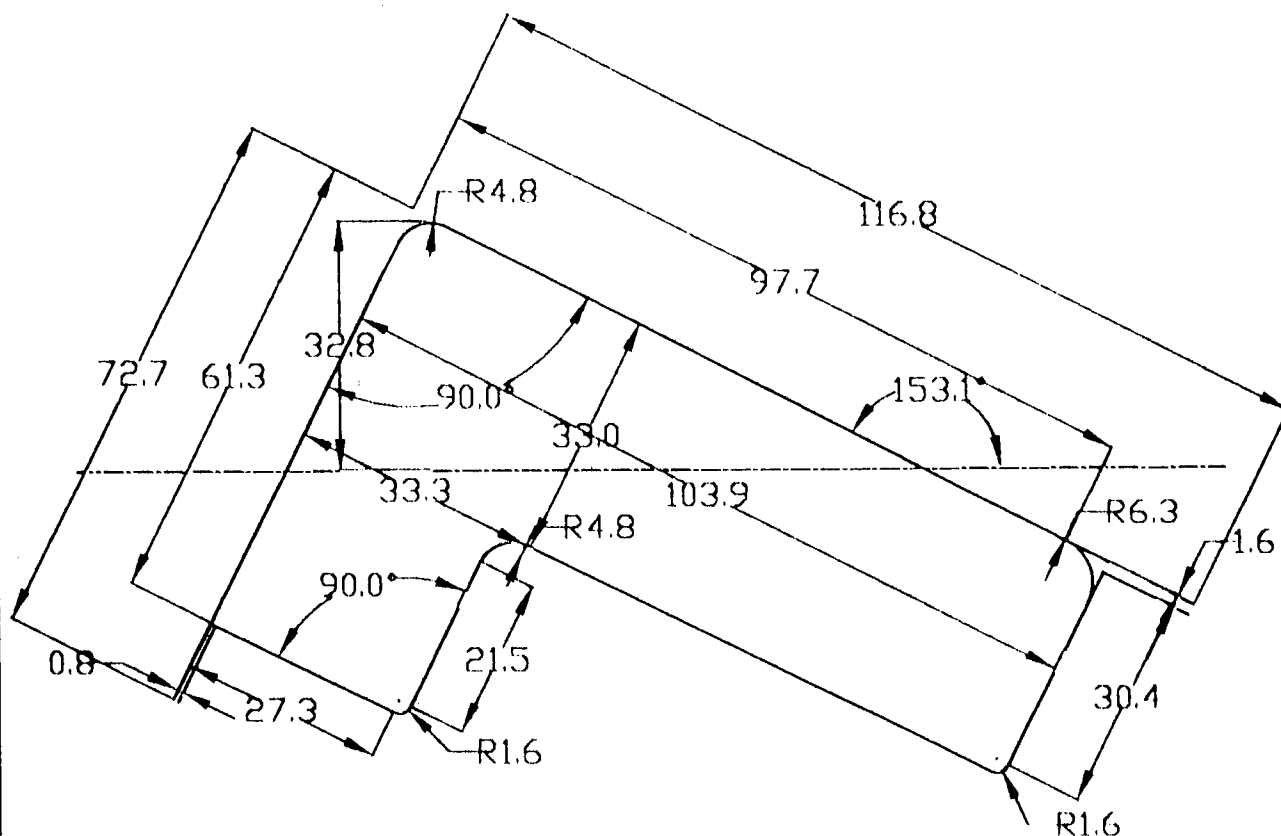


CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

PROYECTO:

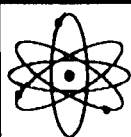
PLANO N°

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PASADA N° 2	
DIBUJO	02/07	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Nunez P.		
APROBO	20	R.A. Villanueva		



REDUCCION 23.90 %

AREA: 4180.0 mm²

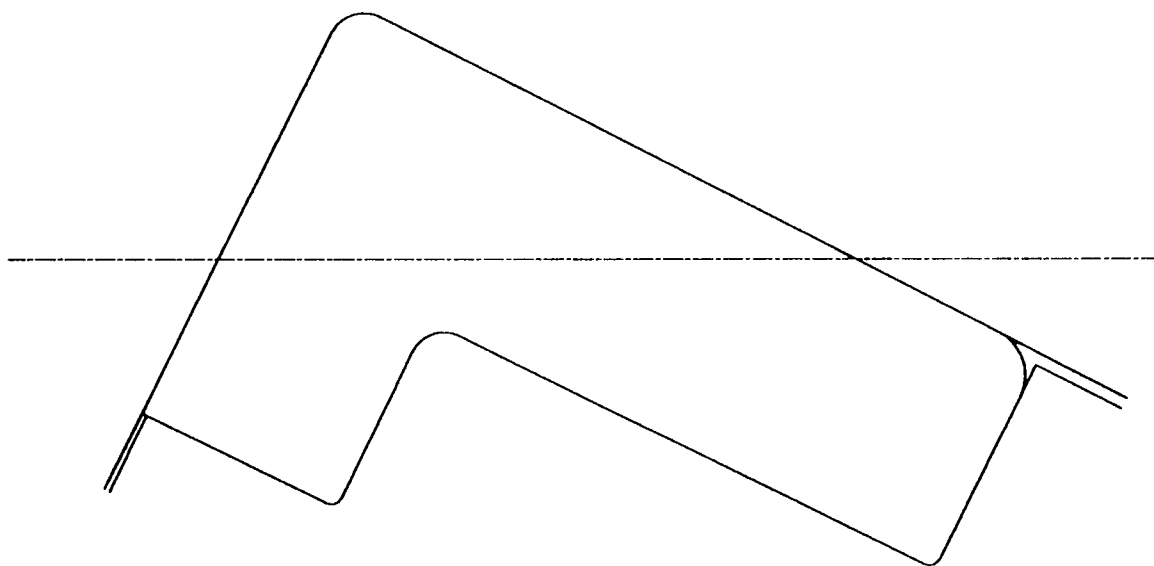


CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

PROYECTO:

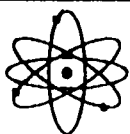
PLANO N°

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION:	
DIBUJO	02/07	J.J. Tiebas	PERFIL ANGULO	
REVISO		S.I. Nunez P.	PASADA N° 3	
APROBO	<i>RU</i>	R.A. Villanueva		



REDUCCION 23.90 %

AREA: 4180.0 mm²



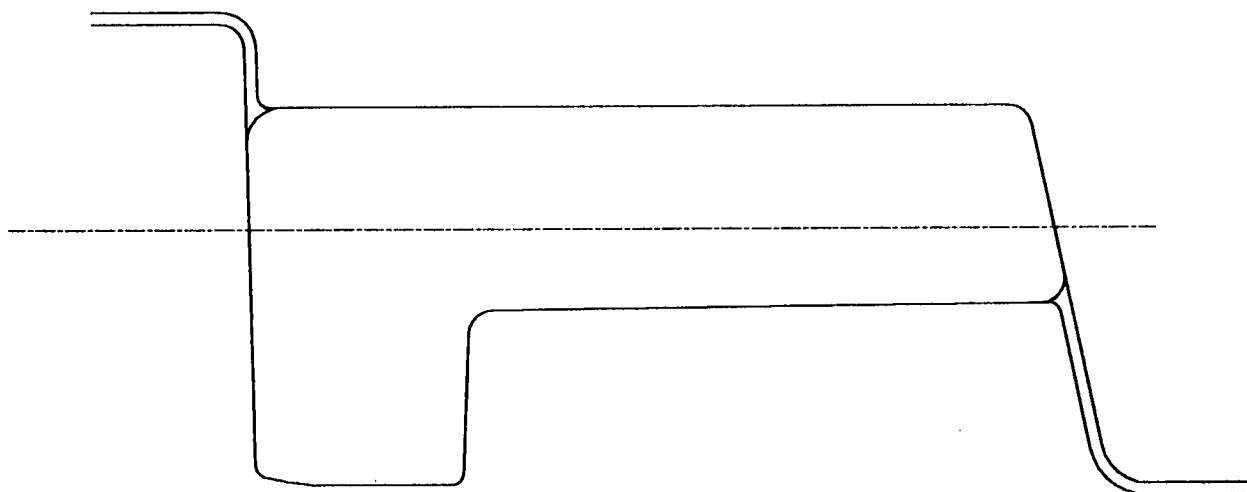
CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

PROYECTO:

PLANO N°

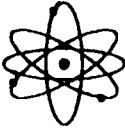
1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO PASADA N° 3	
DIBUJO	02/07	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Nunez P.		
APROBO		R.A. Villanueva		

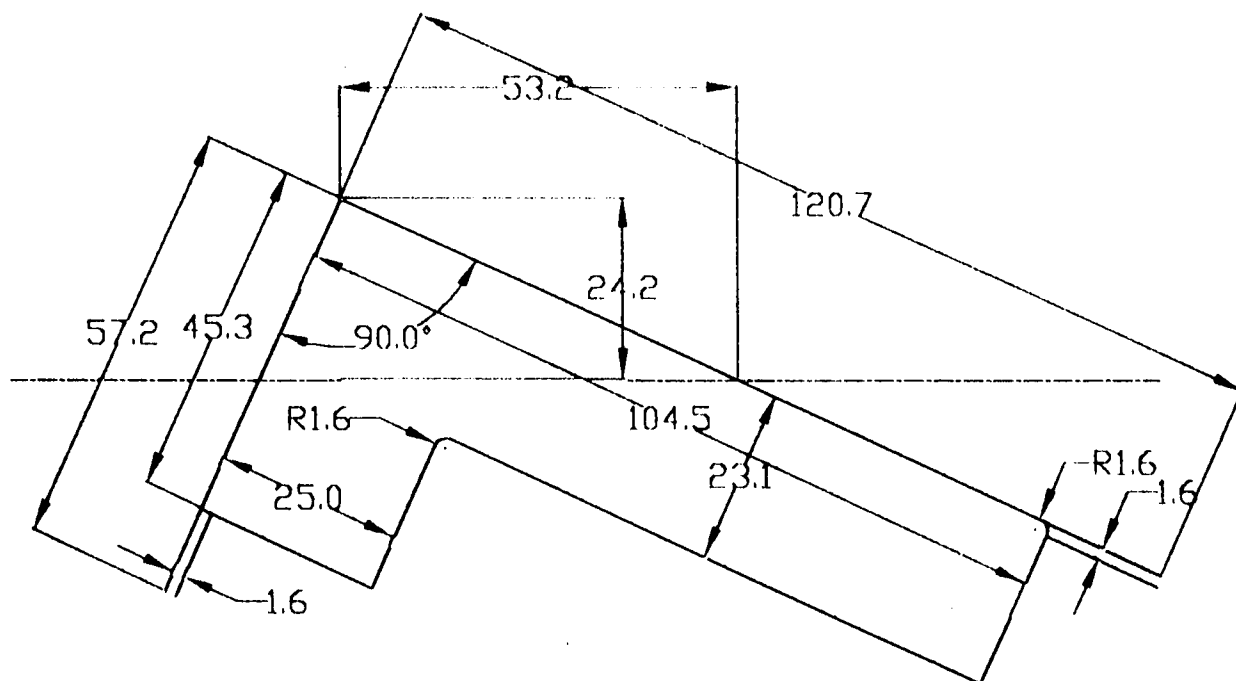
 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES			PROYECTO:	PLANO N°
1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION:	
DIBUJO	06/07	J.J. Tiebas	PERFIL ANGULO	
REVISO		S.I. Nunez P.	PASADA N° 4	
APROBO		R.A. Villanueva		



REDUCCION 15.63 %

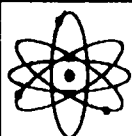
AREA: 3487,4 mm²

 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES			PROYECTO:		PLANO N°	
1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1			ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO PASADA N° 4			
DIBUJO	06/07	J.J. Tiebas				
REVISO		S.I. Nunez P.				
APROBO	<i>RU</i>	R.A. Villanueva				



REDUCCION 15.00 %

AREA: 2969.1 mm²

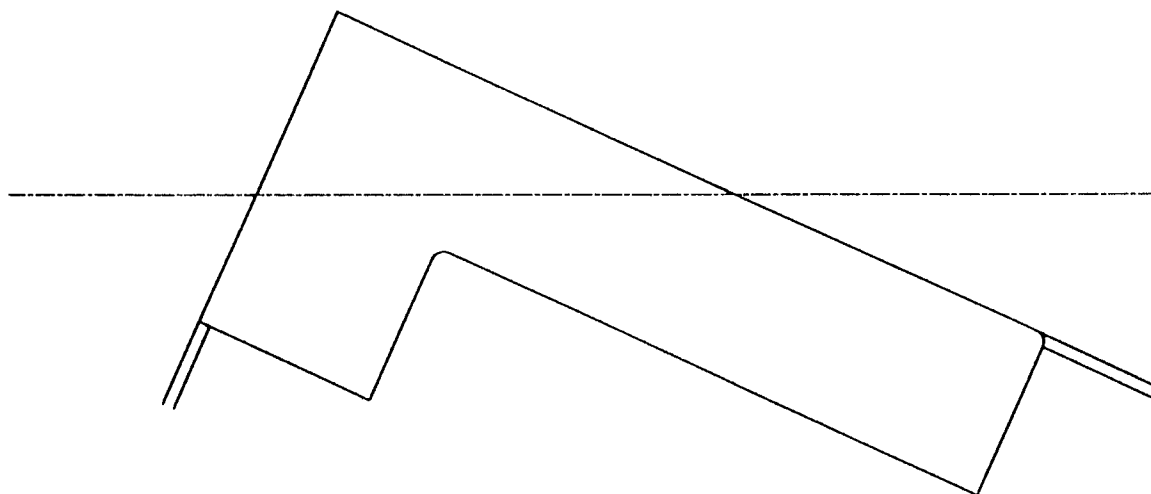


CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

PROYECTO:

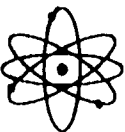
PLANO N°

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO PASADA N° 5	
DIBUJO	06/07	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Nunez P.		
APROBO		R.A. Villanueva		



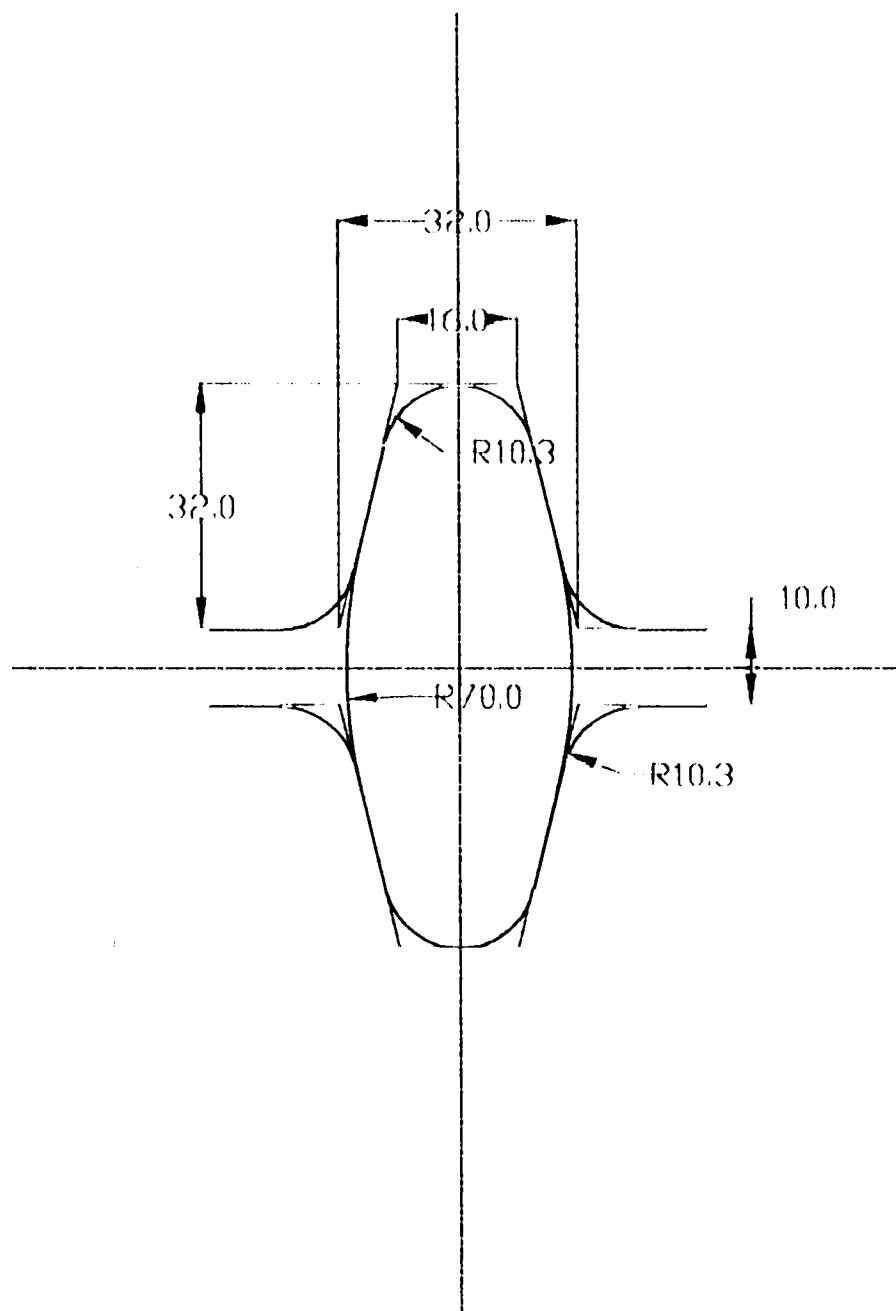
REDUCCION 15.00 %

AREA: 2969.1 mm²

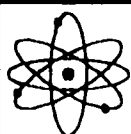
 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES		PROYECTO:	PLANO N°	
1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO PASADA N° 5	
DIBUJO	06/07	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Nunez P.		
APROBO		R.A. Villanueva		

Ejemplo de calibrado 2.1.8.

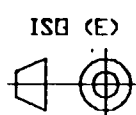
Ángulos de alas iguales de 50 x 50 x 5 y 63 x 63 x 5



AREA: 1769.8 MM²



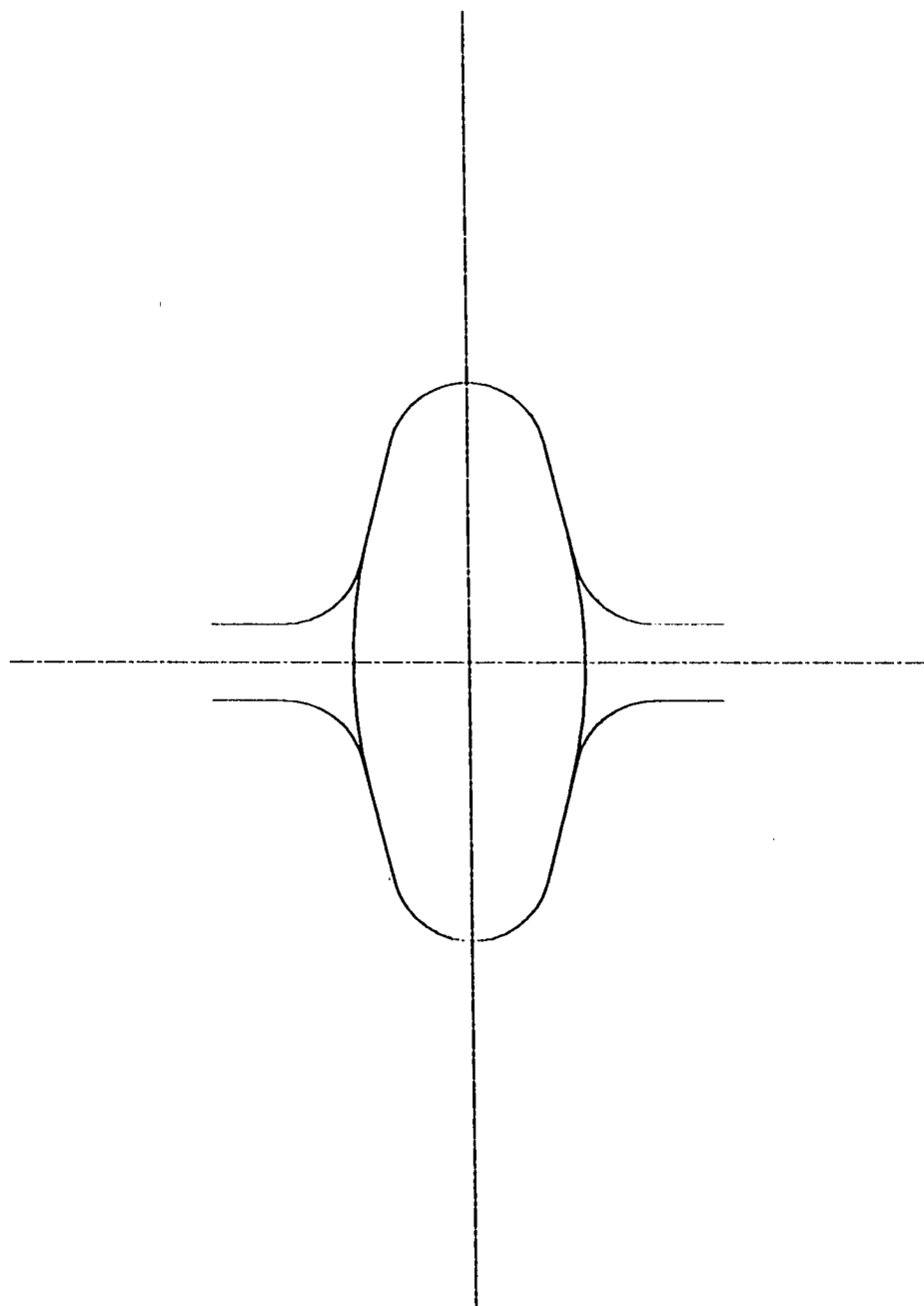
CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES



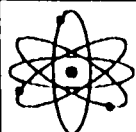
PLANO N°

PROYECTO:

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 50 x 50 x 5 PASADA N° 0	
DIBUJO	03/11	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Nájera P.		
APROBO		R.A. Villanueva		

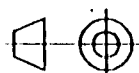


AREA: 1769.8 MM²



CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

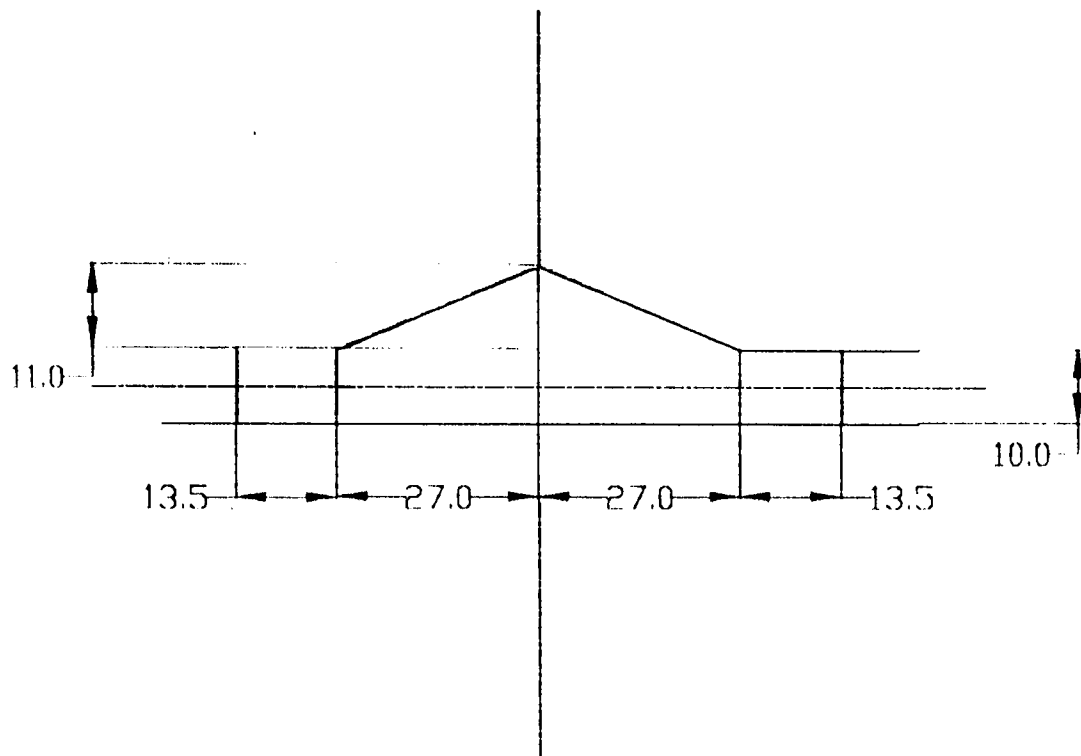
ISO (E)



PLANO N°

PROYECTO:

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 50 x 50 x 5 PASADA N° 0		
DIBUJO	03/11	J.J. Tiebas			
REVISO		S.I. Nárez P.			
APROBO		R.A. Villanueva			

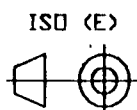


REDUCCION: 37.45 %

AREA: 1107 MM²



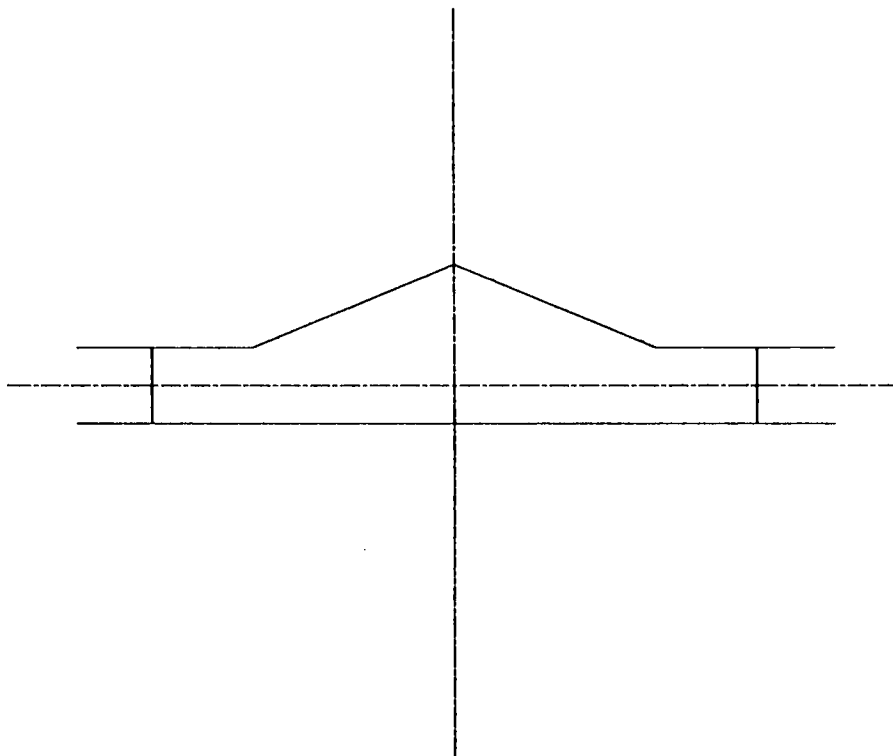
CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES



PLANO N°

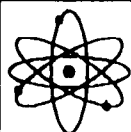
PROYECTO:

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 50 x 50 x 5 PASADA N° 1	
DIBUJO	04/11	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. NÓÑEZ P.		
APROBO	<i>RU</i>	R.A. Villanueva		



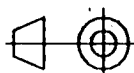
REDUCCION: 37.45 %

AREA: 1107 MM²



CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

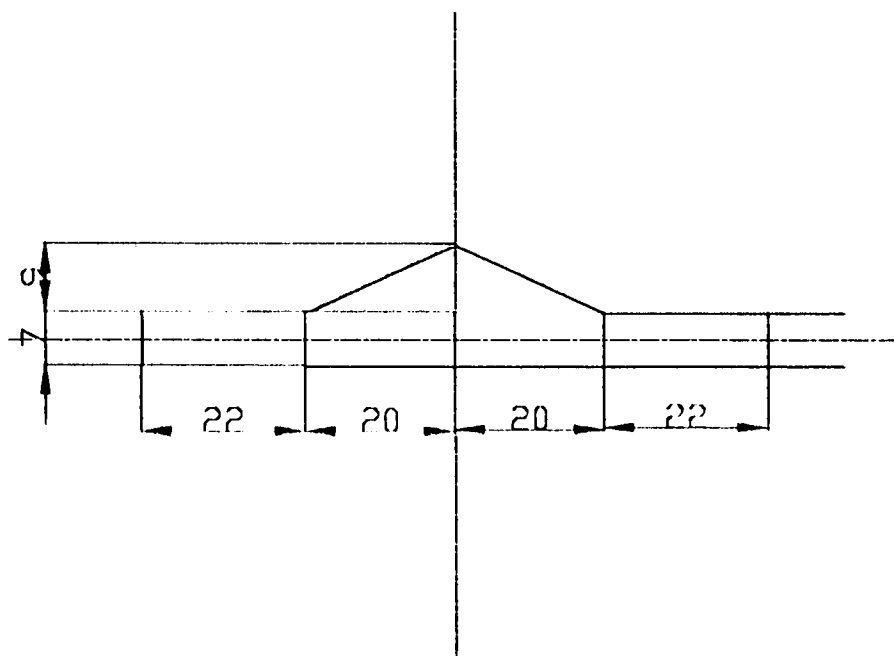
ISO (E)



PLANO N°

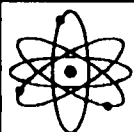
PROYECTO:

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 50 x 50 x 5 PASADA N° 1	
DIBUJO	04/11	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Nájuez P.		
APROBO		R.A. Villanueva		



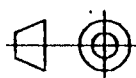
REDUCCION: 30.62 %

AREA: 768 MM²



CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

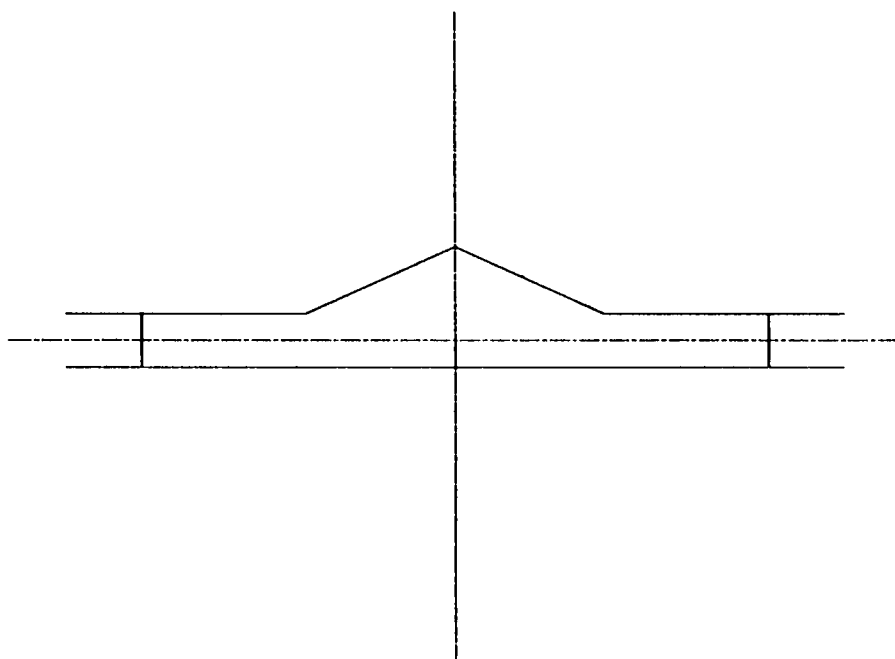
ISO (E)



PLANO N°

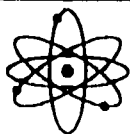
PROYECTO:

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 50 x 50 x 5 PASADA N° 2	
DIBUJO	04/11	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Núñez P.		
APROBO		R.A. Villanueva		



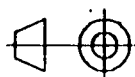
REDUCCION: 30.62 %

AREA: 768 MM²



CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

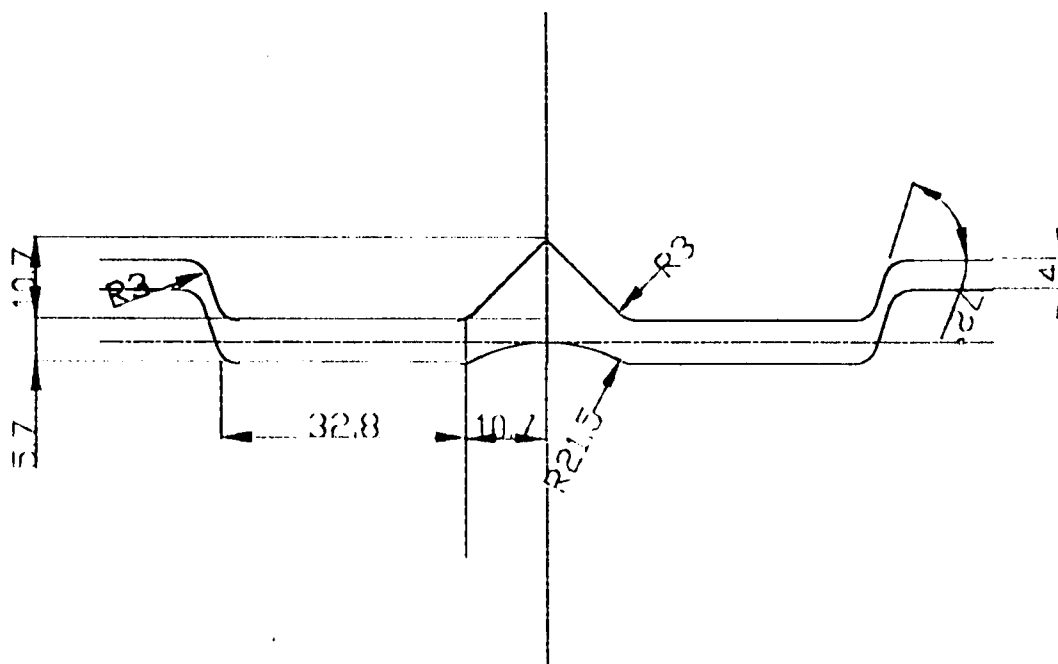
ISO (E)



PLANO N°

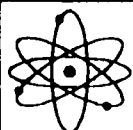
PROYECTO:

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 50 x 50 x 5 PASADA N° 2	
DIBUJO	04/11	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Narez P.		
APROBO		R.A. Villanueva		

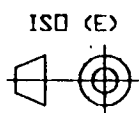


REDUCCION: 25.93 %

AREA: 568.88 MM²



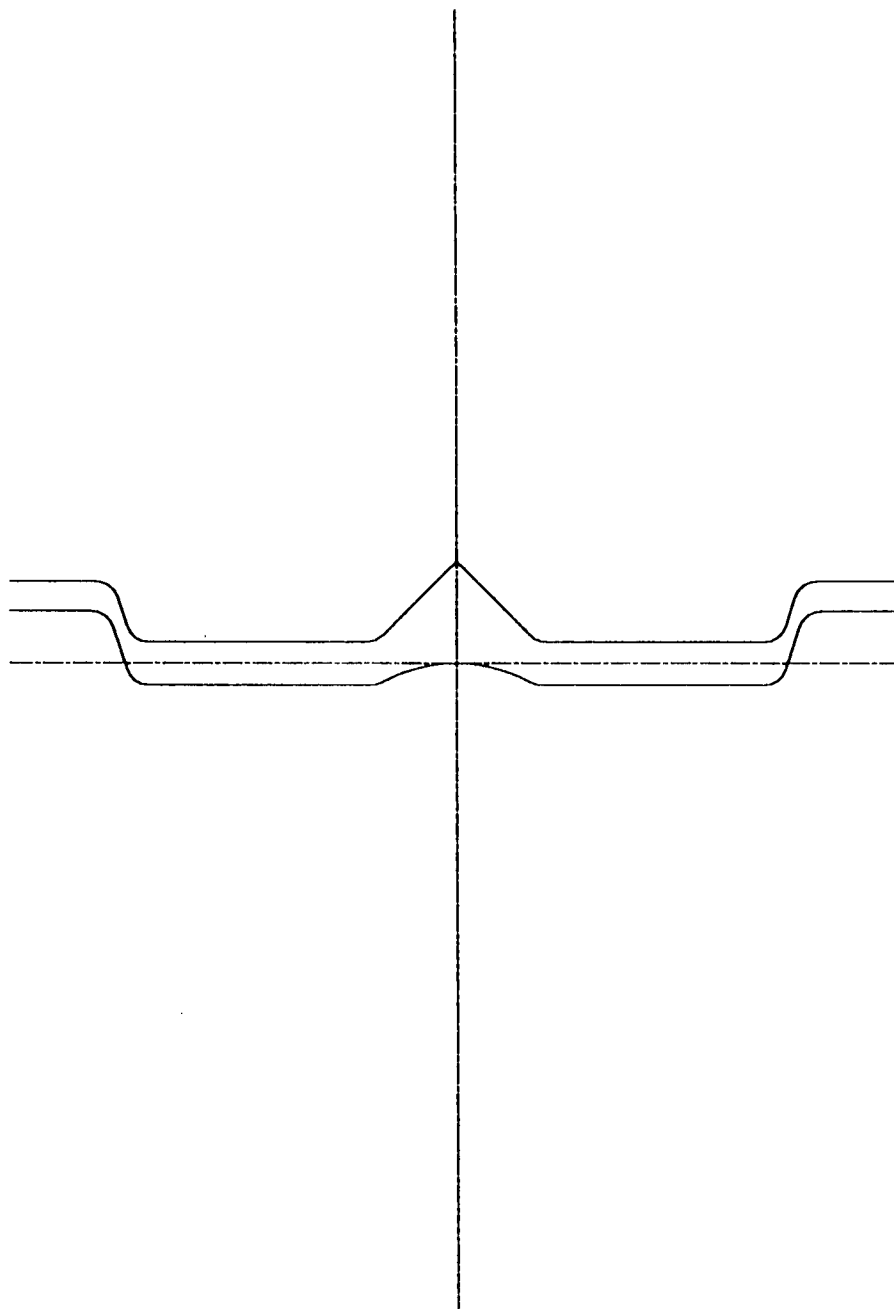
CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES



PLANO N°

PROYECTO:

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 50 x 50 x 5 PASADA N° 3	
DIBUJO	04/11	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Núñez P.		
APROBO		R.A. Villanueva		

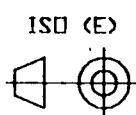


REDUCCION: 25.93 %

AREA: 568.88 MM²



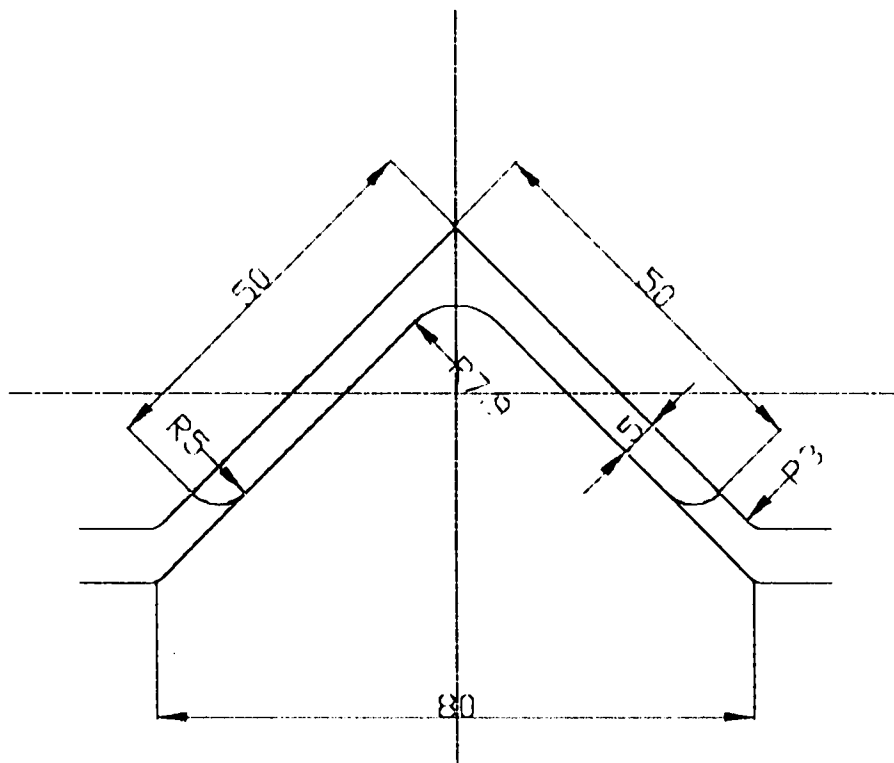
CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES



PLANO N°

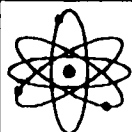
PROYECTO:

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 50 x 50 x 5 PASADA N° 3	
DIBUJO	04/11	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Núñez P.		
APROBO		R.A. Villanueva		



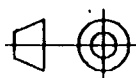
REDUCCION: 16.04 %

AREA: 477.66 MM²



CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

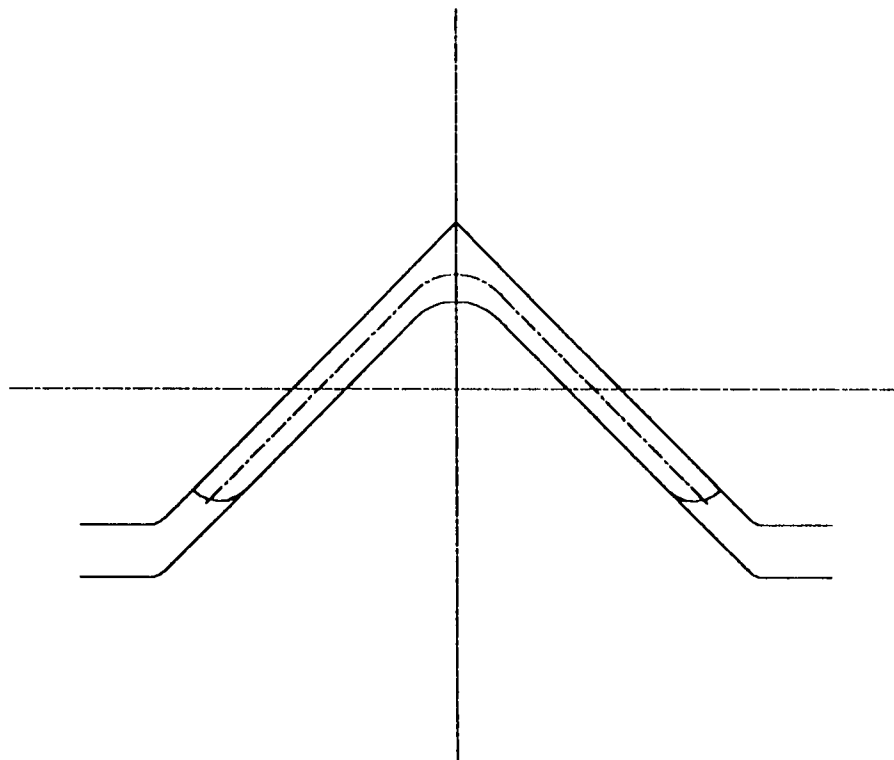
ISO (E)



PLANO N°

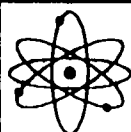
PROYECTO:

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 50 x 50 x 5 PASADA N° 4 (Terminadora)	
DIBUJO	04/11	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Nájera P.		
APROBO		R.A. Villanueva		

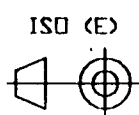


REDUCCION: 16.04 %

AREA: 477.66 MM²



CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

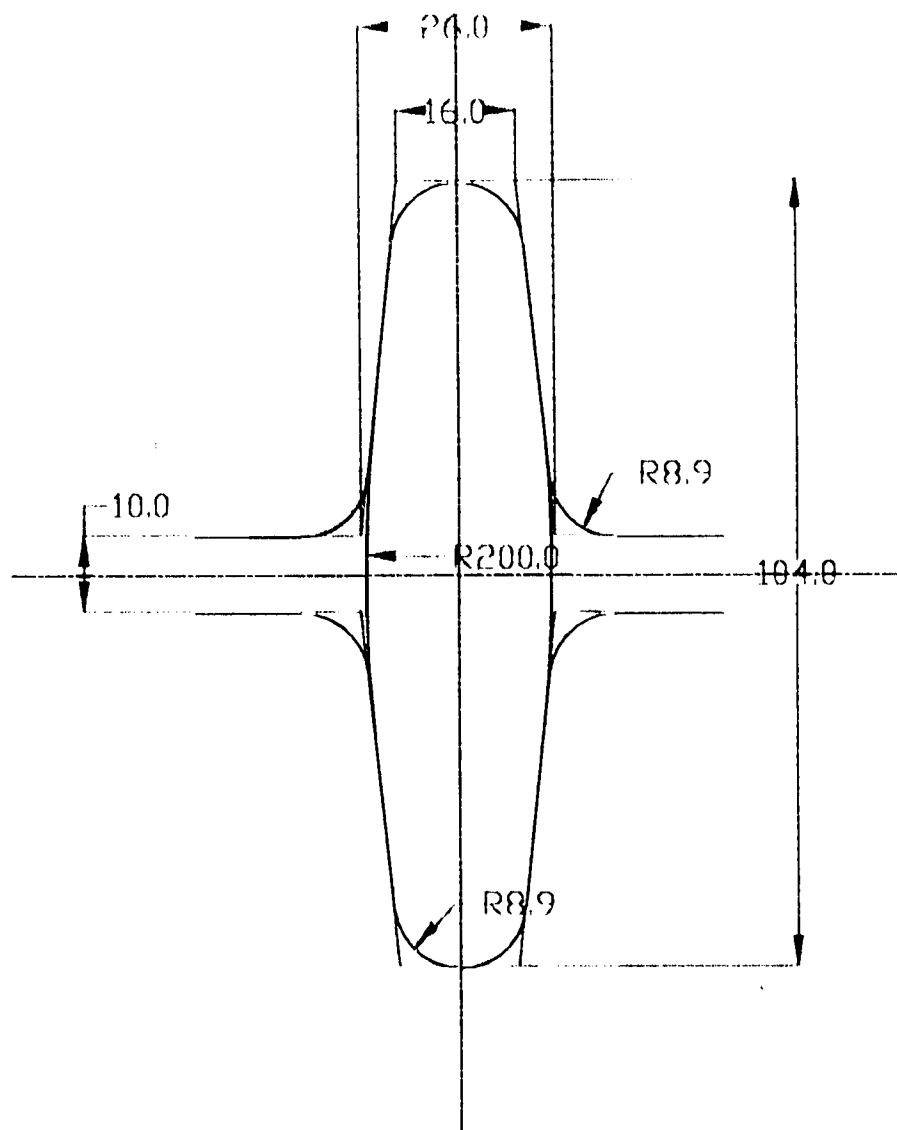


ISO (E)

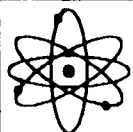
PLANO N°

PROYECTO:

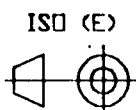
1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 50 x 50 x 5 PASADA N° 4 (Terminadora)	
DIBUJO	04/11	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Nájera P.		
APROBO		R.A. Villanueva		



AREA: 2154.5 MM²



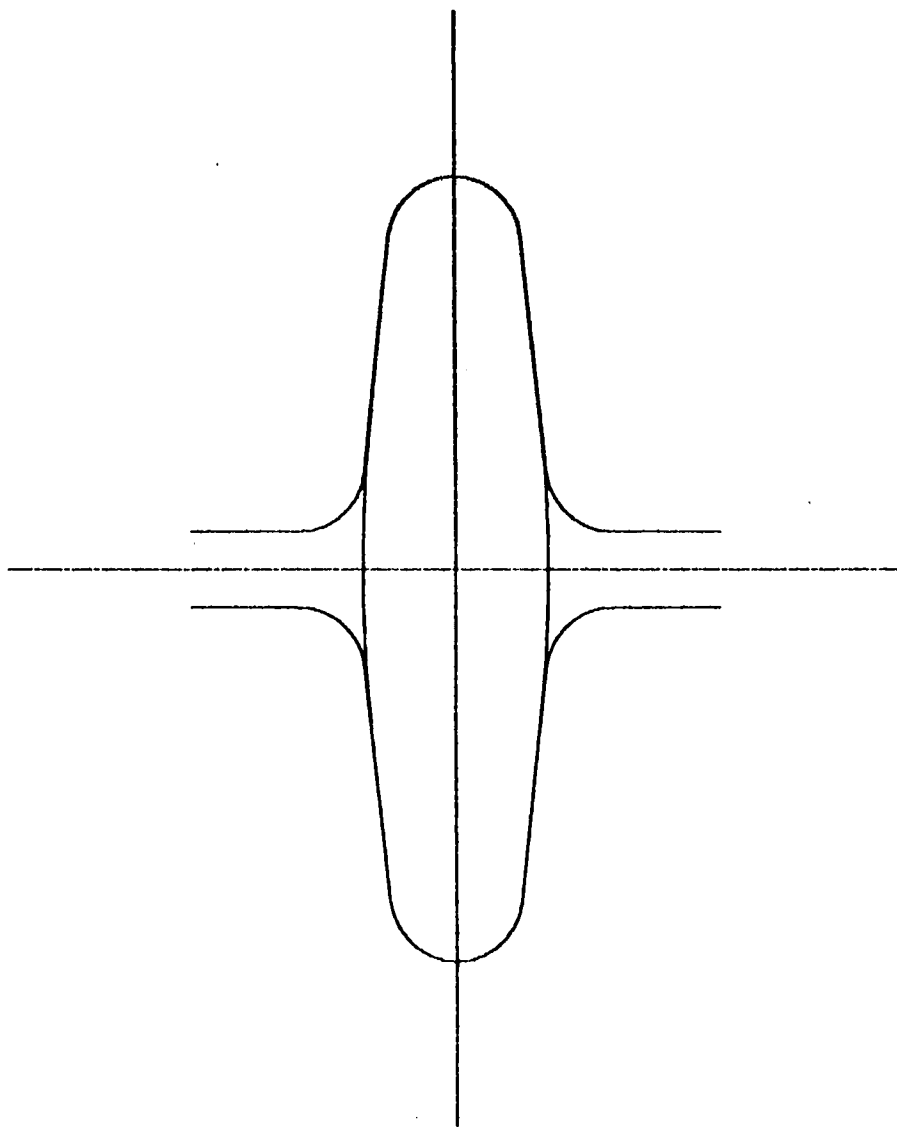
CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES



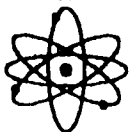
PLANO N°

PROYECTO:

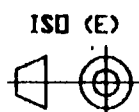
1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 63 x 63 x 5 PASADA N° 0	
DIBUJO	22/10	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Núñez P.		
APROBO	20	R.A. Villanueva		



AREA: 2154.5 MM²



CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

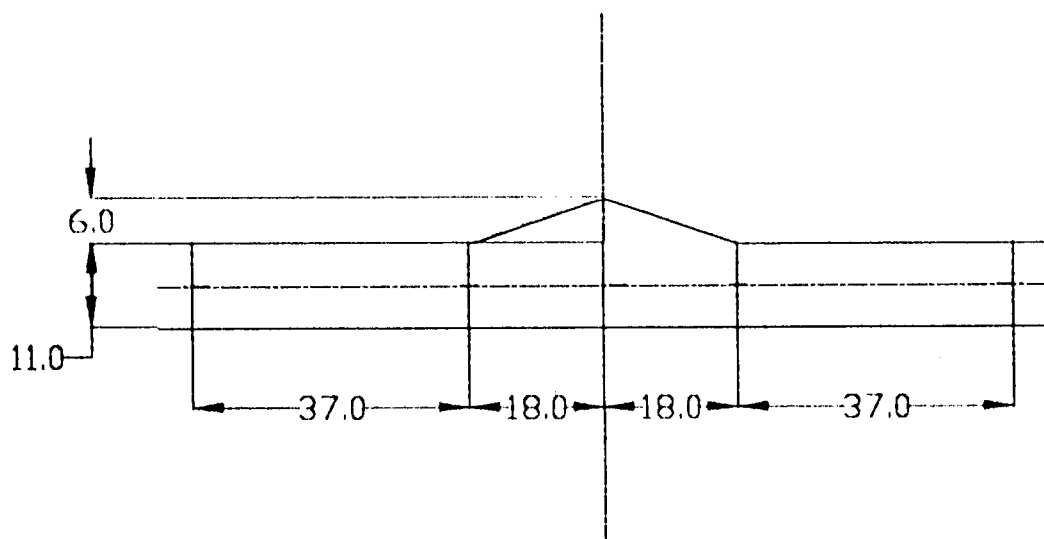


ISO (E)

PLANO N°

PROYECTO:

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 63 x 63 x 5 PASADA N° 0	
DIBUJO	22/10	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Gómez P.		
APROBO	QU	R.A. Villanueva		

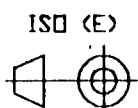


REDUCCION: 38.83 %

AREA: 1318 MM²



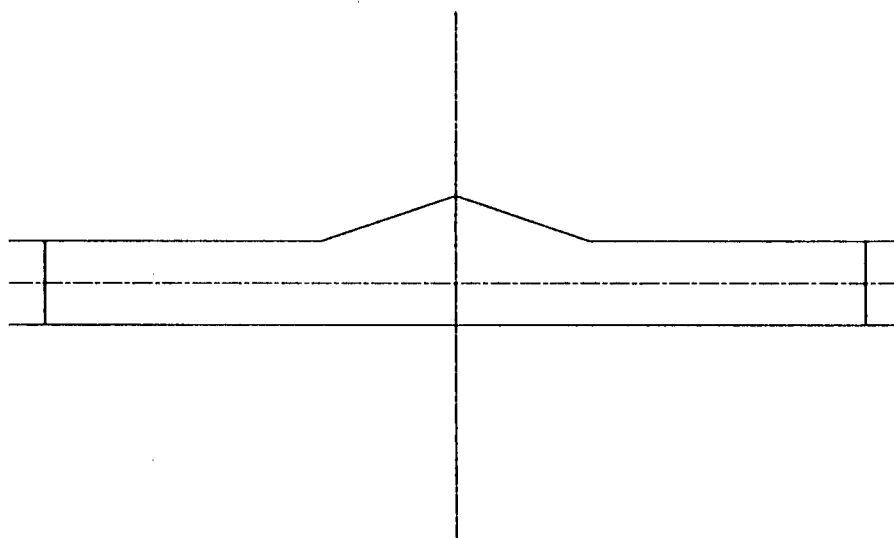
CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES



PLANO N°

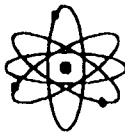
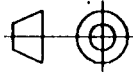
PROYECTO:

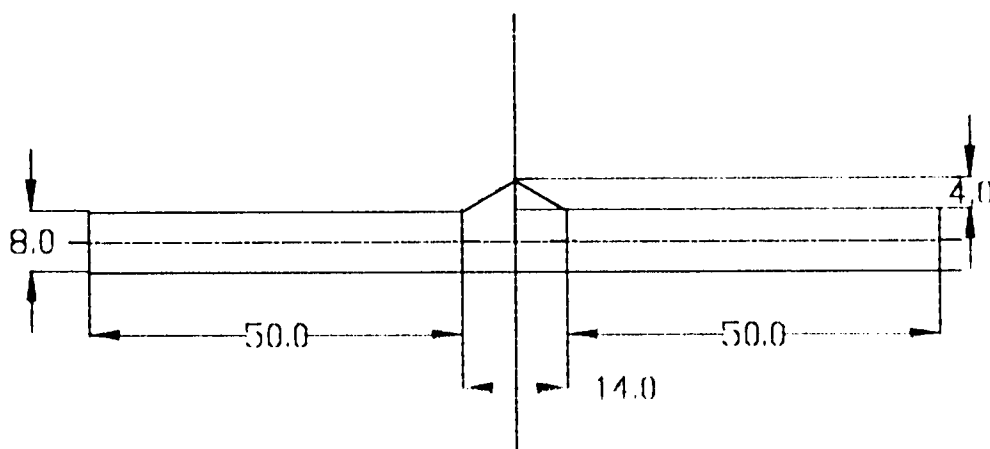
1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 63 x 63 x 5 PASADA N° 1	
DIBUJO	22/10	J.J. Tlebas		
REVISO		S.I. Nómez P.		
APROBO	RU	R.A. Villanueva		



REDUCCION: 38.83 %

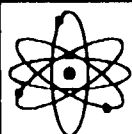
AREA: 1318 MM²

 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES			ISO (E) 		PLANO N°	
					PROYECTO:	
1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1			ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 63 x 63 x 5 PASADA N° 1			
DIBUJO	22/10	J.J. Tiebas				
REVISO		S.I. NGÑez P.				
APROBO		R.A. Villanueva				

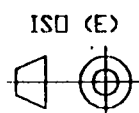


REDUCCION: 28.68 %

AREA: 940 MM²



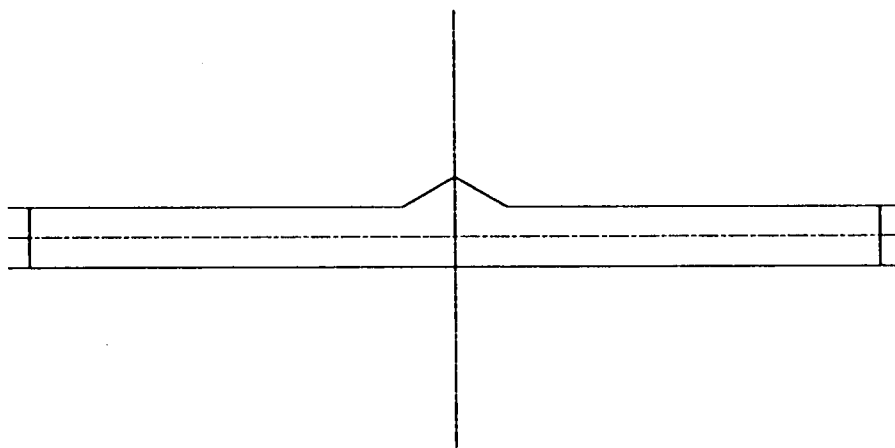
CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES



PLANO N°

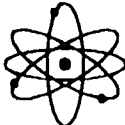
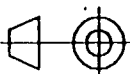
PROYECTO:

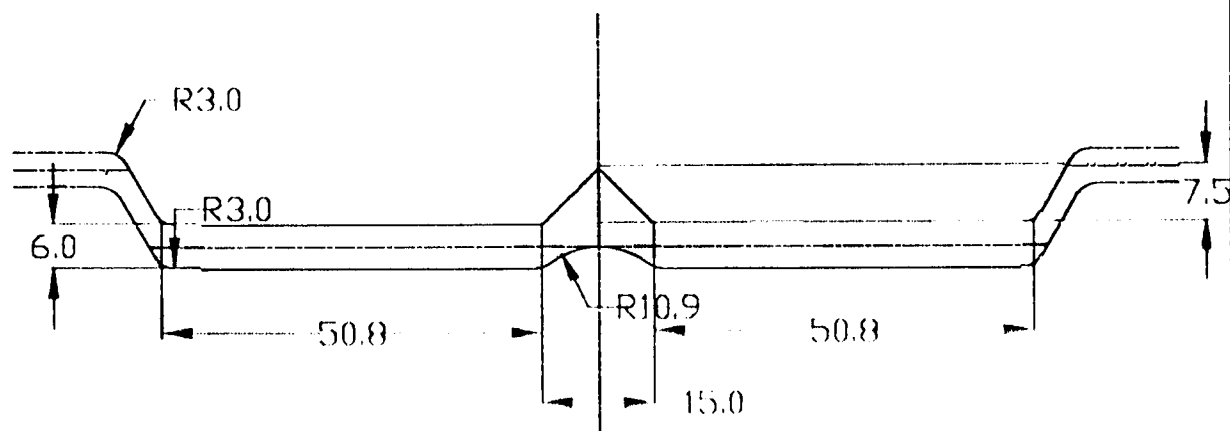
1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 63 x 63 x 5 PASADA N° 2	
DIBUJO	22/10	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Núñez P.		
APROBO	<i>RU</i>	R.A. Villanueva		



REDUCCION: 28.68 %

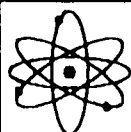
AREA: 940 MM²

 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES			ISO (E) 		PLANO N°	
					PROYECTO:	
1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1			ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 63 x 63 x 5 PASADA N° 2			
DIBUJO	22/10	J.J. Tiebas				
REVISO		S.I. Nómez P.				
APROBO	QU	R.A. Villanueva				

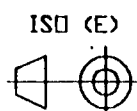


REDUCCION: 22.91 %

AREA: 724.6 MM²



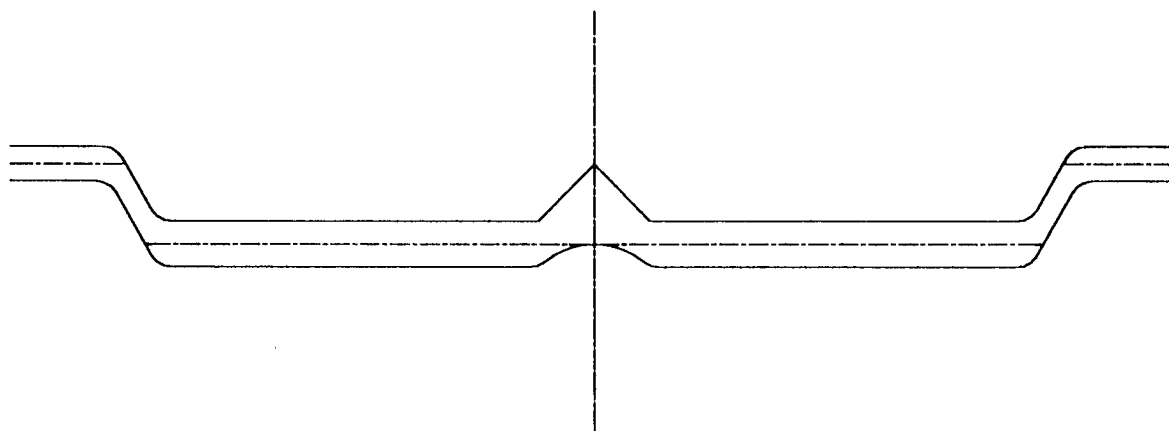
CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES



PLANO N°

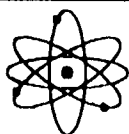
PROYECTO:

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 63 x 63 x 5 PASADA N° 3	
DIBUJO	23/10	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Narez P.		
APROBO		R.A. Villanueva		

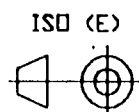


REDUCCION: 22.91 %

AREA: 724.6 MM²



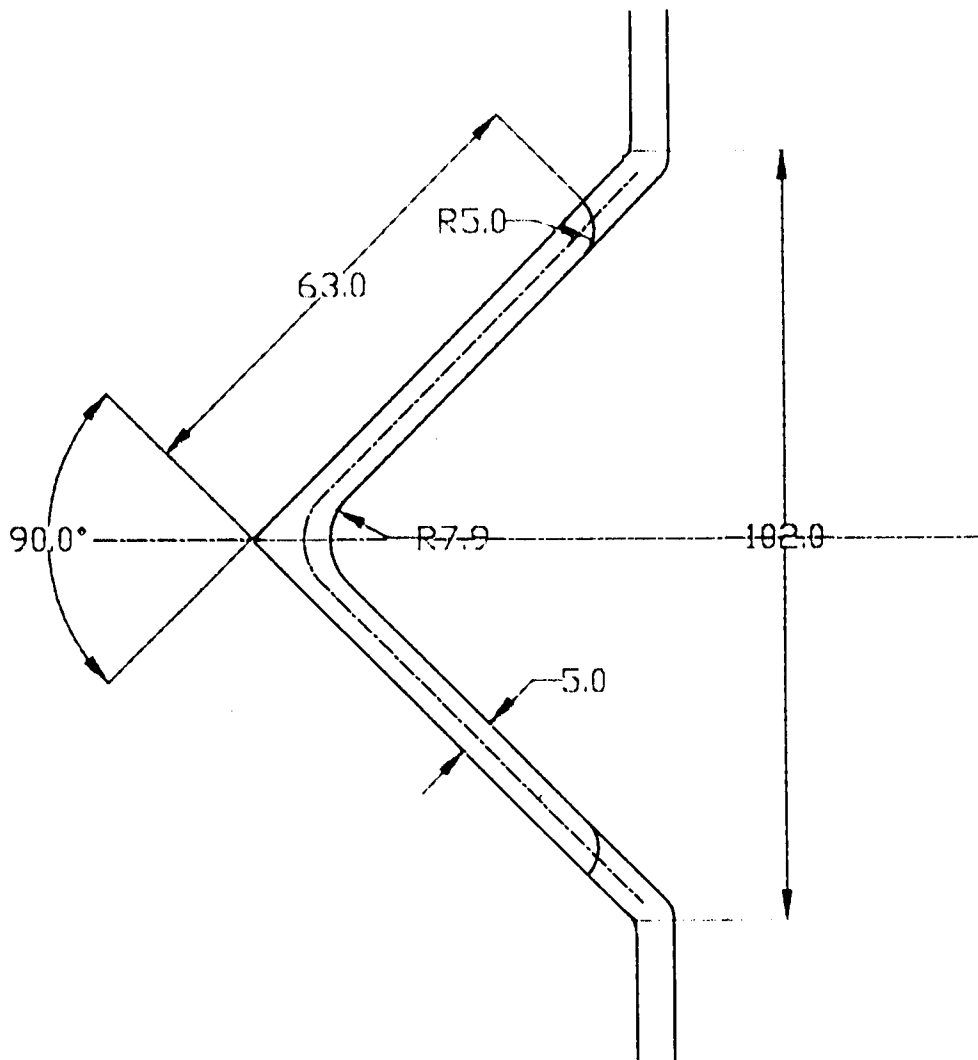
CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES



PLANO N°

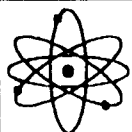
PROYECTO:

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 63 x 63 x 5 PASADA N° 3	
DIBUJO	23/10	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Nómez P.		
APROBO		R.A. Villanueva		



REDUCCION: 16.13 %

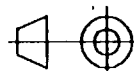
AREA: 607.7 MM²



CNEA

DEPARTAMENTO
MATERIALES

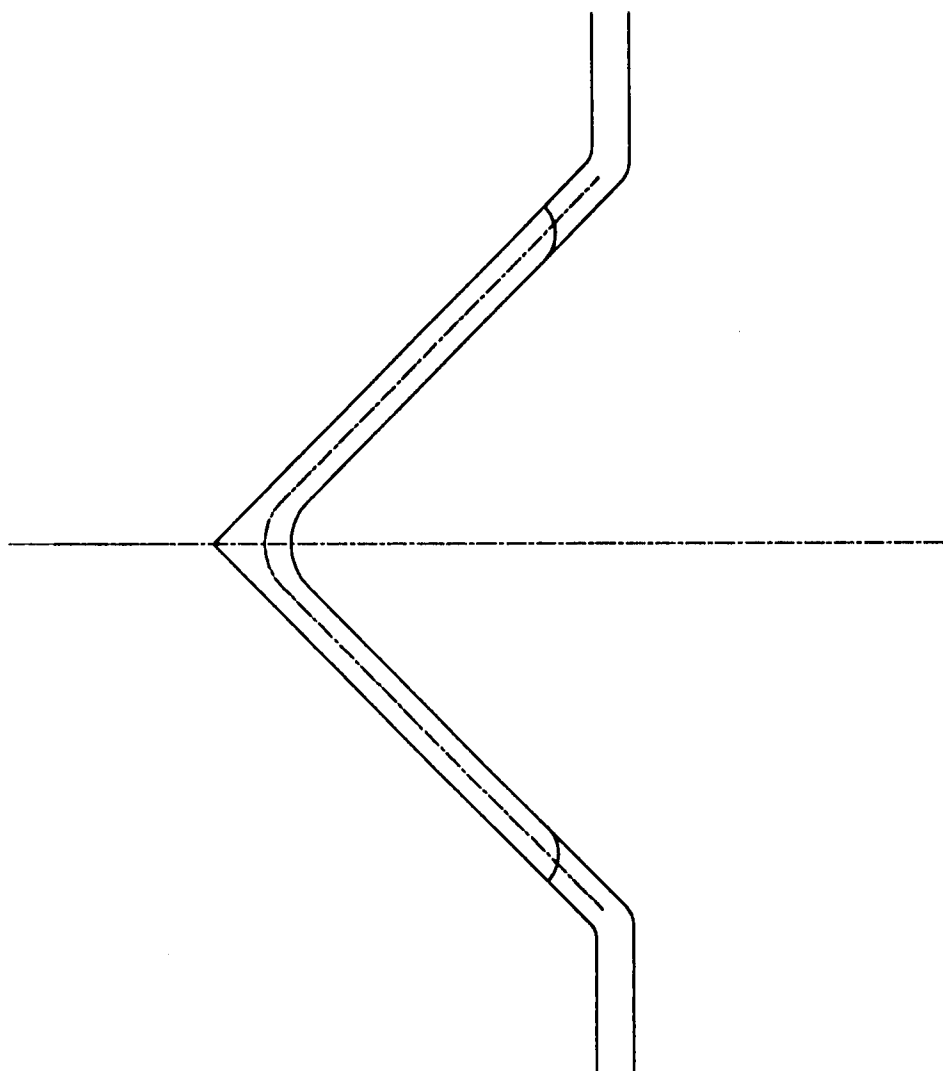
ISO (E)



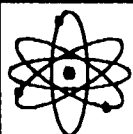
PLANO N°

PROYECTO:

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 63 x 63 x 5 PASADA N° 4 (Terminadora)	
DIBUJO	28/10	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. NÚñez P.		
APROBO	QU	R.A. Villanueva		

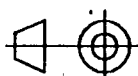


REDUCCION: 16.13 %
 AREA: 607.7 MM²



CNEA
 DEPARTAMENTO
 MATERIALES

ISO (E)



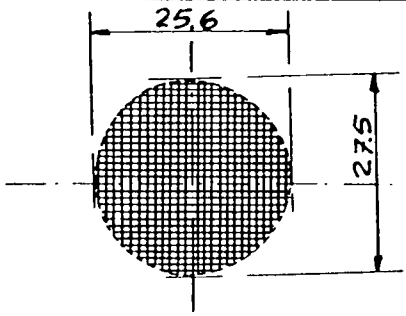
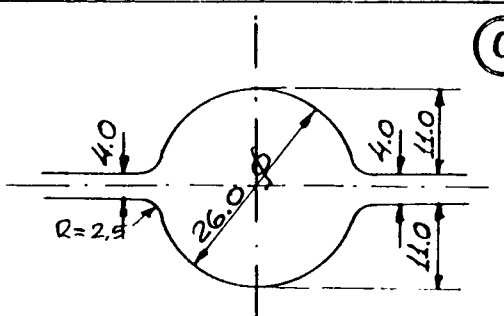
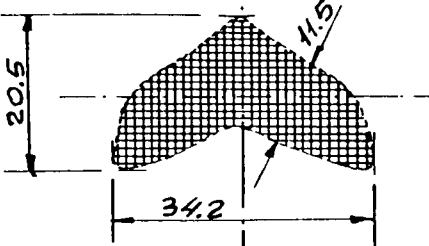
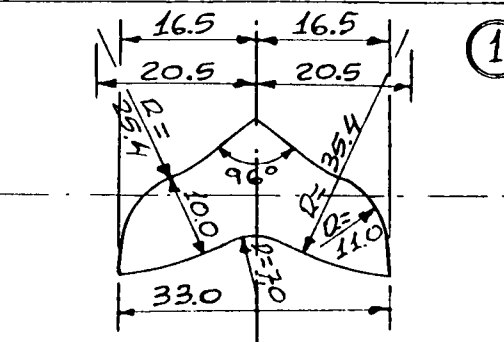
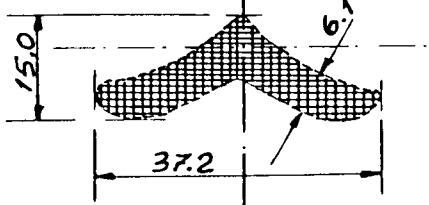
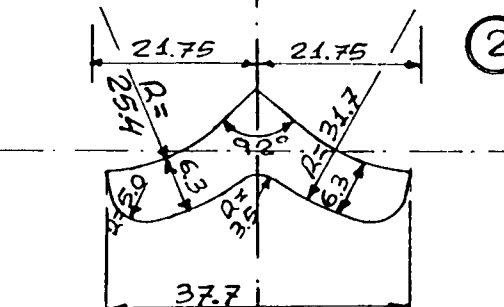
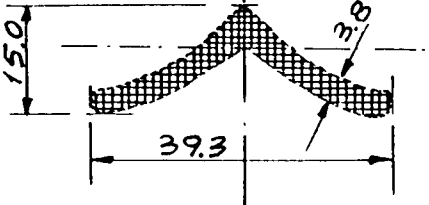
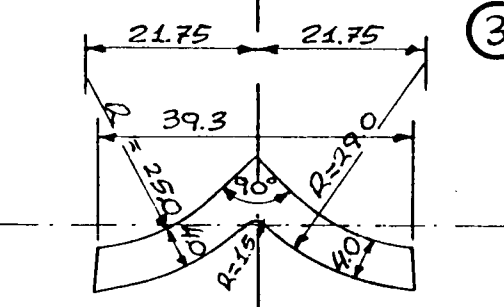
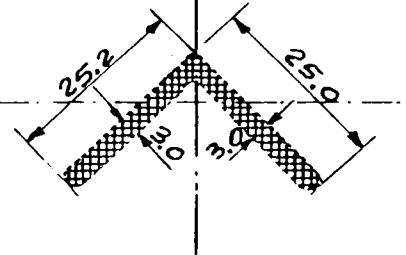
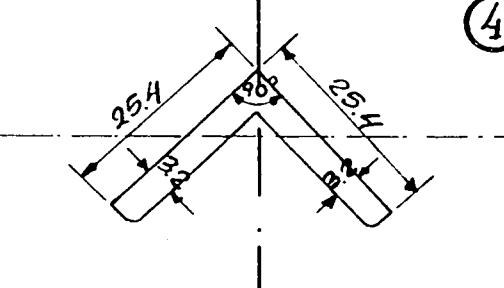
PLANO N°

PROYECTO:

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL ANGULO 63 x 63 x 5 PASADA N° 4 (Terminadora)	
DIBUJO	28/10	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Gómez P.		
APROBO		R.A. Villanueva		

Ejemplo de calibrado 2.1.9

Ángulos de alas iguales de 1" x 1" x 1/8" y 1-1/2" x 1-1/2" x 5/32"

MOLINO Y SECUENCIA	SECCIÓN REAL (MUESTRA)	SECCIÓN TEÓRICA: (PLANTILLA)
<u>2A. LINEA-420 ϕ</u> <u>CASTILLO N°1</u> <u>PASO 0</u>		
<u>4A. LINEA-280 ϕ</u> <u>CASTILLO N°1</u> <u>PASO 1</u>		
<u>4A. LINEA-280 ϕ</u> <u>CASTILLO N°2</u> <u>PASO 2</u>		
<u>4A. LINEA-280 ϕ</u> <u>CASTILLO N°3</u> <u>PASO 3</u>		
<u>5A LINEA-280 ϕ</u> <u>CASTILLO N°1</u> <u>PASO 4</u>		

N SECCIÓN: 4 DE $1\frac{1}{2} \times 1\frac{1}{2} \times \frac{1}{8} \times \frac{5}{32}$

MOLINO Y SECUENCIA

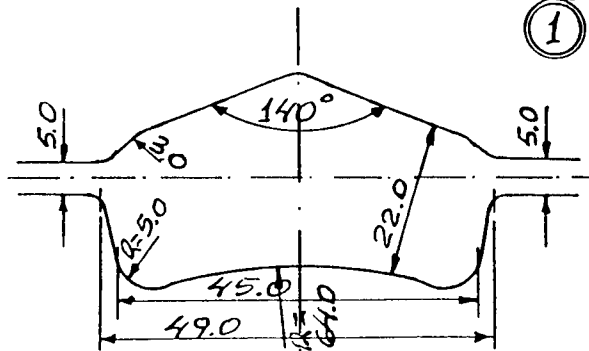
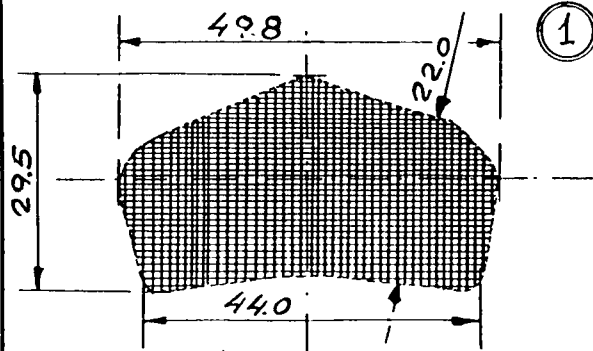
SECCIÓN REAL (MUESTRA)

SECCIÓN TEÓRICA (PLANTILLA)

2A. LINEA-420 ϕ

CASTILLO N°1

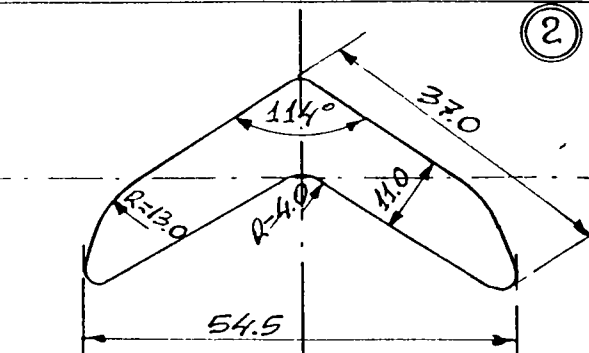
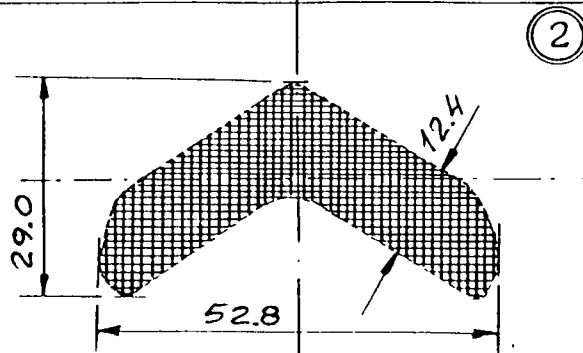
PASO 1



3A. LINEA-380 ϕ

CASTILLO N°1

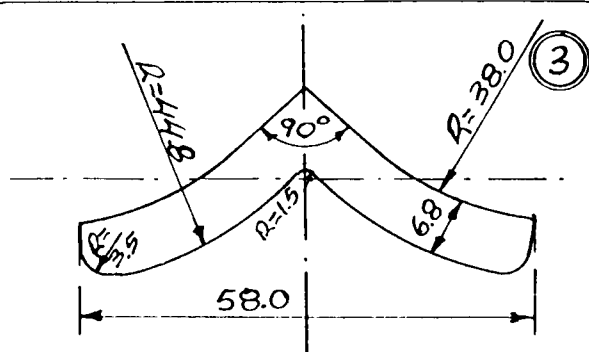
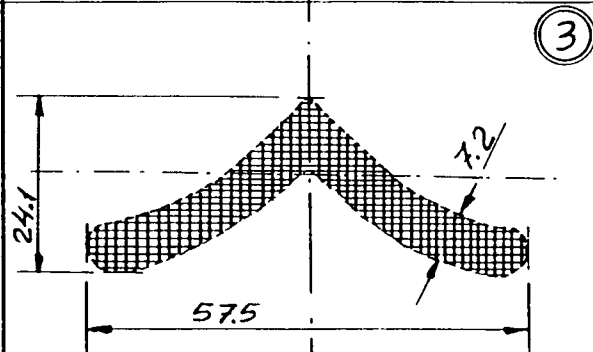
PASO 2



4A. LINEA: 280 ϕ

CASTILLO N°1

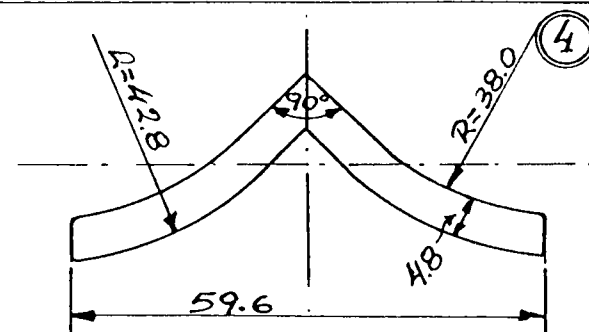
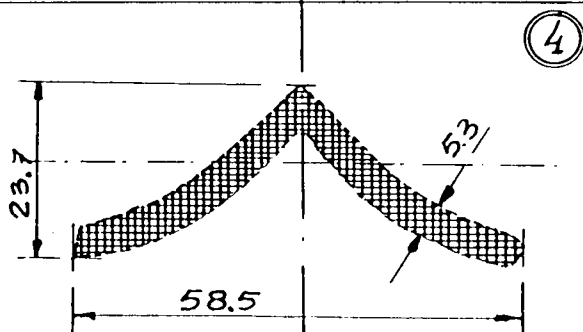
PASO 3



5A. LINEA-280 ϕ

CASTILLO N°1

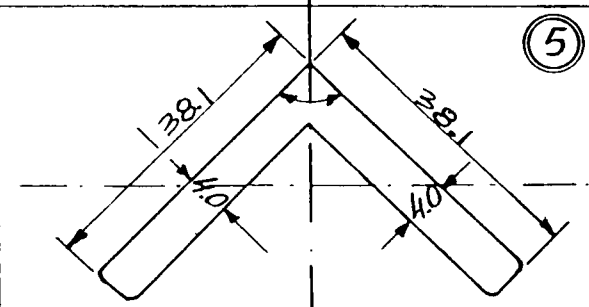
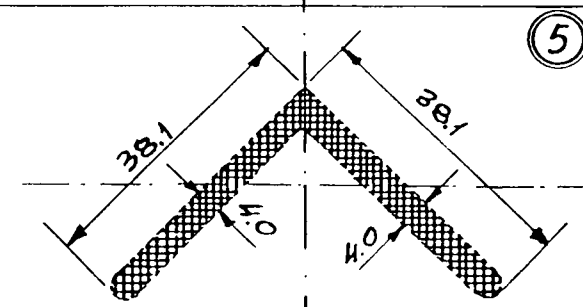
PASO 4



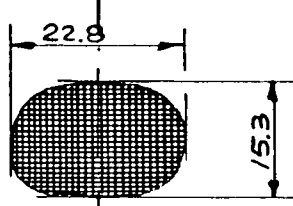
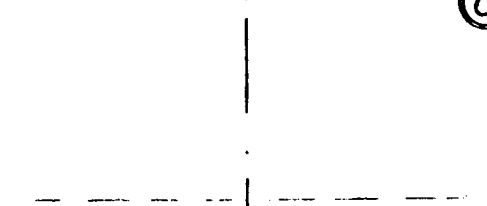
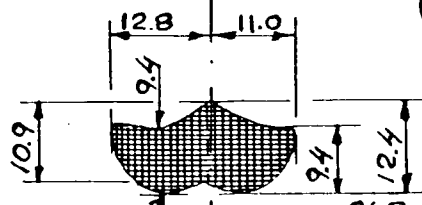
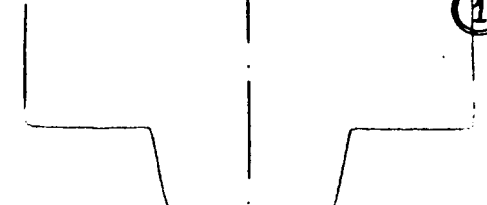
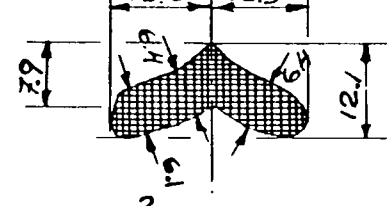
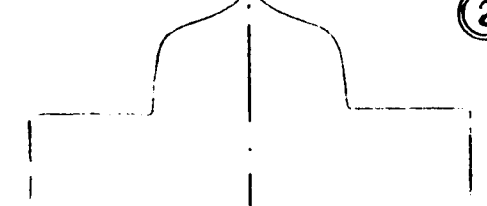
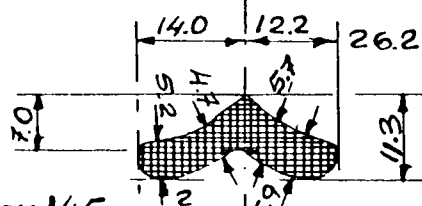
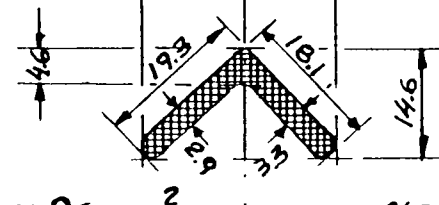
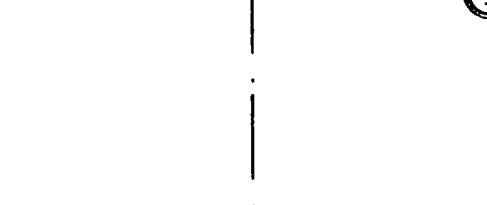
6A. LINEA-280 ϕ

CASTILLO N°1

PASO 5



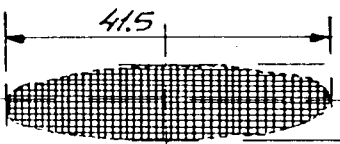
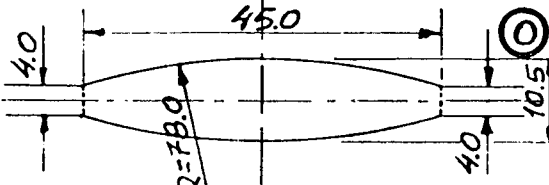
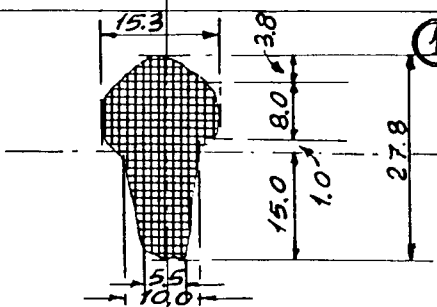
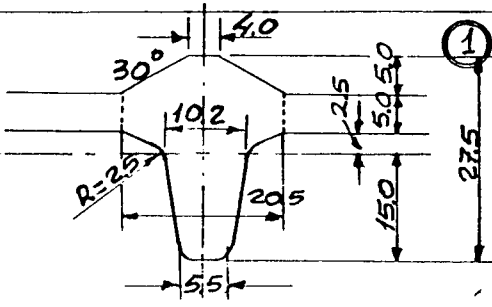
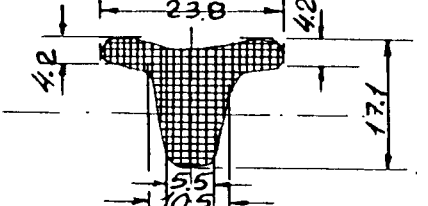
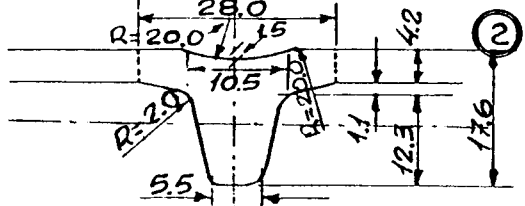
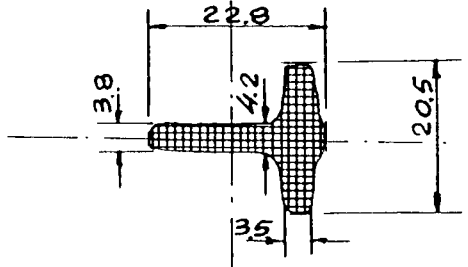
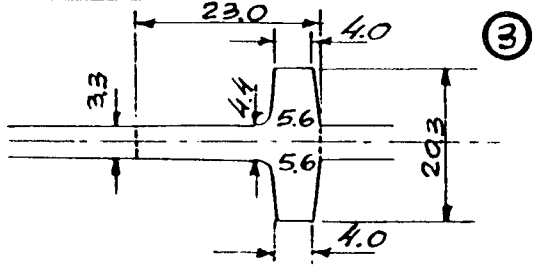
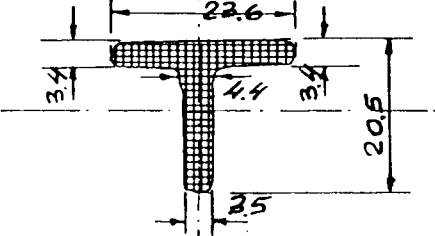
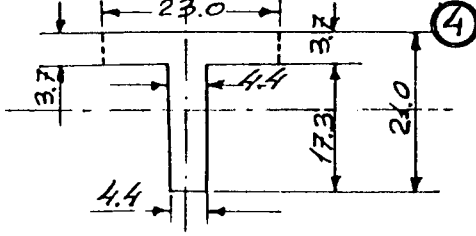
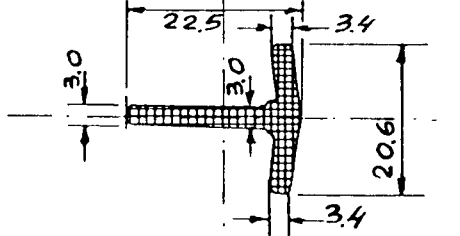
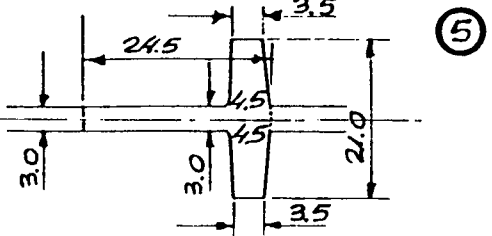
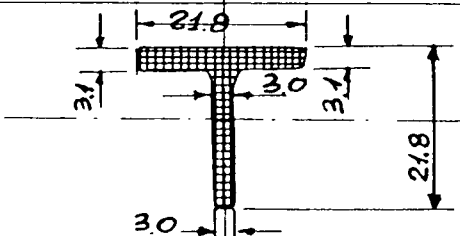
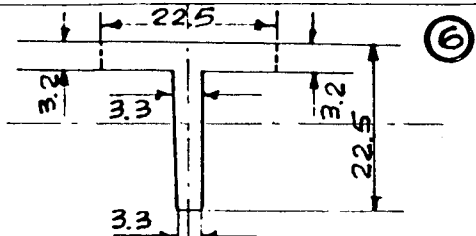
~ SECCIÓN: $\frac{3}{4}$ DE $\frac{3}{4}$ " $\frac{3}{4}$ " $\frac{4}{8}$ "

MOLINO Y SECUENCIA	SECCIÓN REAL (MUESTRA)	SECCIÓN TEÓRICA (PLANTILLA)
MOLINO DE $9\frac{1}{2}$" ~ N° 1 CASTILLO N° 1	 AREA: 292 mm² % RED: —	
MOLINO DE $9\frac{1}{2}$" ~ N° 1 CASTILLO N° 2	 AREA: 203 mm² ($\Delta = 89$) % RED: 30.5	
MOLINO DE $9\frac{1}{2}$" ~ N° 1 CASTILLO N° 2	 AREA: 164 mm² ($\Delta = 39$) % RED: 19.2	
MOLINO DE $9\frac{1}{2}$" ~ N° 1 CASTILLO N° 2	 AREA: 145 mm² ($\Delta = 19$) % RED: 11.6	
MOLINO DE $9\frac{1}{2}$" ~ N° 1 CASTILLO N° 3	 AREA: 96 mm² ($\Delta = 49$) % RED: 33.8	

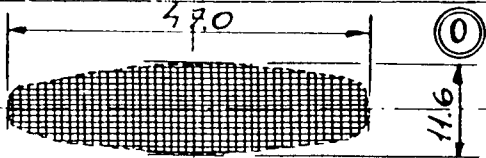
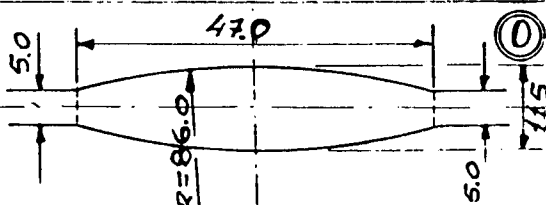
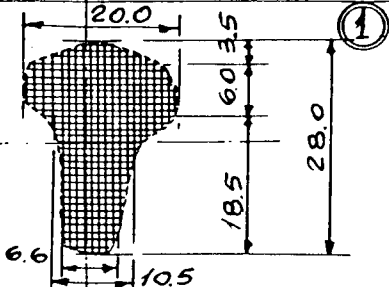
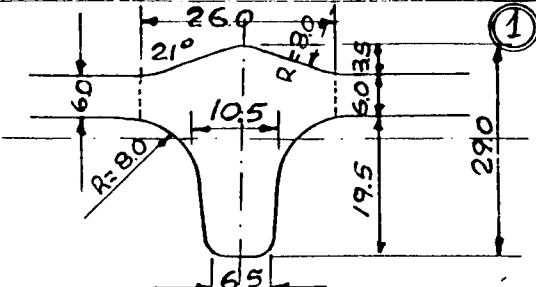
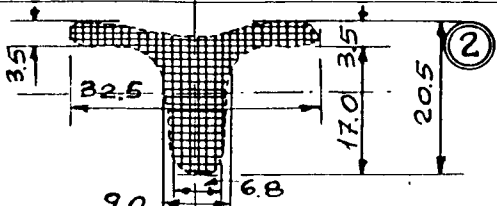
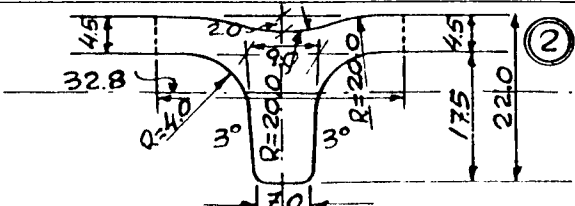
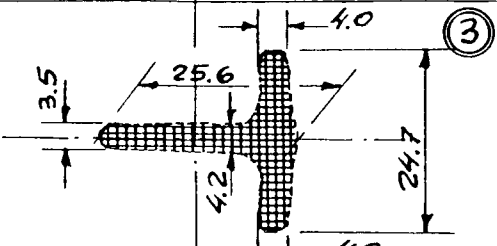
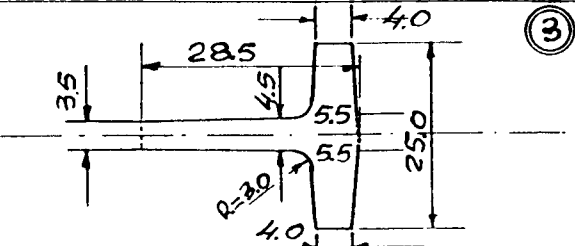
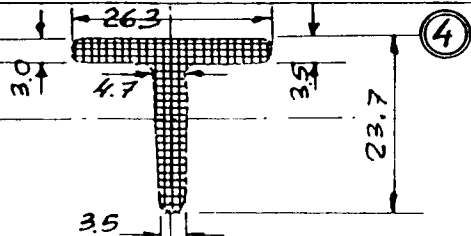
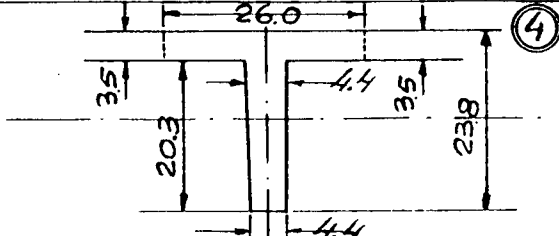
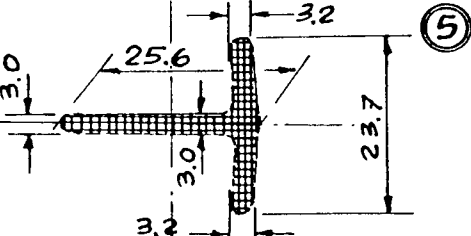
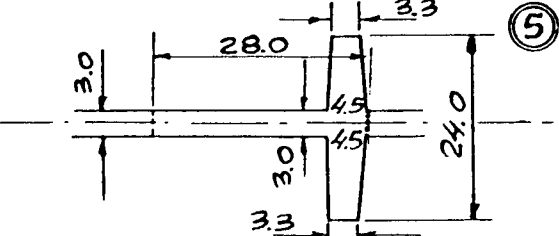
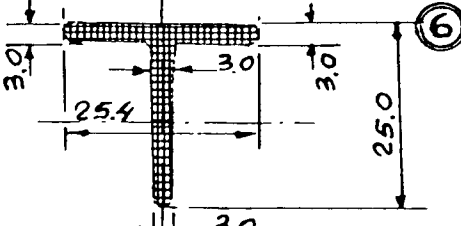
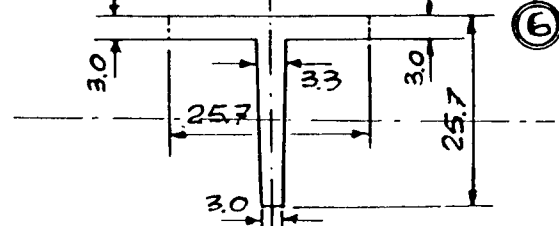
Ejemplo de calibrado 2.1.10.

Tés de alas y patas iguales de $7/8'' \times 7/8'' \times 1/8''$ y $1'' \times 1'' \times 1/8''$

~ SECCIÓN. T DE 7/8". 7/8". 1/8"

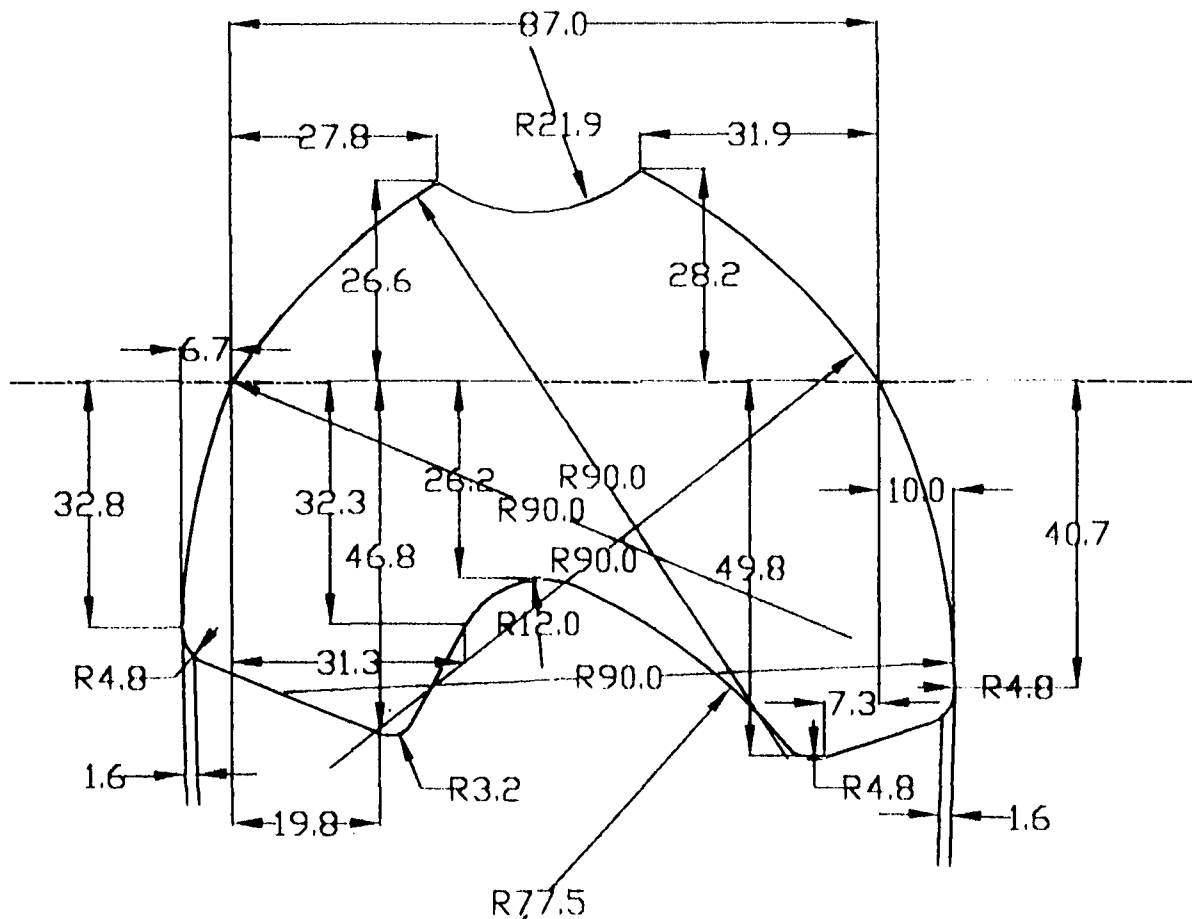
MOLINO Y SECUENCIA	SECCIÓN REAL (MUESTRA)	SECCIÓN TEÓRICA (PLANTILLA)
2A. LINEA - 420 ϕ CASTILLO N°1 - PASO 0		
3A. LINEA - 380 ϕ CASTILLO N°1 PASO 1		
4A. LINEA - 280 ϕ CASTILLO N°1 - PASO 2		
4A. LINEA - 280 ϕ CASTILLO N°2 PASO 3		
4A. LINEA - 280 ϕ CASTILLO N°3 PASO 4		
4A. LINEA - 280 ϕ CASTILLO N°4 PASO 5		
4A LINEA - 280 ϕ CASTILLO N°5 PASO 6		

SECCIÓN T DE 1" 1/8

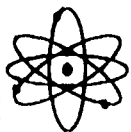
MOLINO Y SECUENCIA	SECCIÓN REAL (MUESTRA)	SECCIÓN TEÓRICA (PLANTILLA)
2ª LINEA - 420 ϕ CASTILLO N°1 - PASO 0		
3ª LINEA - 380 ϕ CASTILLO N°1 PASO 1		
4ª LINEA - 280 ϕ CASTILLO N°1 - PASO 2		
4ª LINEA - 280 ϕ CASTILLO N°2 PASO 3		
4ª LINEA - 280 ϕ CASTILLO N°3 PASO 4		
4ª LINEA - 280 ϕ CASTILLO N°4 PASO 5		
4ª LINEA - 280 ϕ CASTILLO N°5 PASO 6		

Ejemplo de calibrado 2.1.11

Zapata de freno de tranvía



AREA: 5470.2 mm²

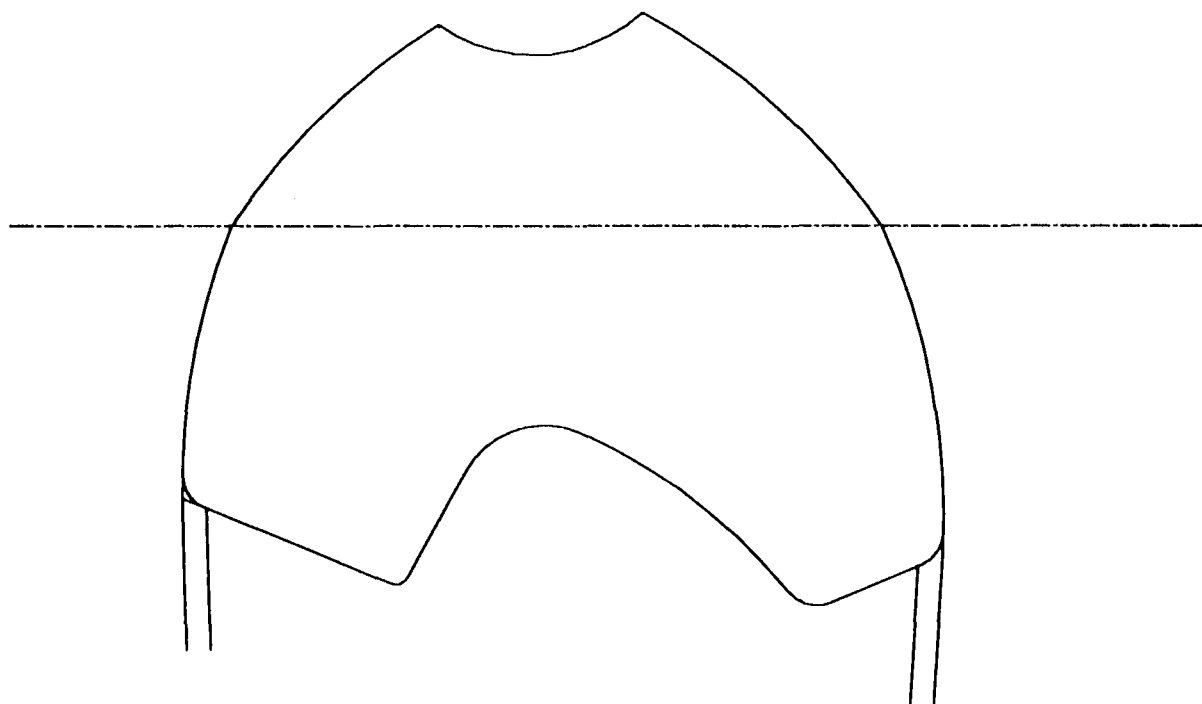


CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

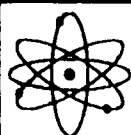
PROYECTO:

PLANO N°

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: ZAPATA DE FRENO DE TRANVIA PASADA N° 1	
DIBUJO	21/05	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Nunez P.		
APROBO		R.A. Villanueva		



AREA: 5415.6 mm²

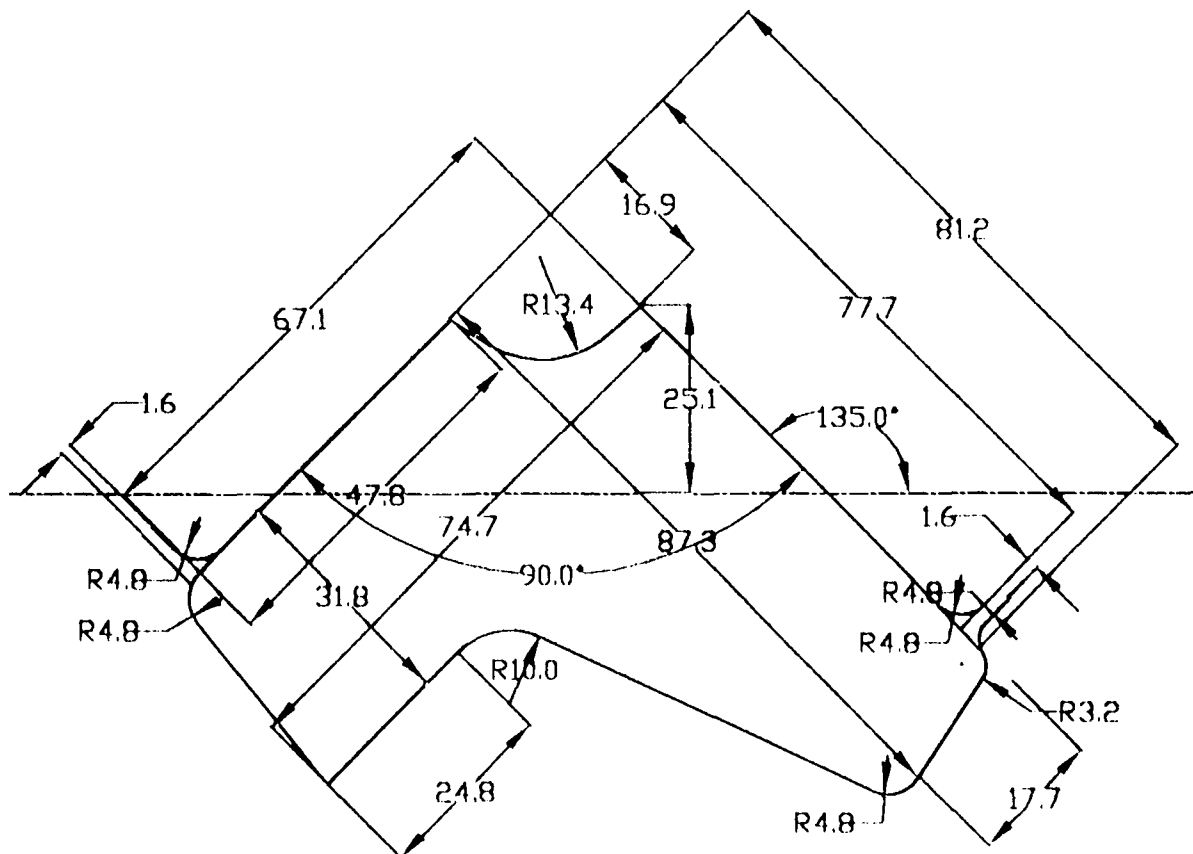


CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

PROYECTO:

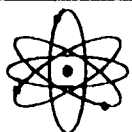
PLANO N°

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: ZAPATA DE FRENO DE TRANVIA PASADA N° 1	
DIBUJO	21/05	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Núñez P.		
APROBO	RO	R.A. Villanueva		



REDUCCION 28.10 %

AREA: 3837.7 MM²

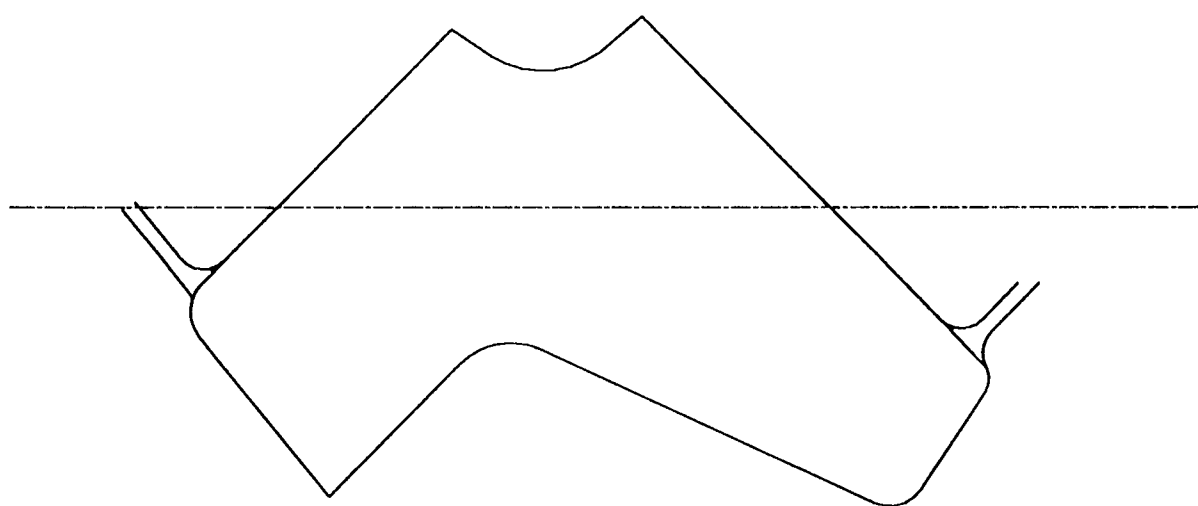


CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

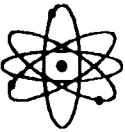
PROYECTO:

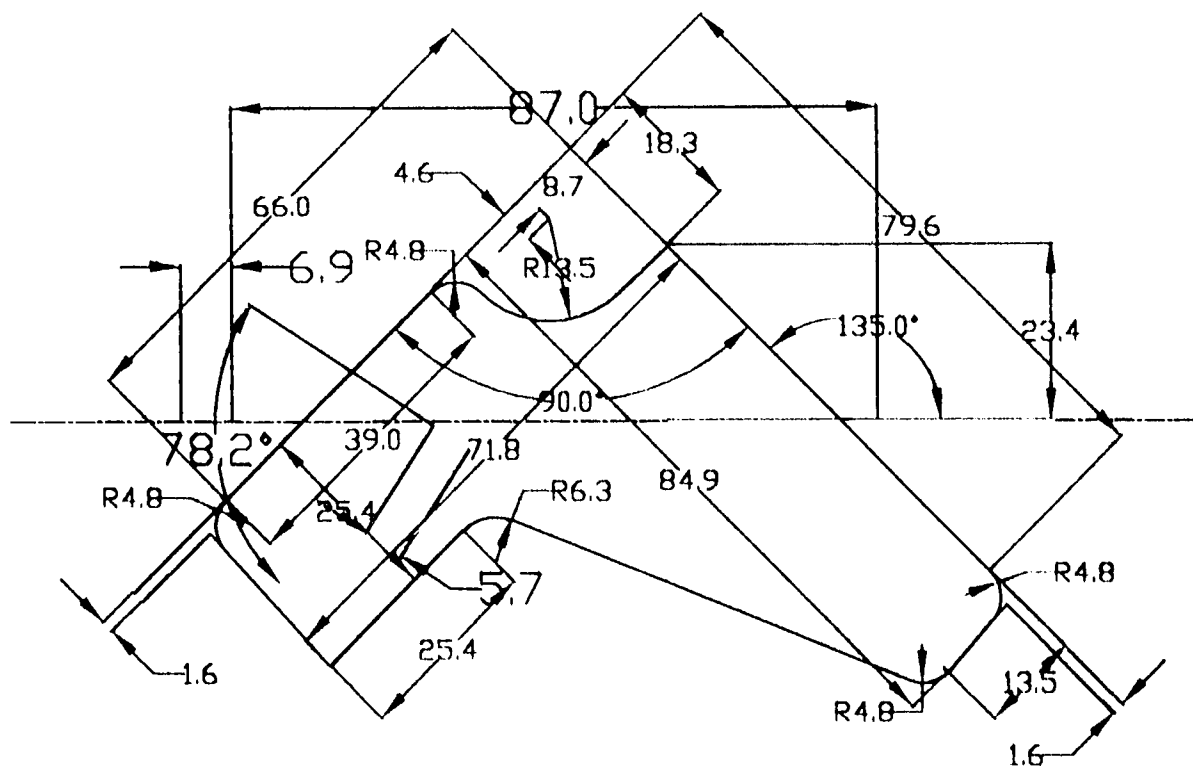
PLANO N°

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: ZAPATA DE FRENO DE TRANVIA PASADA N° 2	
DIBUJO	20/05	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Núñez P.		
APROBO	<i>RU</i>	R.A. Villanueva		



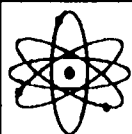
AREA: 3837.7 MM²

 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES			PROYECTO:		PLANO N°	
1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1			ACAD
PROYEC			DENOMINACION: ZAPATA DE FRENO DE TRANVIA PASADA N° 2			
DIBUJO	20/05	J.J. Tiebas				
REVISO		S.I. Núñez P.				
APROBO		R. Villanueva				



REDUCCION 17.88 %

AREA: 3179.9 mm²

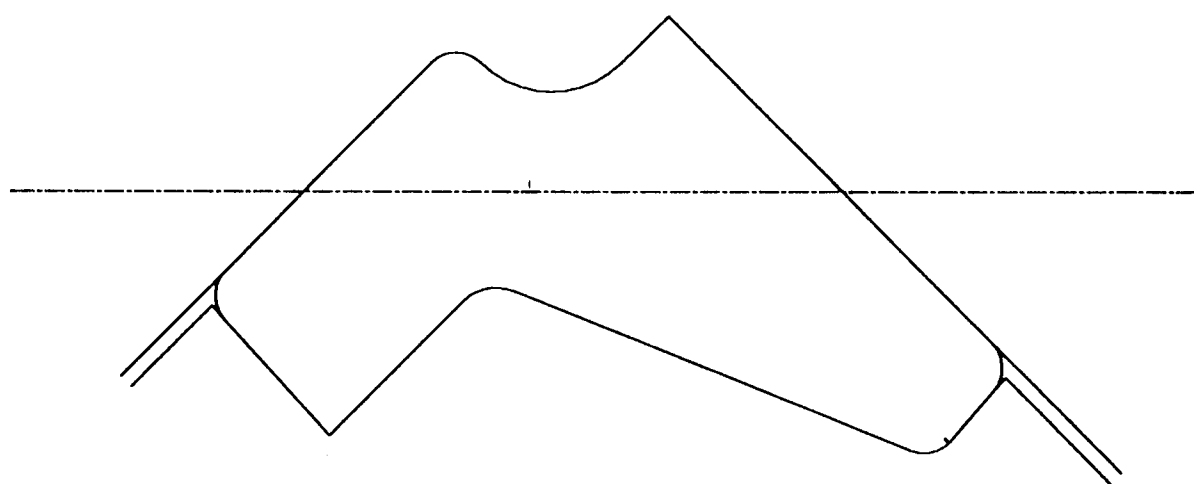


CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

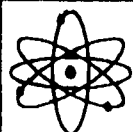
PROYECTO:

PLANO N°

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: ZAPATA DE FRENO DE TRANVIA PASADA N° 3	
DIBUJO	28/05	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Núñez P.		
APROBO		R.A. Villanueva		



AREA: 3179.9 mm²



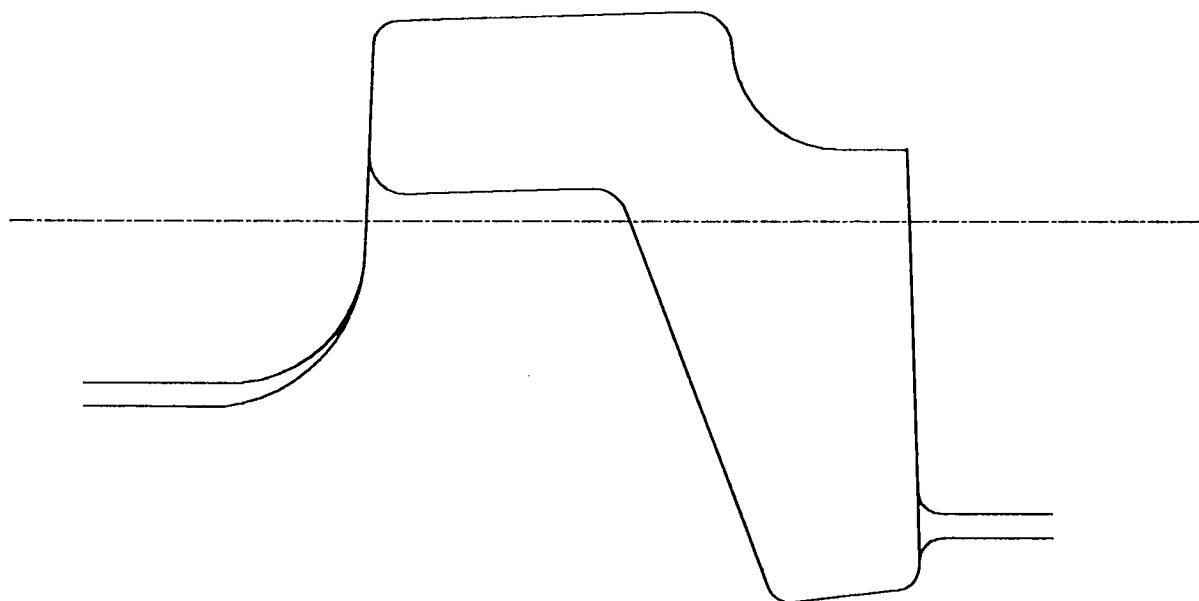
CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

PROYECTO:

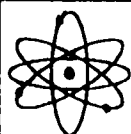
PLANO N°

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: ZAPATA DE FRENO DE TRANVIA PASADA N° 3	
DIBUJO	28/05	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Núñez P.		
APROBO	RU	R.A. Villanueva		

 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES			PROYECTO:	PLANO N°
1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION:	
DIBUJO	11/06	J.J. Tiebas	ZAPATA DE FRENO DE TRANVIA	
REVISO		S.I. Núñez P.	PASADA N° 4	
APROBO	<i>QU</i>	R.A. Villanueva		



AREA: 2868,9 mm²

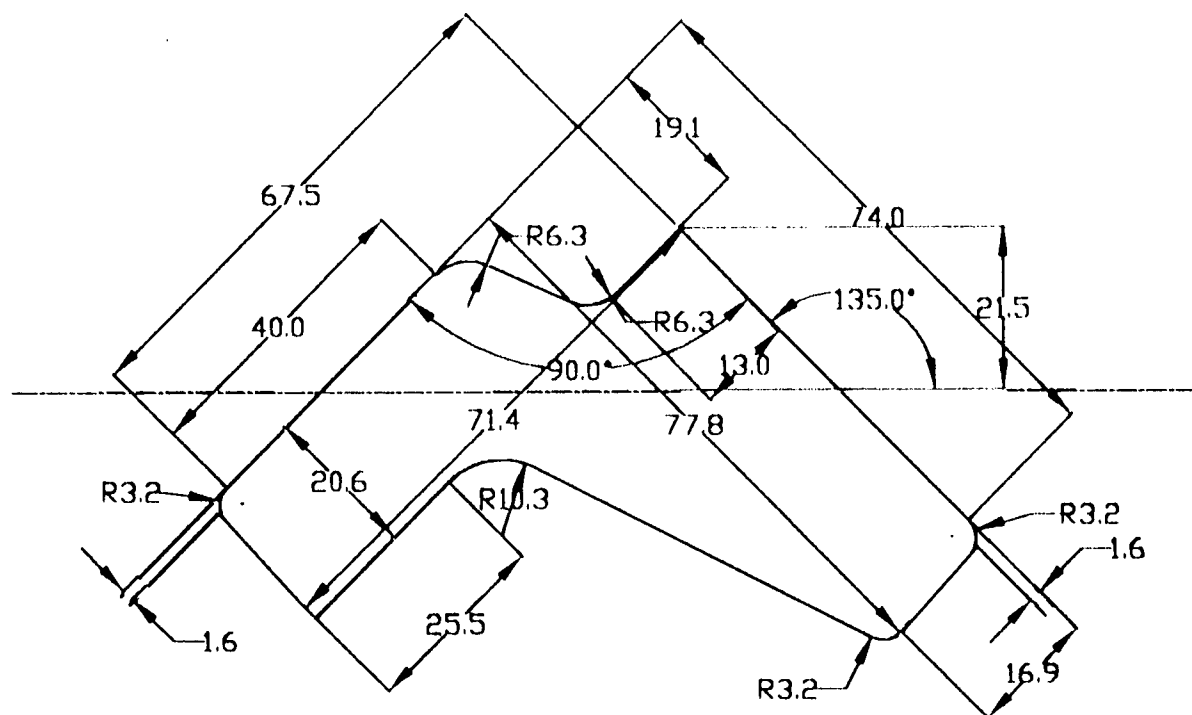


CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

PROYECTO:

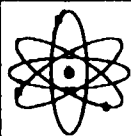
PLANO N°

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: ZAPATA DE FRENO DE TRANVIA PASADA N° 4	
DIBUJO	11/06	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Núñez P.		
APROBO		R.A. Villanueva		



REDUCCION 6.28 %

AREA: 2719.4 mm²

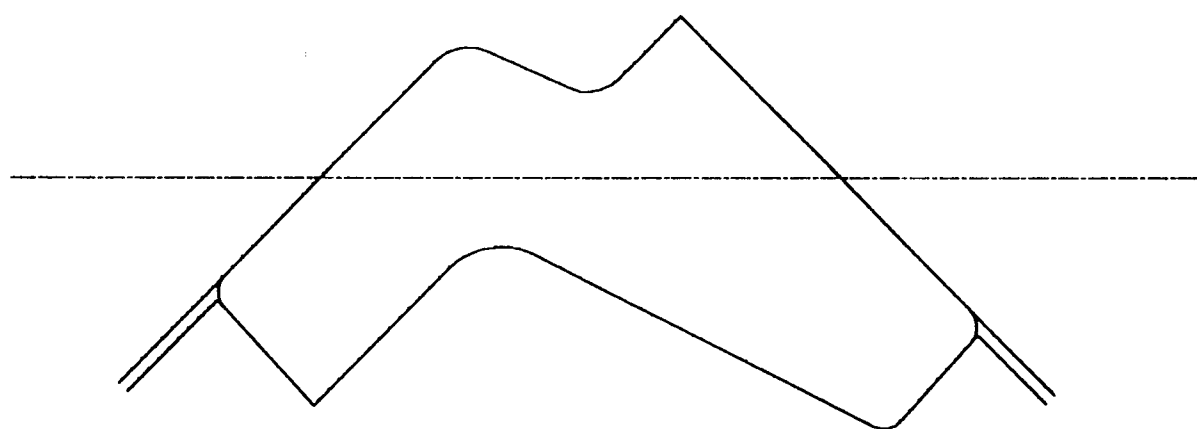


CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

PROYECTO:

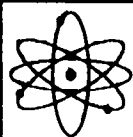
PLANO N°

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: ZAPATA DE FRENO DE TRANVIA PASADA N° 5	
DIBUJO	17/06	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Núñez P.		
APROBO		R.A. Villanueva		



REDUCCION 6.28 %

AREA: 2719.4 mm²

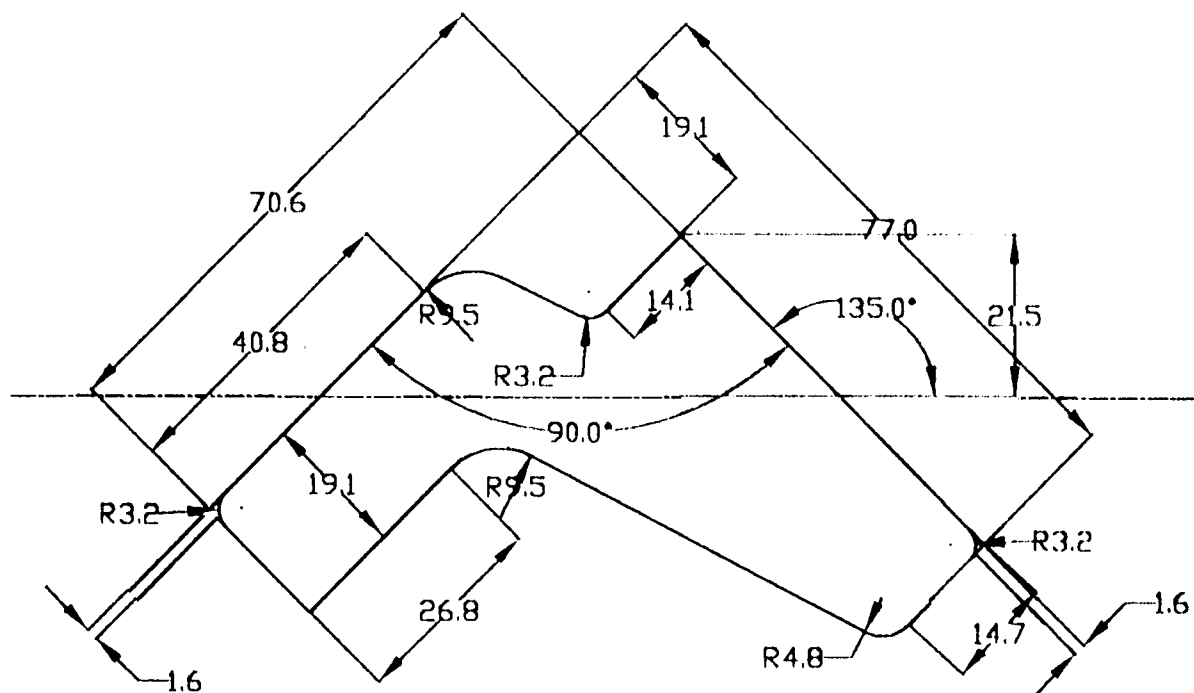


CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

PROYECTO:

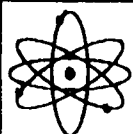
PLANO N°

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: ZAPATA DE FRENO DE TRANVIA PASADA N° 5	
DIBUJO	17/06	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Núñez P.		
APROBO	QU	R.A. Villanueva		



REDUCCION 6.94 %

AREA: 2567.6 mm²

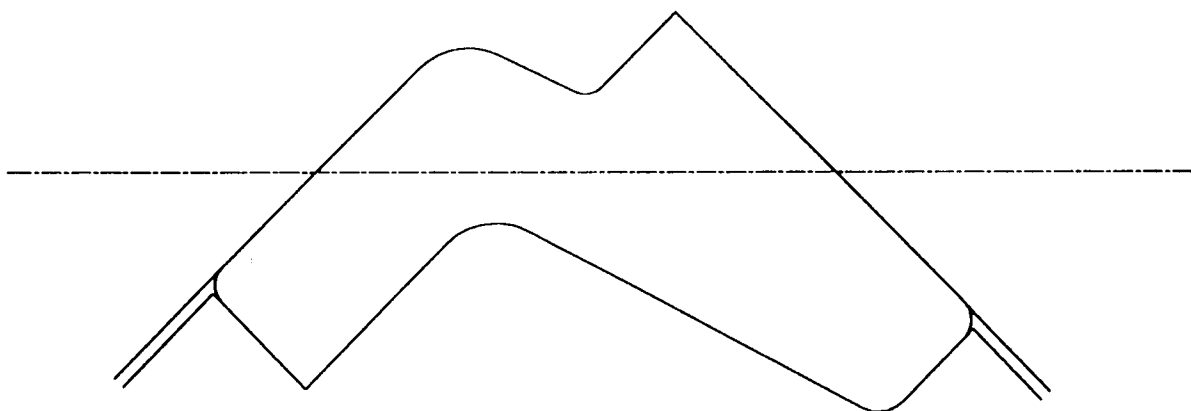


CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

PROYECTO:

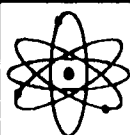
PLANO N°

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: ZAPATA DE FRENO DE TRANVIA PASADA N° 6	
DIBUJO	18/06	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Núñez P.		
APROBO	QU	R.A. Villanueva		



REDUCCION 6.94 %

AREA: 2567.6 mm²



CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

PROYECTO:

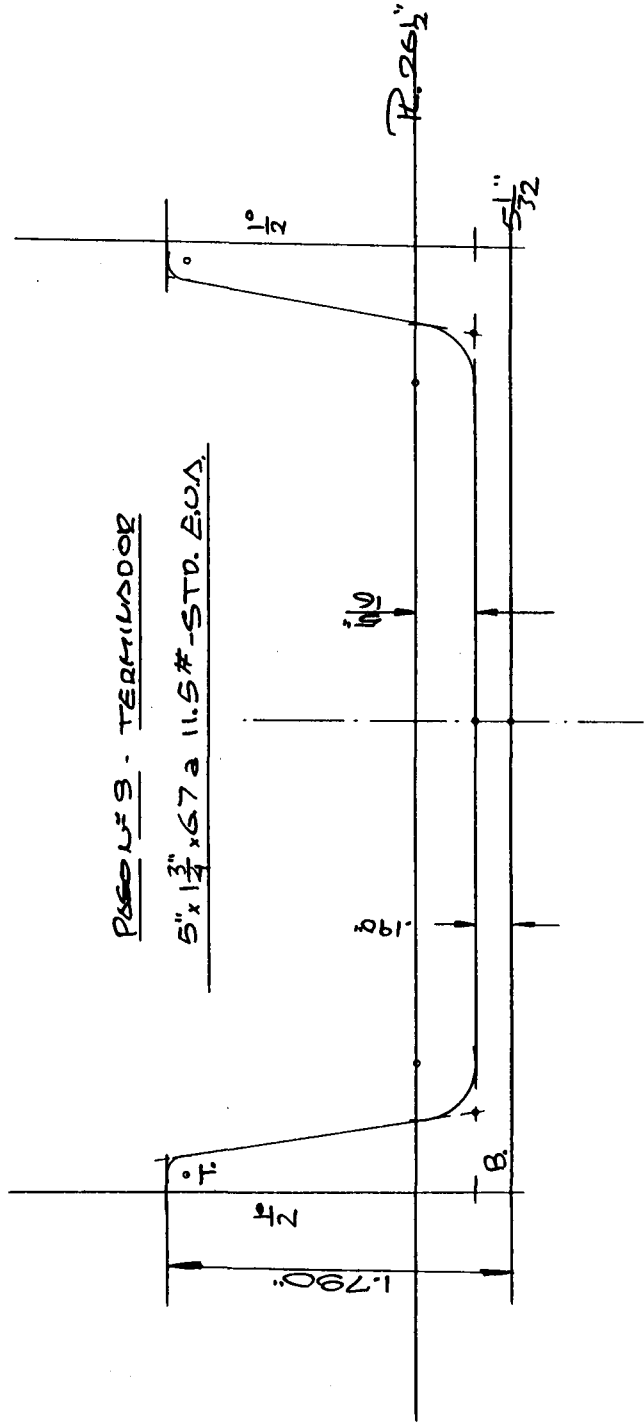
PLANO N°

1998	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: ZAPATA DE FRENO DE TRANVIA PASADA N° 6	
DIBUJO	18/06	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Núñez P.		
APROBO	QU	R.A. Villanueva		

Ejemplo de calibrado 2.1.12

U – “canal” – “channel” estándar EUA de 5”

11



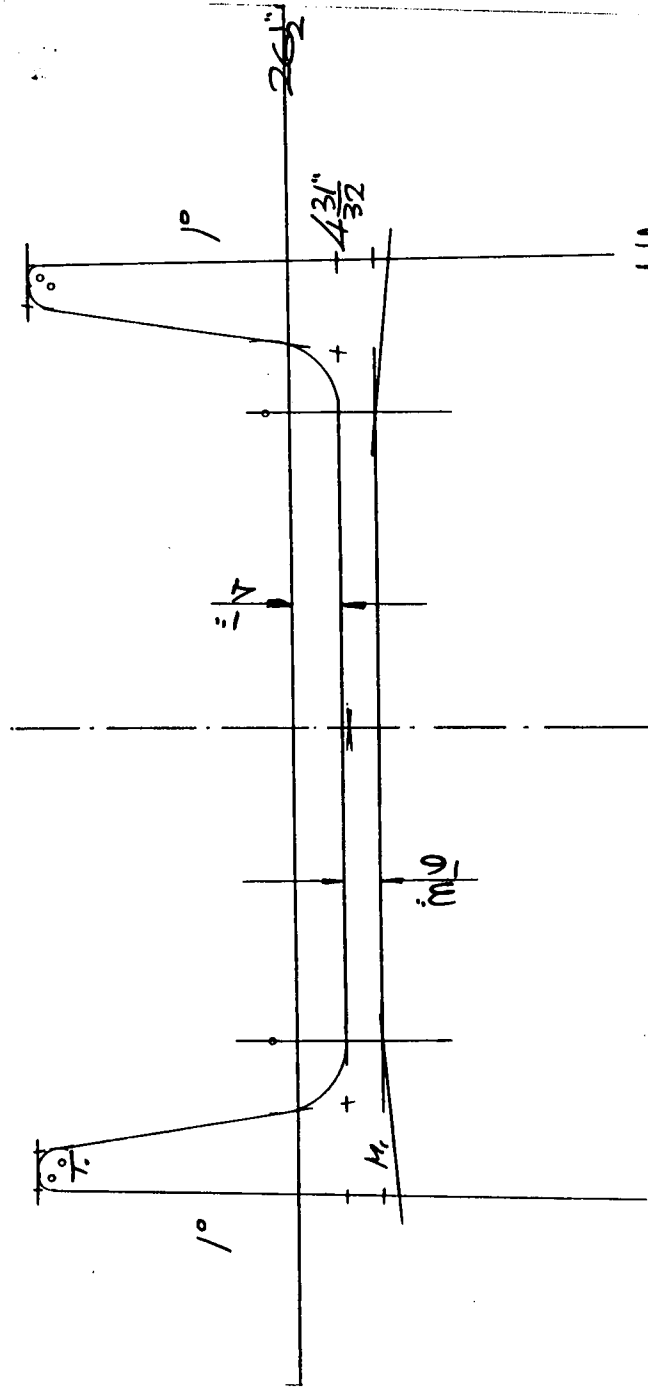
PROJ. 3 - TERMINUS
5" x 12" x 67 @ 11.5# - STD. BUA

S.H.S.A. - 23" MILL. SLD. #3 - D.D.C. 23-11-2-E-63

23-VII-63

PASS #3-LEADER

U.S.S. 5" L

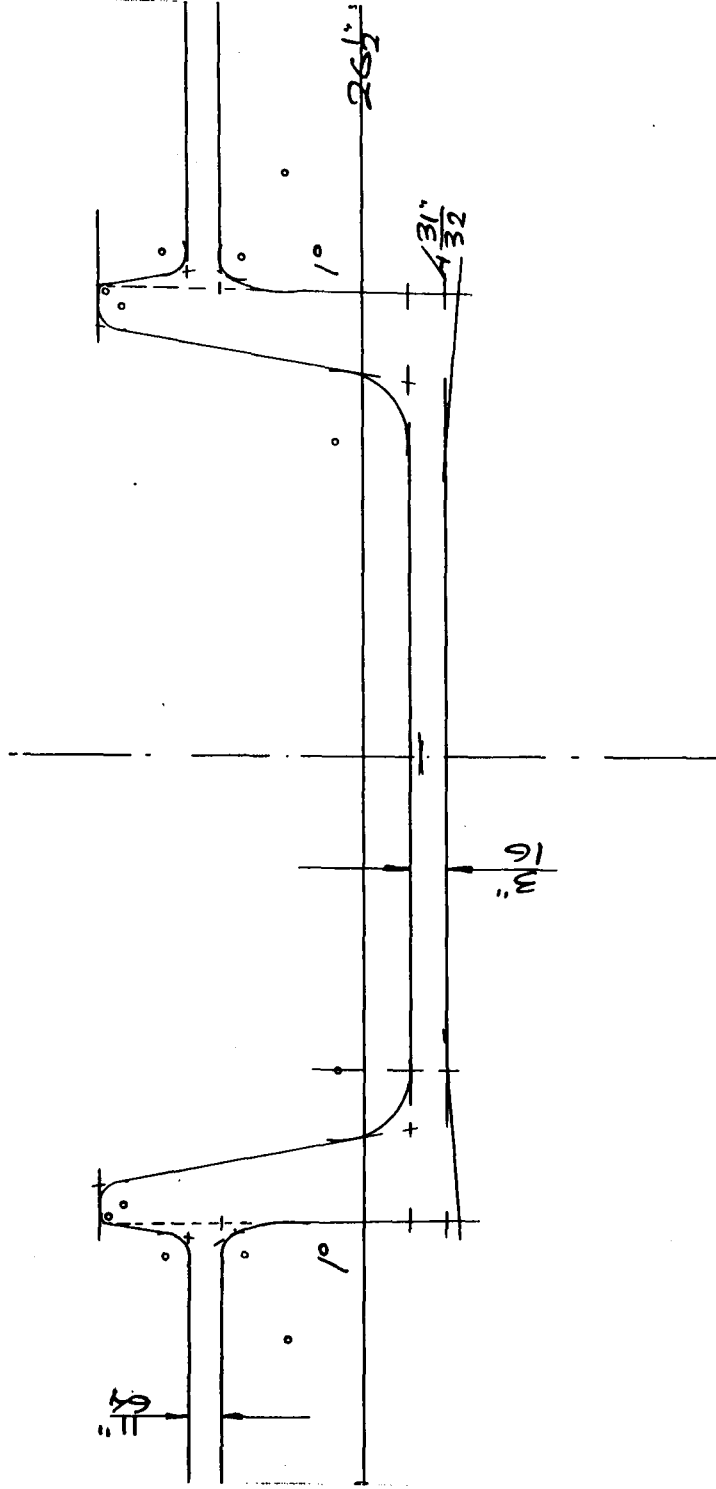


S.H.S.A. - 23" HULL-STD #2- J.S.S.
15-V-62

24-V-63

Pass # B-6450ER

5" USSTO. L

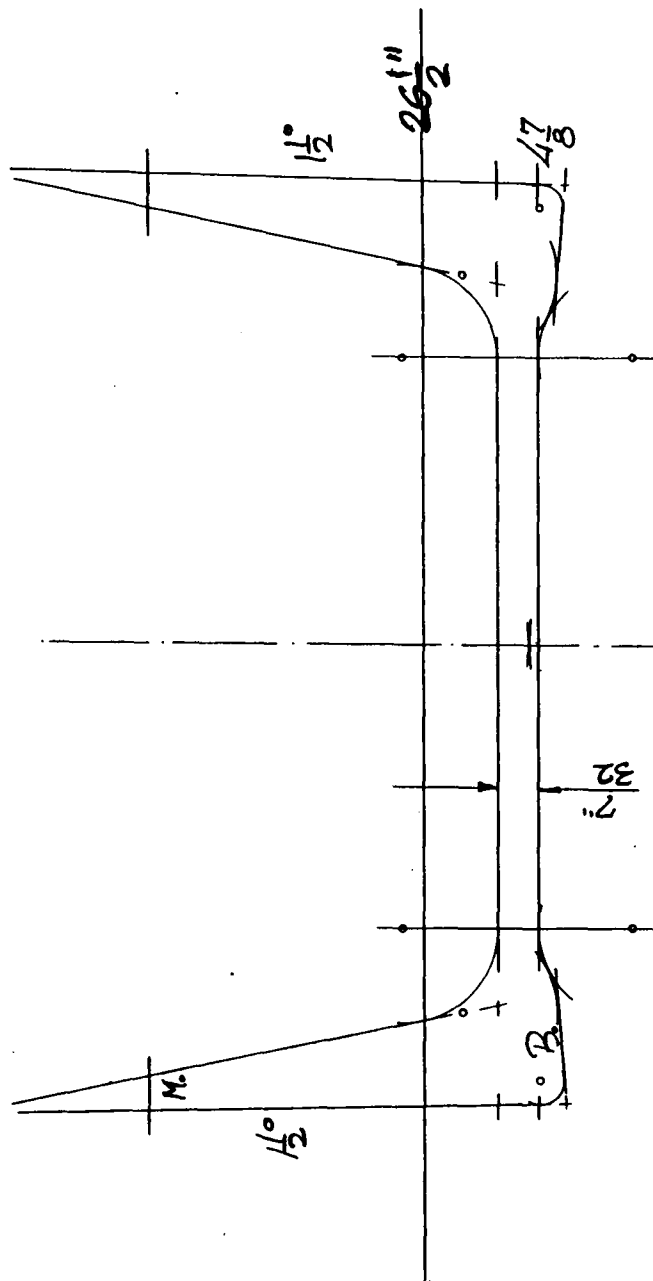


S.M.S. A. - 23" MILL - STOP 2 - 22-III-62 J.S.S. ("NEW SETS")

W.H.
23.VI.63

Pass #17

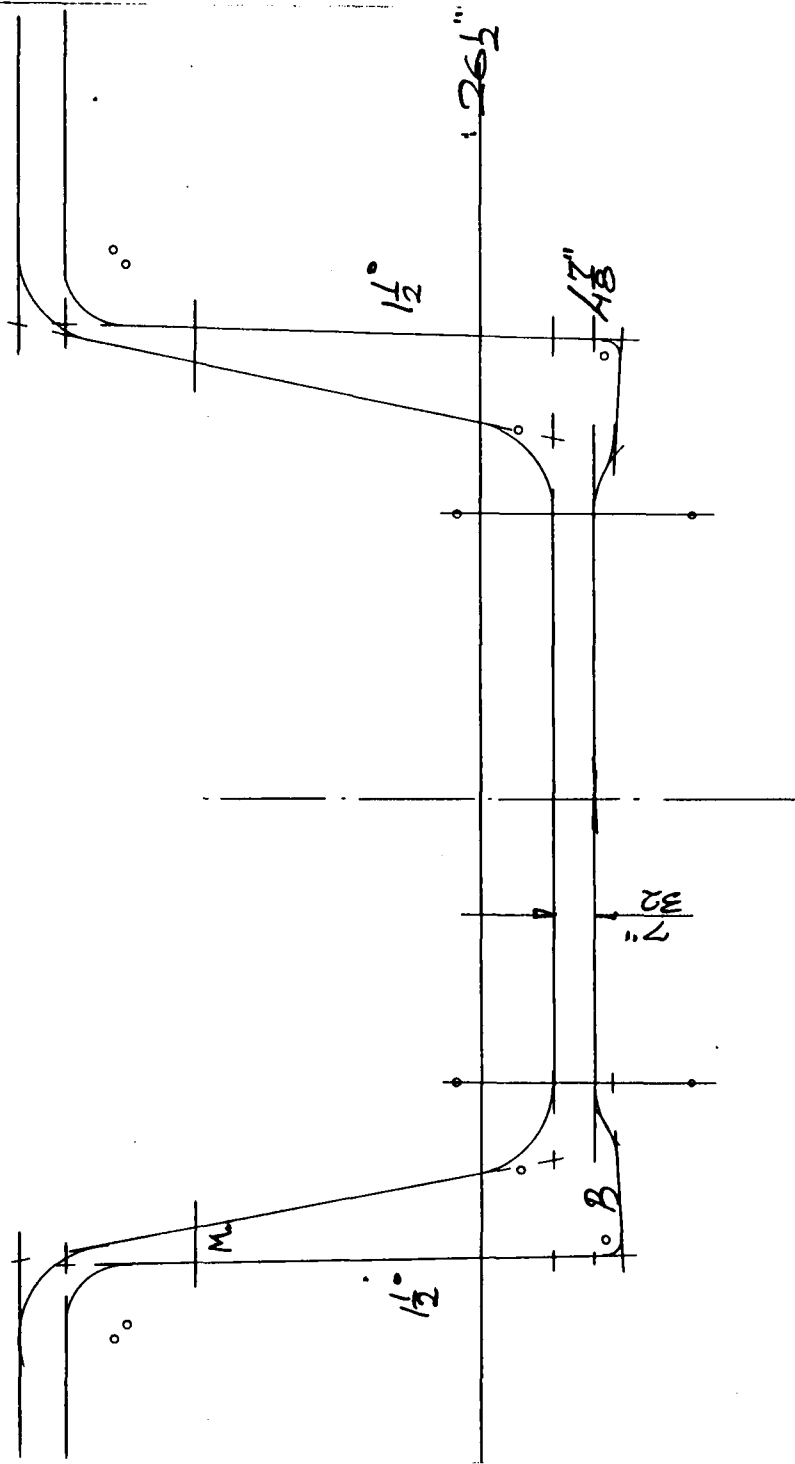
9" U.S. STAL W



"S.L.S.S. - 23 MILL ST O.#2 - J.S.S.
15.V.62
24.V.63

PSS #7

8" U.S.S.T.O.L

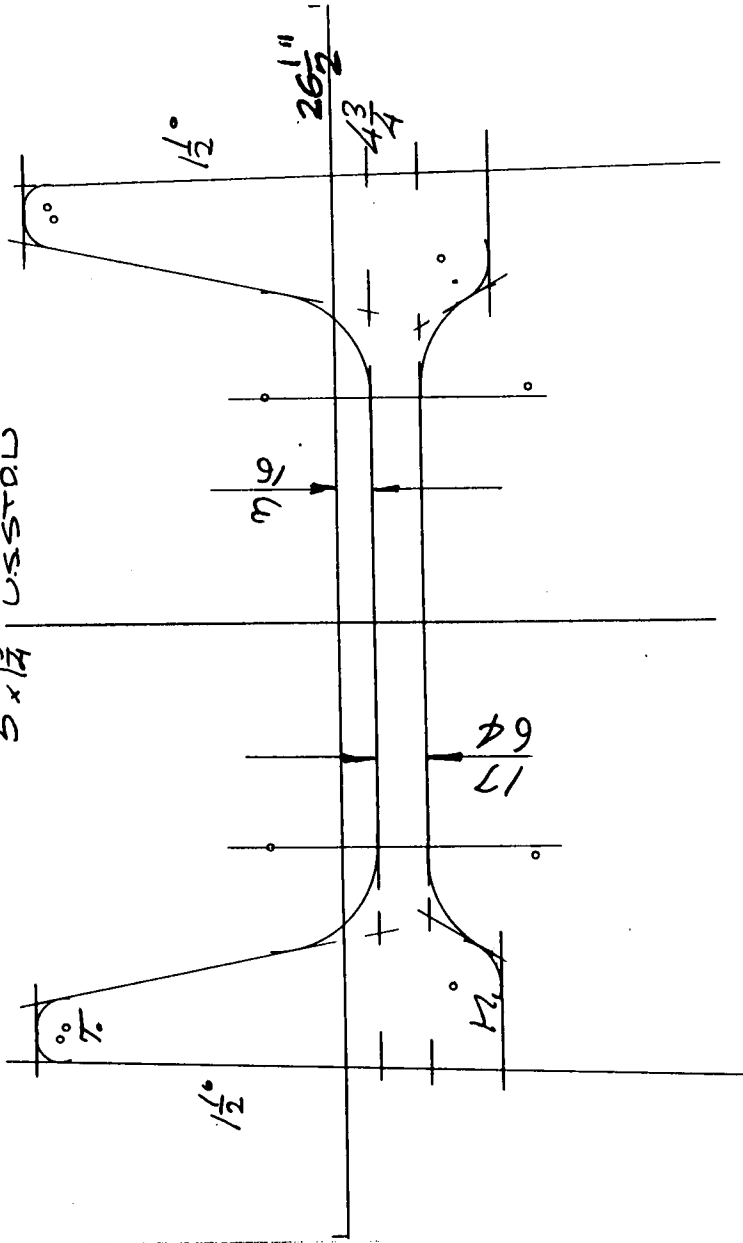


S.M.S.A. - 23" MILL-STO. #2 - J.S.S. - 23.III.62 (New set)


23.III.62

Pass #6

5" x 3" U.S. STD L



S.H.S.A. - 2317111. STD #2

15-V-62-7.S.S.

24-4-68

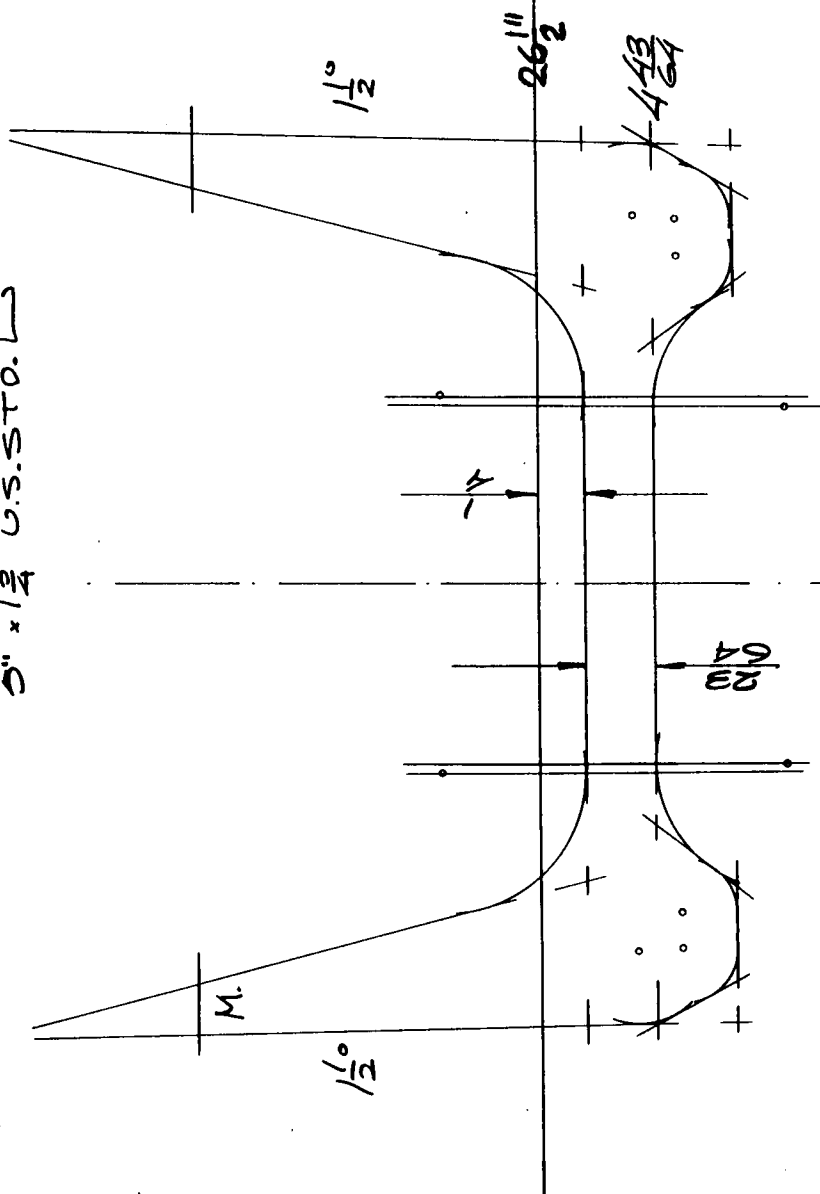
[illegible]

S.S.S. - 28th Mill. - STO# 2 - J.S.S. - 23.III.62 (NEW SETS¹¹⁰)

22-VII-63
"Lew 5671"

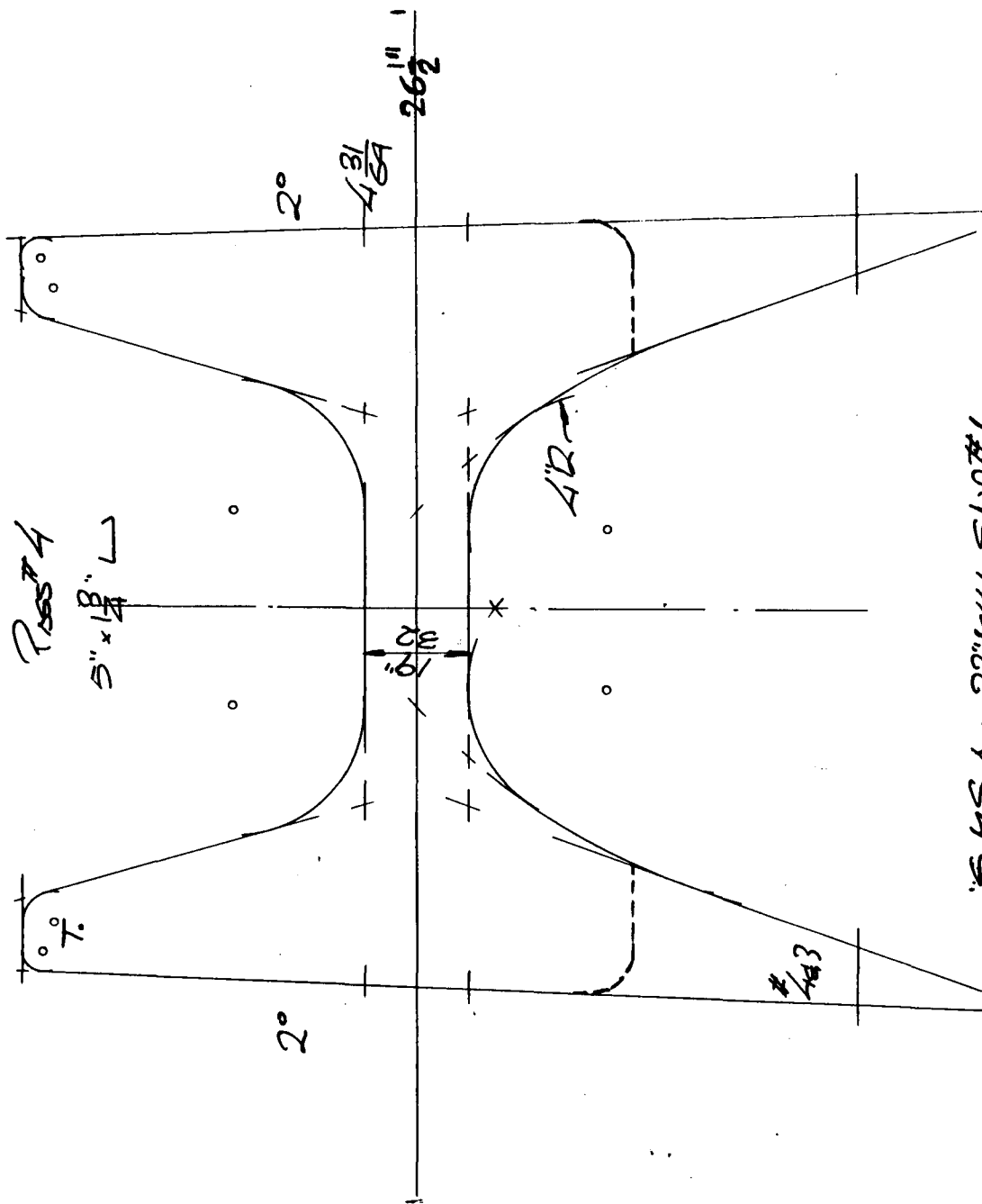
Pass #5

5" x 1 3/4" U.S. STD. L



"S.F.S.S. - 23 MIL. STD #1 - J.S.S. - 15-V-62

[Signature]
24-463

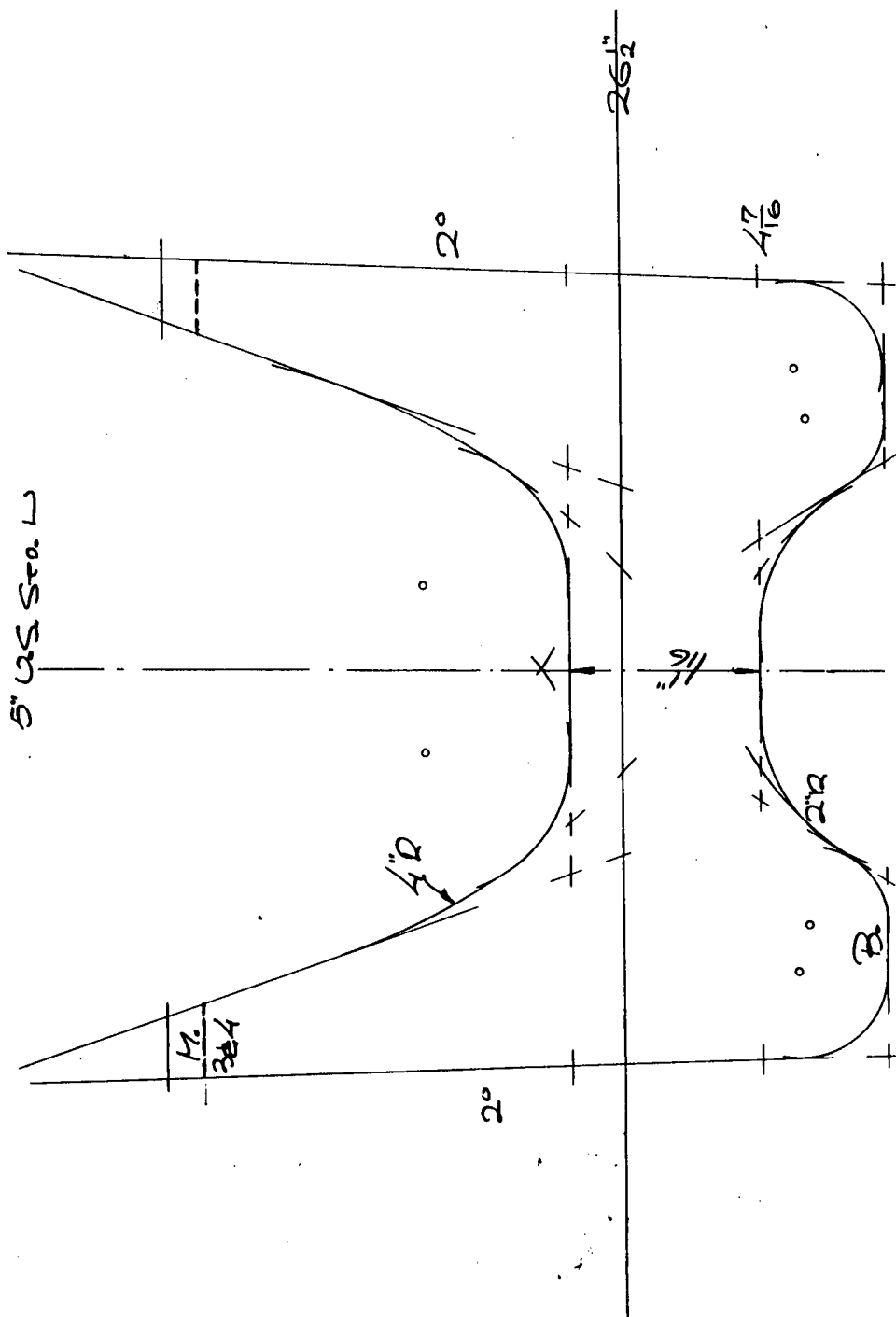


S.H.S.A. - 23" HILL-SLO. #1

J.S.S. - 15-V-62

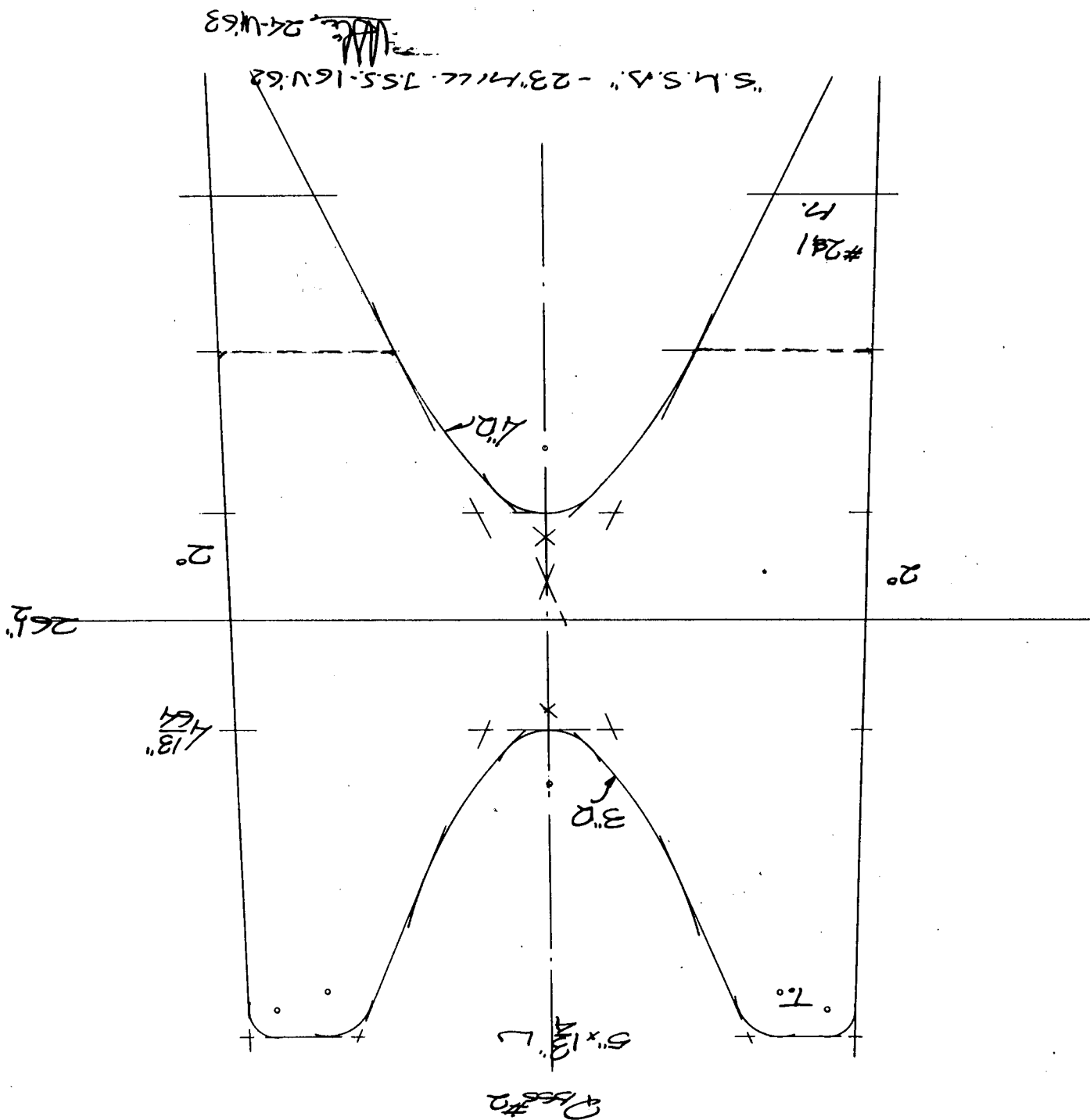
[Signature]
24-V-63

5. 25550.17



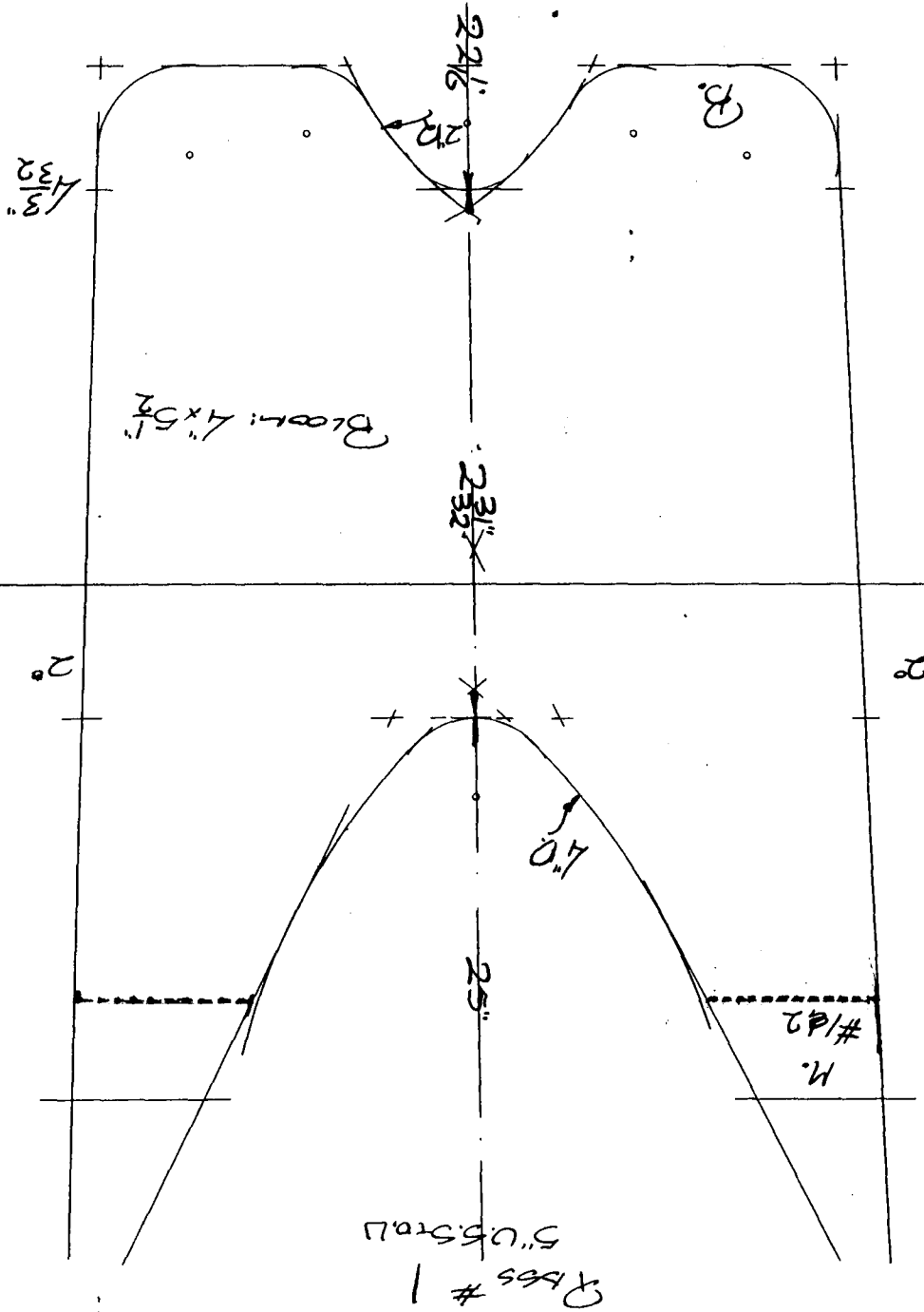
"S.W.S.S." - 23" H x 6" W - STD # 1 J.S.S. - 16-N-62

22-VI-63



"S.H.S.S." - STD #1 - D.O.C. 23-25-35.5-16-V-62

Wf. 24-11-68



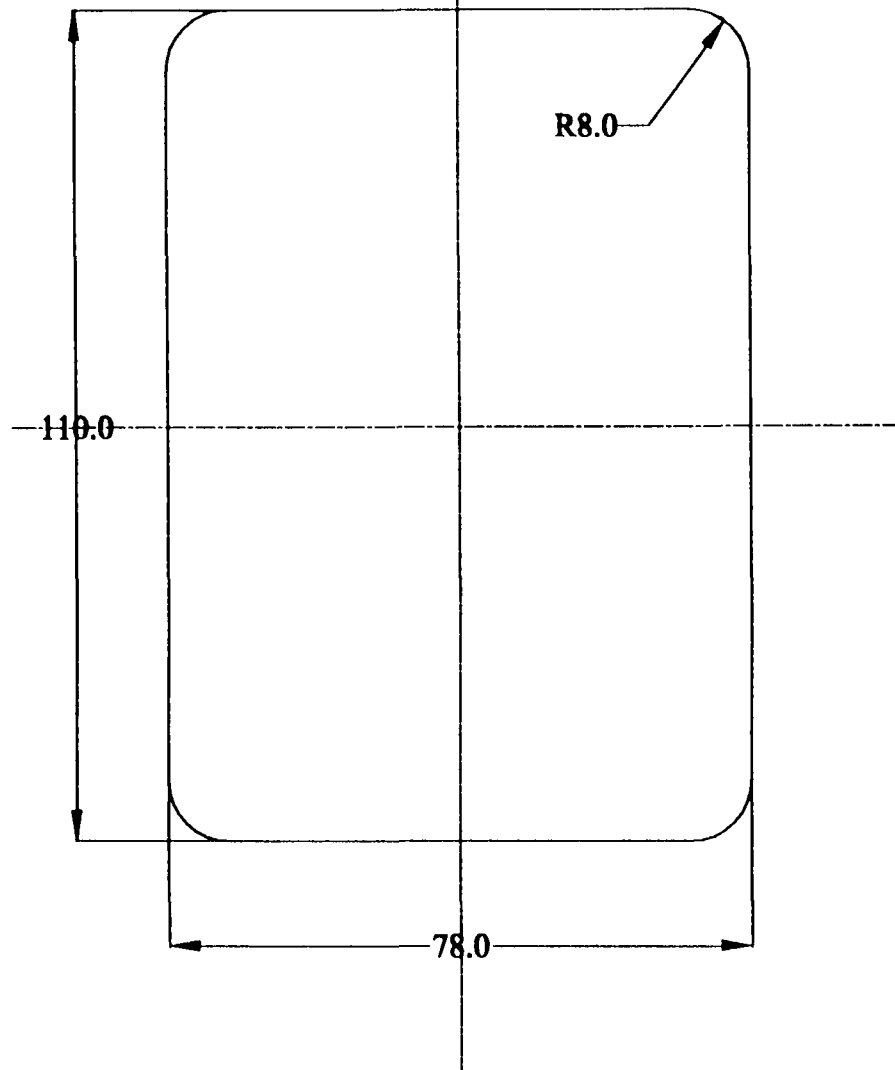
24-III-63
H.C.

4" x 5 1/2" BLOOM
5" U.S.S. 10.17

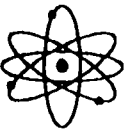
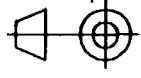
11

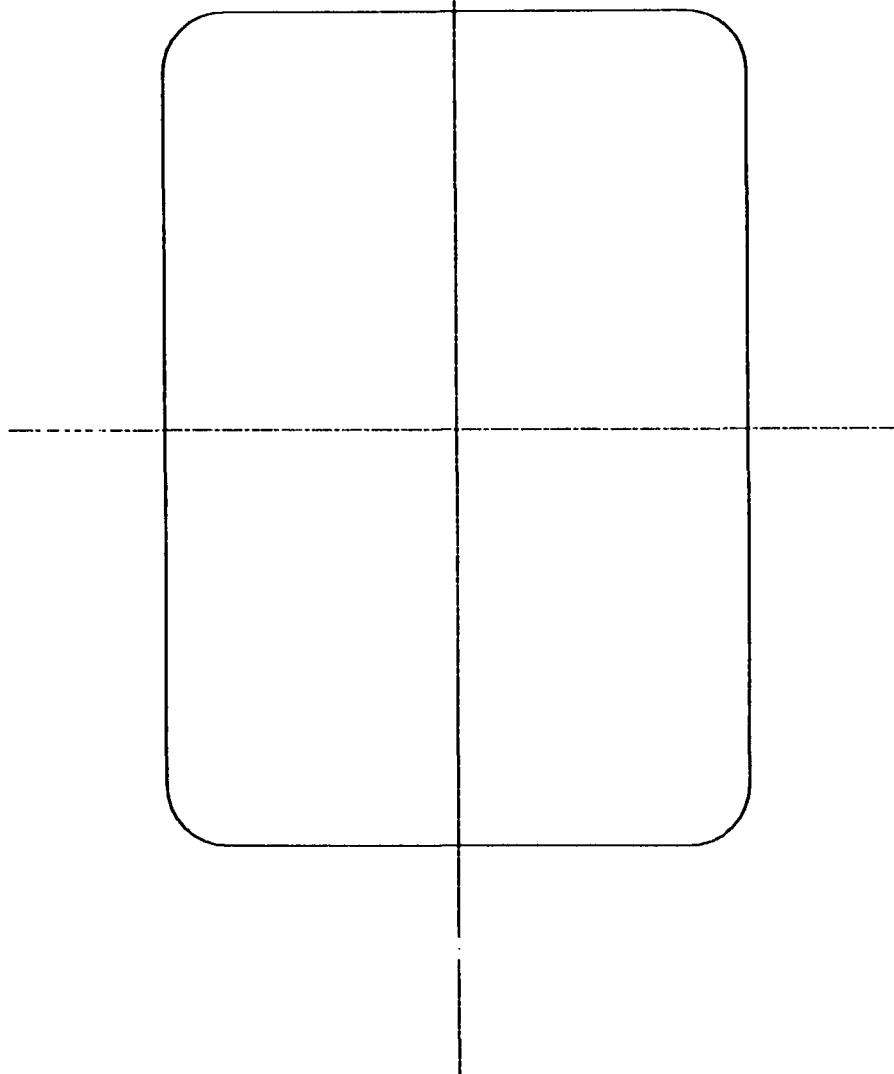
Ejemplo de calibrado 2.1.13

U – “canal” – “channel” estándar EUA de 4”

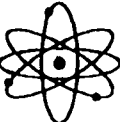
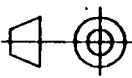


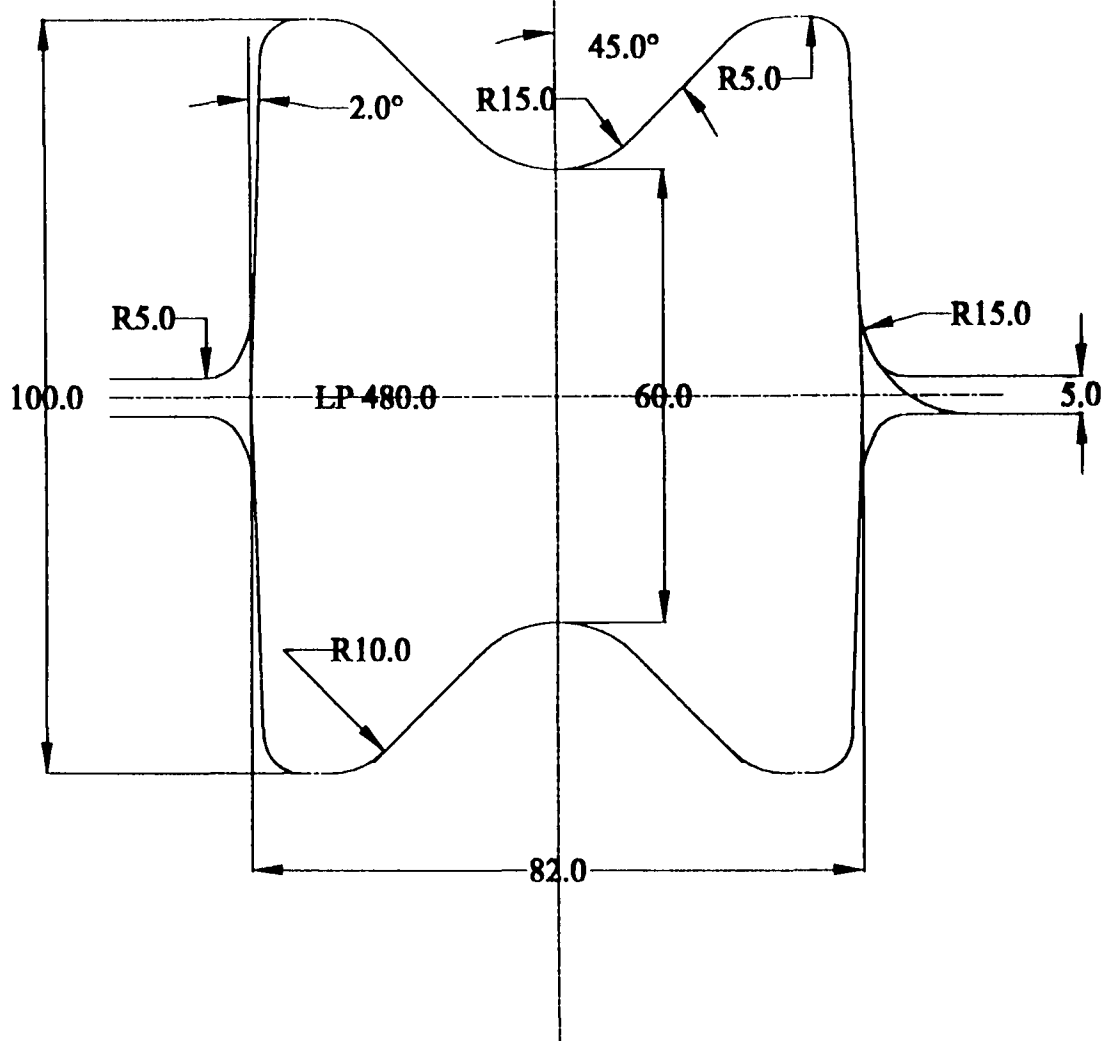
AREA: 8525.1 mm²

 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES			ISO (B) 		PLANO N°	
					PROYECTO:	
1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1			ACAD
PROYEC	23/4/72	R.A. Villameva	DENOMINACION: CANAL (VIGA U) de 4" (101.6 mm) STANDARD HEUA PASADA N° 0 (ENTRADA)			
DIBUJO	08/04	J.J. Tiebas				
REVISO		S.I. Núñez P.				
APROBO		R.A. Villameva				



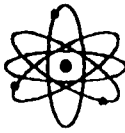
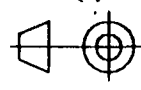
AREA: 8525.1 mm²

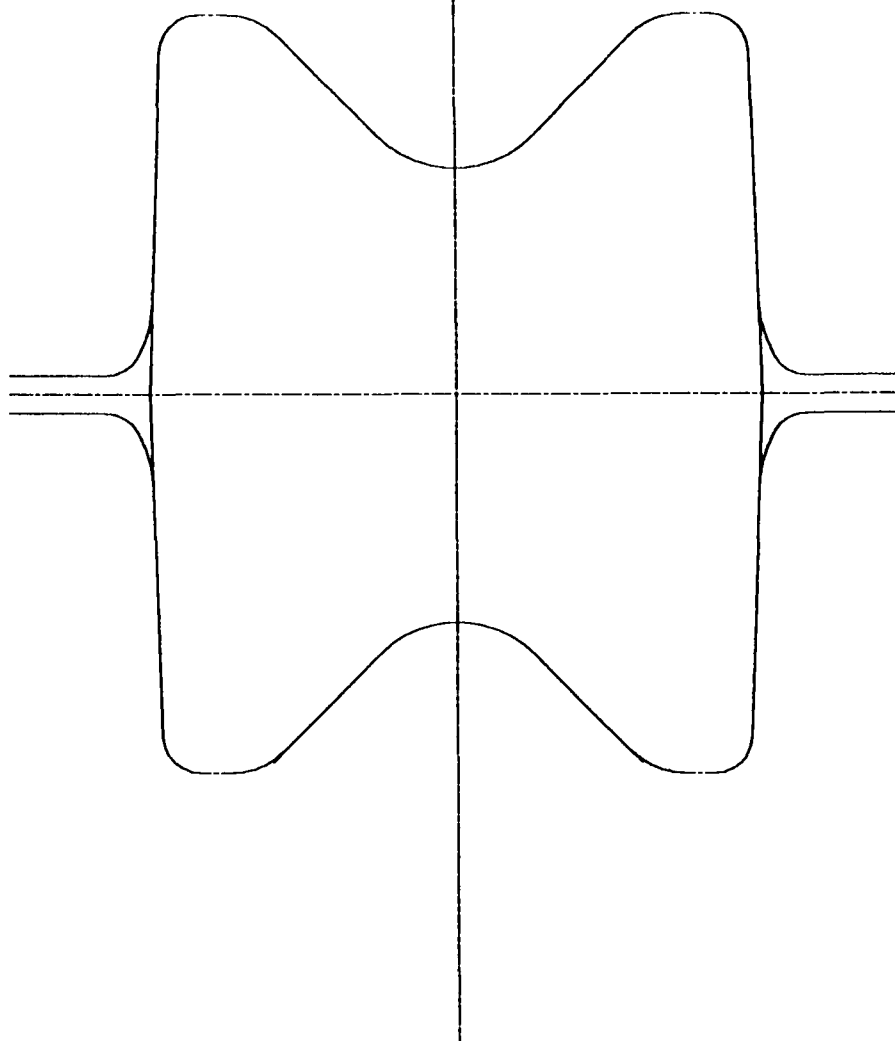
 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES			ISO (E) 		PLANO N°	
					PROYECTO:	
1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1			ACAD
PROYEC	23/4/72	R.A. Villanueva	DENOMINACION: CANAL (VIGA U) de 4" (101.6 mm) STANDARD EBUA PASADA N° 0 (ENTRADA)			
DIBUJO	08/04	J.J. Tobias				
REVISO		S.I. Núñez P.				
APROBO	QU	R.A. Villanueva				



REDUCCION: 15.39 %

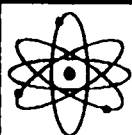
AREA: 7213.2 mm²

 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES			ISO (B) 		PLANO N°
					PROYECTO:
1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1		ACAD
PROYEC	09/4/72	R.A. Villanueva	DENOMINACION: CANAL (VIGA U) de 4" (101.6 mm) STANDARD BEUA PASADA N° 1		
DIBUJO	09/04	J.J. Tiebas			
REVISO		S.I. Nómez P.			
APROBO		R.A. Villanueva			



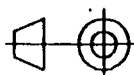
REDUCCION: 15.39 %

AREA: 7213.2 mm²



CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

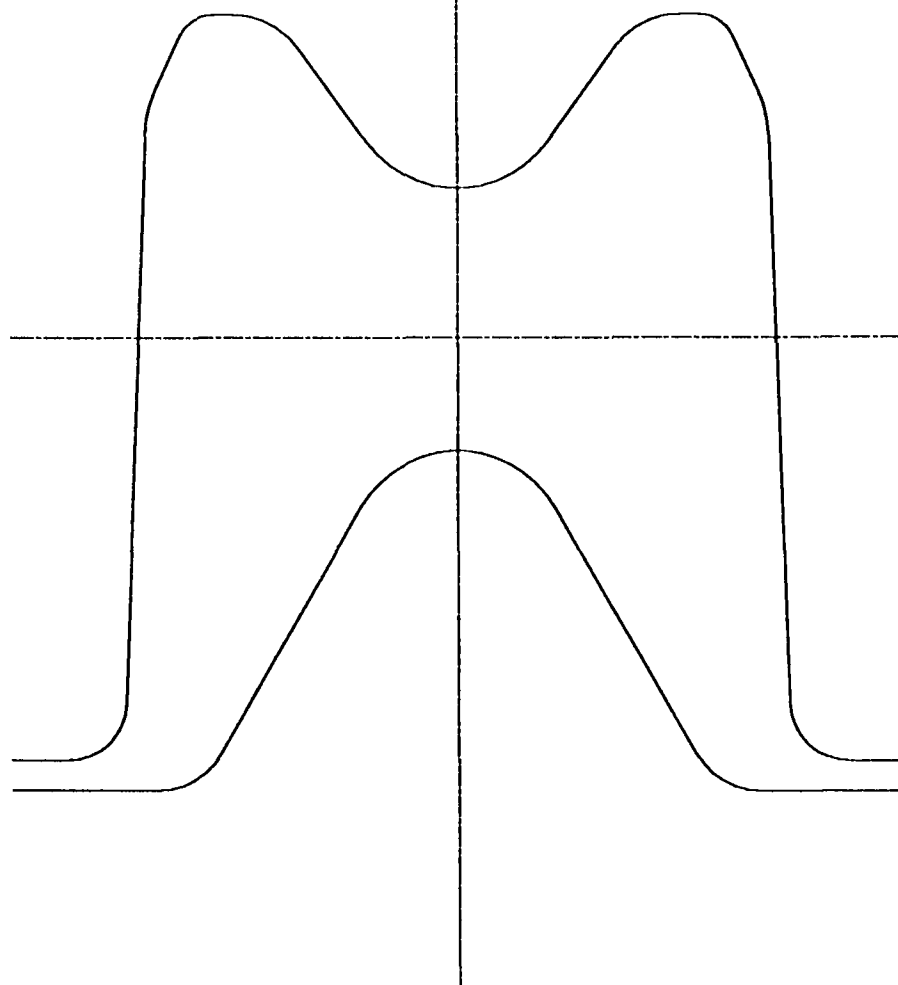
ISO (E)



PLANO N°

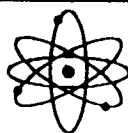
PROYECTO:

1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC	09/4/72	R.A. Villameva	DENOMINACION: CANAL (VIGA U) de 4" (101.6 mm) STANDARD BBUA PASADA N° 1		
DIBUJO	09/04	J.J. Tobias			
REVISO		S.I. Núñez P.			
APROBO	RU	R.A. Villameva			



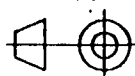
REDUCCION: 13.73 %

AREA: 6222.8 mm²



CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

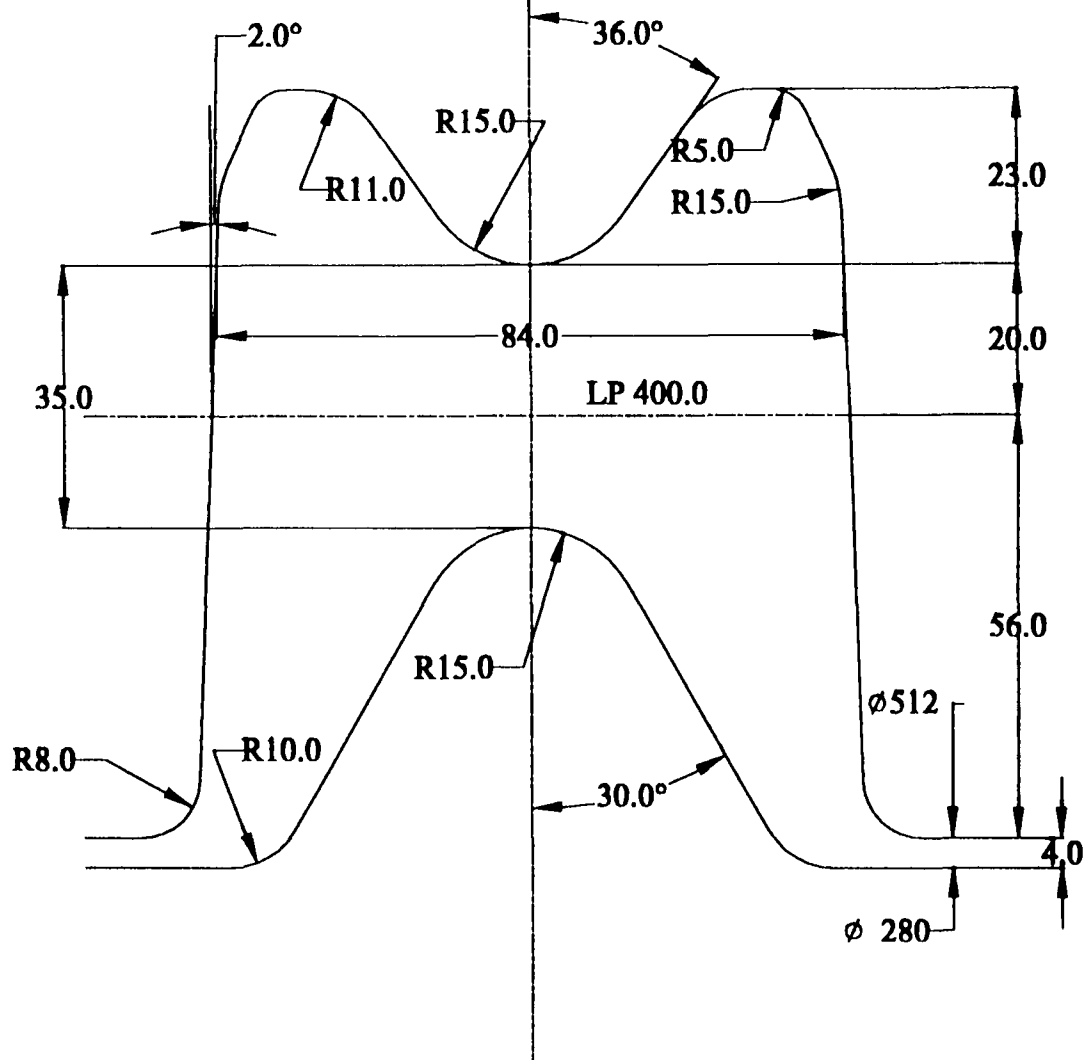
ISO (B)



PLANO N°

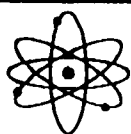
PROYECTO:

1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC	23/4/72	R.A. Villanueva	DENOMINACION: CANAL (VIGA U) de 4" (101.6 mm) STANDARD BEUA PASADA N° 2		
DIBUJO	13/04	J.J. Tobias			
REVISO		S.I. Núñez P.			
APROBO	QU	R.A. Villanueva			



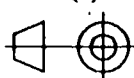
REDUCCION: 13.73 %

AREA: 6222.8 mm²



CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

ISO (B)

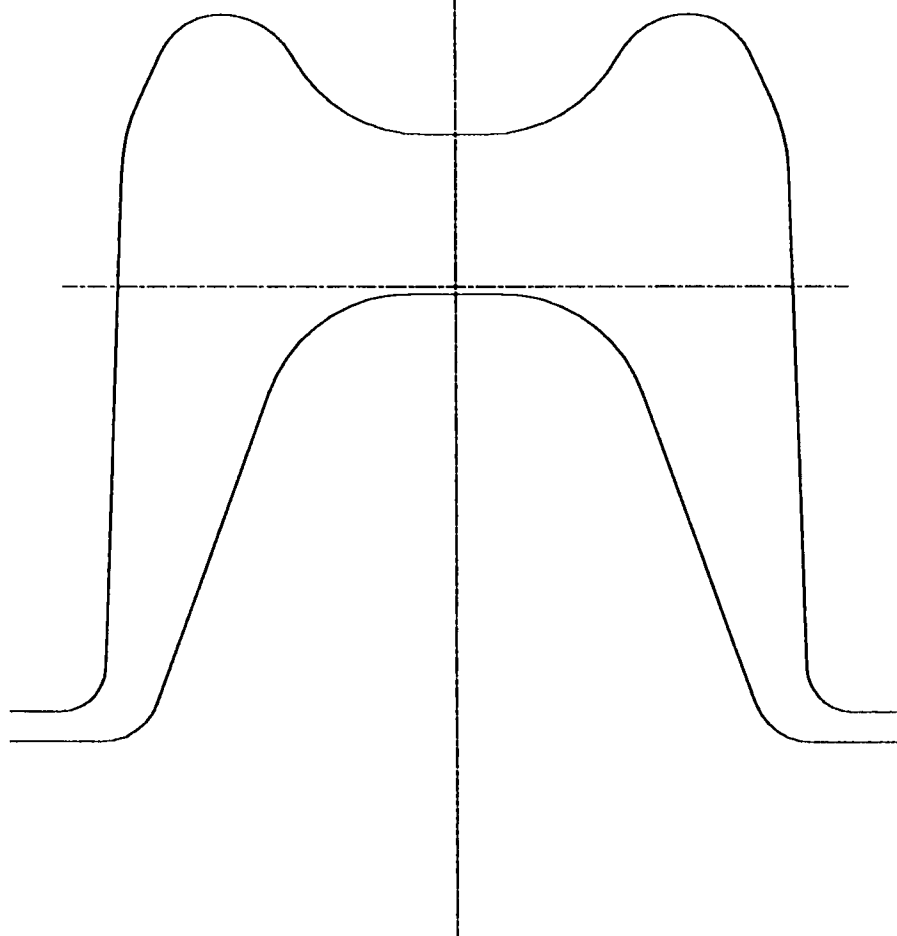


PLANO N°

PROYECTO:

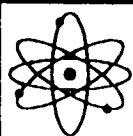
1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC	23/4/72	R.A. Villanueva	DENOMINACION: CANAL (VIGA U) de 4" (101.6 mm) STANDARD BEUA PASADA N° 2		
DIBUJO	13/04	J.J. Tiebas			
REVISO		S.I. Núñez P.			
APROBO	RU	R.A. Villanueva			

1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC	27/4/77	R.A. Villanueva	DENOMINACION:	
DIBUJO	24/05	J.J. Tobias	CANAL (VIGA U) de 4" (101.6 mm) REUA	
REVISO		S.I. Núñez P.	PASADA N° 3	
APROBO	BU	R.A. Villanueva		



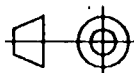
REDUCCION: 29.27 %

AREA: 4401.2 mm²



CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

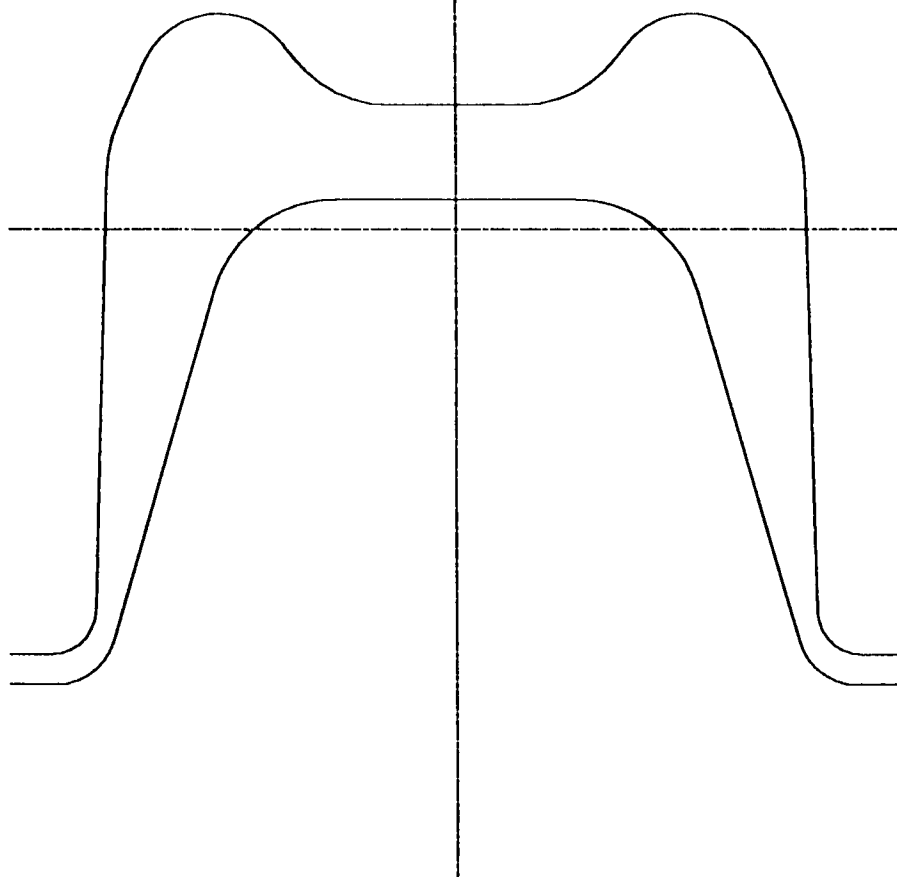
ISO (B)



PLANO N°

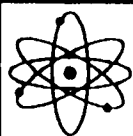
PROYECTO:

1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC	27/4/77	R.A. Villanueva	DENOMINACION: CANAL (VIGA U) de 4" (101.6 mm) BEUA PASADA N° 3		
DIBUJO	24/05	J.J. Tiebas			
REVISO		S.I. Núñez P.			
APROBO	RU	R.A. Villanueva			



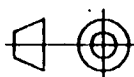
REDUCCION: 34.42 %

AREA: 2886.3 mm²



CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

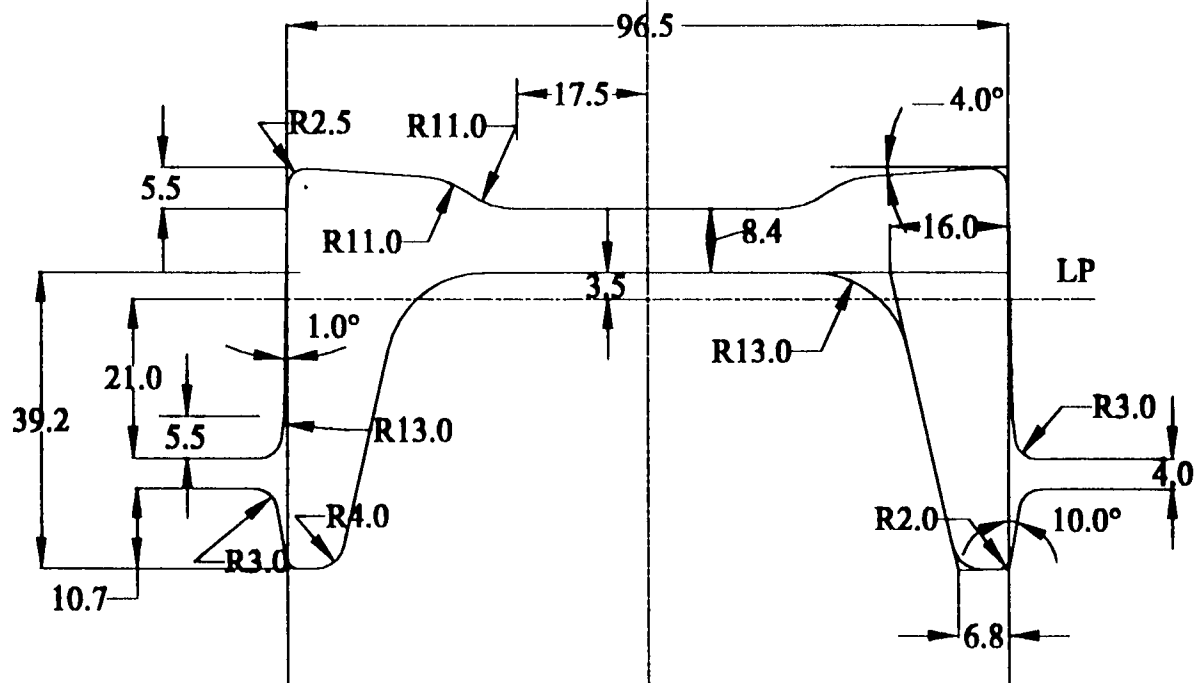
ISO (B)



PLANO N°

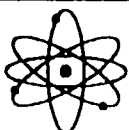
PROYECTO:

1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC	27/4/77	R.A. Villanueva	DENOMINACION: CANAL (VIGA U) de 4" (101.6 mm) STANDARD EEUA PASADA N° 4		
DIBUJO	27/05	J.J. Tieba			
REVISO		S.I. Núñez P.			
APROBO	QU	R.A. Villanueva			

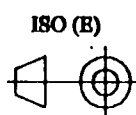


REDUCCION: 29.71 %

AREA: 2028.8 mm²



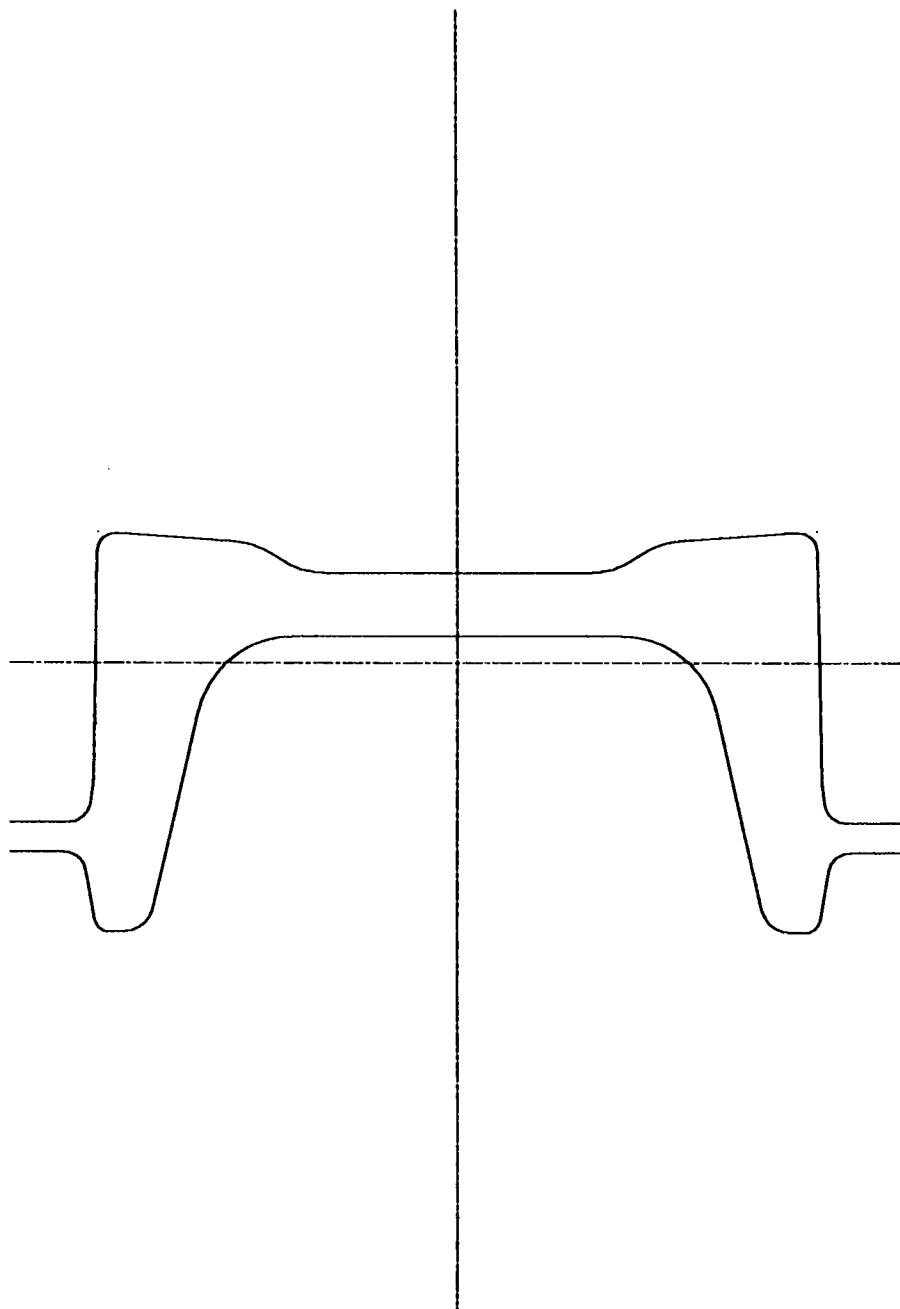
CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES



PLANO N°

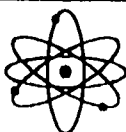
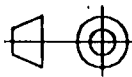
PROYECTO:

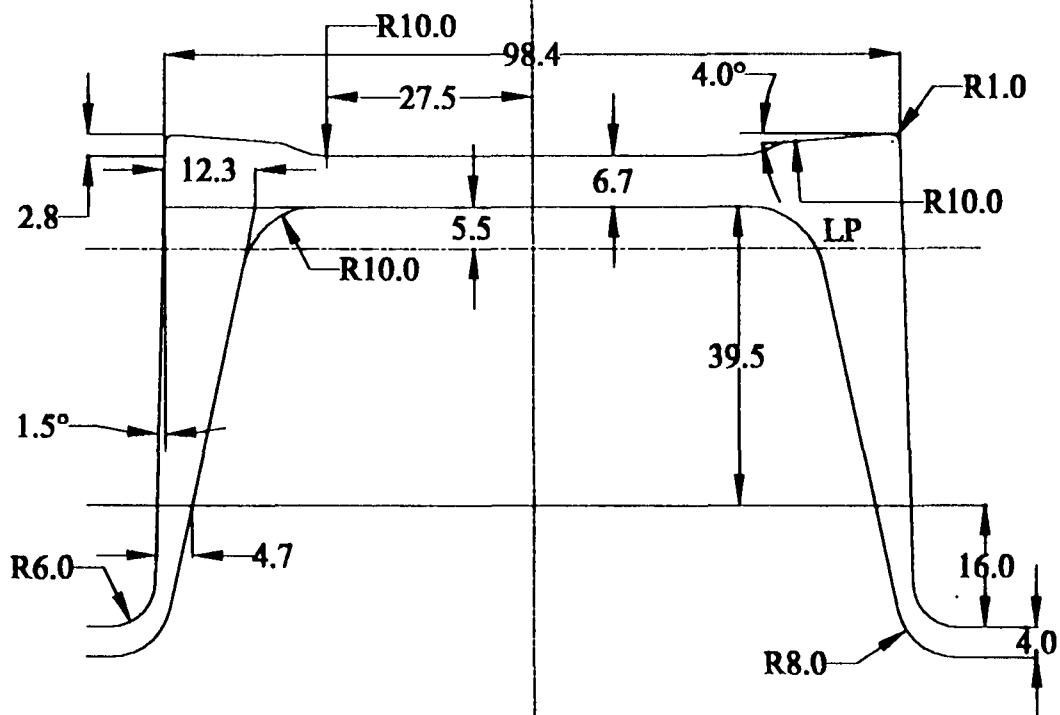
1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC		R.A. Villanueva	DENOMINACION: CANAL (VIGA U) de 4" (101.6 mm) STANDARD BEUA PASADA N° 5		
DIBUJO		J.J. Tiebas			
REVISO		S.L. Núñez P.			
APROBO		R.A. Villanueva			



REDUCCIÓN: 29.71 %

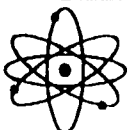
ÁREA: 2028.8 mm²

 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES		ISO (B) 		PLANO N° *		
				PROYECTO:		
1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1			ACAD
PROYEC	07/03/71	R.A. Villameva	DENOMINACIÓN: CANAL (VIGA U) de 4" (101.6 mm) STANDARD BEUA PASADA N° 5			
DIBUJÓ	29/05	J.J. Tiebas				
REVISÓ		S.L. Núñez P.				
APROBÓ	QU	R.A. Villameva				



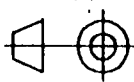
REDUCCION: 24.21 %

AREA: 1537.6 mm²



CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

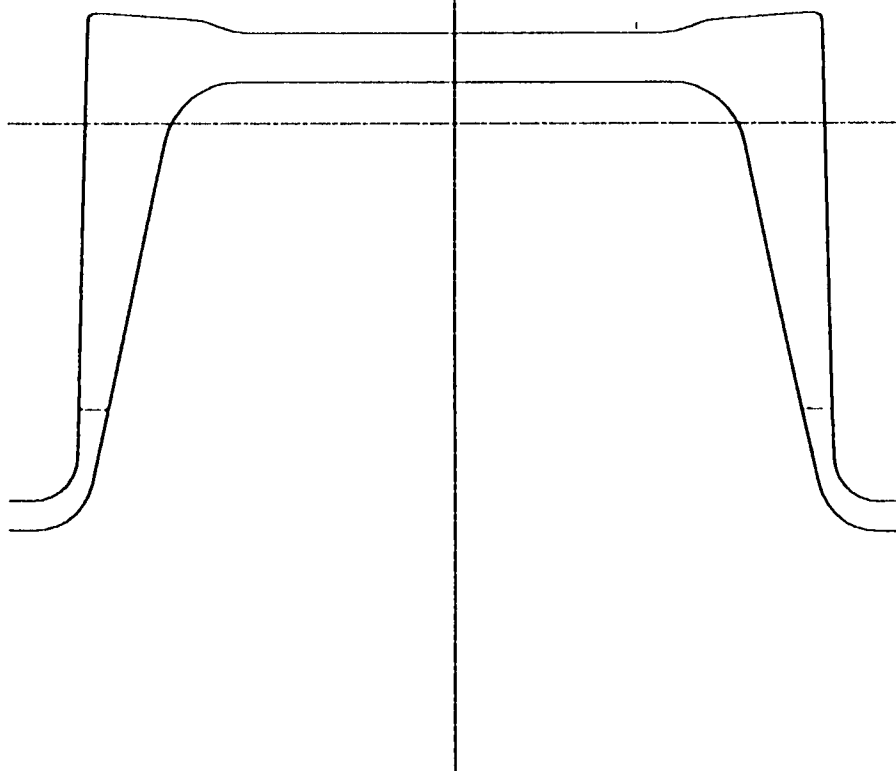
ISO (B)



PLANO N°

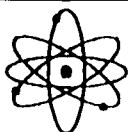
PROYECTO:

1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC	28/2/71	R.A. Villameva	DENOMINACION: CANAL (VIGA U) de 4" (101.6 mm) STANDARD BEUA PASADA N° 6		
DIBUJO	14/05	J.J. Tiebas			
REVISO		S.L. Núñez P.			
APROBO	QU	R.A. Villameva			

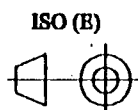


REDUCCION: 24.21 %

AREA: 1537.6 mm²



CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

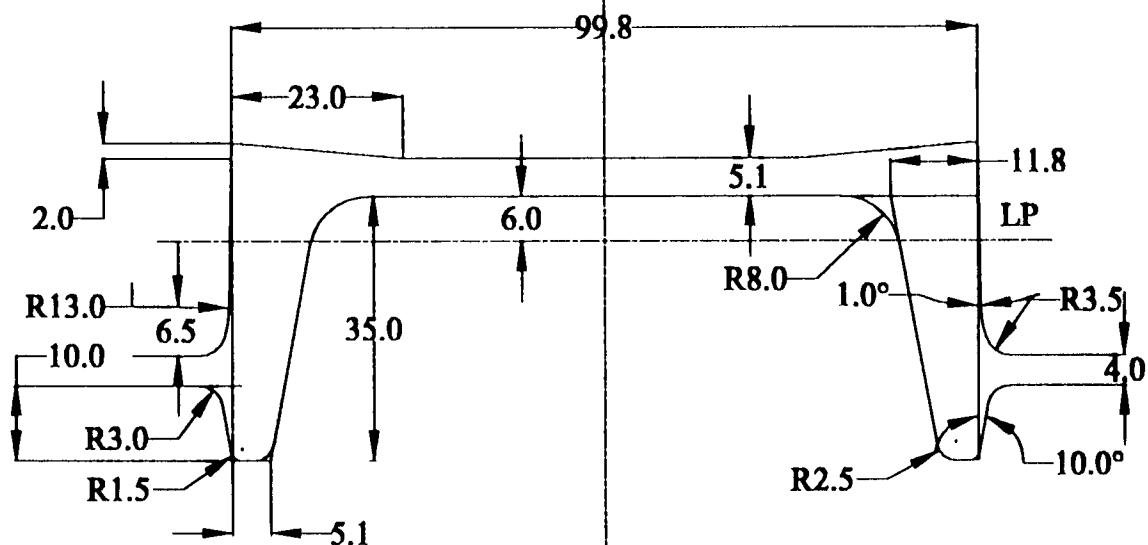


ISO (B)

PLANO N°

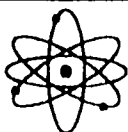
PROYECTO:

1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC	28/2/71	R.A. Villanueva	DENOMINACION: CANAL (VIGA U) de 4" (101.6 mm) STANDARD BEUA PASADA N° 6		
DIBUJO	14/05	J.J. Tiebas			
REVISO		S.I. Nández P.			
APROBO	W	R.A. Villanueva			



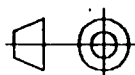
REDUCCION: 20.97 %

AREA: 1215.2 mm²



CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

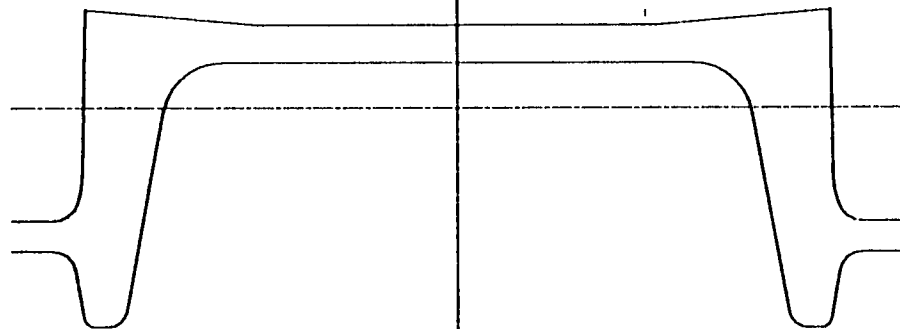
ISO (B)



PLANO N°

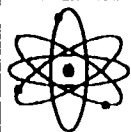
PROYECTO:

1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC	28/2/71	R.A. Villanueva	DENOMINACION: CANAL (VIGA U) de 4" (101.6 mm) STANDARD BEUA PASADA N° 7		
DIBUJO	17/05	J.J. Tiebas			
REVISO		S.I. Núñez P.			
APROBO	20	R.A. Villanueva			



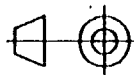
REDUCCION: 20.97 %

AREA: 1215.2 mm²



CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

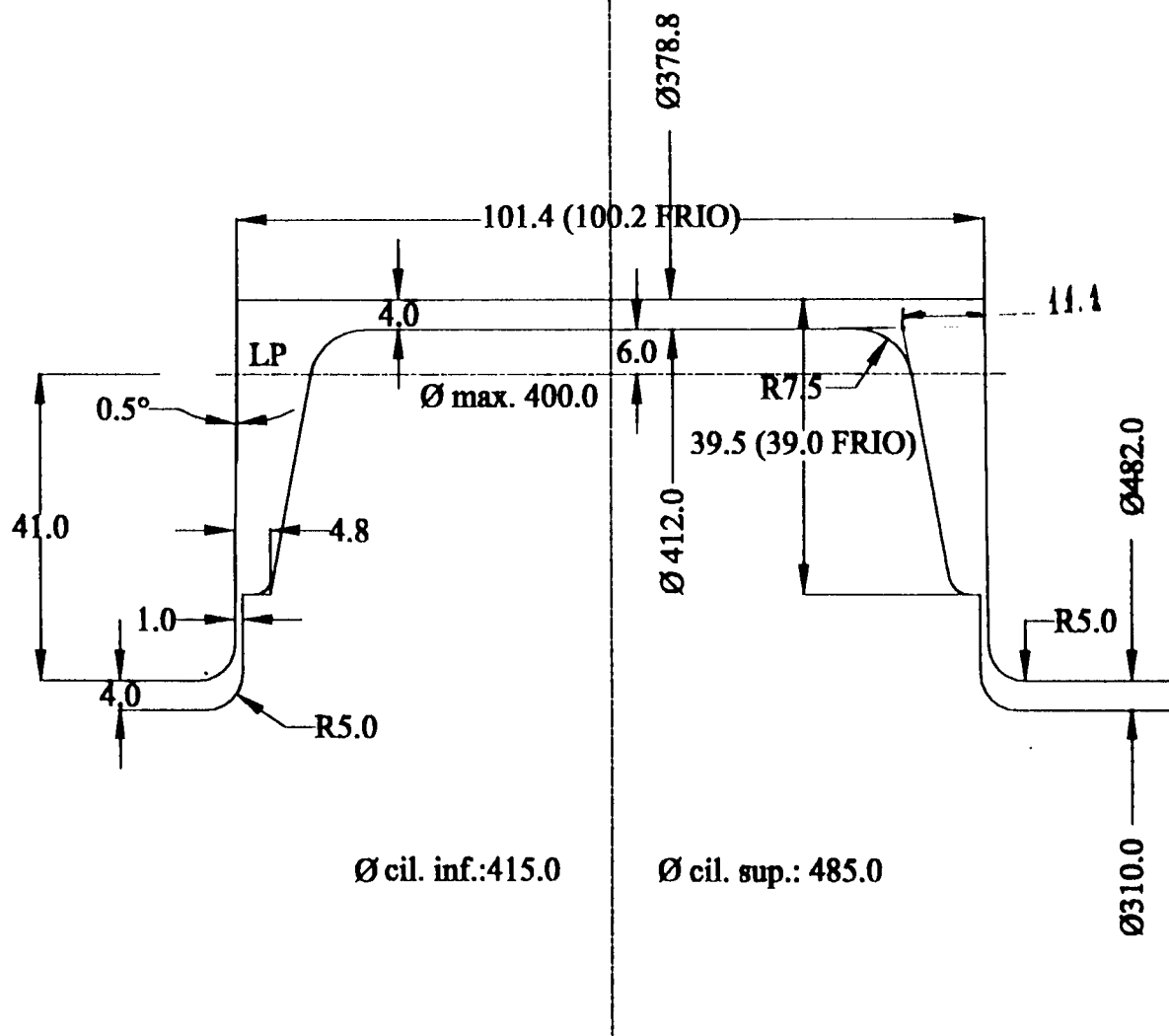
ISO (B)



PLANO N° :

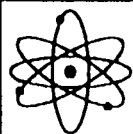
PROYECTO:

1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC	28/2/71	R.A. Villanueva	DENOMINACION: CANAL (VIGA U) de 4" (101.6 mm) STANDARD BEUA PASADA N° 7	
DIBUJO	17/05	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Núñez P.		
APROBO	QU	R.A. Villanueva		



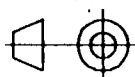
REDUCCION: 19.09 %

AREA: 983.2 mm²



CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

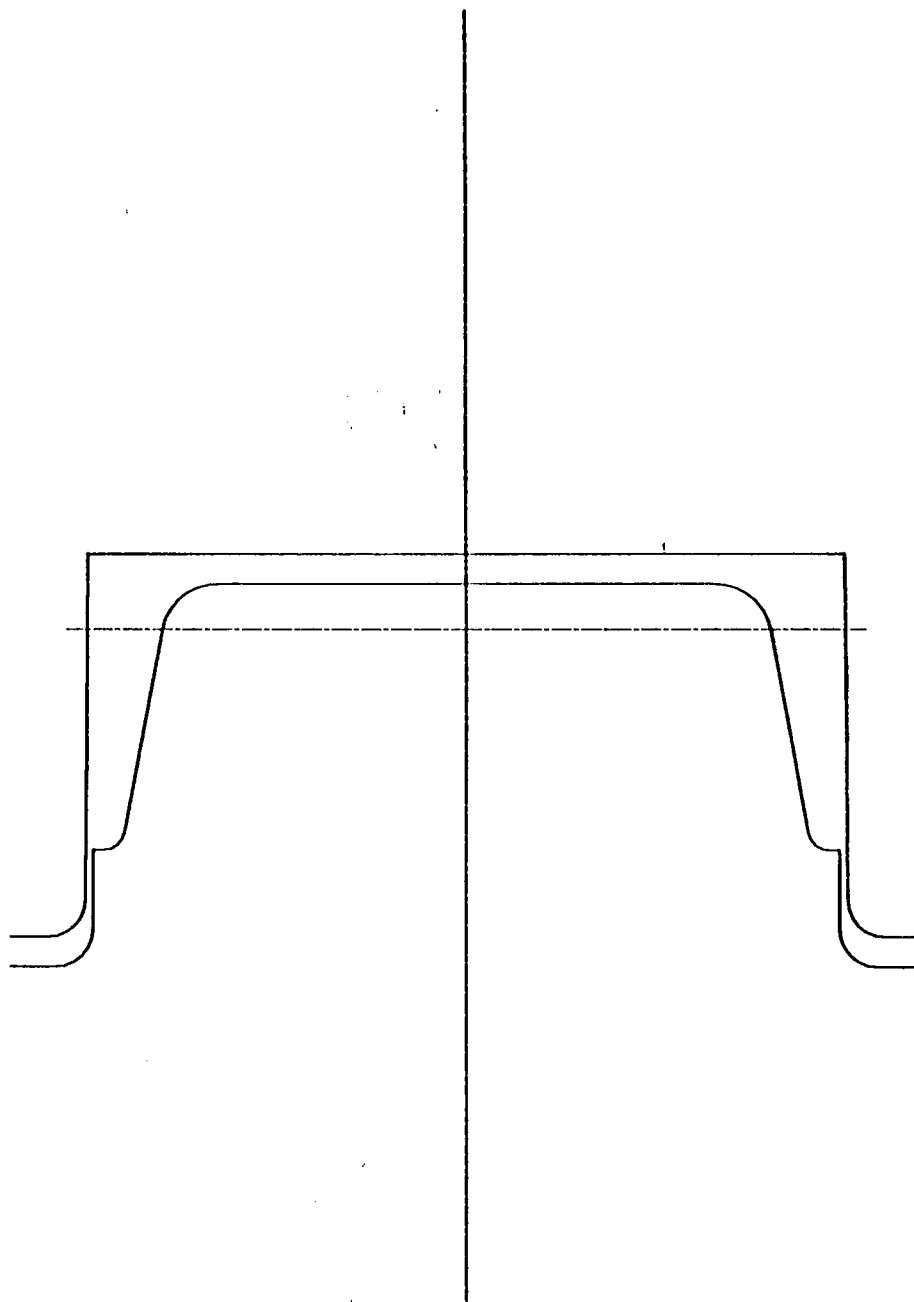
ISO (B)



PLANO N°

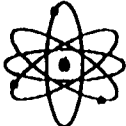
PROYECTO:

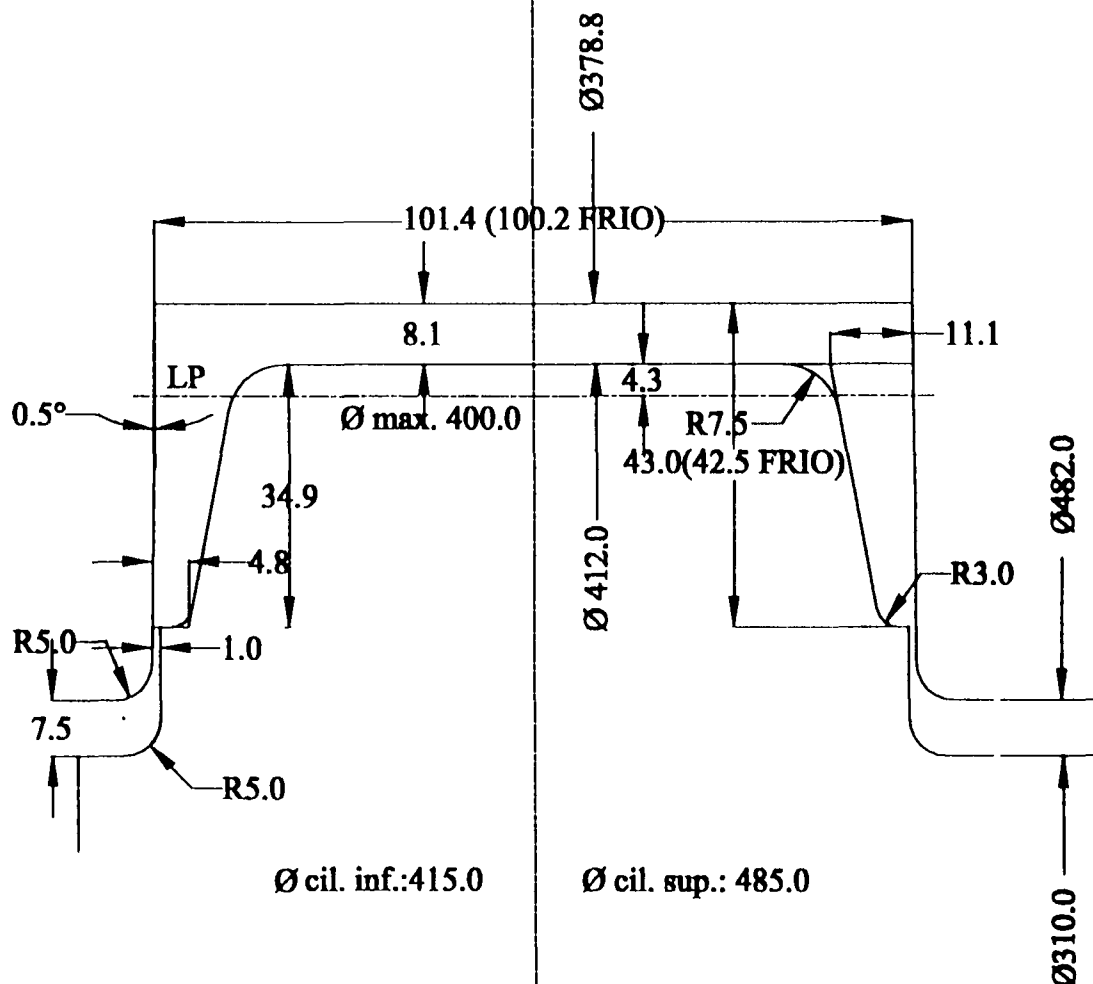
1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC	19/08/72	R.A. Villanueva	DENOMINACION: CANAL (VIGA U) de 4" (101.6 mm) STANDARD BEUA PASADA N° 8 LIVIANA (TERMINADOR)		
DIBUJO	20/05	J.J. Tiohas			
REVISO		S.L. Núñez P.			
APROBO	<i>QU</i>	R.A. Villanueva			



REDUCCION: 19.09 %

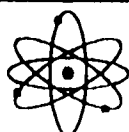
AREA: 983.2 mm²

 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES			ISO (B) 		PLANO N° '	
			PROYECTO:			
1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1			ACAD
PROYEC	19/08/72	R.A. Villanueva	DENOMINACION: CANAL (VIGA U) de 4" (101.6 mm) STANDARD BEUA PASADA N° 8 LIVIANA (TERMINADOR)			
DIBUJO	20/05	J.J. Tiebas				
REVISO		S.I. Núñez P.				
APROBO		R.A. Villanueva				



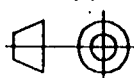
REDUCCION:

AREA: 1389.8 mm²



CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

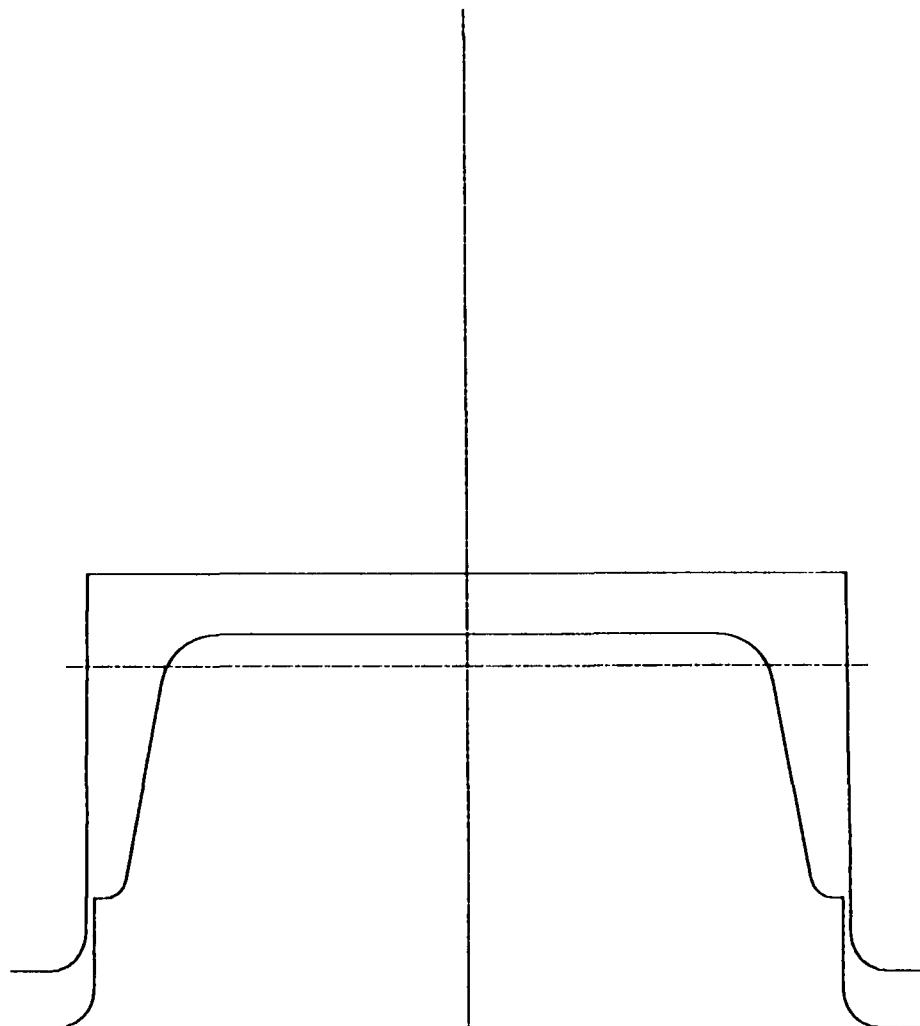
ISO (B)



PLANO N° *

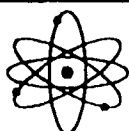
PROYECTO:

1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC	02/09/72	R.A. Villanueva	DENOMINACION: CANAL (VIGA U) de 4" (101.6 mm) STANDARD BEUA PASADA N° 8 P (TERMINADOR)		
DIBUJO	19/05	J.J. Tiebas			
REVISO		S.I. Núñez P.			
APROBO	20	R.A. Villanueva			



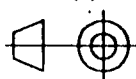
REDUCCION:

AREA: 1389.8 mm²



CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

ISO (B)



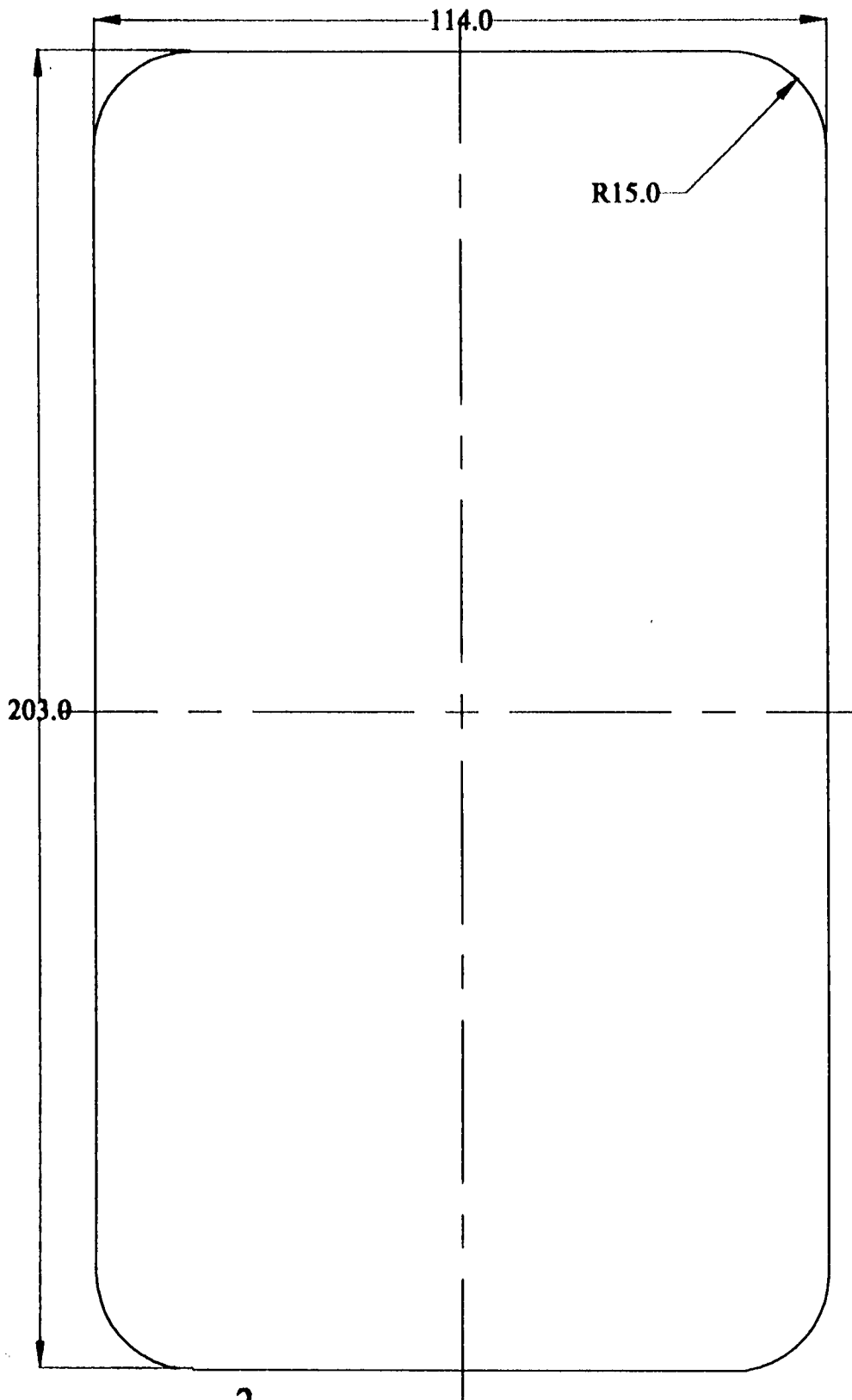
PLANO N°

PROYECTO:

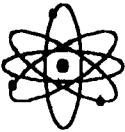
1999	FECHA	NOMBRE	BSCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC	02/09/72	R.A. Villameva	DENOMINACION: CANAL (VIGA U) de 4" (101.6 mm) STANDARD BEUA PASADA N° 8 P (TERMINADOR)		
DIBUJO	19/05	J.J. Tiebas			
REVISO		S.L. Núñez P.			
APROBO	RU	R.A. Villameva			

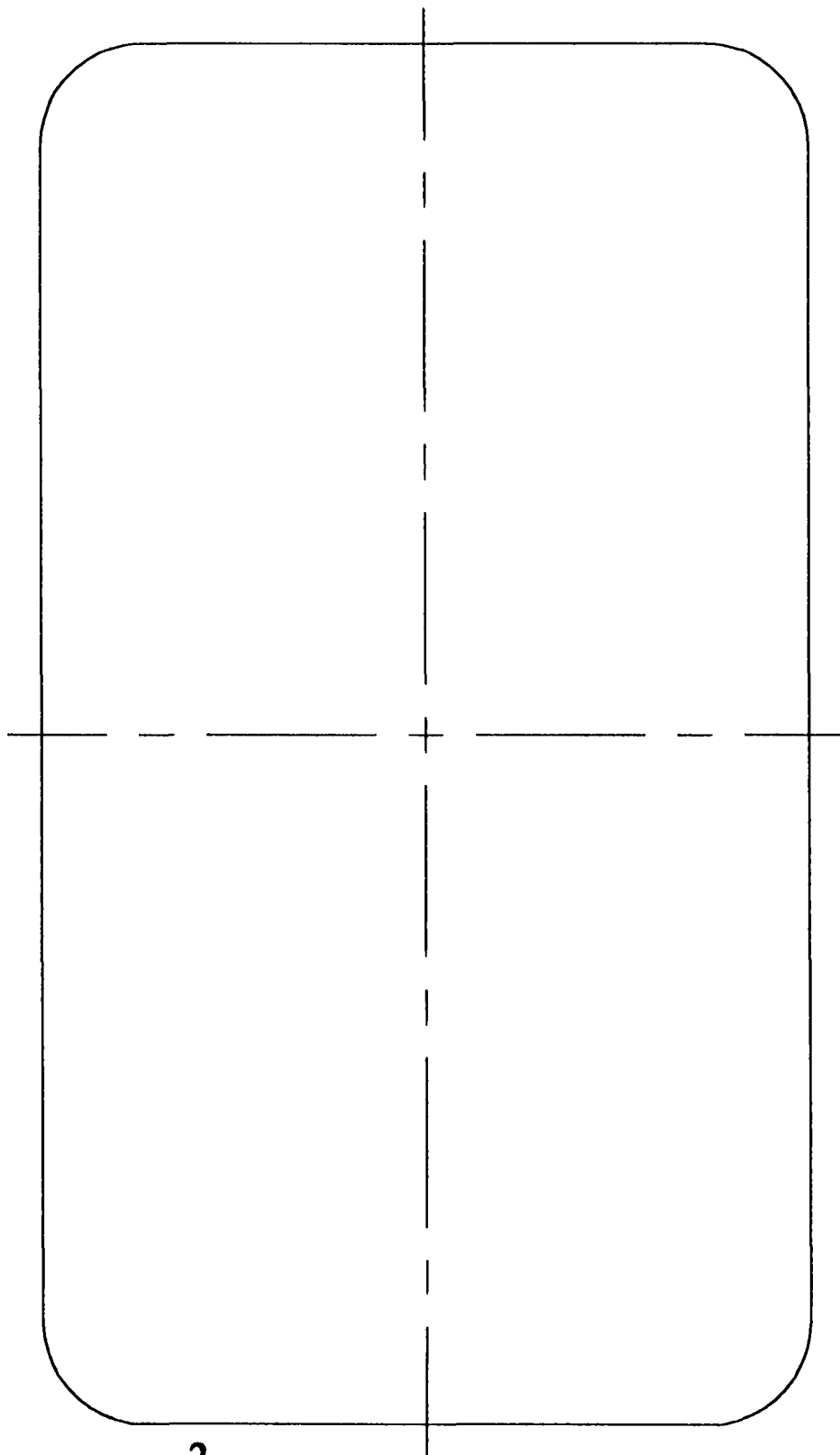
Ejemplo de calibrado 2.1.14

U – “canal” – “channel” UPN 140

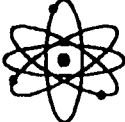
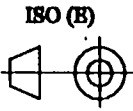


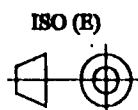
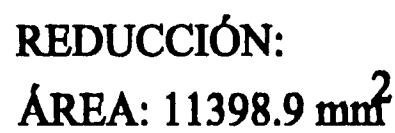
AREA: 22948.9 mm²

 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES			ISO (B) 		PLANO N°	
					PROYECTO:	
1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1			ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL U 140 PASADA N° 0			
DIBUJO	22/09	J.J. Tiebas				
REVISO		S.I. Núñez P.				
APROBO		R.A. Villanueva				



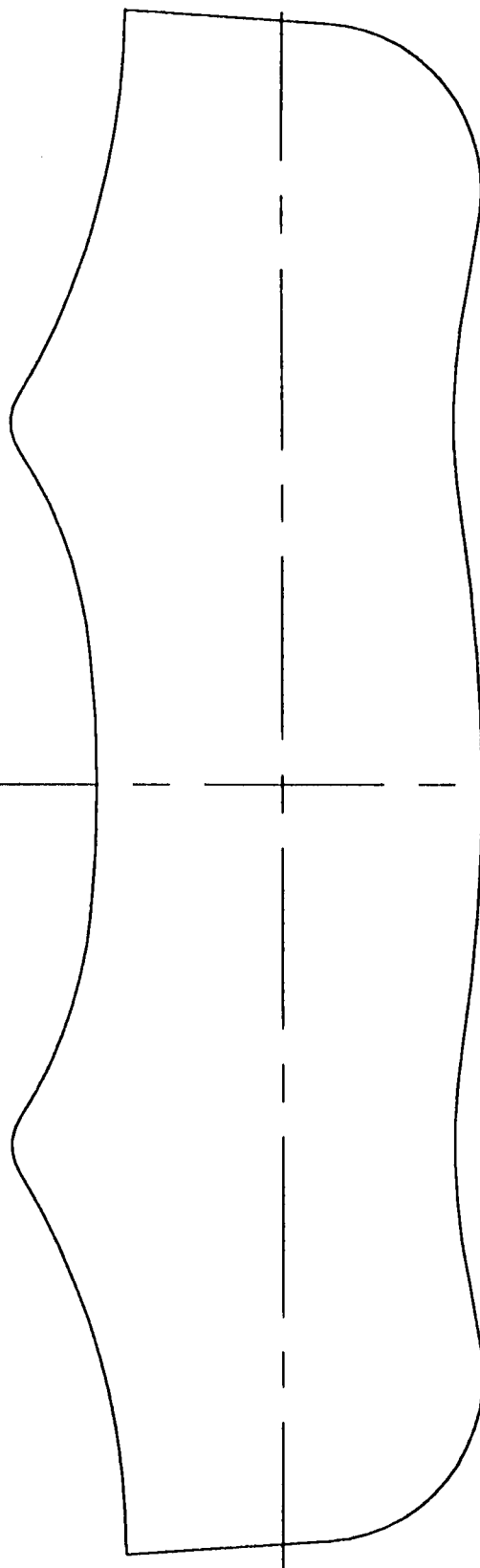
AREA: 22948.9 mm²

		CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES			ISO (B)		PLANO N°
					PROYECTO:		
1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1				ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL U 140 PASADA N° 0				
DIBUJO	22/09	J.J. Tobias					
REVISO		S.I. Núñez P.					
APROBO	QU	R.A. Villanueva					

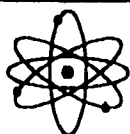
**PLANO Nº**

PROYECTO:

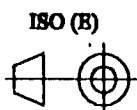
1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION:	
DIBUJO	11/06	J.J. Tobias	PERFIL U 140	
REVISO		S.I. Núñez P.	PASADA N° 2	
APROBO		R.A. Villanueva		



REDUCCIÓN:
 ÁREA: 11398.9 mm²



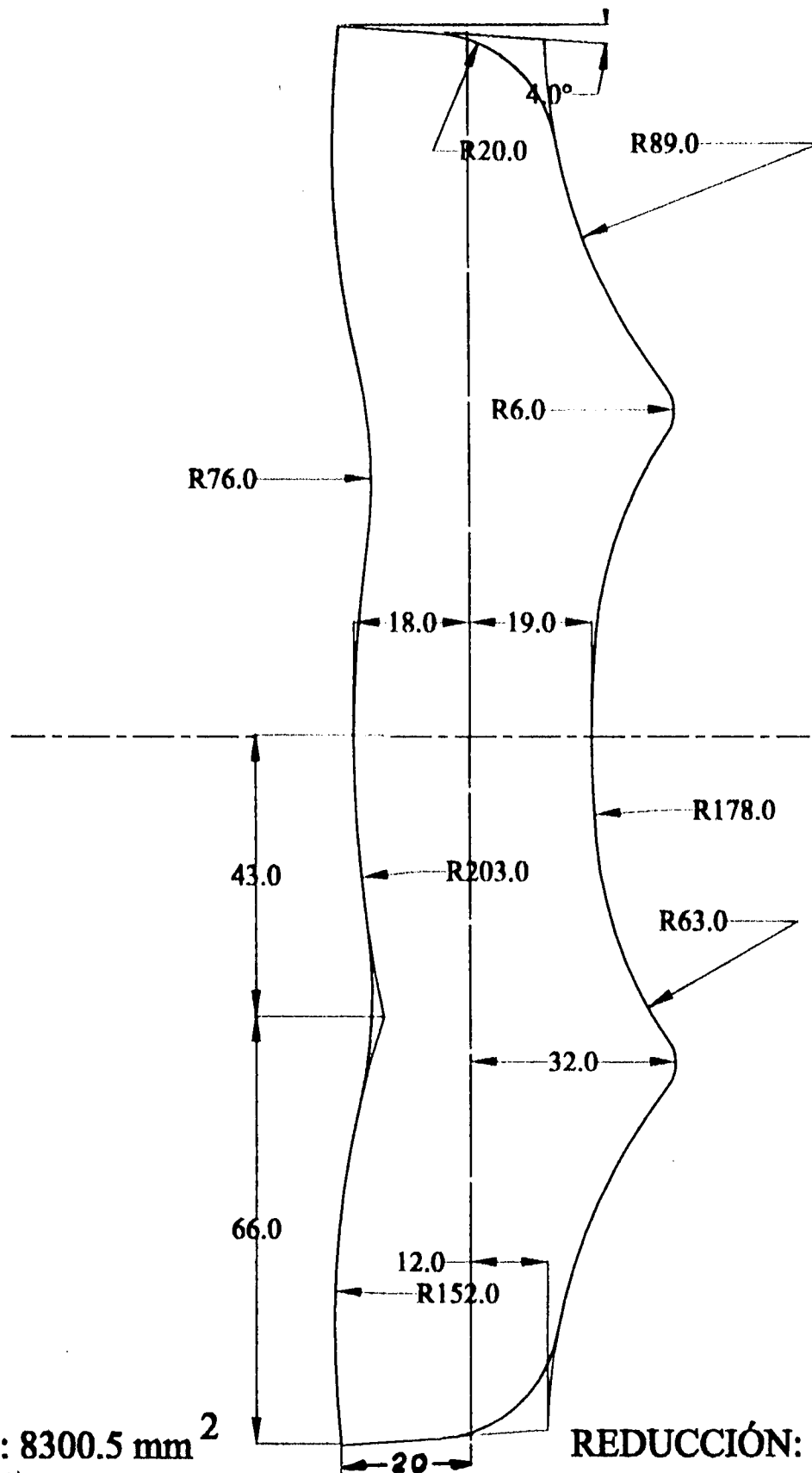
CNEA
 DEPARTAMENTO
 MATERIALES



PLANO N°

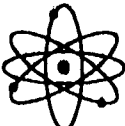
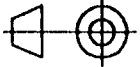
PROYECTO:

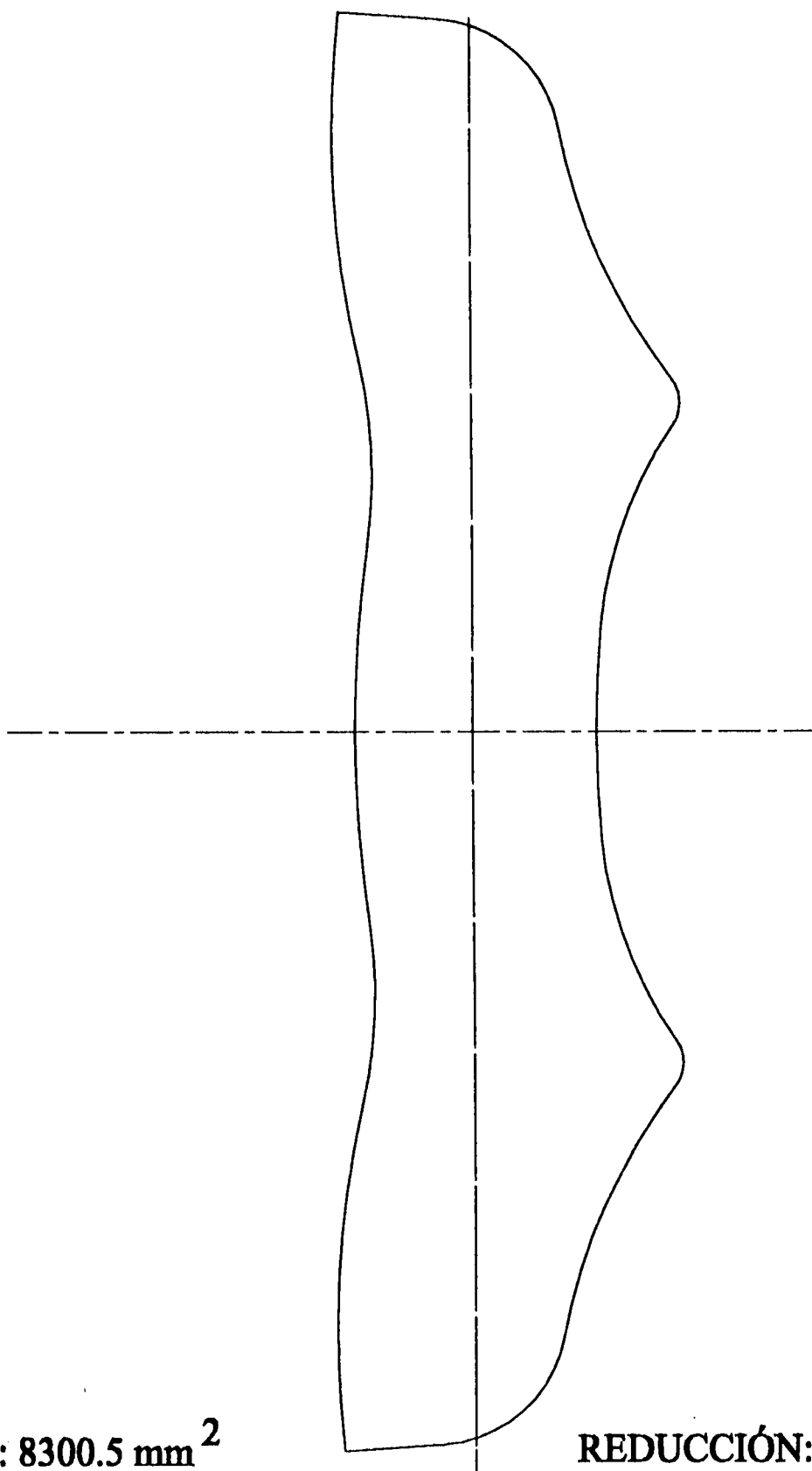
1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL U 140 PASADA N° 2		
DIBUJO	11/06	J.J. Tiebas			
REVISO		S.I. Nández P.			
APROBO	BU	R.A. Villanueva			



ÁREA: 8300.5 mm²

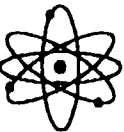
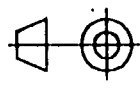
REDUCCIÓN: 27.18 %

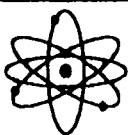
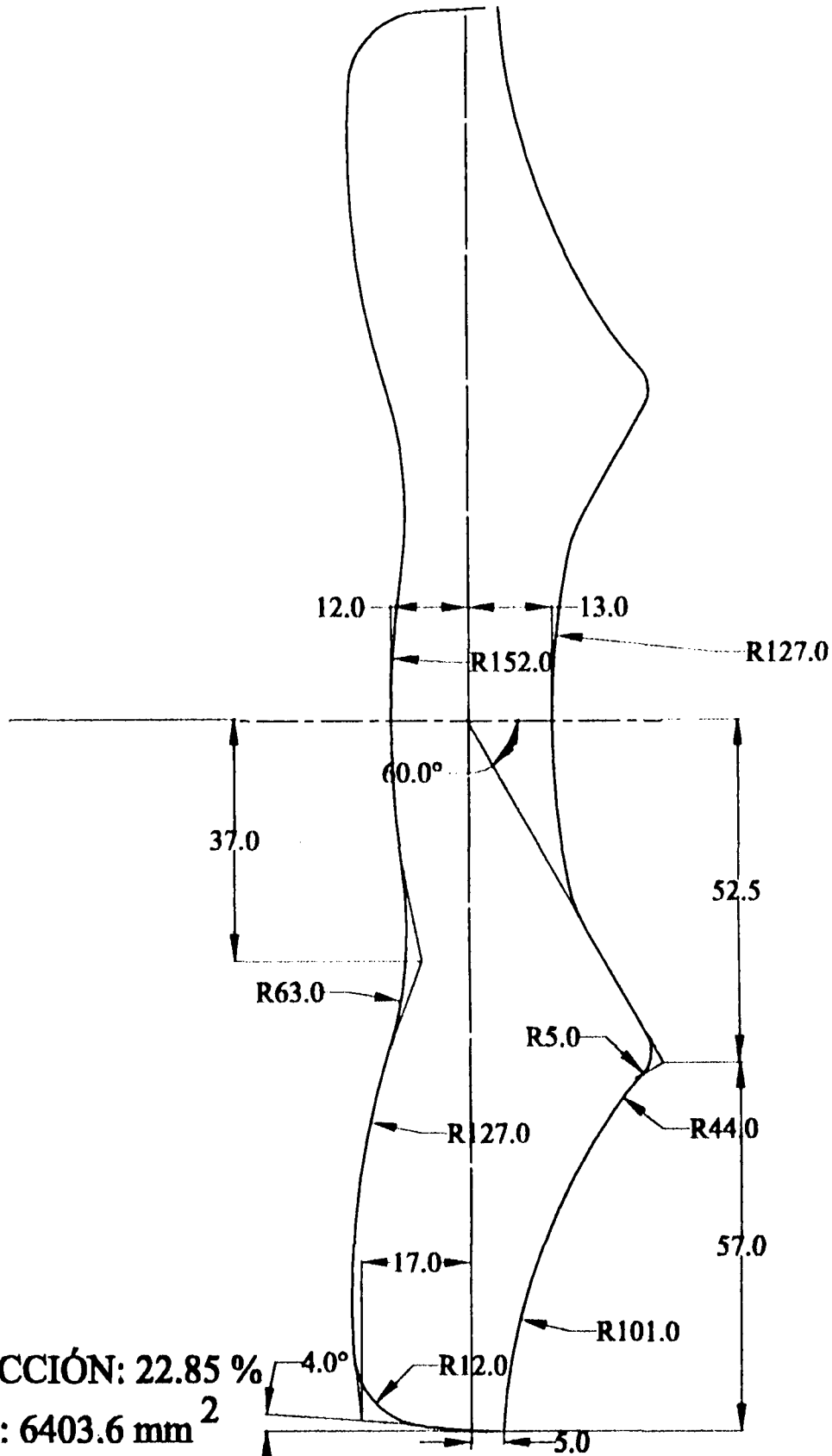
 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES			ISO (B) 		PLANO N°	
					PROYECTO:	
2000	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1			ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL U 140 PASADA N° 3			
DIBUJO	04/02	J.J. Tiebas				
REVISO		S.I. Núñez P.				
APROBO	QU	R.A. Villanueva				



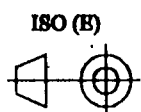
ÁREA: 8300.5 mm²

REDUCCIÓN: 27.18 %

 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES			ISO (E) 		PLANO N°	
					PROYECTO:	
2000	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1			ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL U 140 PASADA N° 3			
DIBUJO	04/02	J.J. Tobias				
REVISO		S.I. Núñez P.				
APROBO		R.A. Villanueva				



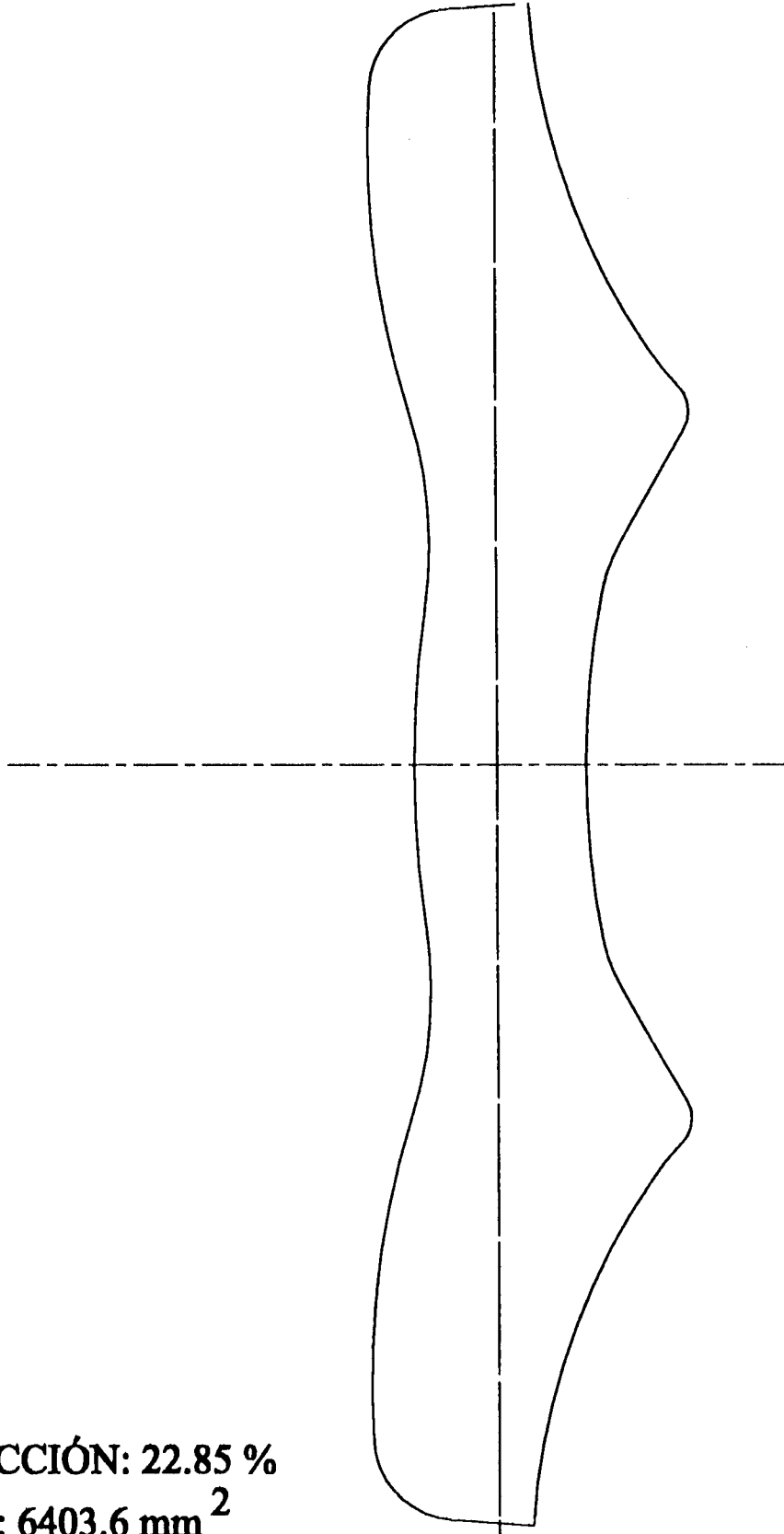
CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES



PLANO N°

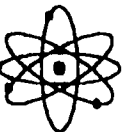
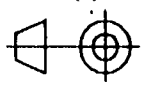
PROYECTO:

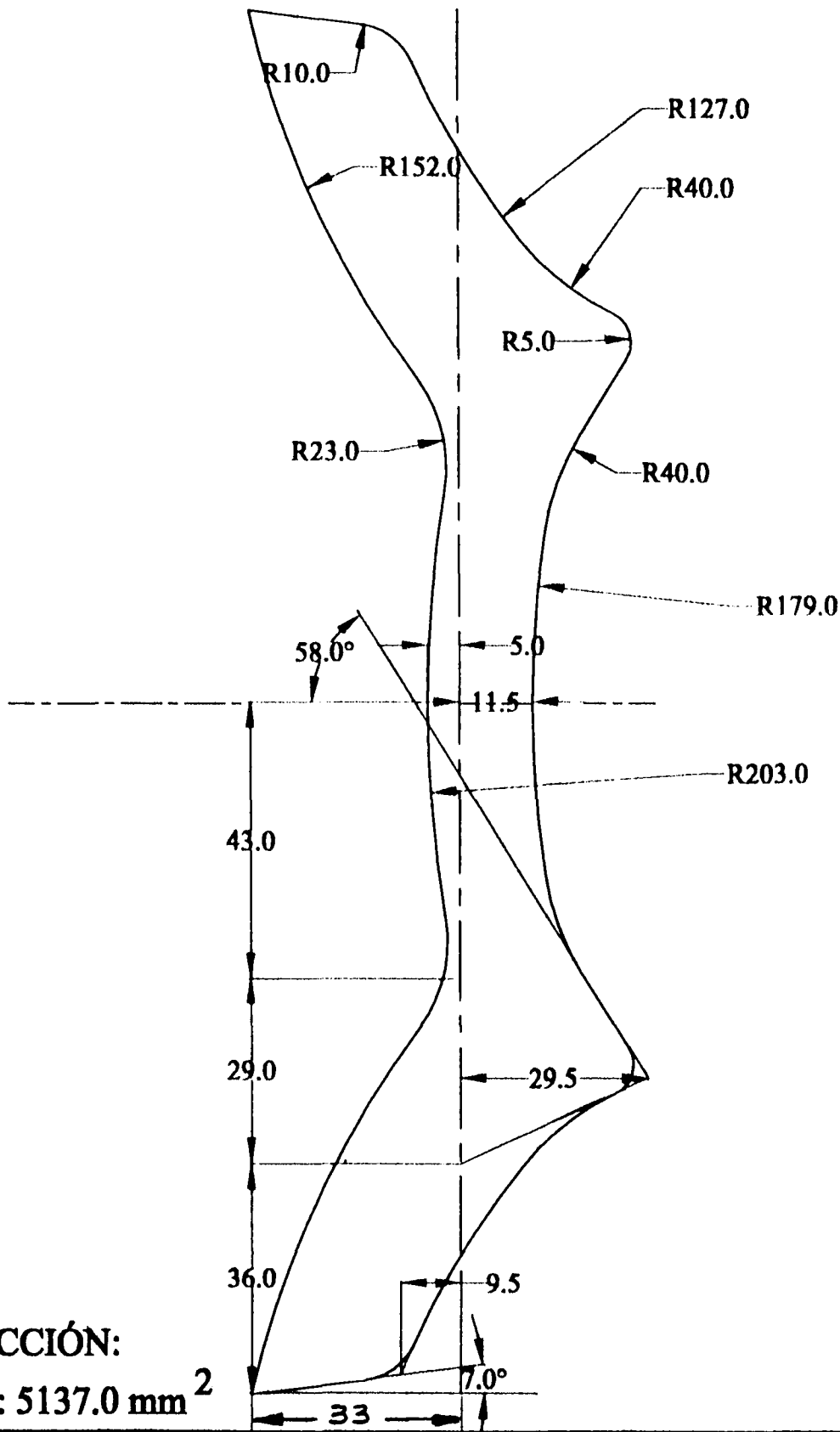
2000	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL U 140 PASADA N° 4		
DIBUJO	14/01	J.J. Tobias			
REVISO		S.I. Nódex P.			
APROBO		R.A. Villanueva			



REDUCCIÓN: 22.85 %

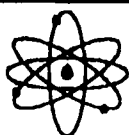
ÁREA: 6403.6 mm²

 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES			ISO (B) 	PLANO N°	
				PROYECTO:	
2000	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1		ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL U 140 PASADA N° 4		
DIBUJO	14/01	J.J. Tiebas			
REVISO		S.I. Núñez P.			
APROBO		R.A. Villanueva			

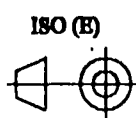


REDUCCIÓN:

ÁREA: 5137.0 mm²



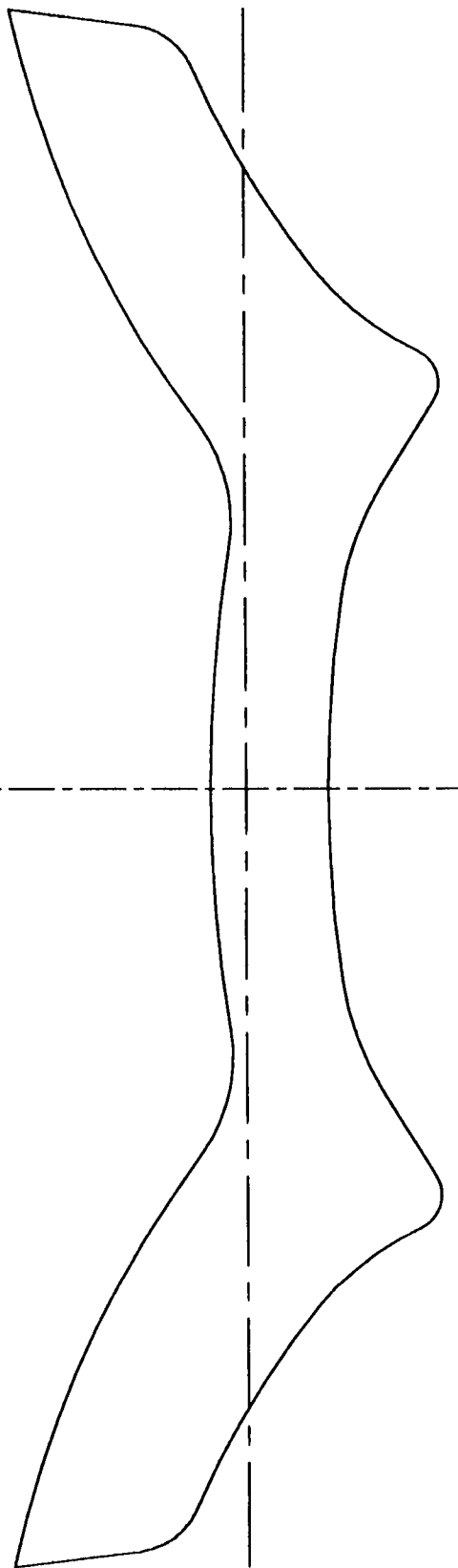
CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES



PLANO N°

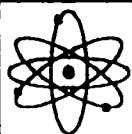
PROYECTO:

2000	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL U 140 PASADA N° 5		
DIBUJO	10/01	J.J. Tiebas			
REVISO		S.I. Núñez P.			
APROBO	QU	R.A. Villanueva			



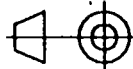
REDUCCIÓN:

ÁREA: 5137.0 mm²



CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

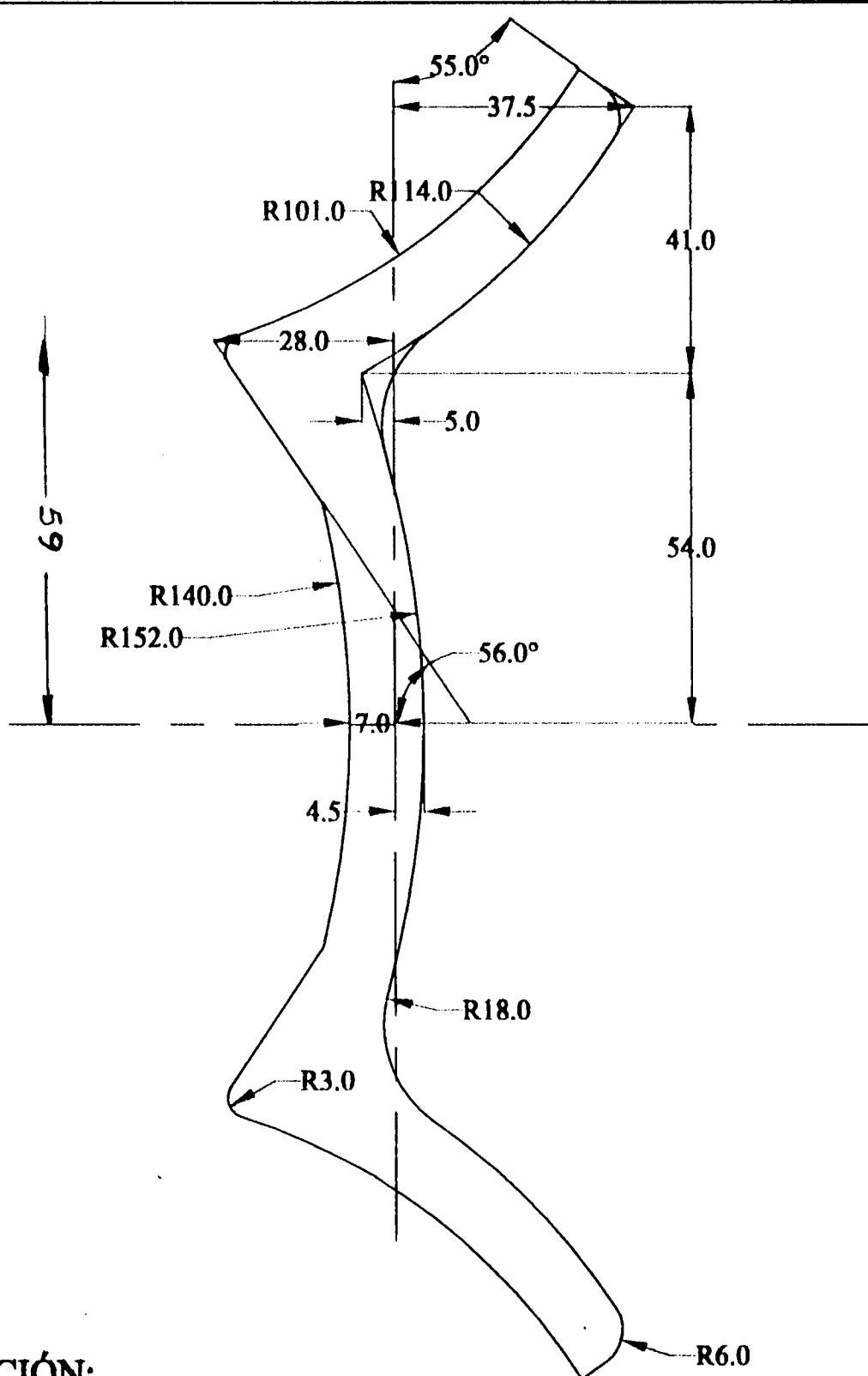
ISO (E)



PLANO N°

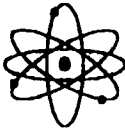
PROYECTO:

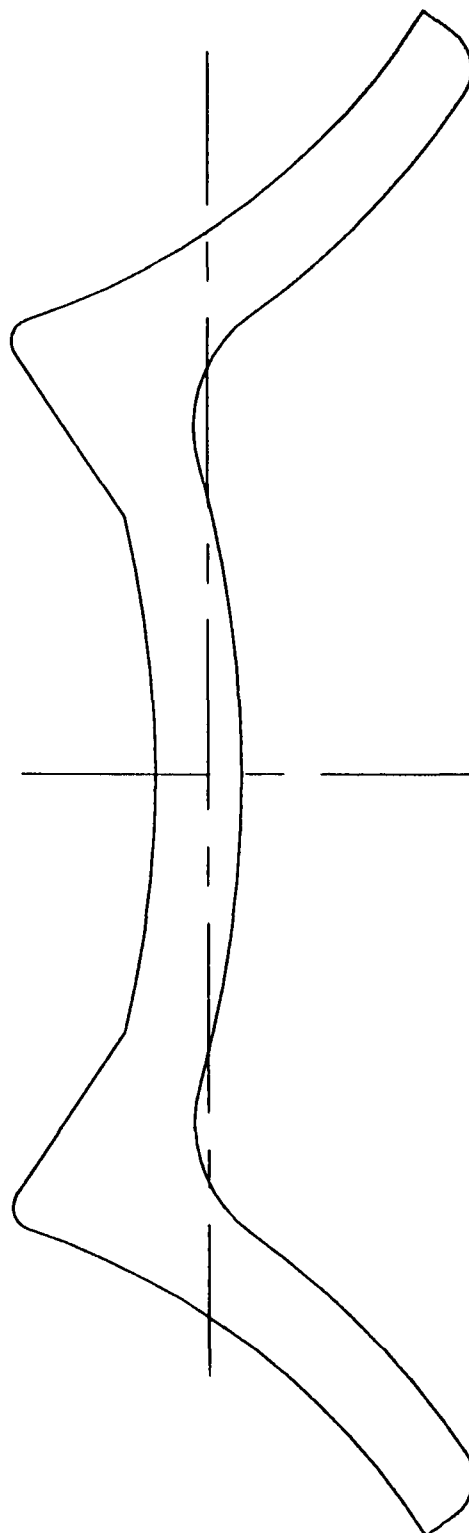
2000	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL U 140 PASADA N° 5		
DIBUJO	10/01	J.J. Tiebas			
REVISO		S.I. Núñez P.			
APROBO	QU	R.A. Villanueva			



REDUCCIÓN:

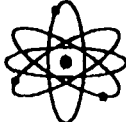
ÁREA: 3116.8 mm²

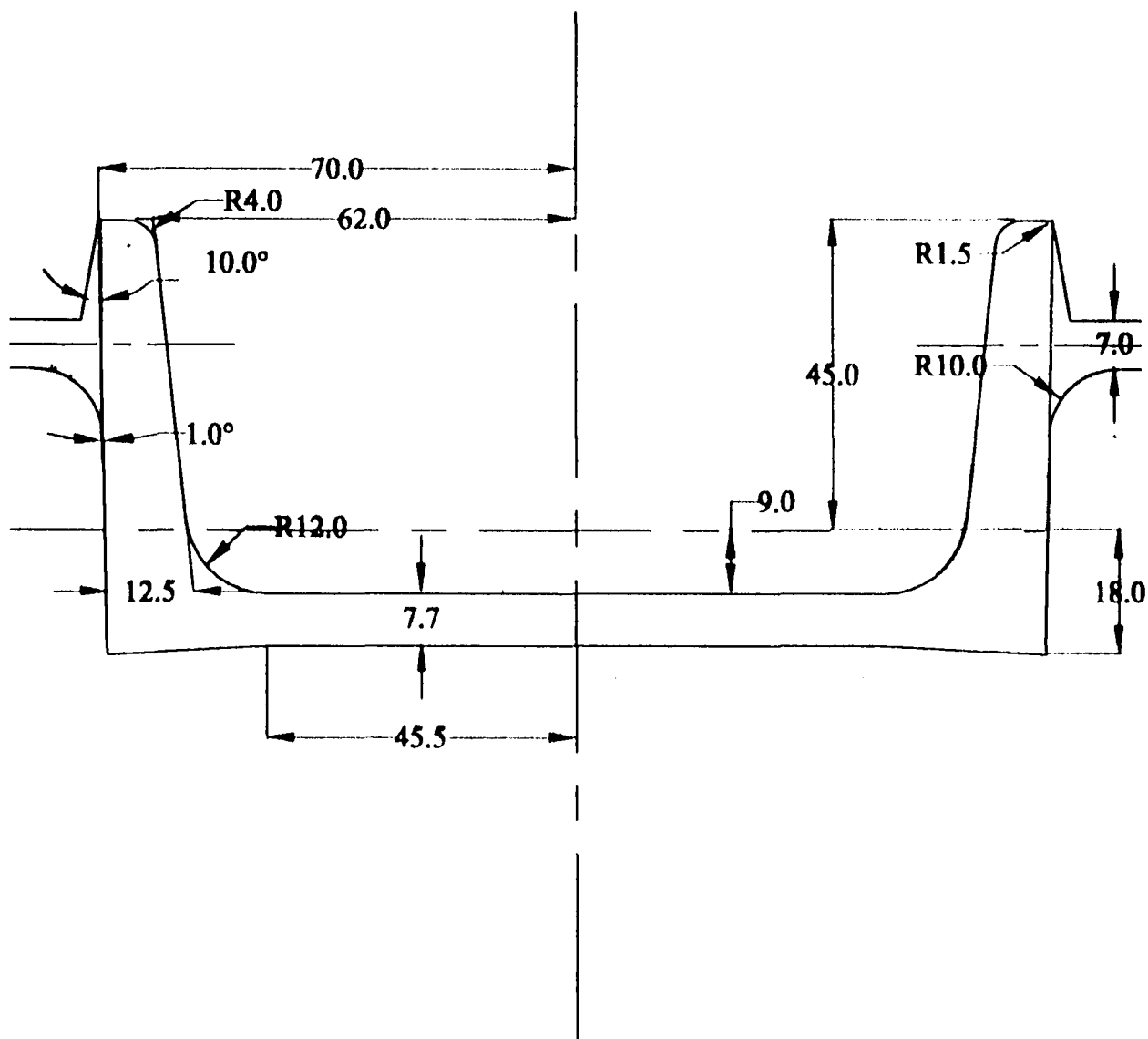
 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES			ISO (B) 		PLANO N°	
					PROYECTO:	
2000	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1			ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL U 140 PASADA N° 6			
DIBUJO	06/01	J.J. Tiebas				
REVISO		S.I. Núñez P.				
APROBO		R.A. Villanueva				



REDUCCIÓN:

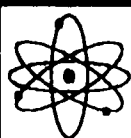
ÁREA: 3116.8 mm²

 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES			ISO (E) 		PLANO N°	
					PROYECTO:	
2000	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1			ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL U 140 PASADA N° 6			
DIBUJO	06/01	J.J. Tiebas				
REVISO		S.L. Nofias P.				
APROBO		R.A. Villanueva				



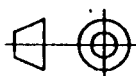
REDUCCIÓN:

ÁREA: 2213.1 mm²



CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

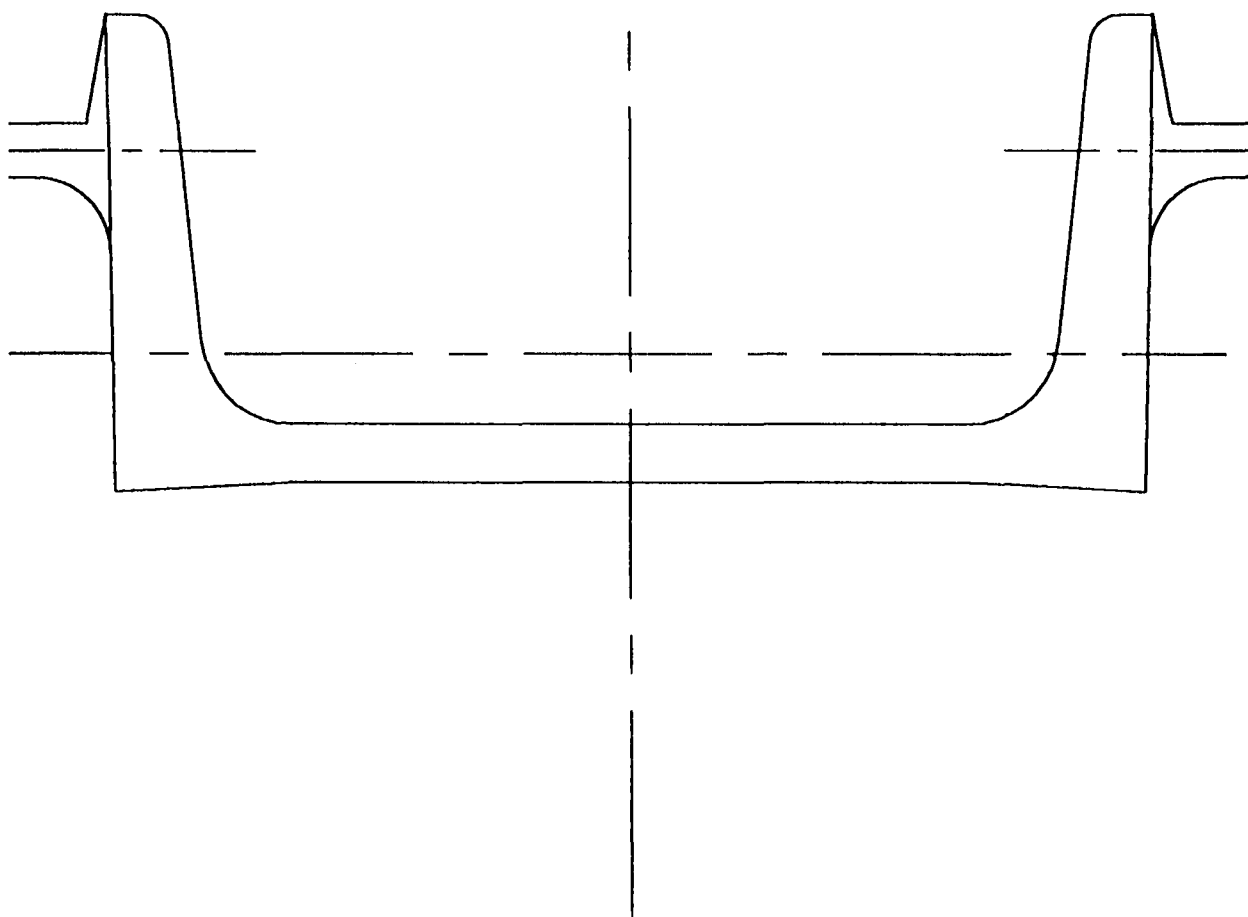
ISO (E)



PLANO N°

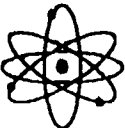
PROYECTO:

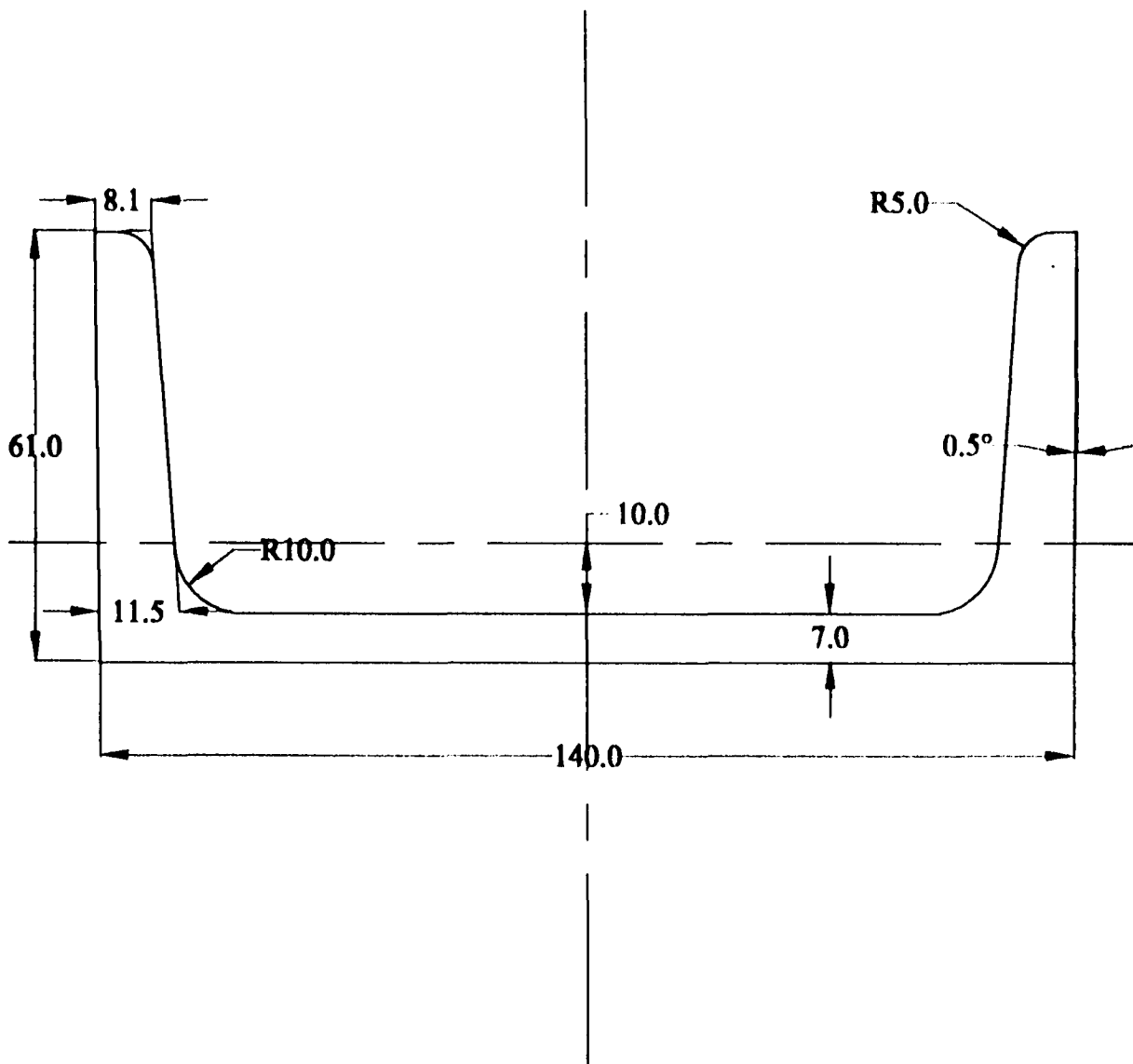
2000	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL U 140 PASADA N° 7		
DIBUJO	04/01	J.J. Tiebas			
REVISO		B.I. Núñez P.			
APROBO	QU	R.A. Villanueva			



REDUCCIÓN:

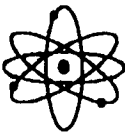
ÁREA: 2213.1 mm²

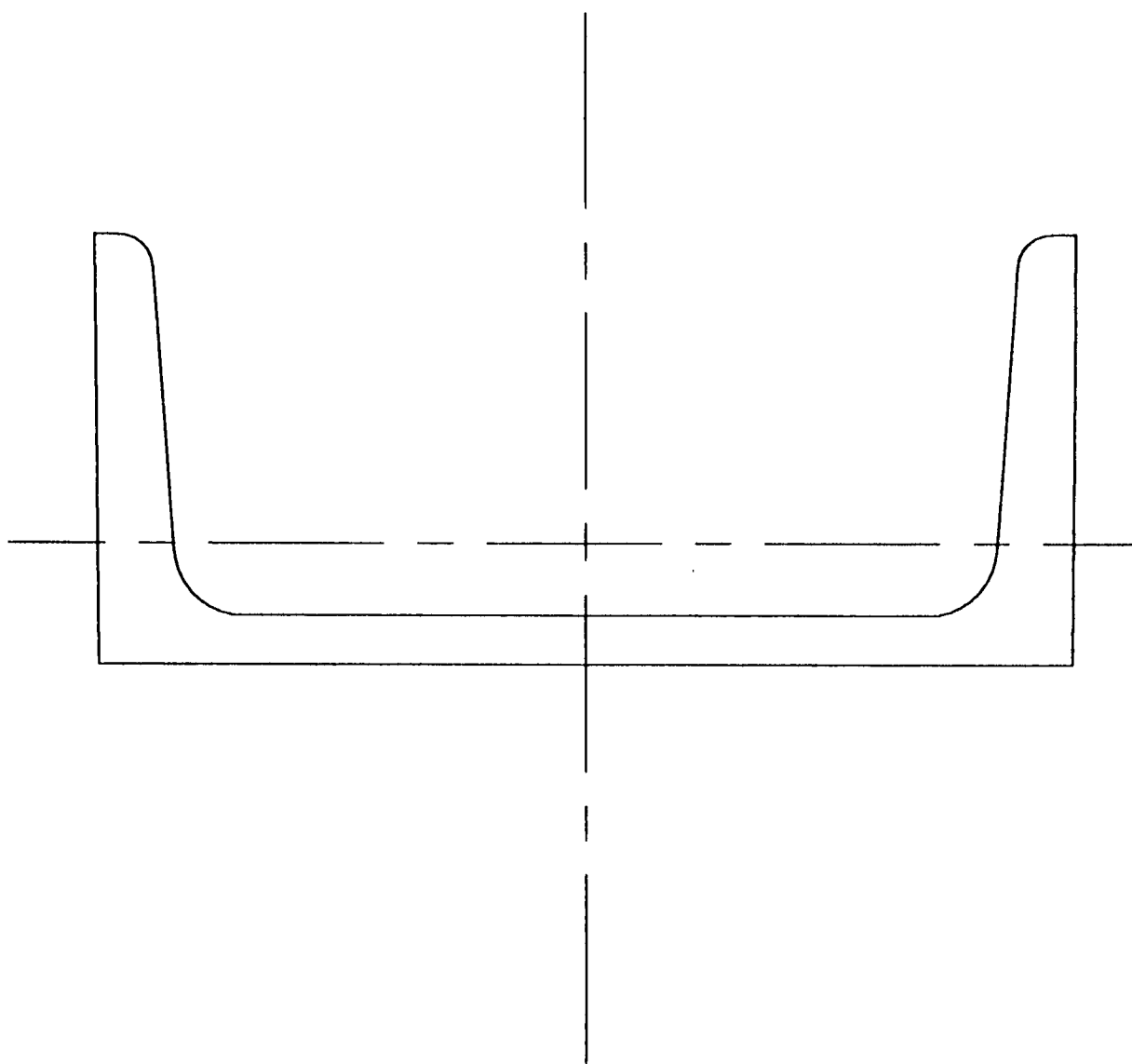
 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES		ISO (E) 		PLANO N°	
		PROYECTO:			
2000	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1		
PROYEC			ACAD		
DIBUJO	04/01	J.J. Tiebas	DENOMINACION:		
REVISO		S.I. Núñez P.	PERFIL U 140		
APROBO		R.A. Villanueva	PASADA N° 7		



REDUCCIÓN:

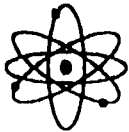
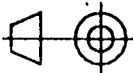
ÁREA: 2063.4 mm²

 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES			ISO (E) 		PLANO N°	
					PROYECTO:	
2000	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1			ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL U 140 PASADA N° 8 (Terminador)			
DIBUJO	04/02	J.J. Tobias				
REVISO		S.I. Núñez P.				
APROBO		R.A. Villameva				



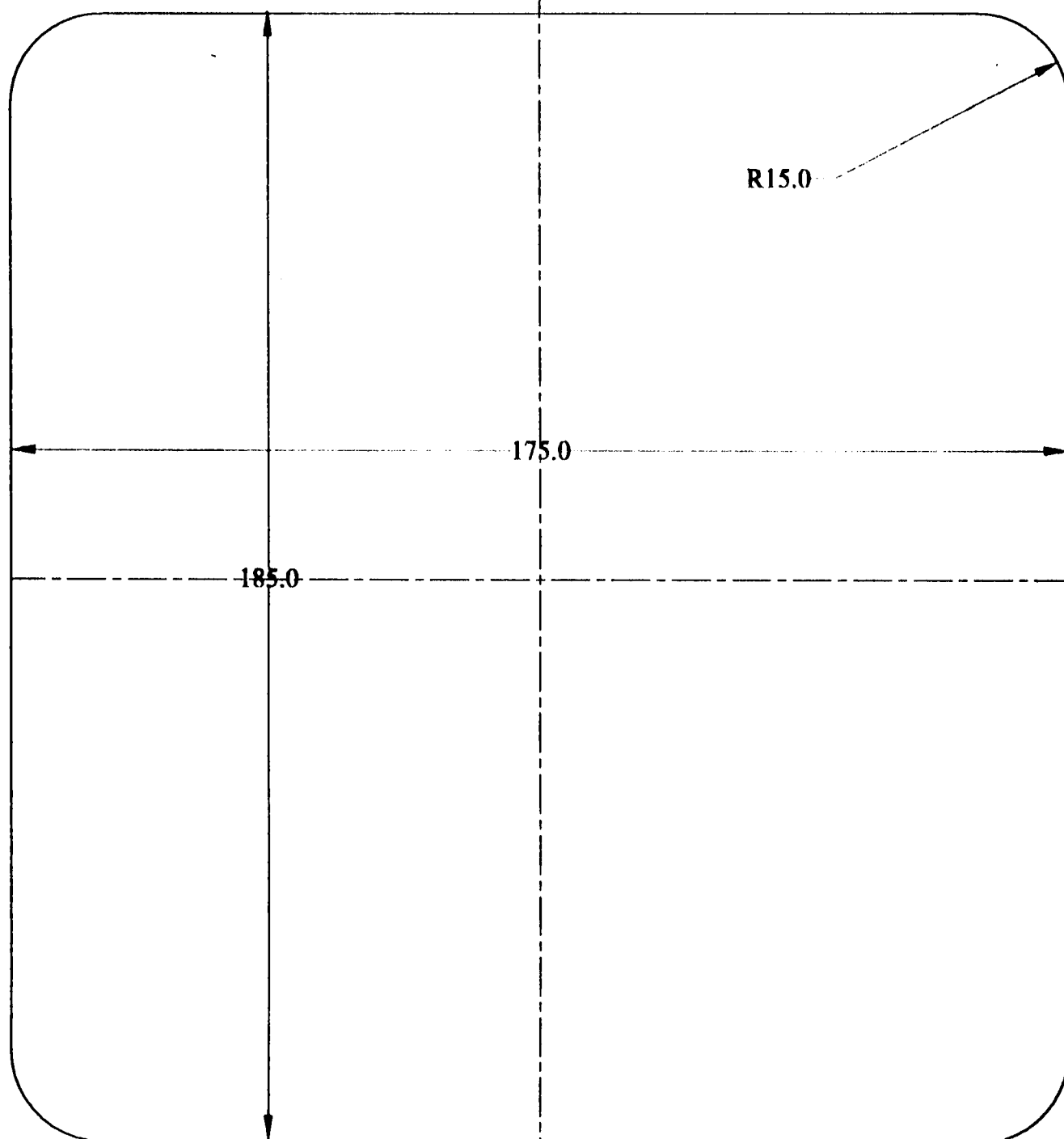
REDUCCIÓN:

ÁREA: 2063.4 mm²

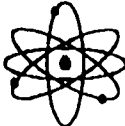
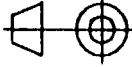
 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES			ISO (B) 	PLANO N°	
				PROYECTO:	
2000	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1		ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL U 140 PASADA N°8 (Terminador)		
DIBUJO	04/02	J.J. Tobias			
REVISO		S.I. Núñez P.			
APROBO		R.A. Villanueva			

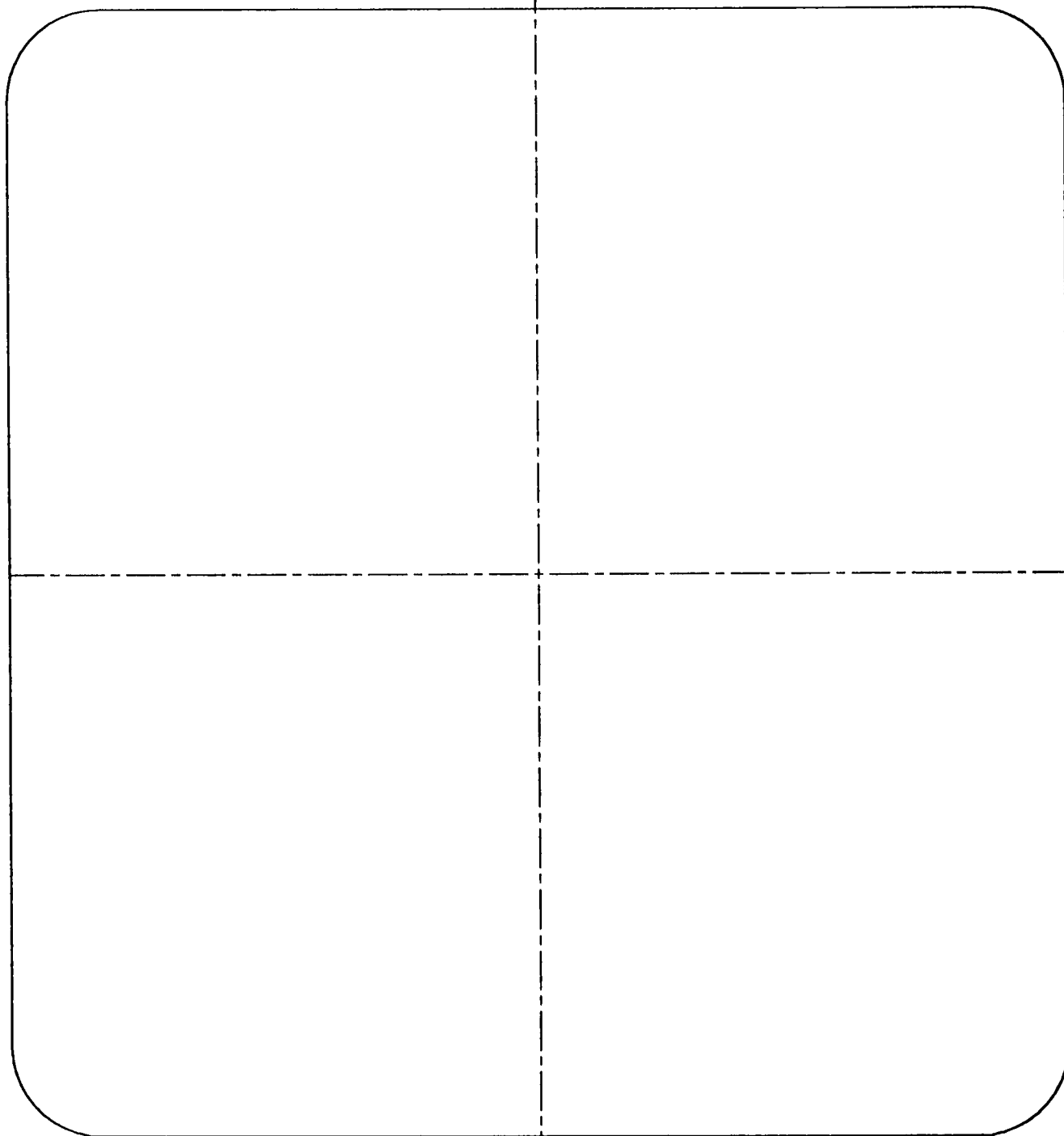
Ejemplo de calibrado 2.1.15

U – “canal” – “channel” UPN 200

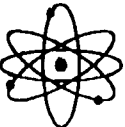
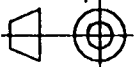


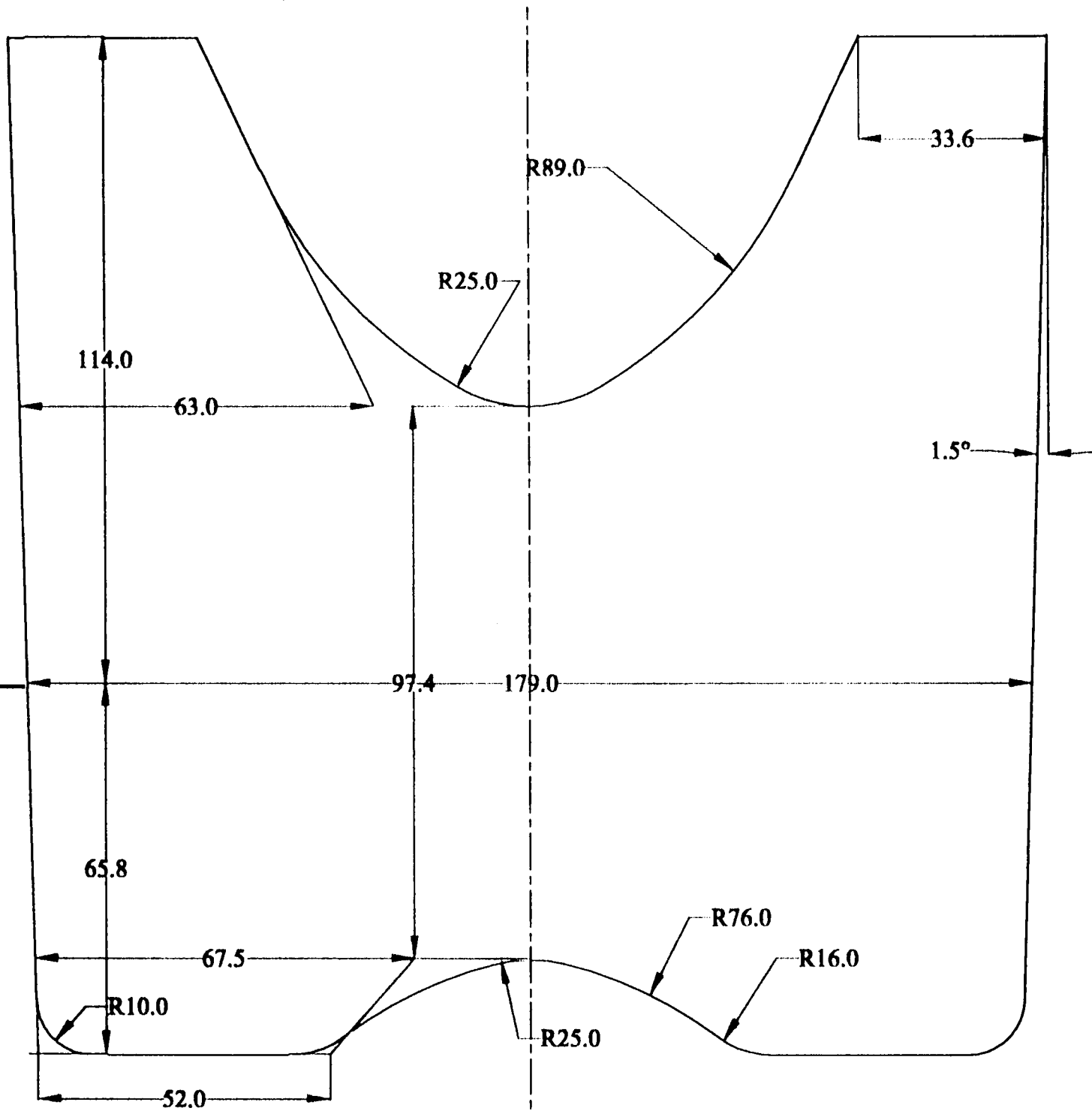
ÁREA: 32181.9 mm²

 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES			ISO (B) 		PLANO N°	
					PROYECTO:	
1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1			ACAD
PROYEC			DENOMINACION: Perfil DIN U 200 Pasada N° 0			
DIBUJO	02/12	J.J. Tobias				
REVISO		S.I. Núñez P.				
APROBO	QU	R.A. Villanueva				



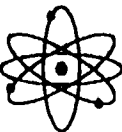
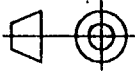
ÁREA: 32181.9 mm²

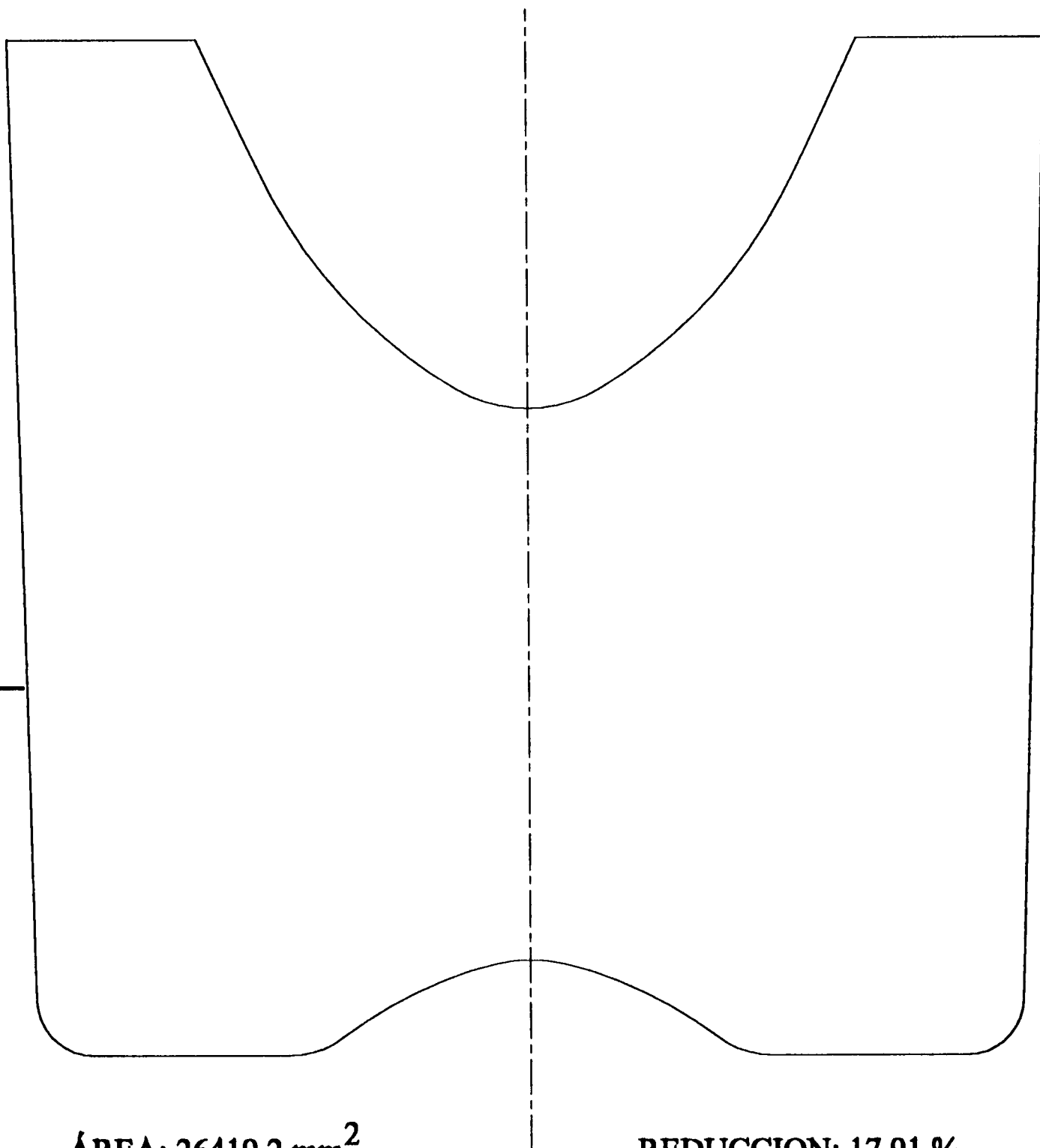
		CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES			ISO (E)	PLANO N°
						PROYECTO:
1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1			ACAD
PROYEC			DENOMINACION: Perfil DIN U 200 Pasada N° 0			
DIBUJO	02/12	J.J. Tiebas				
REVISO		S.I. Núñez P.				
APROBO		R.A. Villanueva				

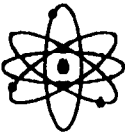


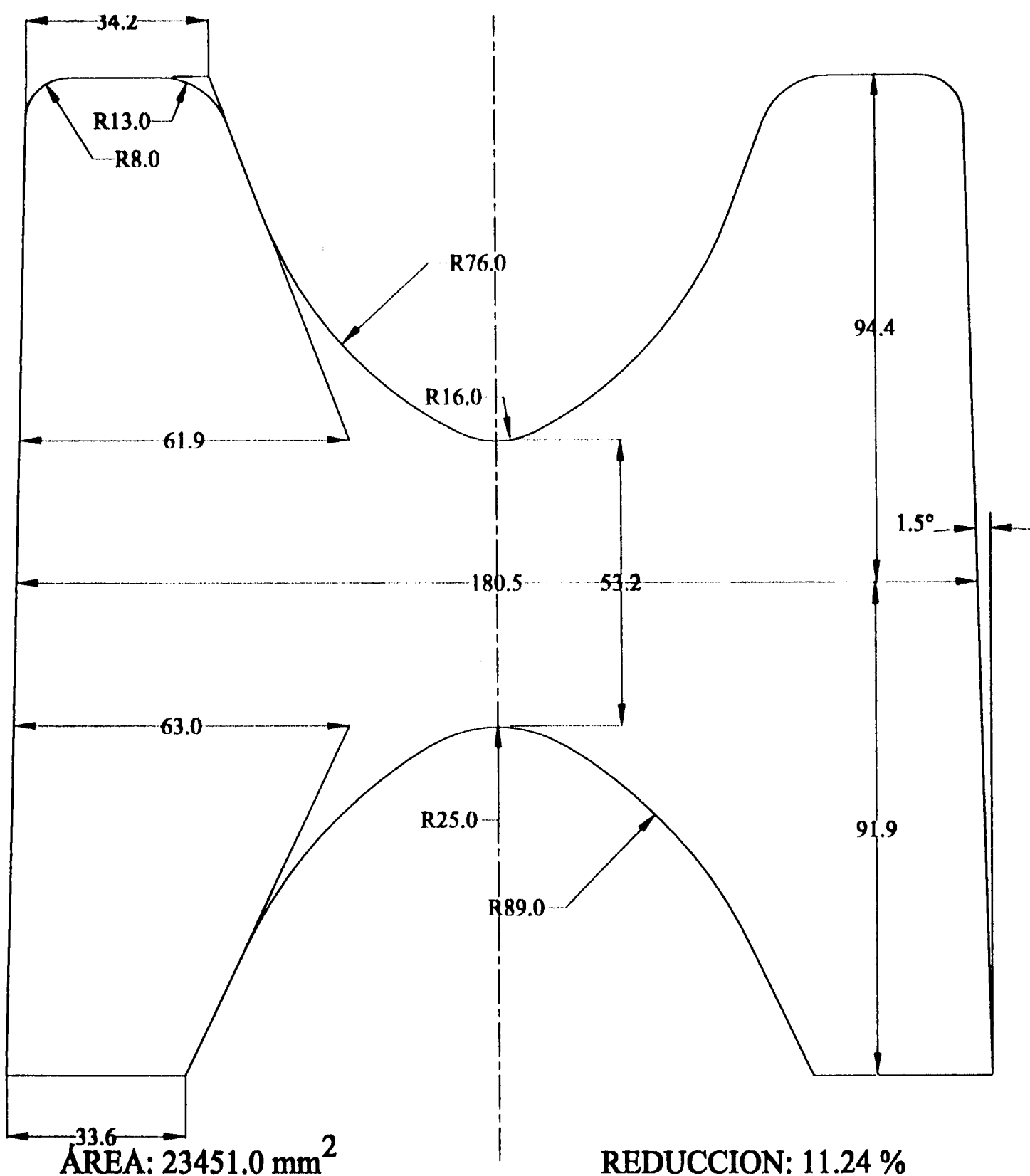
ÁREA: 26419.2 mm²

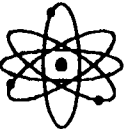
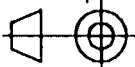
REDUCCION: 17.91 %

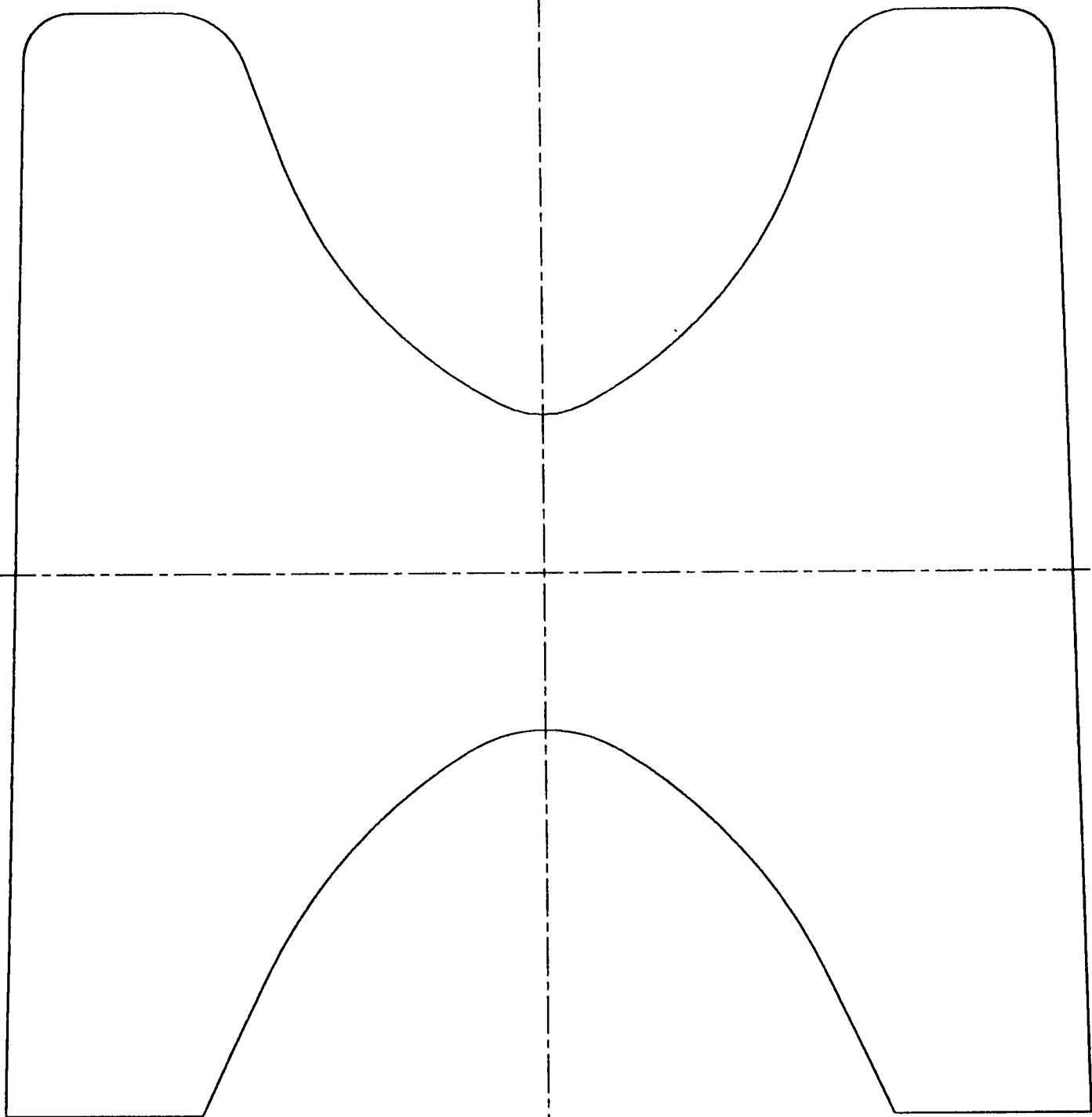
 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES			ISO (E) 	PLANO N° PROYECTO:
1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: Perfil DIN U 200 Pasada N° 1	
DIBUJO	03/12	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Núñez P.		
APROBO	RU	R.A. Villanueva		



 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES		ISO (E) 		PLANO N°		
				PROYECTO:		
1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1			ACAD
PROYEC			DENOMINACION: Perfil DIN U 200 Pasada N° 1			
DIBUJO	03/12	J.J. Tobias				
REVISO		S.L. Nofes P.				
APROBO	RU	R.A. Villameva				

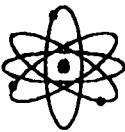


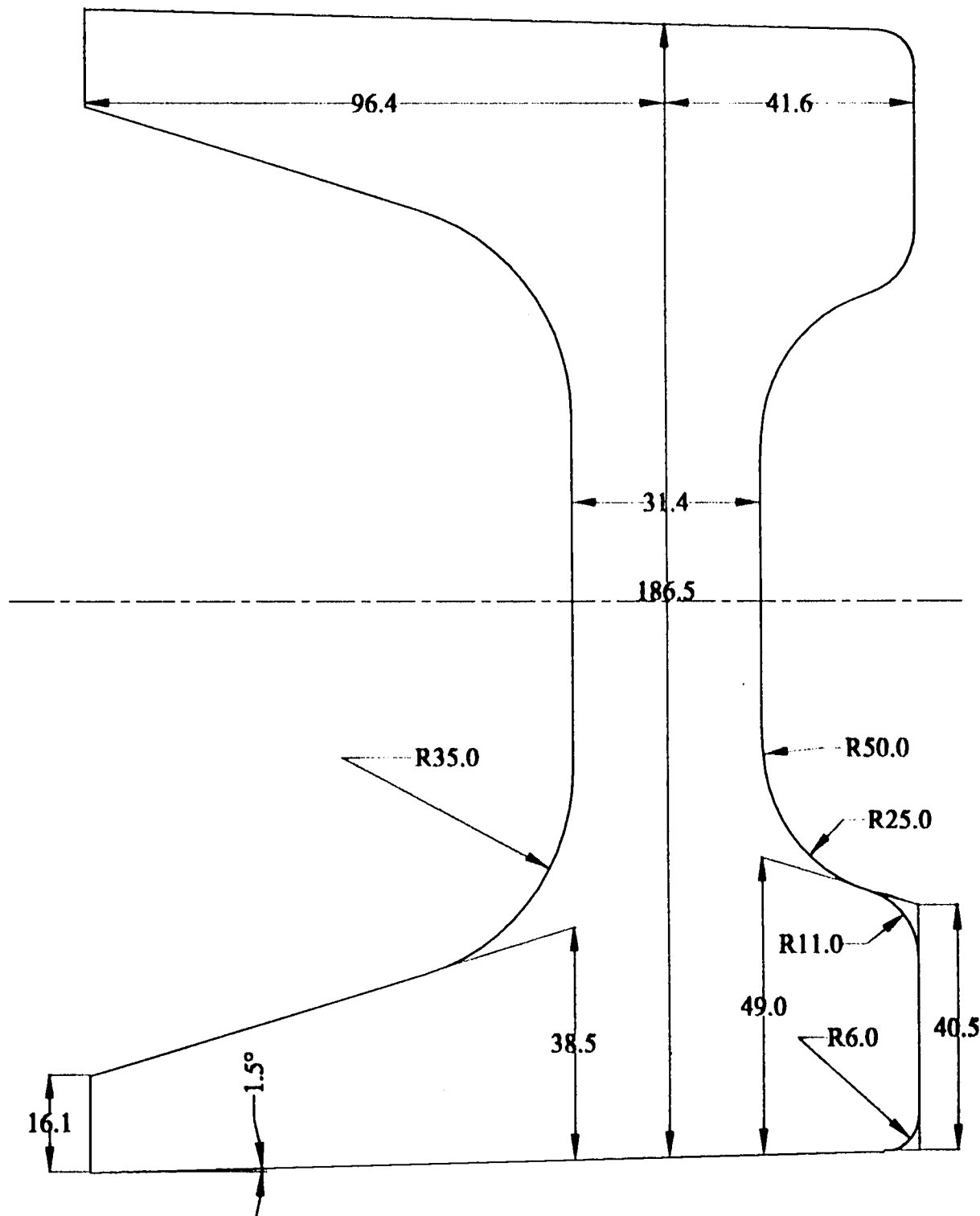
 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES			ISO (B) 		PLANO N°	
					PROYECTO:	
1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1			ACAD
PROYEC			DENOMINACION: Perfil DIN U 200 Pasada N° 2			
DIBUJO	09/12	J.J. Tiebas				
REVISO		S.I. Nómez P.				
APROBO		R.A. Villameva				



ÁREA: 23451.0 mm²

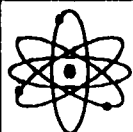
REDUCCION: 11.24 %

 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES		ISO (B) 	PLANO N°	
			PROYECTO:	
1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: Perfil DIN U 200 Pasada N° 2	
DIBUJO	09/12	J.J. Tobias		
REVISO		S.I. Núñez P.		
APROBO	QU	R.A. Villanueva		



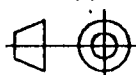
ÁREA: 12935.3 mm²

REDUCCION: 44.84 %



CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

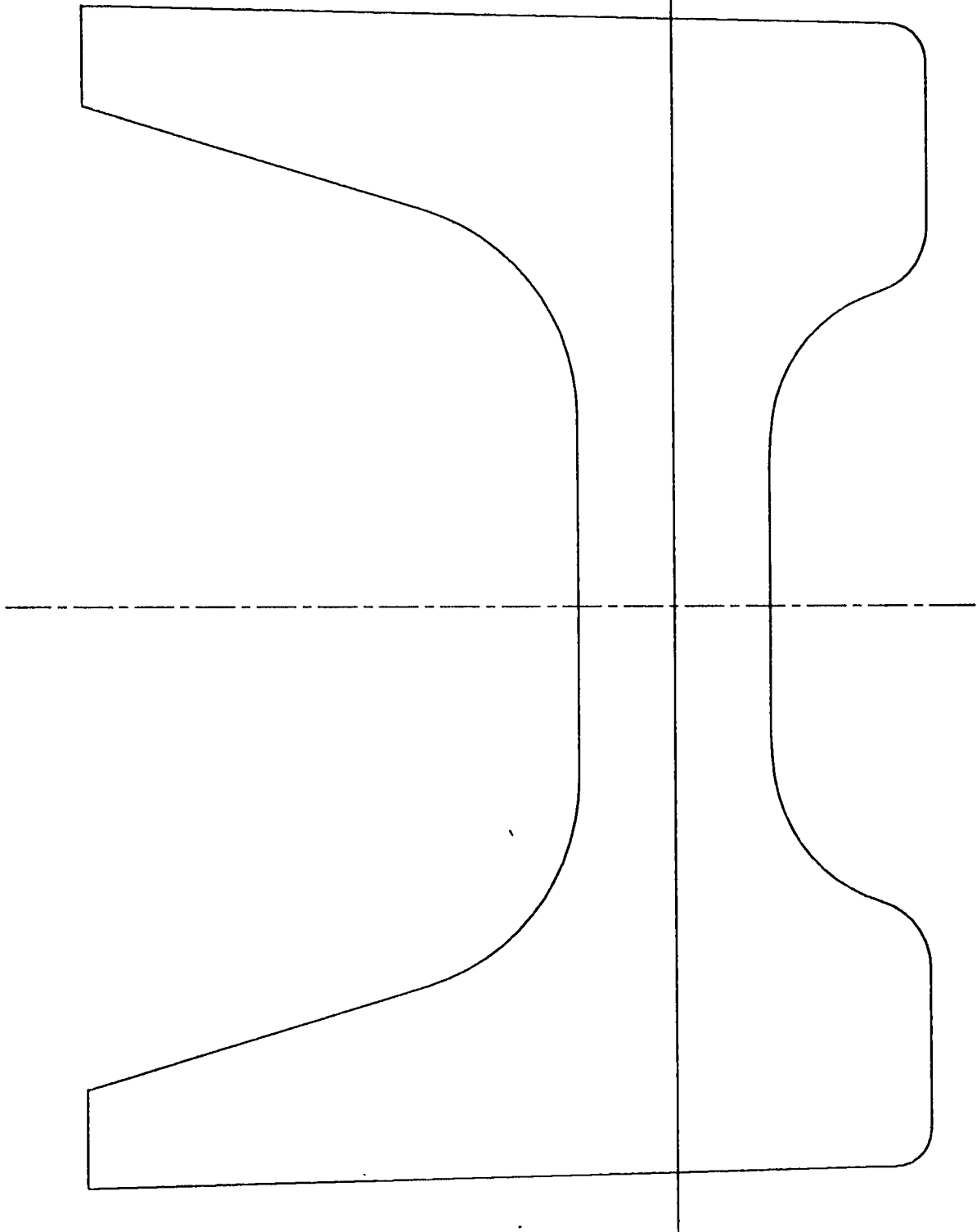
ISO (B)



PLANO N°

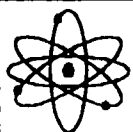
PROYECTO:

1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: Perfil DIN U 200 Pasada N° 3	
DIBUJO	13/12	J.J. Tobias		
REVISO		S.I. Núñez P.		
APROBO	RV	R.A. Villanueva		



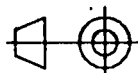
ÁREA: 12935.3 mm²

REDUCCION: 44.84 %



CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

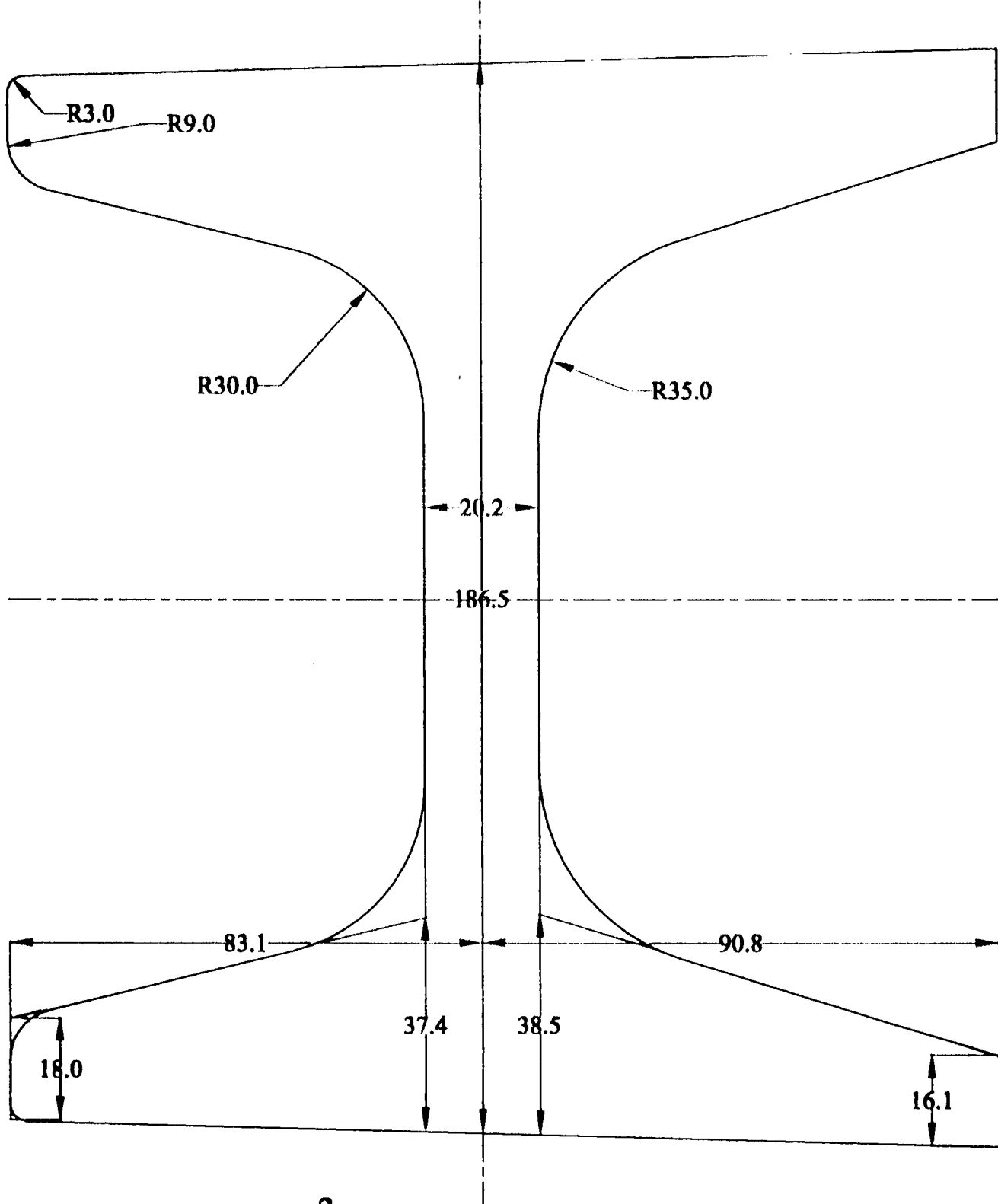
ISO (B)



PLANO N°

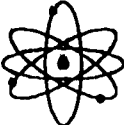
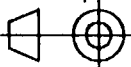
PROYECTO:

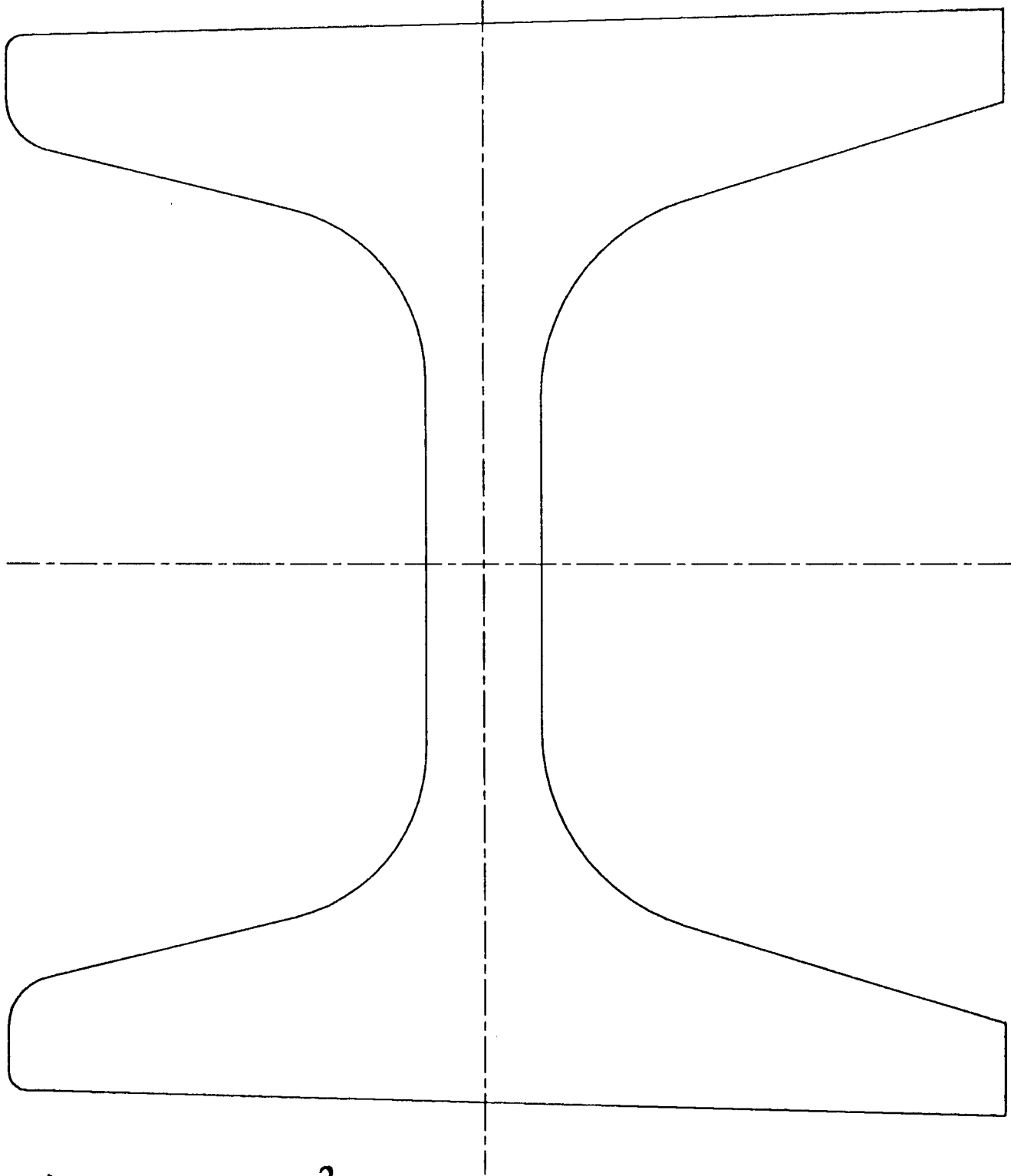
1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: Perfil DIN U 200 Pasada N° 3		
DIBUJO	13/12	J.J. Tobias			
REVISO		S.I. Núñez P.			
APROBO	QU	R.A. Villanueva			



ÁREA: 12665.5 mm²

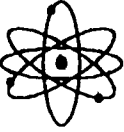
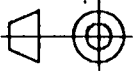
REDUCCION:

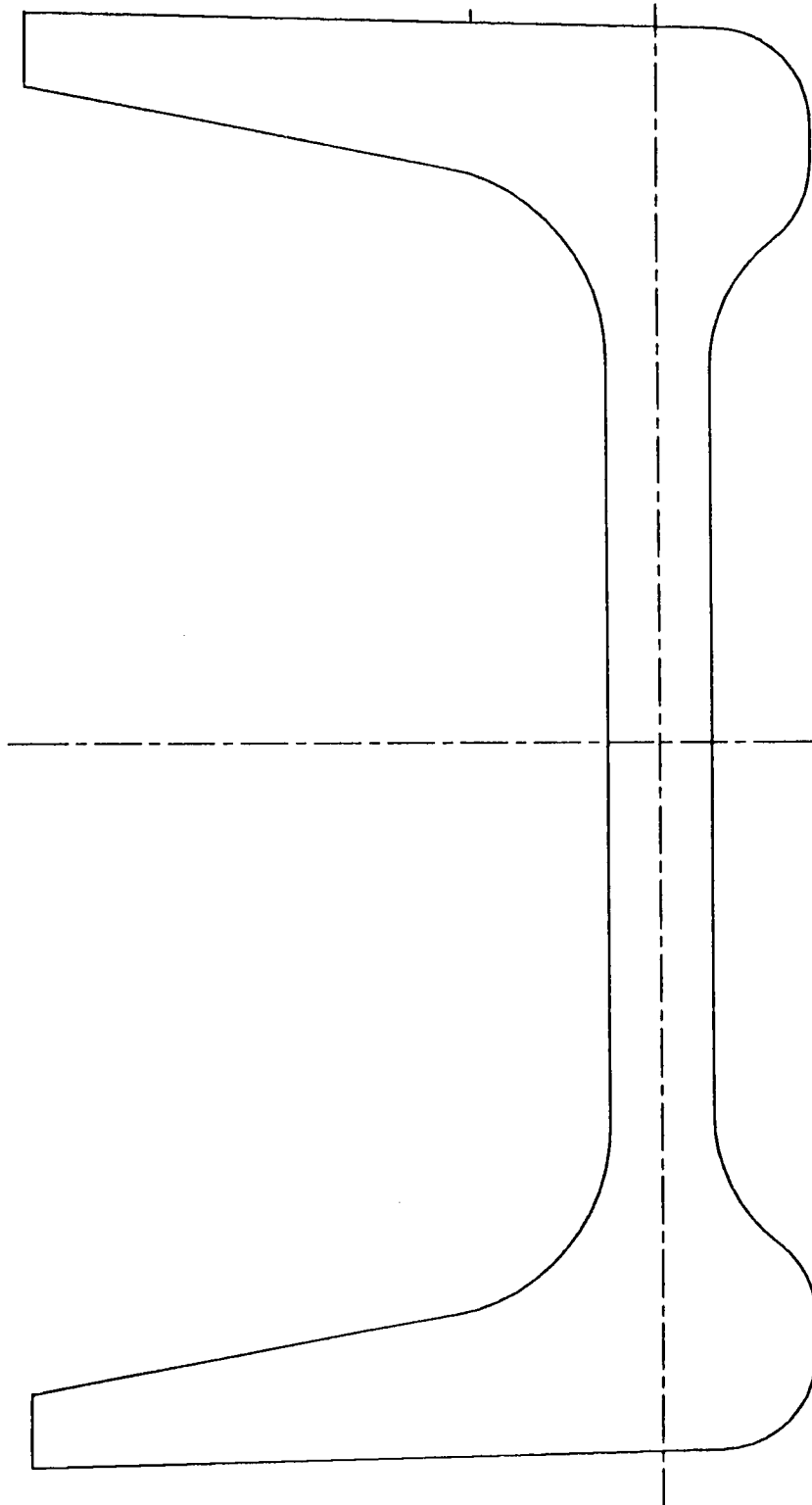
 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES			ISO (E) 		PLANO N°	
					PROYECTO:	
1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1			ACAD
PROYEC			DENOMINACION: Perfil DIN U 200 Pasada N° 4			
DIBUJO	16/12	J.J. Tiebas				
REVISO		S.I. Núñez P.				
APROBO	QU	R.A. Villameva				



ÁREA: 12665.5 mm²

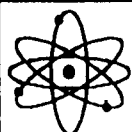
REDUCCION:

 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES			ISO (E) 		PLANO N°	
					PROYECTO:	
1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1			ACAD
PROYEC			DENOMINACION: Perfil DIN U 200 Pasada N° 4			
DIBUJO	16/12	J.J. Tiebas				
REVISO		S.I. Núñez P.				
APROBO	RU	R.A. Villanueva				



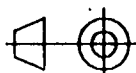
ÁREA: 6304.8 mm²

REDUCCION:



CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

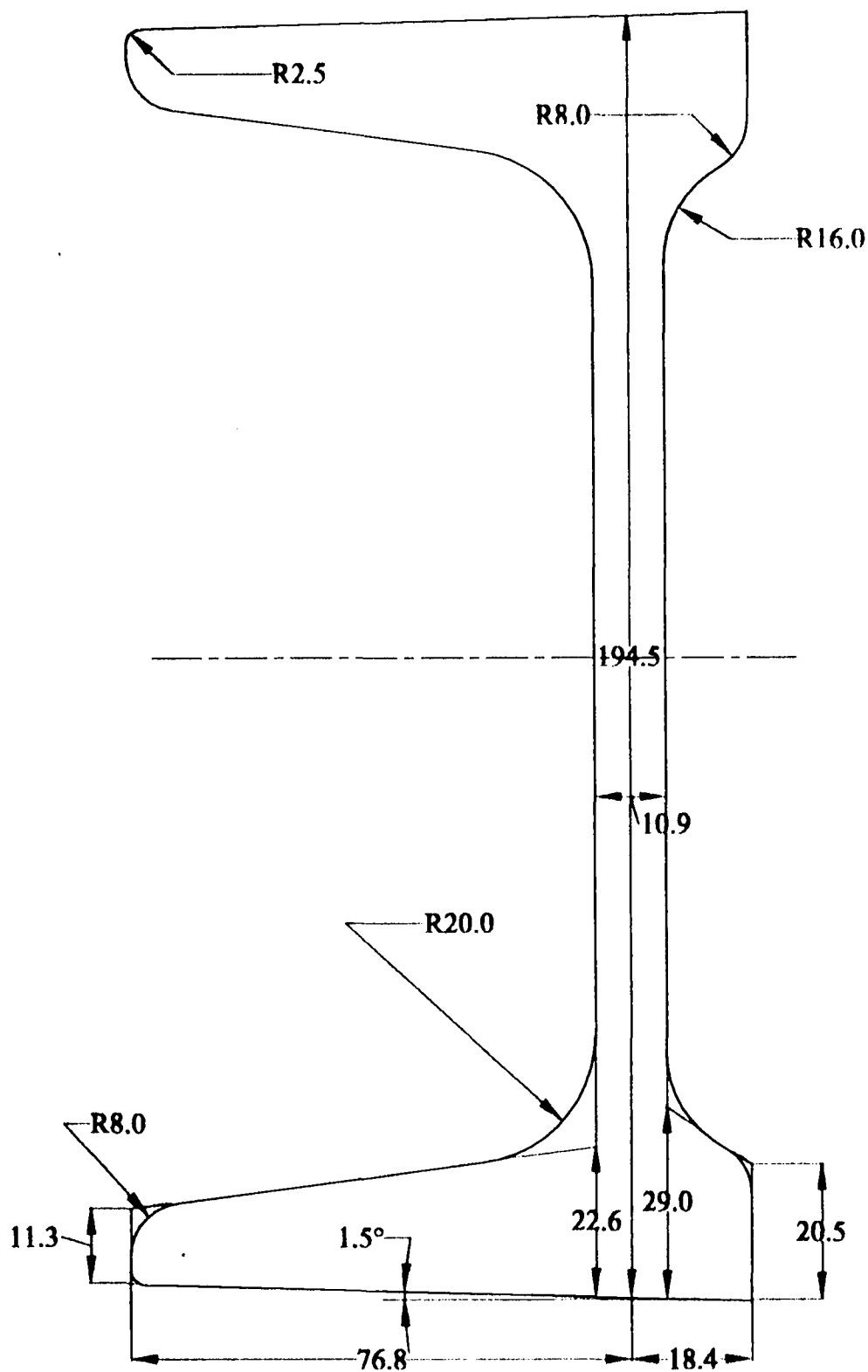
ISO (B)



PLANO N°

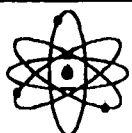
PROYECTO:

1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: Perfil DIN U 200 Pasada N° 5		
DIBUJO	20/12	J.J. Tiebas			
REVISO		S.L. Núñez P.			
APROBO	RU	R.A. Villanueva			

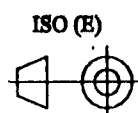


ÁREA: 5298.9 mm²

REDUCCION: 15.95 %



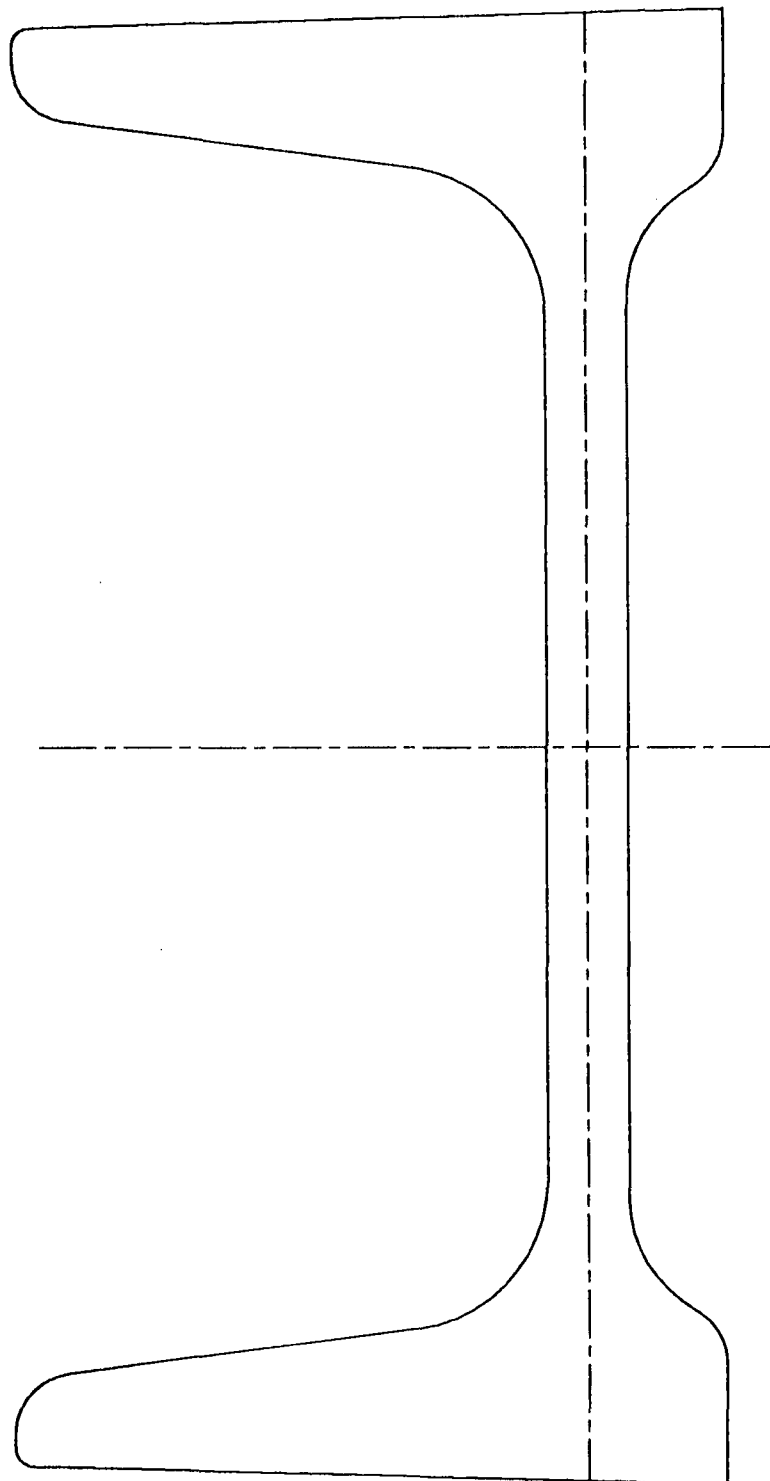
CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES



PLANO N°

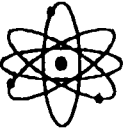
PROYECTO:

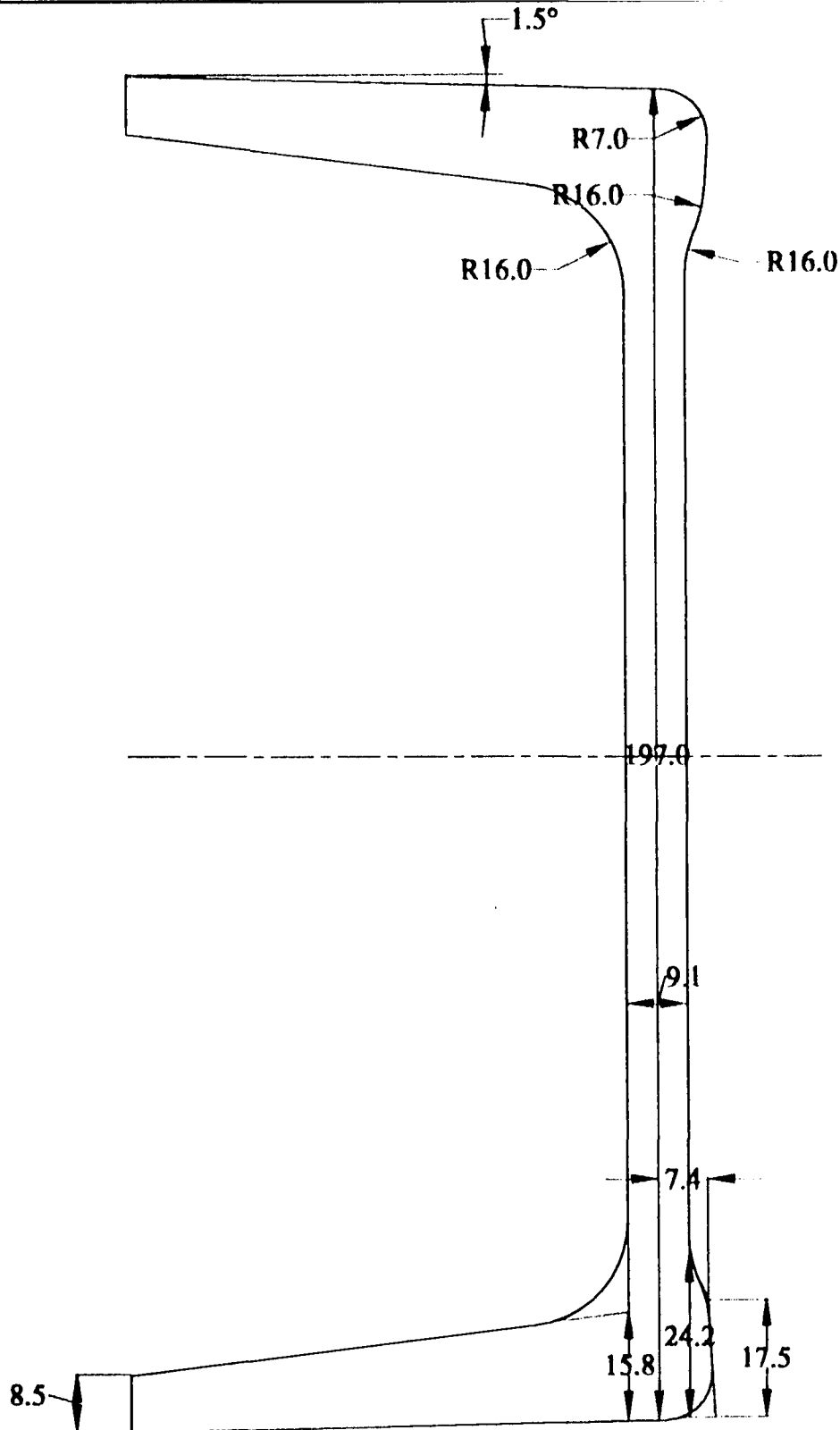
1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: Perfil DIN U 200 Pasada N° 6		
DIBUJO	21/12	J.J. Tiebas			
REVISO		S.I. Núñez P.			
APROBO	RU	R.A. Villanueva			



ÁREA: 5298.9 mm²

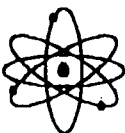
REDUCCION: 15.95 %

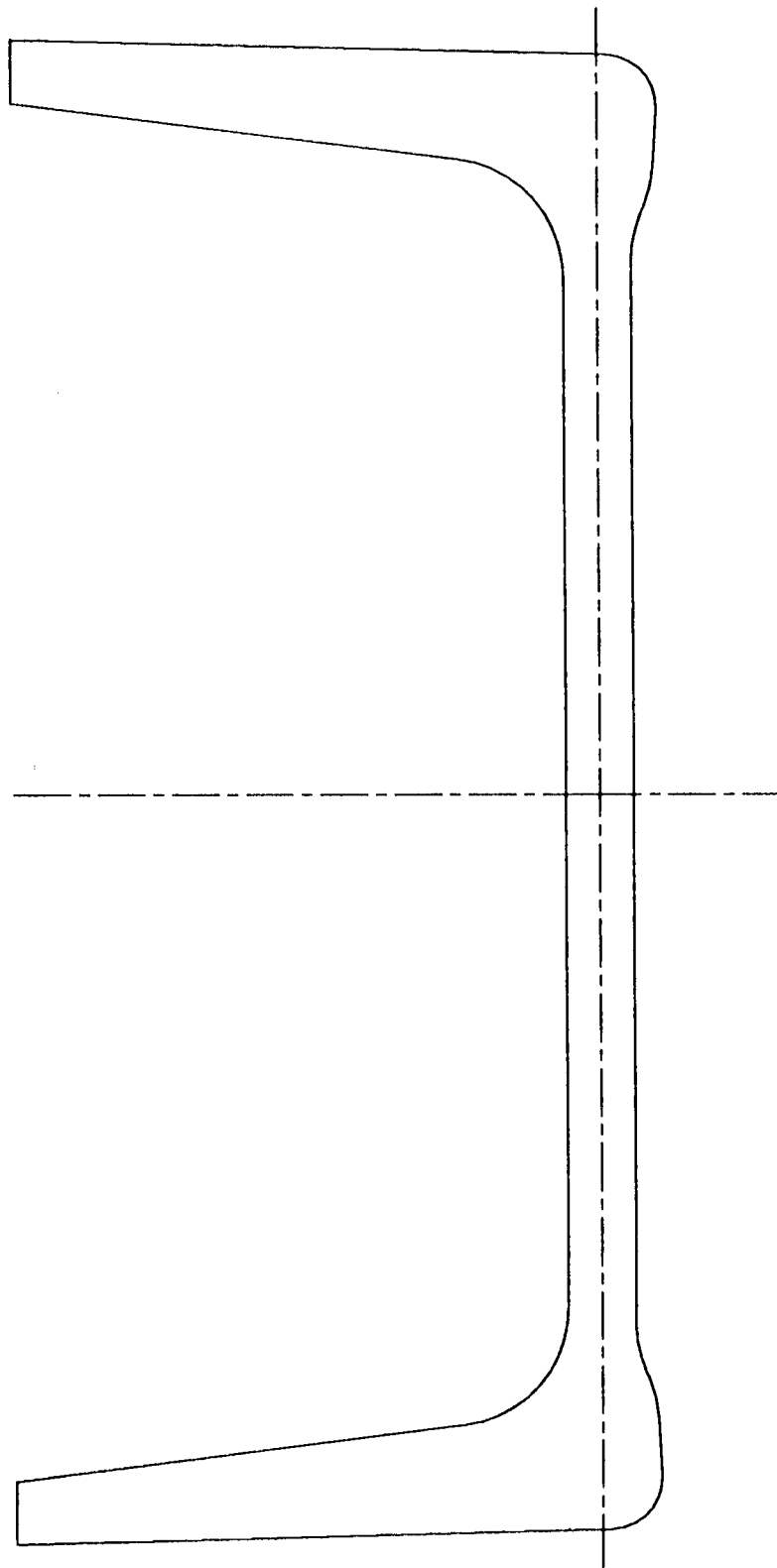
 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES		ISO (B) 	PLANO N°		
			PROYECTO:		
1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: Perfil DIN U 200 Pasada N° 6		
DIBUJO	21/12	J.J. Tlebas			
REVISO		S.I. Núñez P.			
APROBO	RV	R.A. Villanueva			



ÁREA: 3806.6 mm²

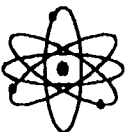
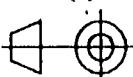
REDUCCION: 28.16 %

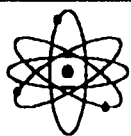
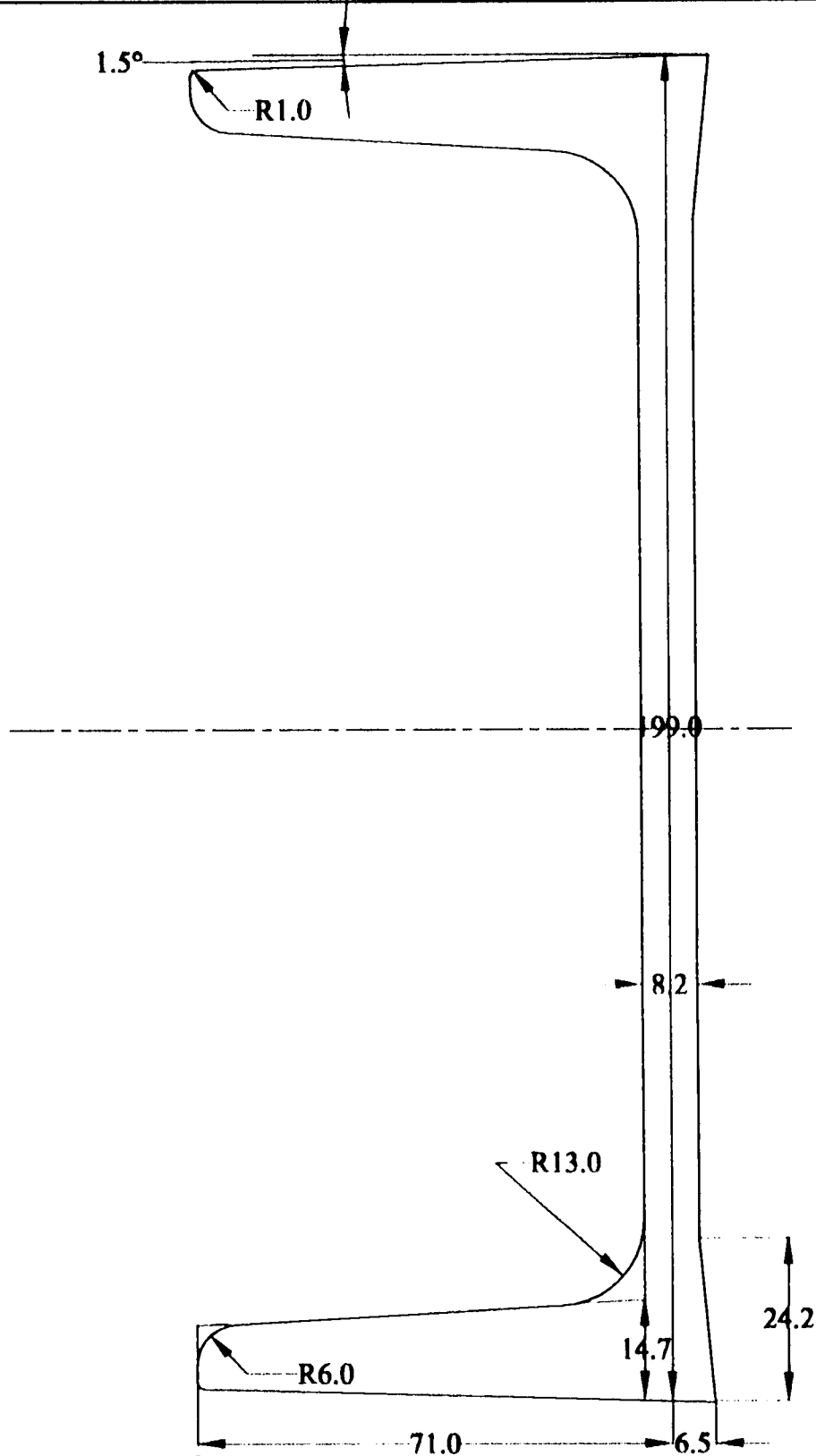
 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES			ISO (B) 	PLANO N°
				PROYECTO:
1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: Perfil DIN U 200 Pasada N° 7	
DIBUJO	21/12	J.J. Tobias		
REVISO		S.L. Núñez P.		
APROBO	QU	R.A. Villanueva		



ÁREA: 3806.6 mm²

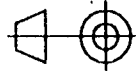
REDUCCION: 28.16 %

 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES			ISO (E) 		PLANO N°	
					PROYECTO:	
1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1			ACAD
PROYEC			DENOMINACION: Perfil DIN U 200 Pasada N° 7			
DIBUJO	21/12	J.J. Tiebas				
REVISO		S.L. Nández P.				
APROBO	RU	R.A. Villanueva				



CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

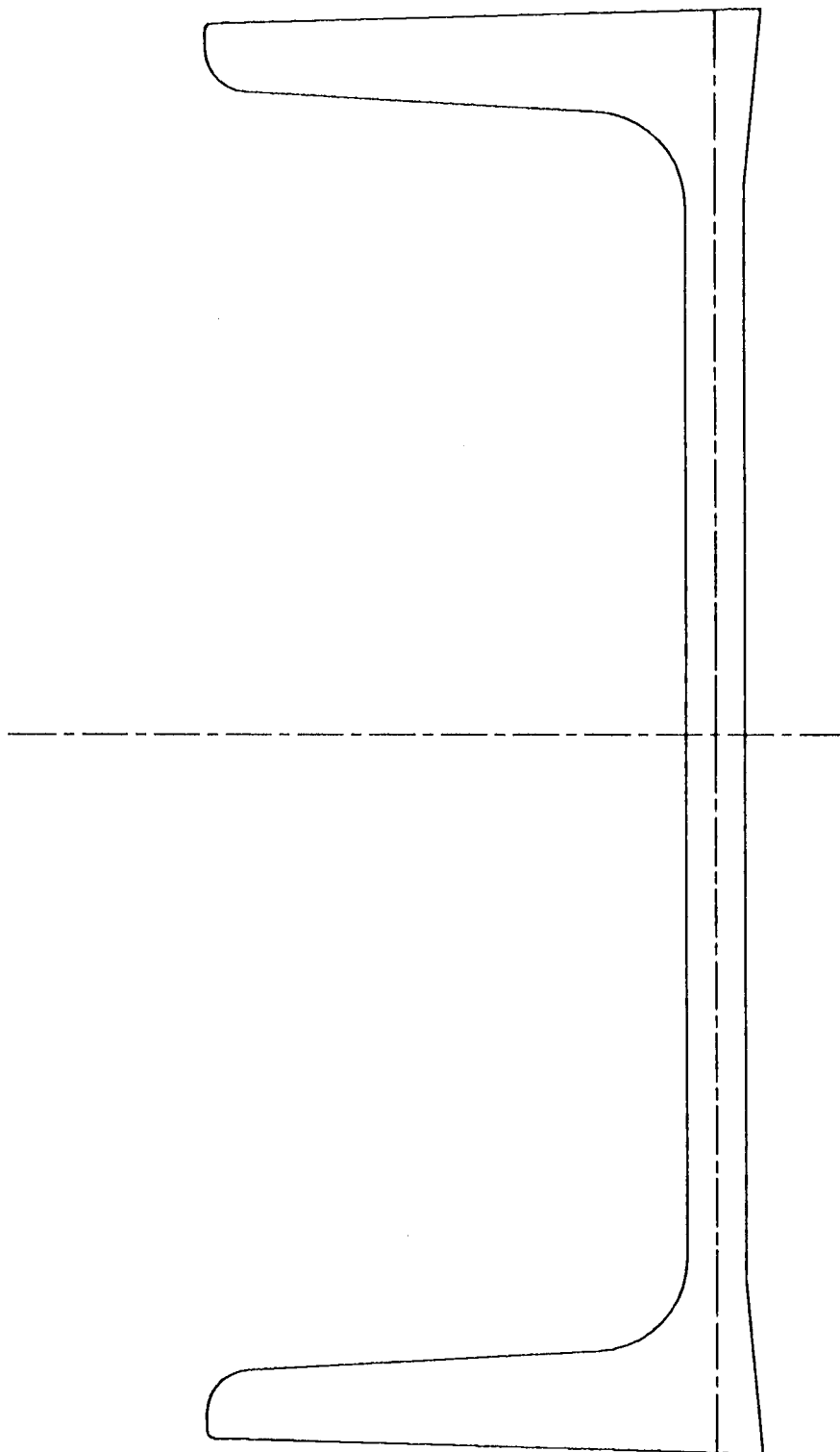
ISO (B)



PLANO N°

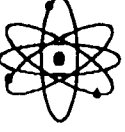
PROYECTO:

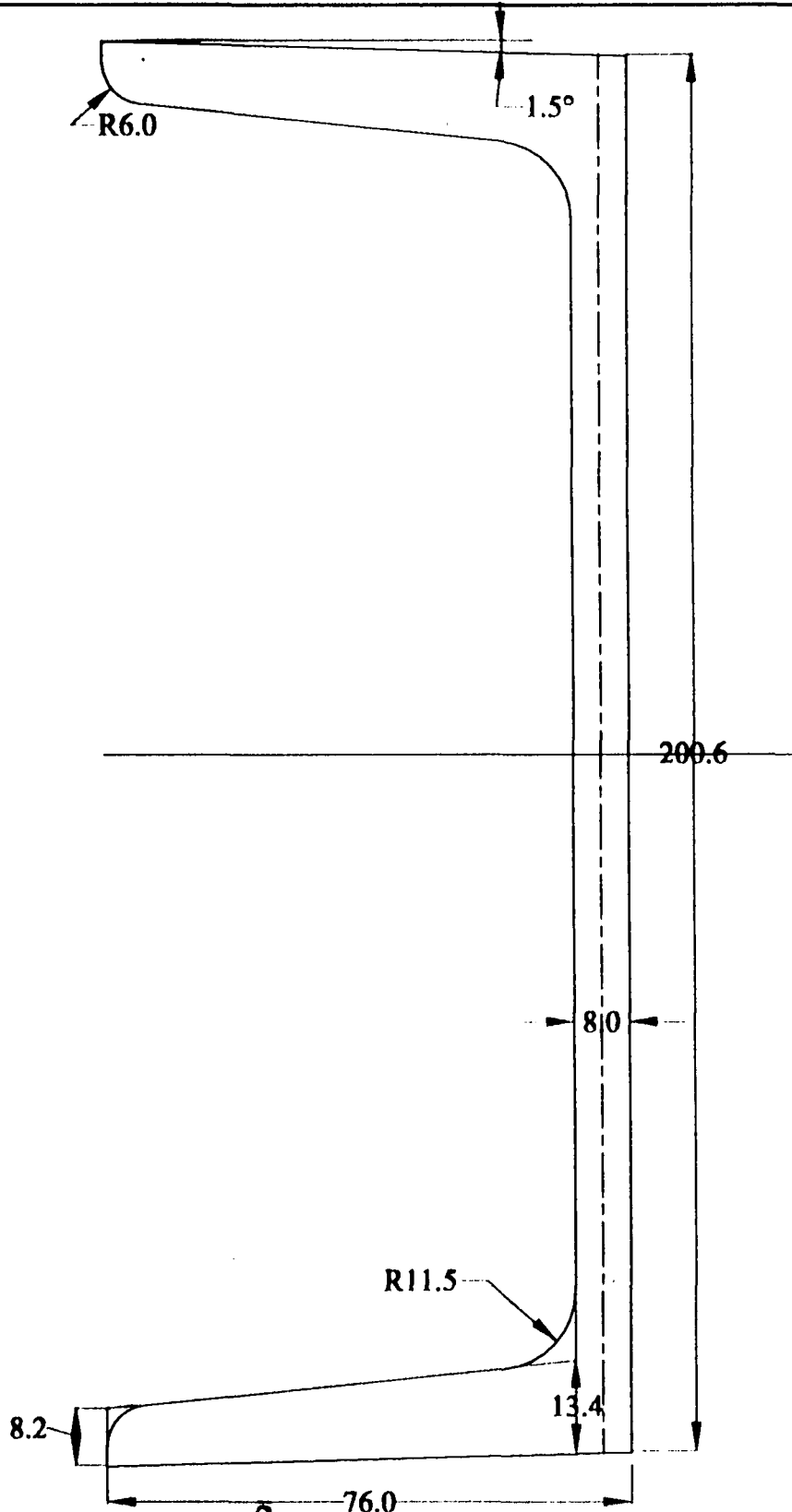
1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: Perfil DIN U 200 Pasada N° 8		
DIBUJO	29/12	J.J. Tiebas			
REVISO		S.I. Nández P.			
APROBO	QU	R.A. Villanueva			



ÁREA: 3331.4 mm²

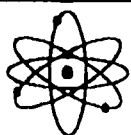
REDUCCION: 12.48 %

 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES			ISO (B) 		PLANO N°	
					PROYECTO:	
1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1			ACAD
PROYEC			DENOMINACION: Perfil DIN U 200 Pasada N° 8			
DIBUJO	29/12	J.J. Tiebas				
REVISO		S.I. Nández P.				
APROBO	RU	R.A. Villanueva				



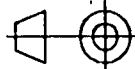
ÁREA: 3107.7 mm²

REDUCCION: 6.71 %



CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

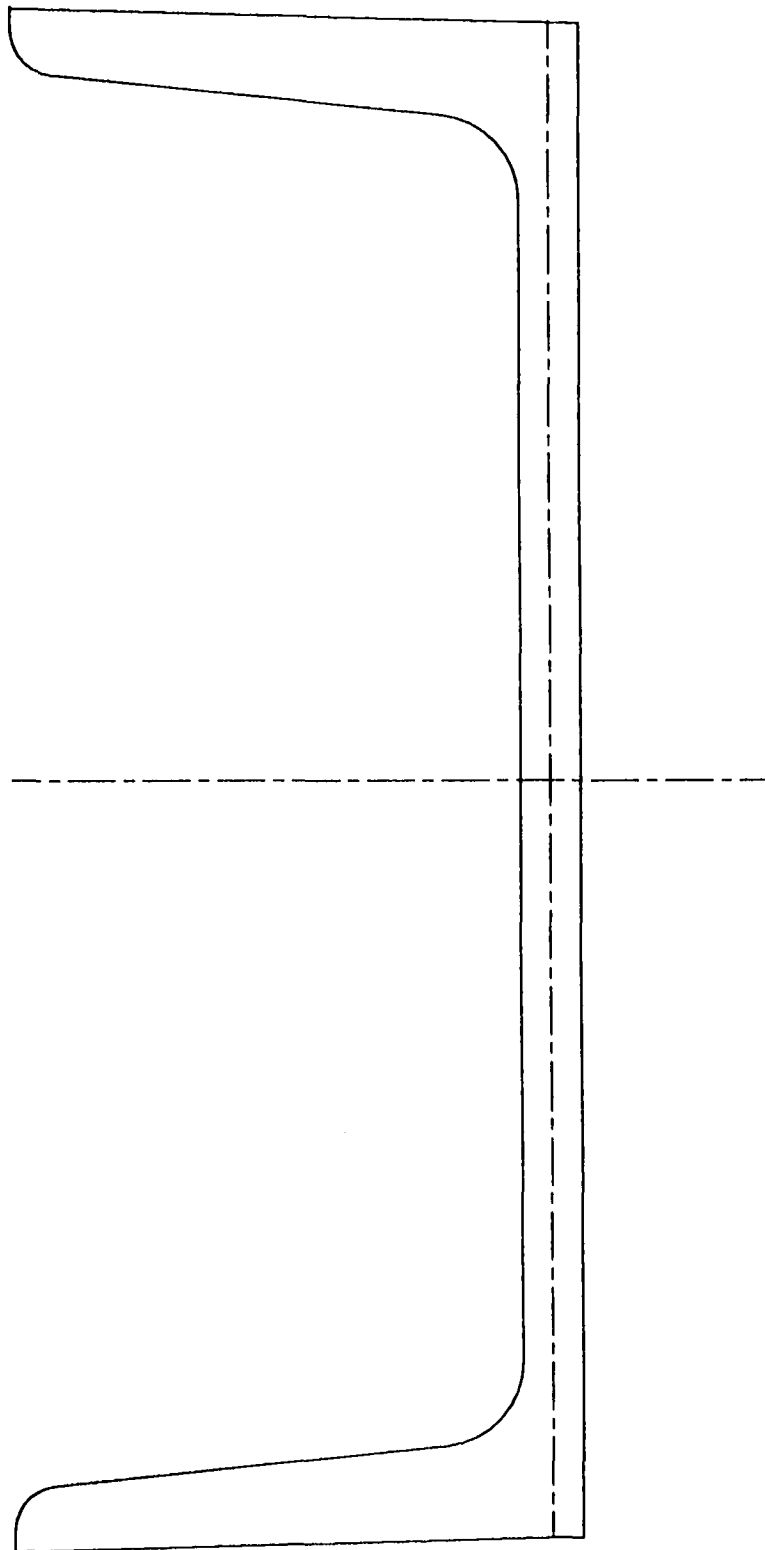
ISO (B)



PLANO N°

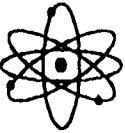
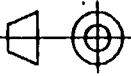
PROYECTO:

1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: Perfil DIN U 200 Pasada N° 9		
DIBUJO	30/12	J.J. Tiobas			
REVISO		S.I. Núñez P.			
APROBO	RU	R.A. Villanueva			



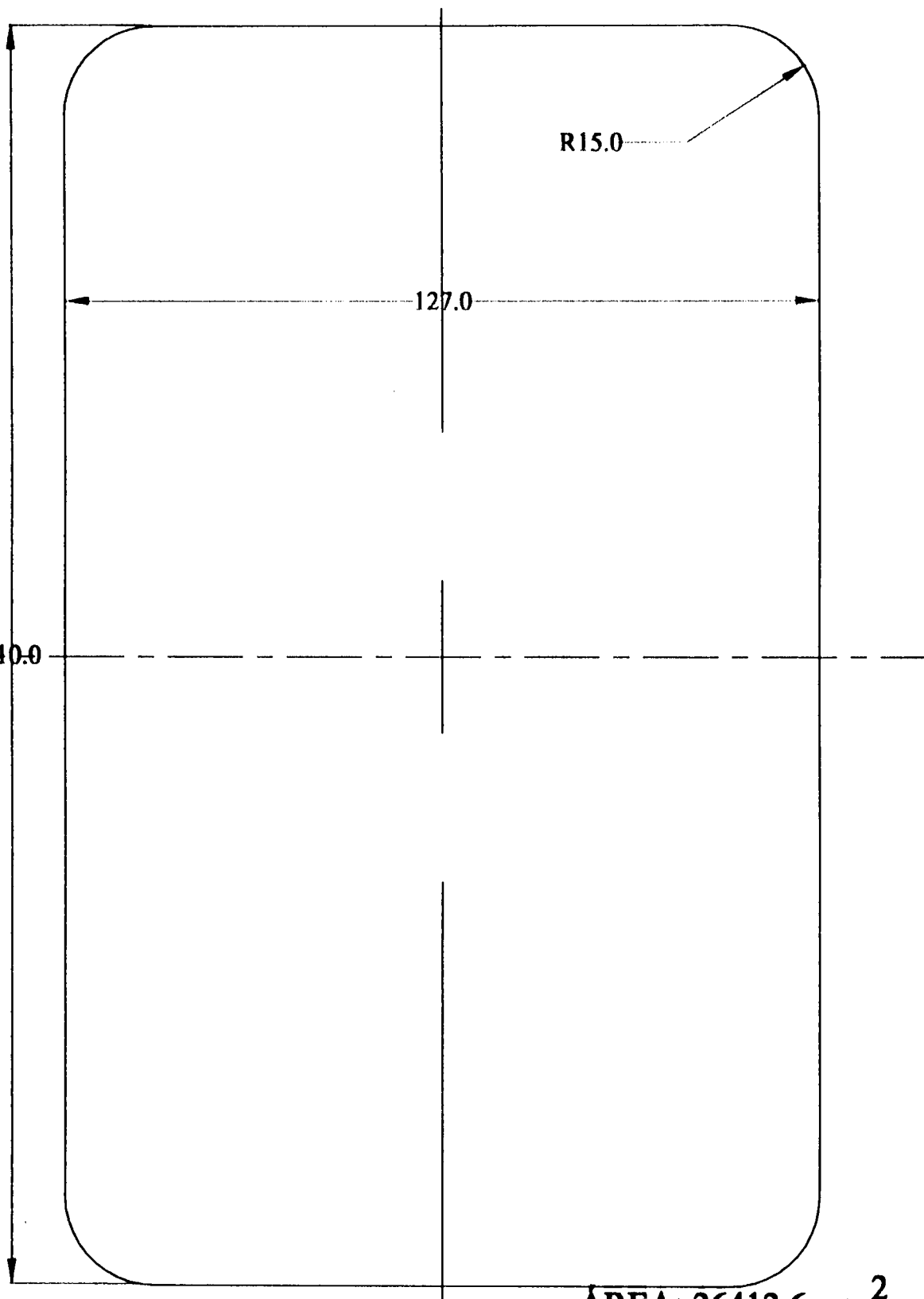
ÁREA: 3107.7 mm²

REDUCCION: 6.71 %

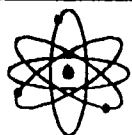
 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES			ISO (B) 	PLANO N°	
				PROYECTO:	
1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: Perfil DIN U 200 Pasada N° 9		
DIBUJO	30/12	J.J. Tiebas			
REVISO		S.L. Núñez P.			
APROBO	QU	R.A. Villanueva			

Ejemplo de calibrado 2.1.16

Doble T –“viga” – “beam” estándar EUA de 6”

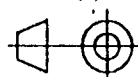


AREA: 26412.6 mm²



CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

ISO (B)



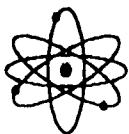
PLANO N°

PROYECTO:

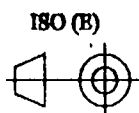
1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL I de 6" según norma "American Standard" PASADA N° 0		
DIBUJO	01/12	J.J. Tobias			
REVISO		S.I. Núñez P.			
APROBO	<i>RV</i>	R.A. Villanueva			

• TOCHO DE ENTRADA: 127x210 •

ÁREA: 26412.6 mm²



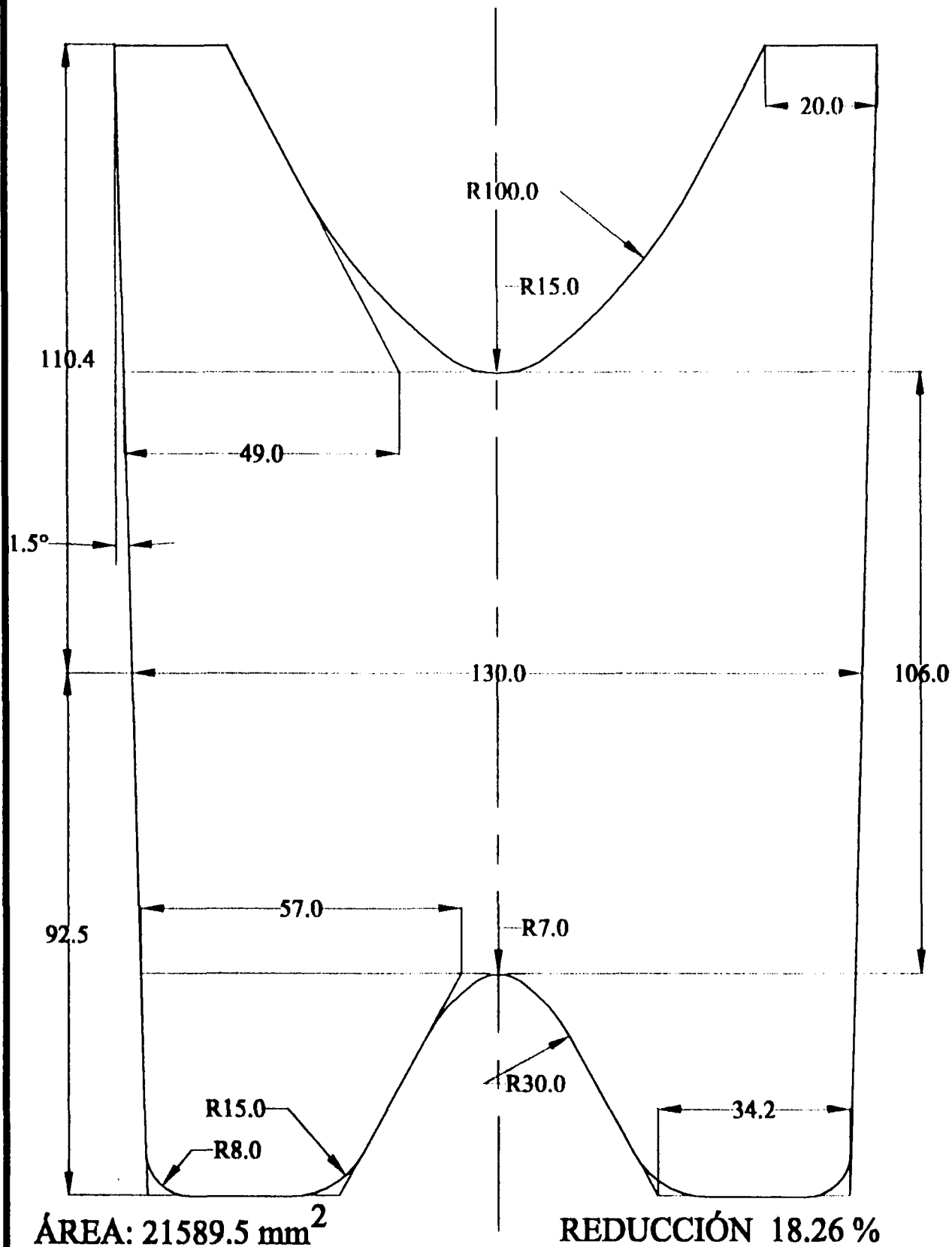
CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

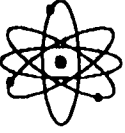
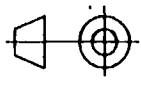


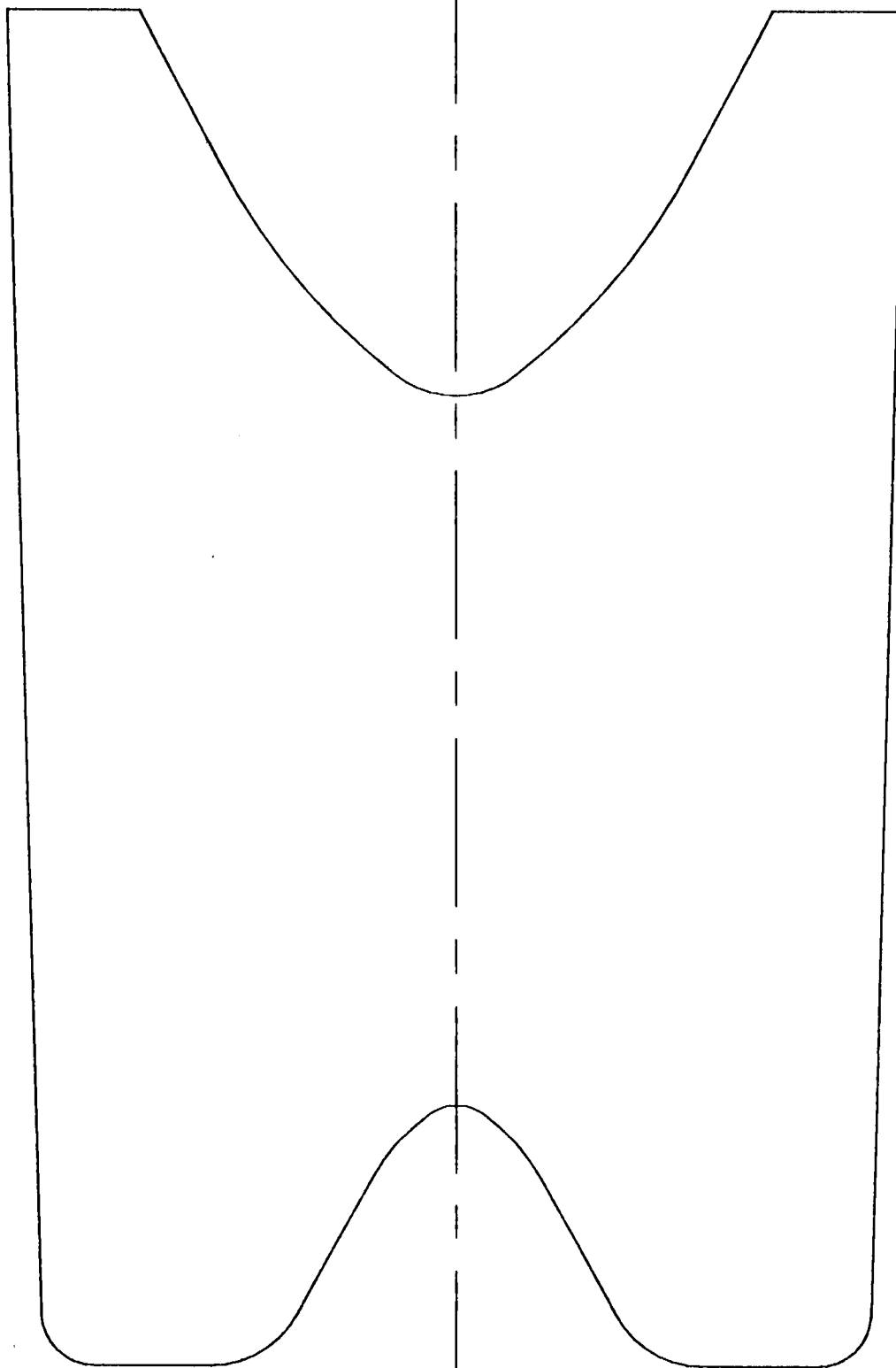
PLANO N°

PROYECTO:

1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL I de 6" según norma "American Standard" PASADA N° 0		
DIBUJO	01/12	J.J. Tiebas			
REVISO		S.I. Núñez P.			
APROBO	QU	R.A. Villanueva			

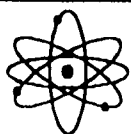


 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES			ISO (B) 		PLANO N°	
					PROYECTO:	
1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1			ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL I de 6" según norma "American Standard" PASADA N° 1			
DIBUJO	15/11	J.J. Tíobas				
REVISO		S.I. Núñez P.				
APROBO	QU	R.A. Villanueva				

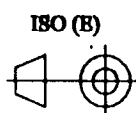


ÁREA: 21589.5 mm²

REDUCCIÓN 18.26 %



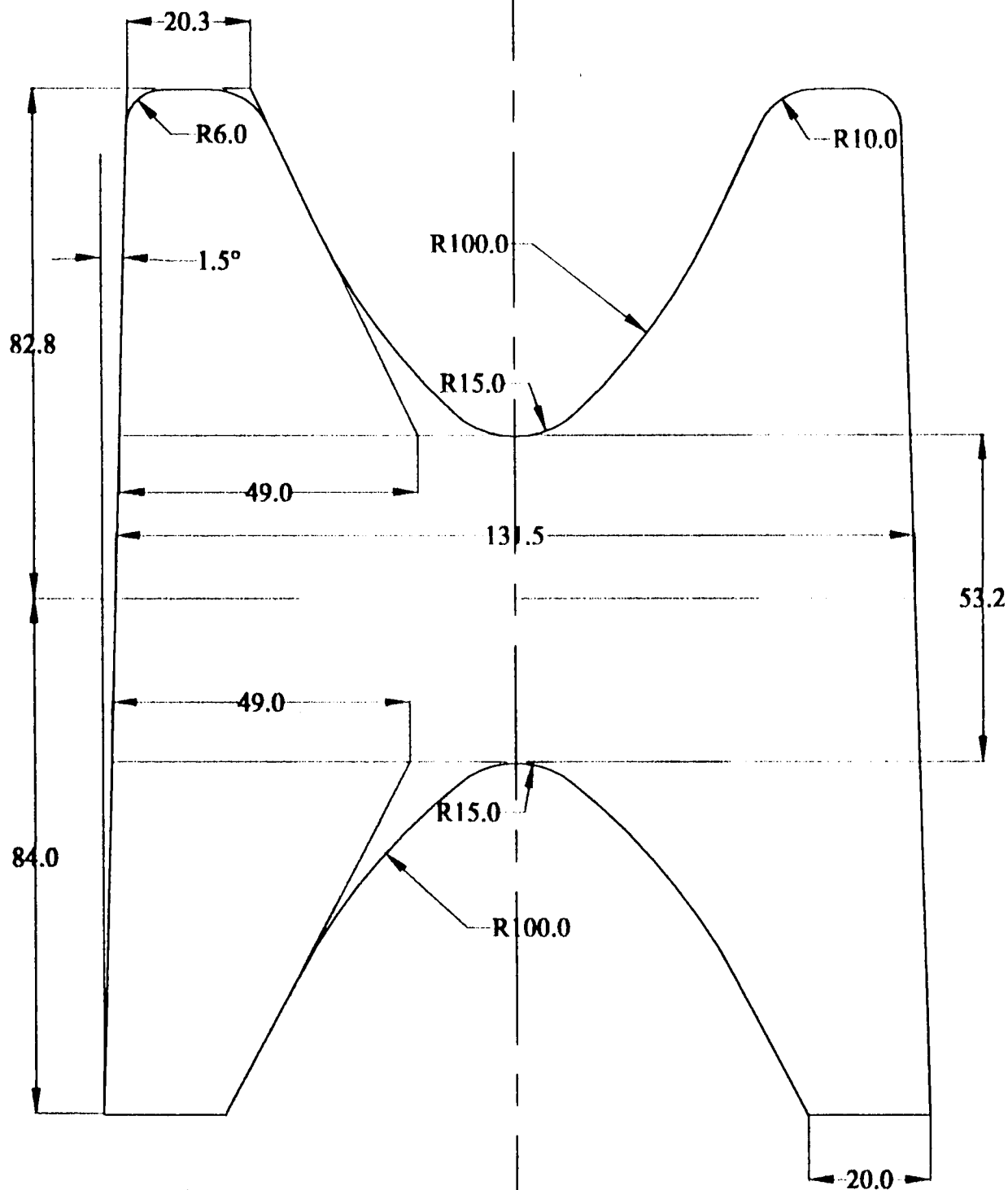
CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES



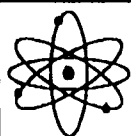
PLANO N°

PROYECTO:

1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL I de 6" según norma "American Standard" PASADA N° 1		
DIBUJO	15/11	J.J. Tiebas			
REVISO		S.I. Nández P.			
APROBO	QU	R.A. Villanueva			

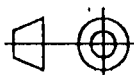


REDUCCIÓN: 12.91 %
 ÁREA: 18802.7 mm²



CNEA
 DEPARTAMENTO
 MATERIALES

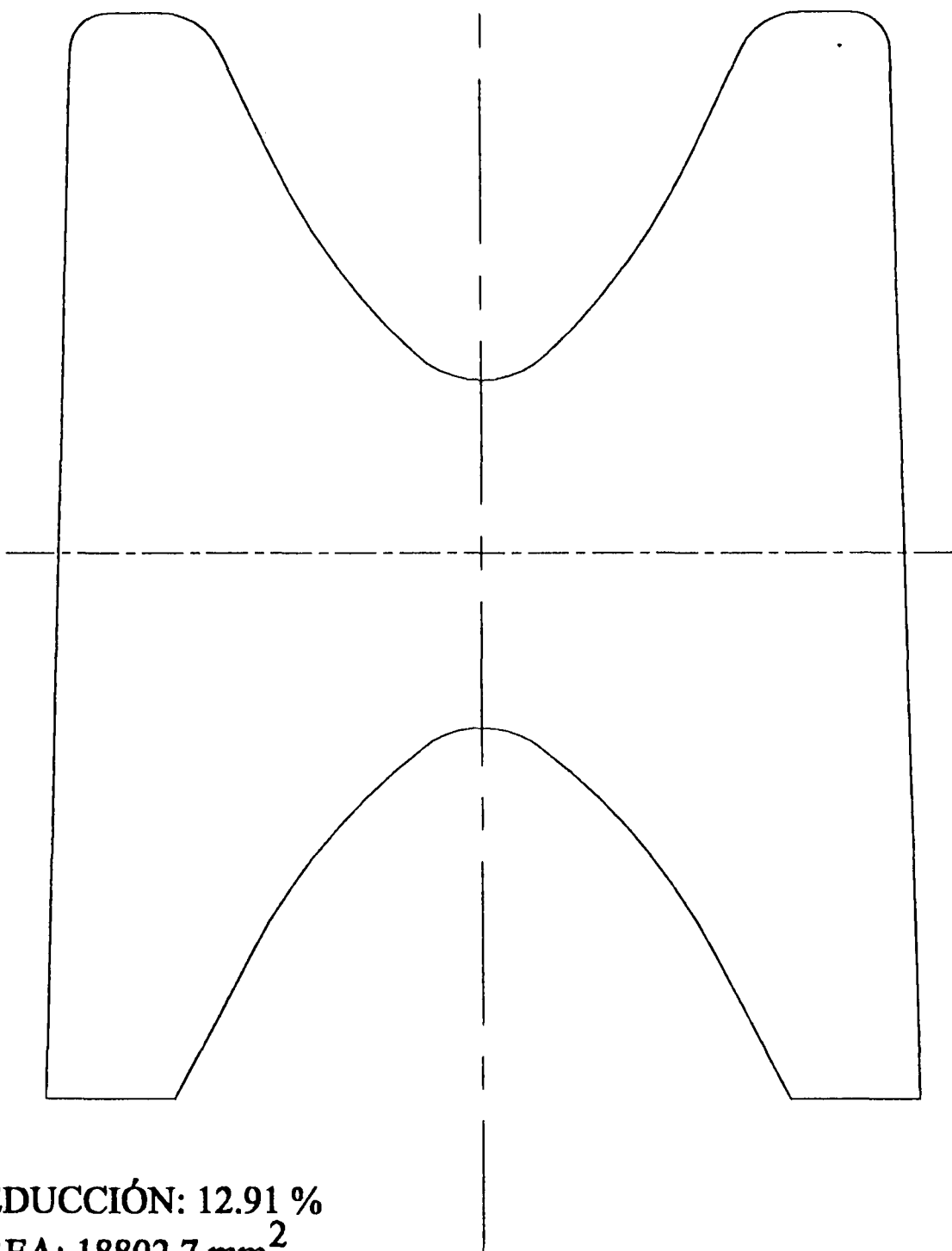
ISO (E)



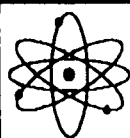
PLANO N°

PROYECTO:

1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL I de 6" según norma "American Standard" PASADA N° 2		
DIBUJO	16/11	J.J. Tiebas			
REVISO		S.I. Nández P.			
APROBO	60	R.A. Villanueva			

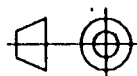


REDUCCIÓN: 12.91 %
 ÁREA: 18802.7 mm²



CNEA
 DEPARTAMENTO
 MATERIALES

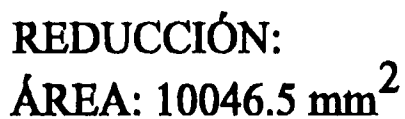
ISO (B)



PLANO N°

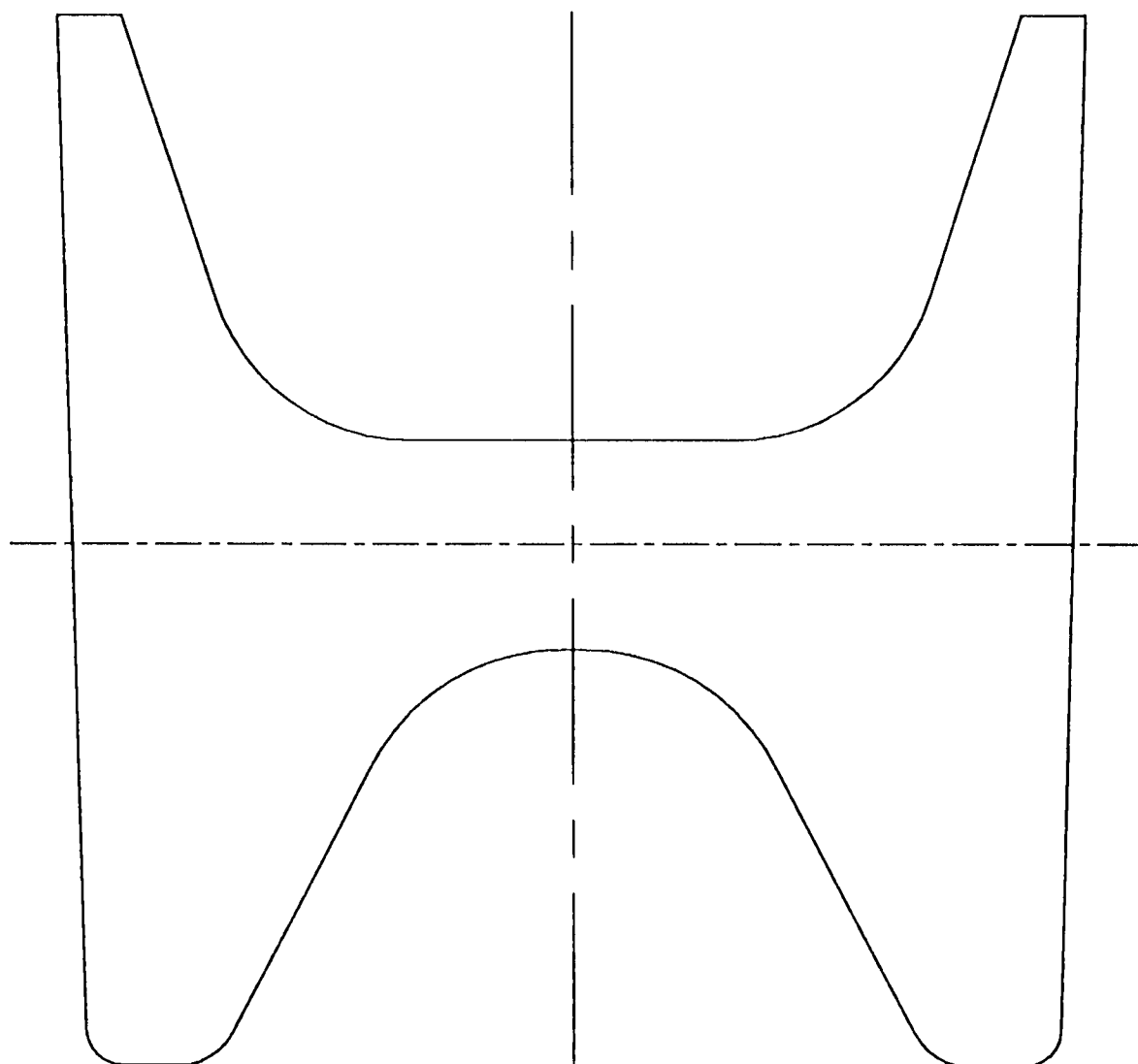
PROYECTO:

1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL I de 6" según norma "American Standard" PASADA N° 2		
DIBUJO	16/11	J.J. Tobias			
REVISO		S.I. Núñez P.			
APROBO	RQ	R.A. Villanueva			

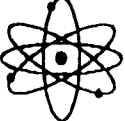


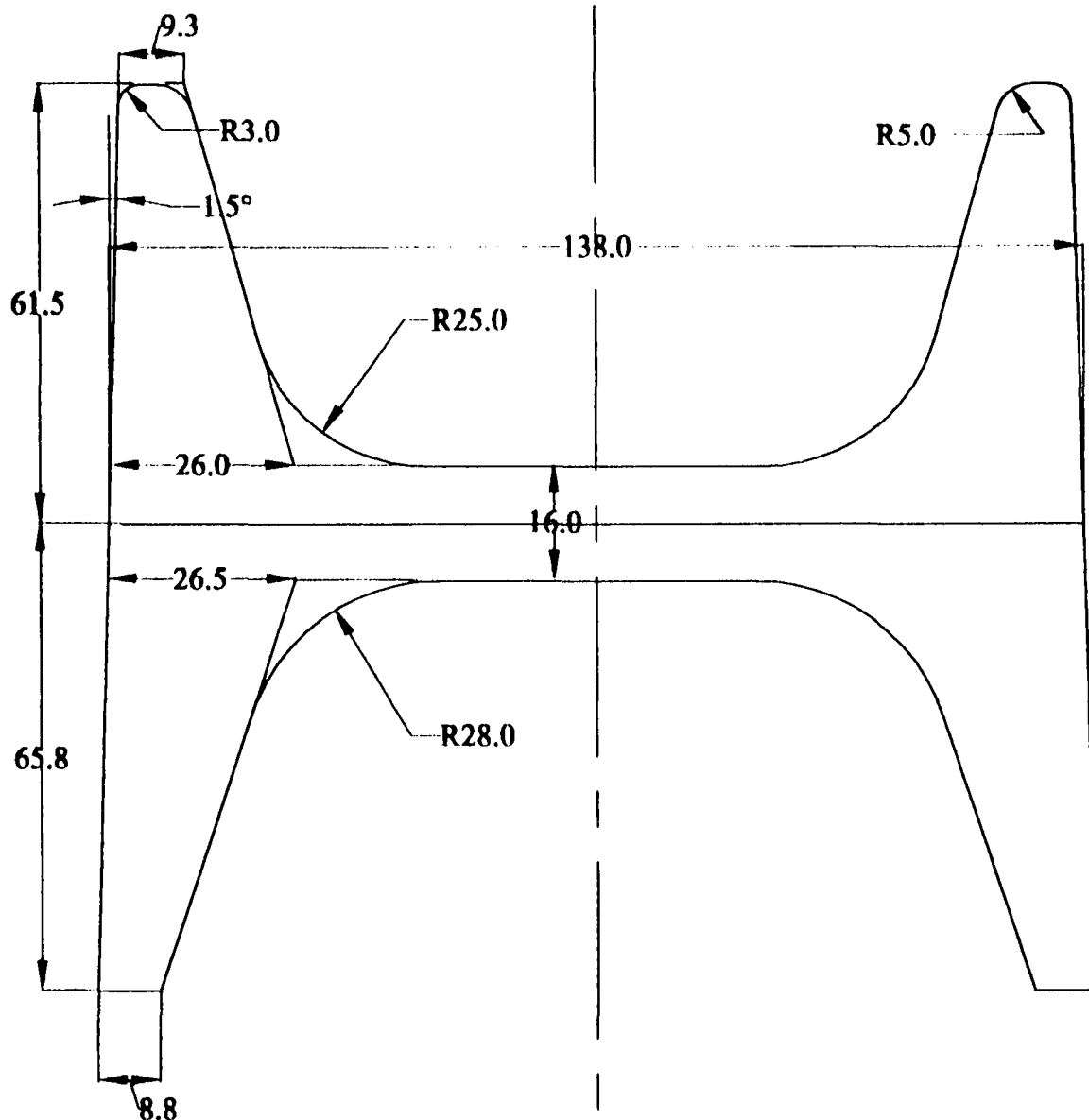
PROYECTO:

1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION:	
DIBUJO	17/11	J.J. Tobias	PERFIL I de 6" según norma "American Standard"	
REVISO		S.I. Núñez P.	PASADA N° 3	
APROBO	20	R.A. Villanueva		

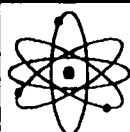


REDUCCIÓN:
 ÁREA: 10046.5 mm²

 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES			ISO (B) 	PLANO N° PROYECTO:
1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL I de 6" según norma "American Standard" PASADA N° 3	
DIBUJO	17/11	J.J. Tiohas		
REVISO		S.I. Núñez P.		
APROBO	RU	R.A. Villanueva		

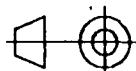


REDUCCIÓN: 36.15 %
 ÁREA: 6414.2 mm²



CNEA
 DEPARTAMENTO
 MATERIALES

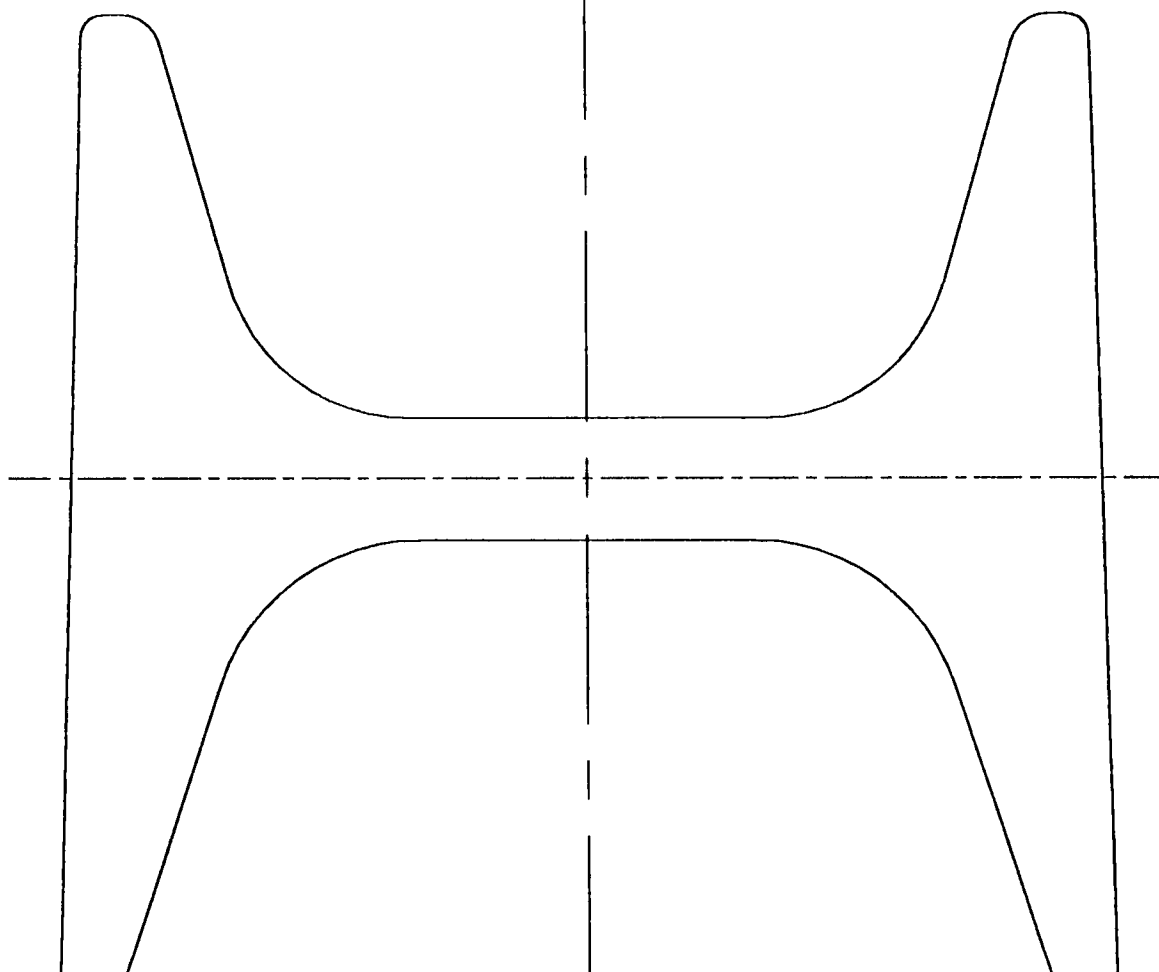
ISO (B)



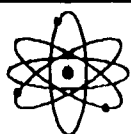
PLANO N°

PROYECTO:

1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL I de 6" según norma "American Standard" PASADA N° 4		
DIBUJO	19/11	J.J. Tiches			
REVISO		S.I. Núñez P.			
APROBO	<i>RU</i>	R.A. Villanueva			

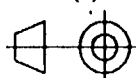


REDUCCIÓN: 36.15 %
 ÁREA: 6414.2 mm²



CNEA
 DEPARTAMENTO
 MATERIALES

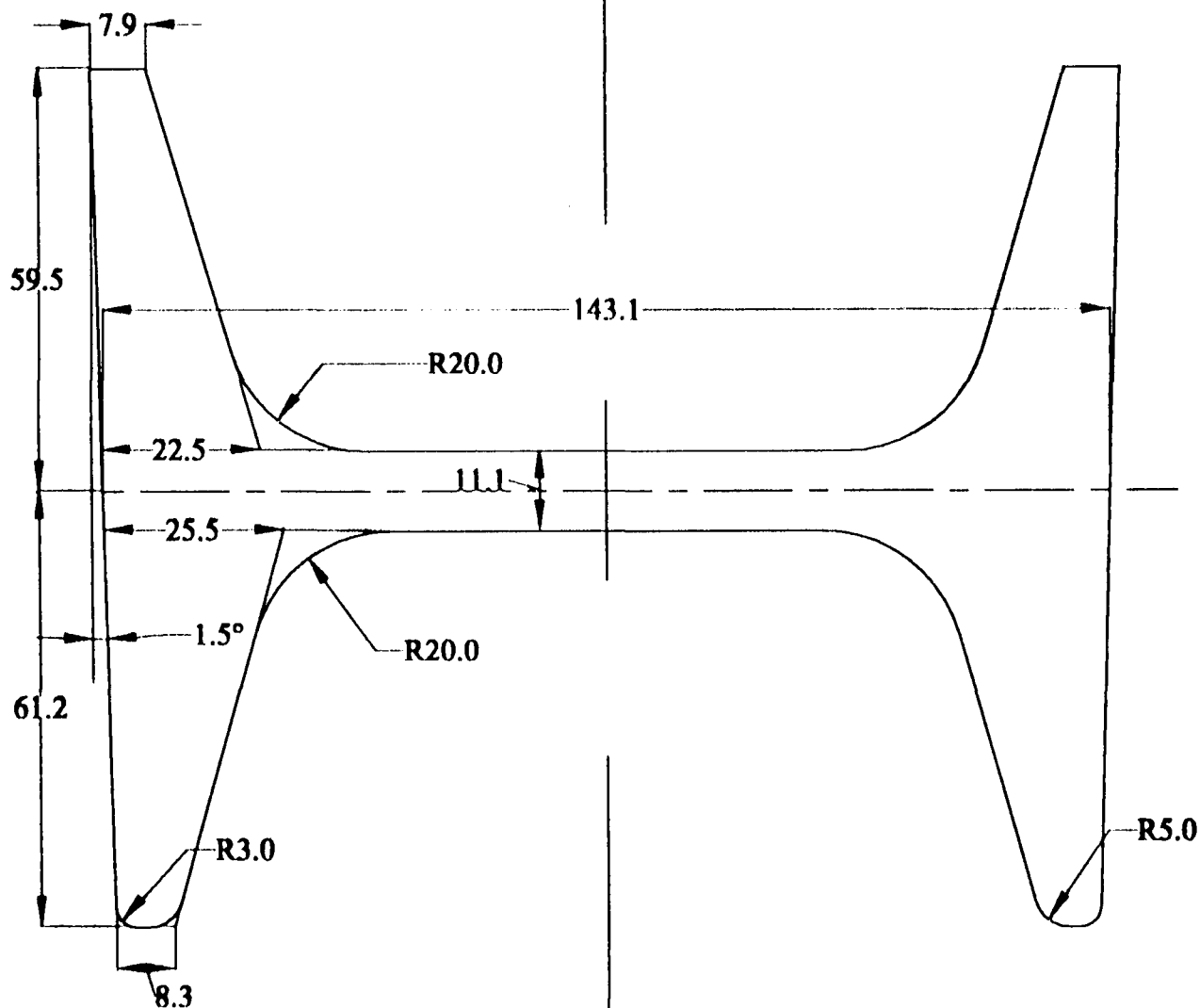
ISO (B)



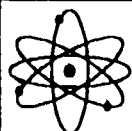
PLANO N°

PROYECTO:

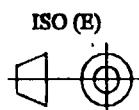
1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL I de 6" según norma "American Standard" PASADA N° 4		
DIBUJO	19/11	J.J. Tobias			
REVISO		S.I. Núñez P.			
APROBO	QU	R.A. Villanueva			



REDUCCIÓN: 17.77 %
 ÁREA: 5274.6 mm²



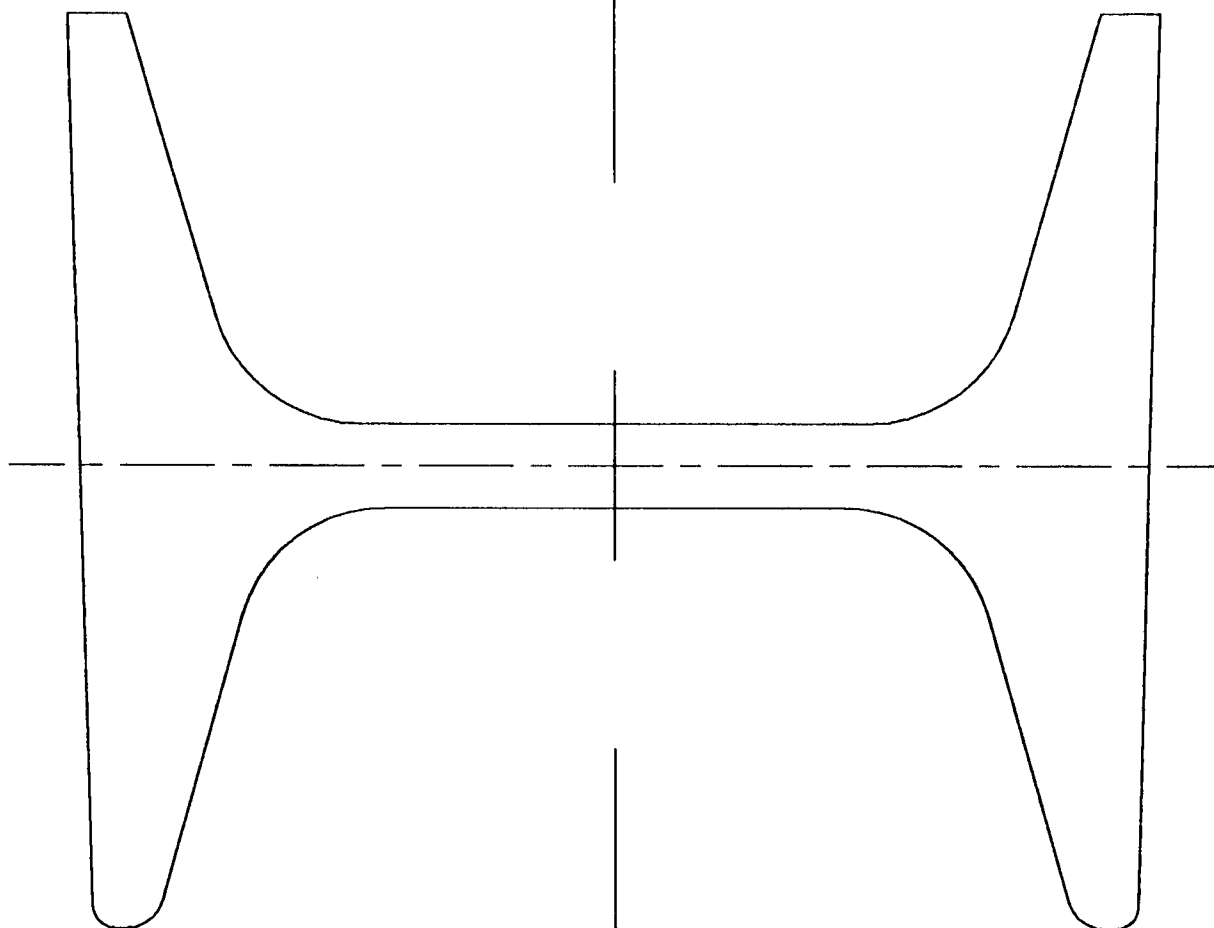
CNEA
 DEPARTAMENTO
 MATERIALES



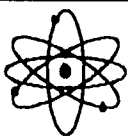
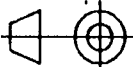
PLANO N°

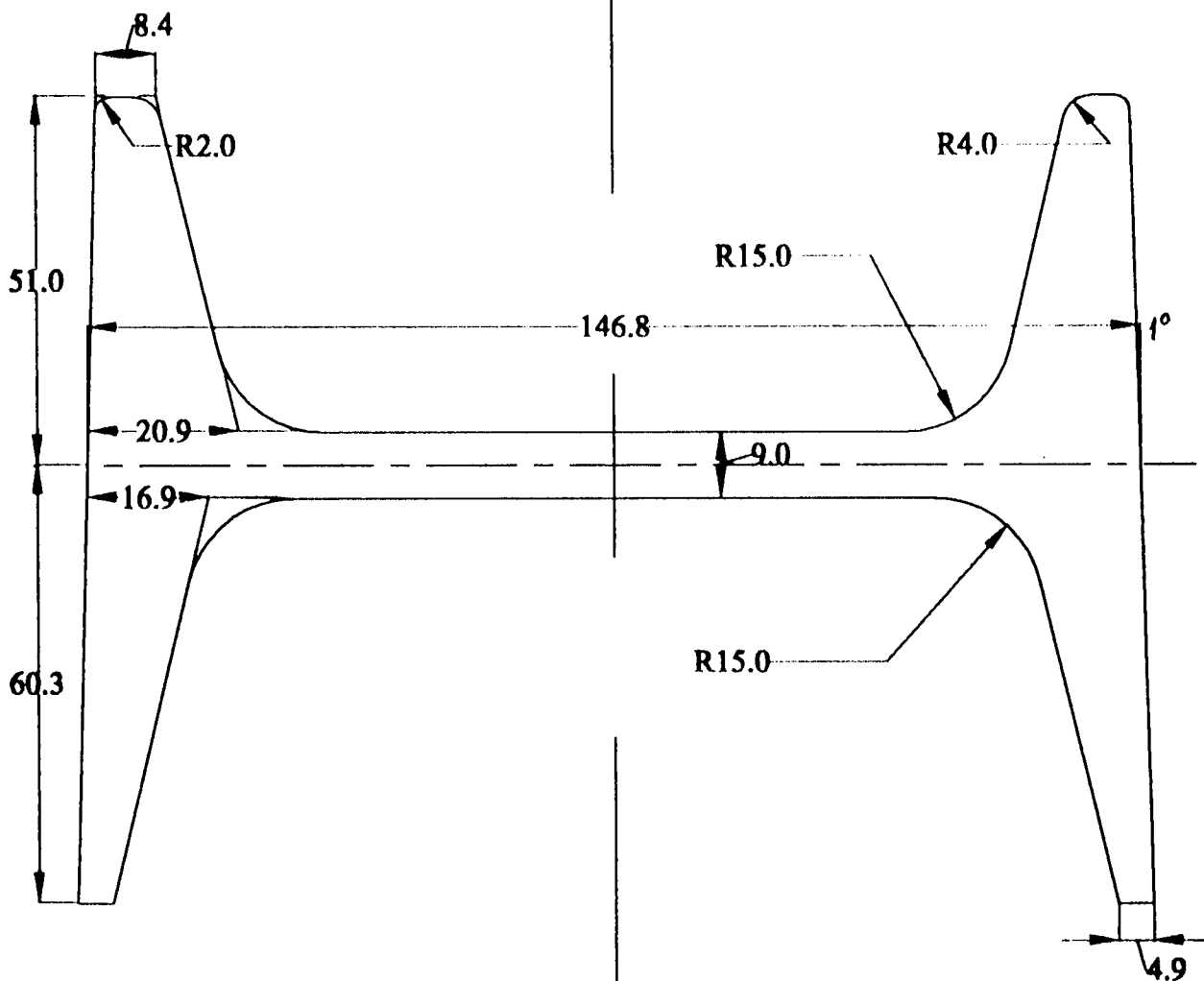
PROYECTO:

1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL I de 6" según norma "American Standard" PASADA N° 5		
DIBUJO	19/11	J.J. Tiebas			
REVISO		S.I. Núñez P.			
APROBO	QU	R.A. Villanueva			

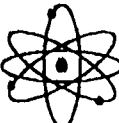
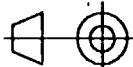


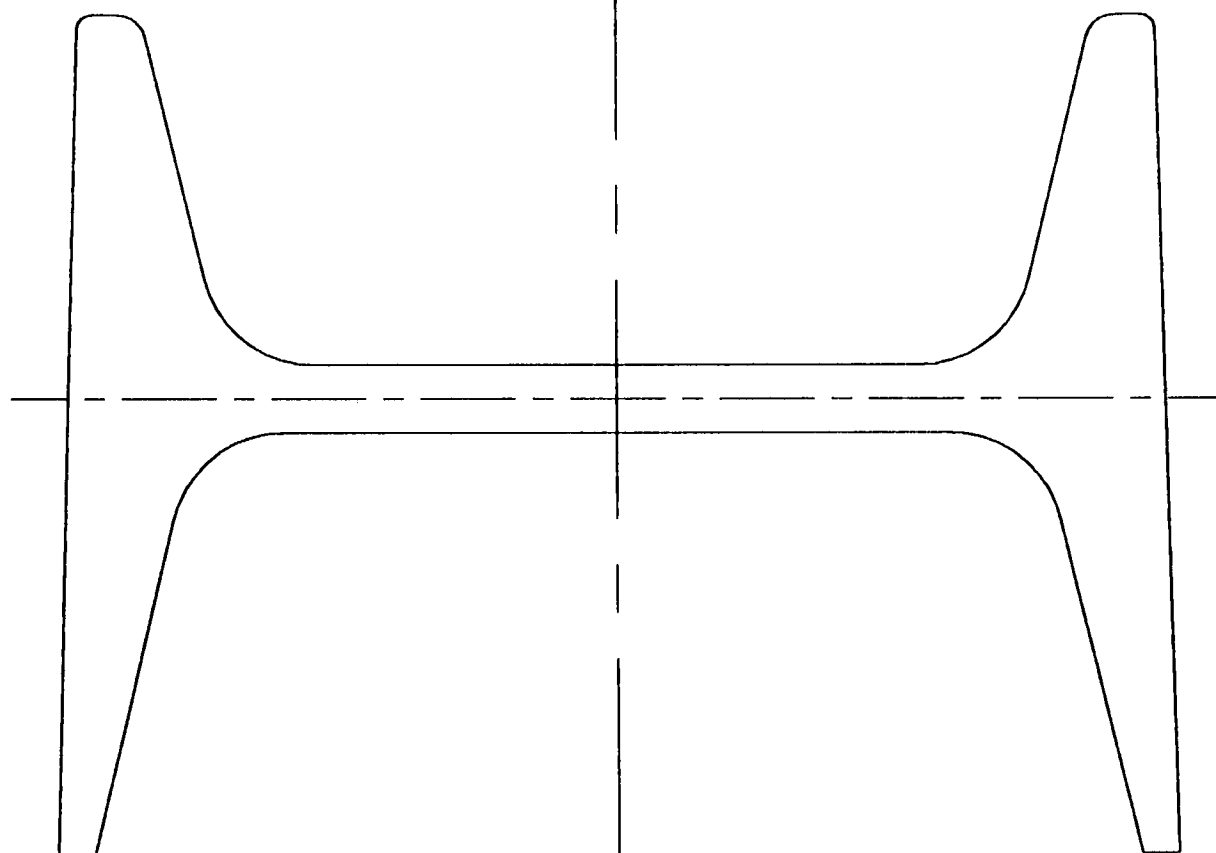
REDUCCIÓN: 17.77 %
 ÁREA: 5274.6 mm²

 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES			ISO (B) 		PLANO N°	
					PROYECTO:	
1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1			ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL I de 6" según norma "American Standard" PASADA N° 5			
DIBUJO	19/11	J.J. Tiebas				
REVISO		S.I. Núñez P.				
APROBO	RU	R.A. Villanueva				

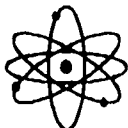
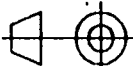


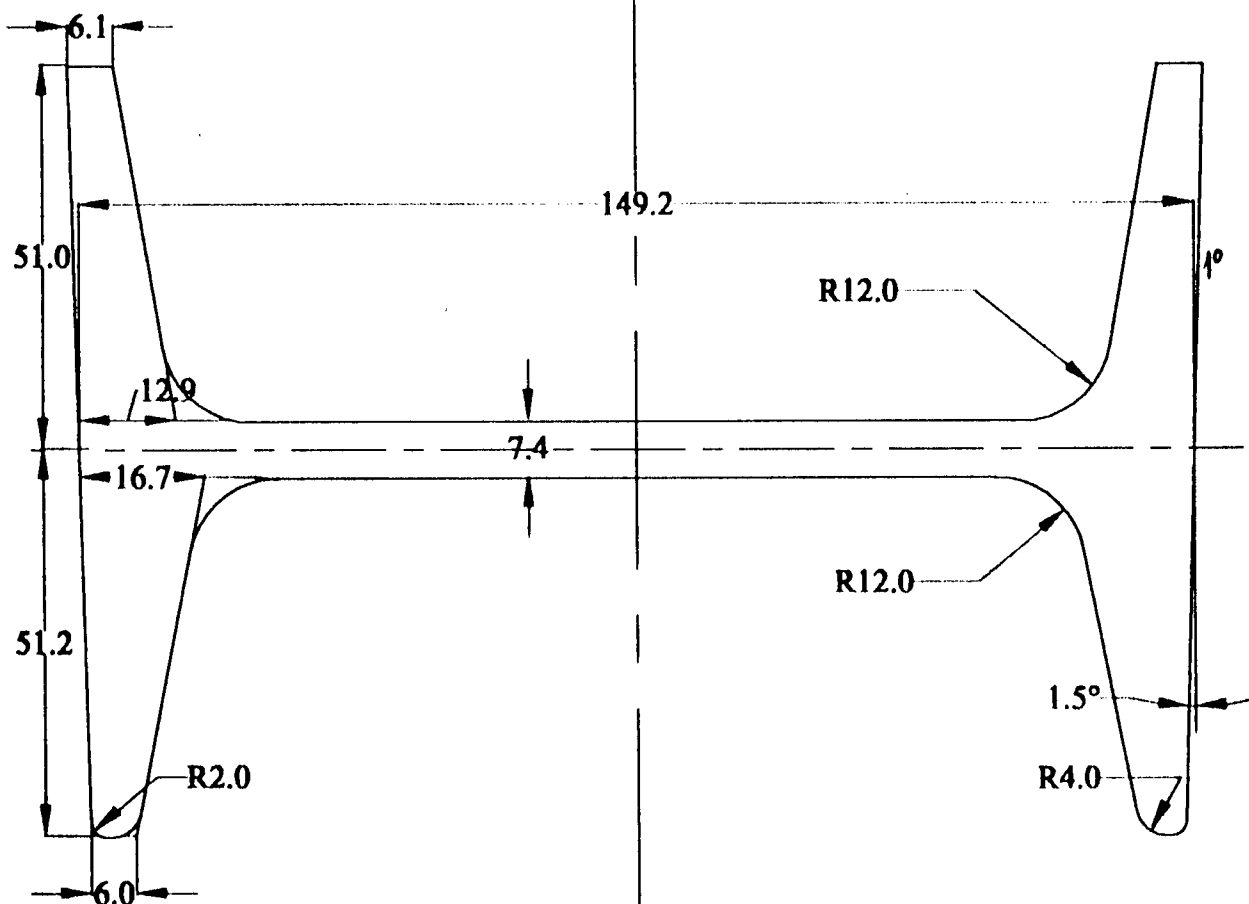
REDUCCIÓN: 24.11 %
 ÁREA: 4002.8 mm²

 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES			ISO (B) 		PLANO N° PROYECTO:	
1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1			ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL I de 6" según norma "American Standard" PASADA N° 6			
DIBUJO	30/11	J.J. Tiebas				
REVISO		S.I. Núñez P.				
APROBO	QU	R.A. Villanueva				

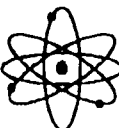
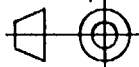


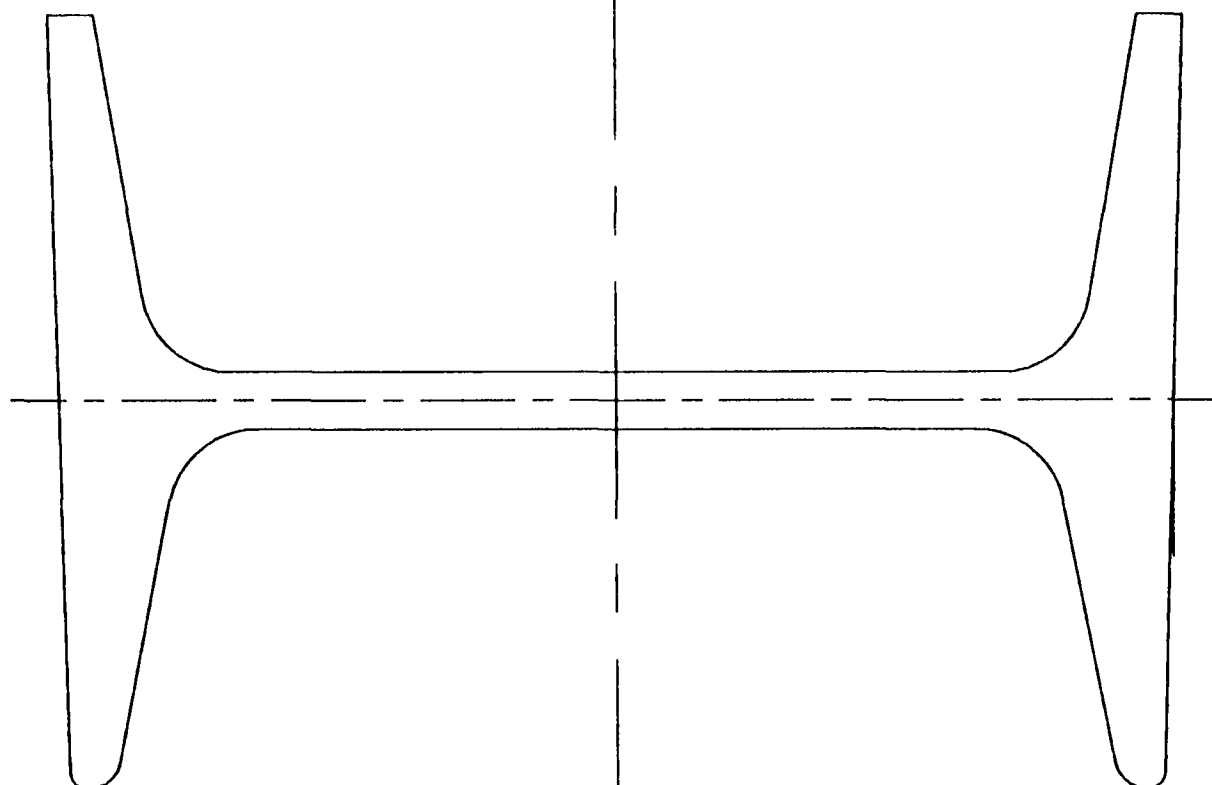
REDUCCIÓN: 24.11 %
 ÁREA: 4002.8 mm²

 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES			ISO (B) 		PLANO N°	
					PROYECTO:	
1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1			ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL 1 de 6" según norma "American Standard" PASADA N° 6			
DIBUJO	30/11	J.J. Tiebas				
REVISO		S.I. Nómez P.				
APROBO	RO	R.A. Villanueva				

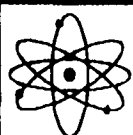


REDUCCIÓN: 21.19 %
 ÁREA: 3154.7 mm²

 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES			ISO (E) 	PLANO N°
			PROYECTO:	
1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL I de 6" según norma "American Standard" PASADA N° 7	
DIBUJO	01/12	J.J. Tobias		
REVISO		S.I. Núñez P.		
APROBO		R.A. Villanueva		

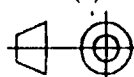


REDUCCIÓN: 21.19 %
 ÁREA: 3154.7 mm²



CNEA
 DEPARTAMENTO
 MATERIALES

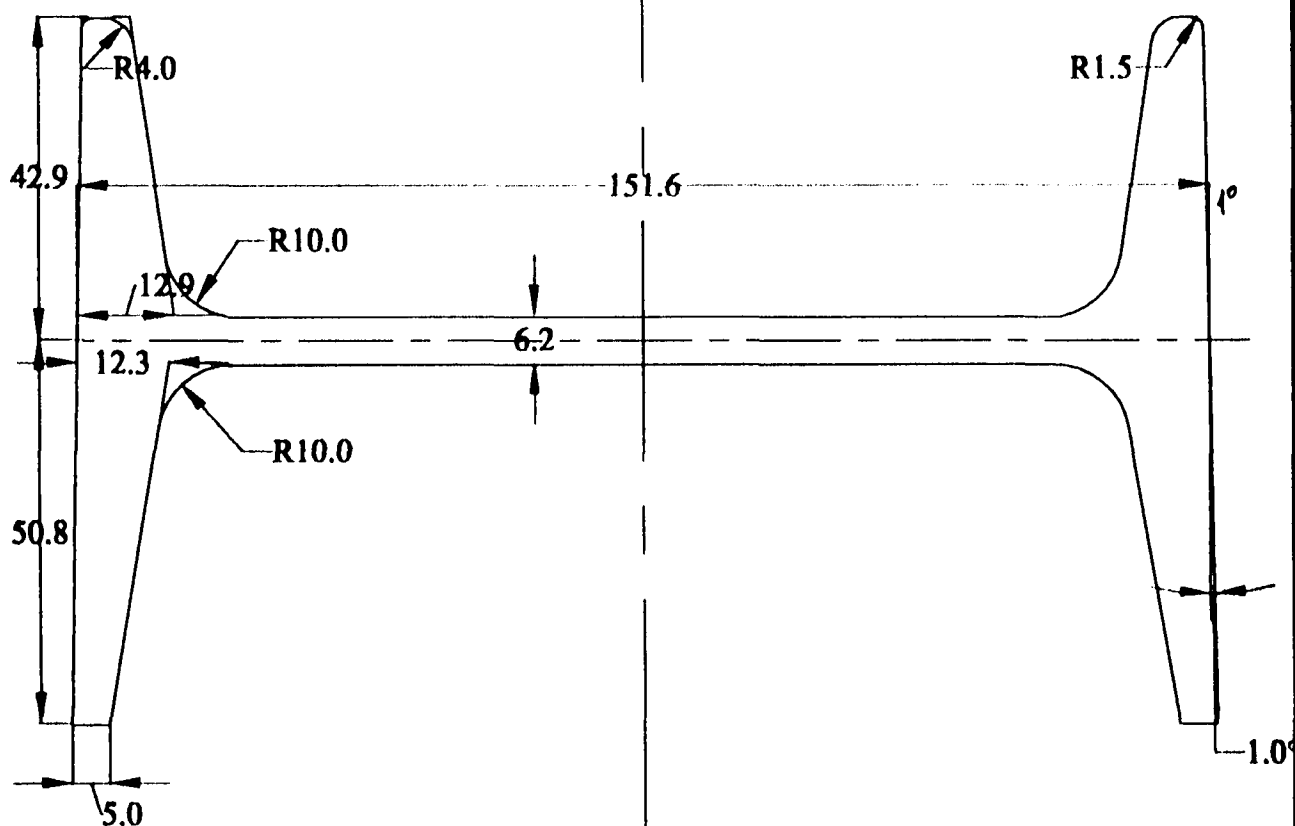
ISO (B)



PLANO N°

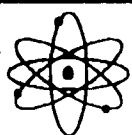
PROYECTO:

1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL 1 de 6" según norma "American Standard" PASADA N° 7		
DIBUJO	01/12	J.J. Tobias			
REVISO		S.I. Núñez p.			
APROBO	RU	R.A. Villanueva			



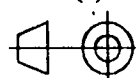
REDUCCIÓN: 18.01 %

ÁREA: 2586.4 mm²



CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

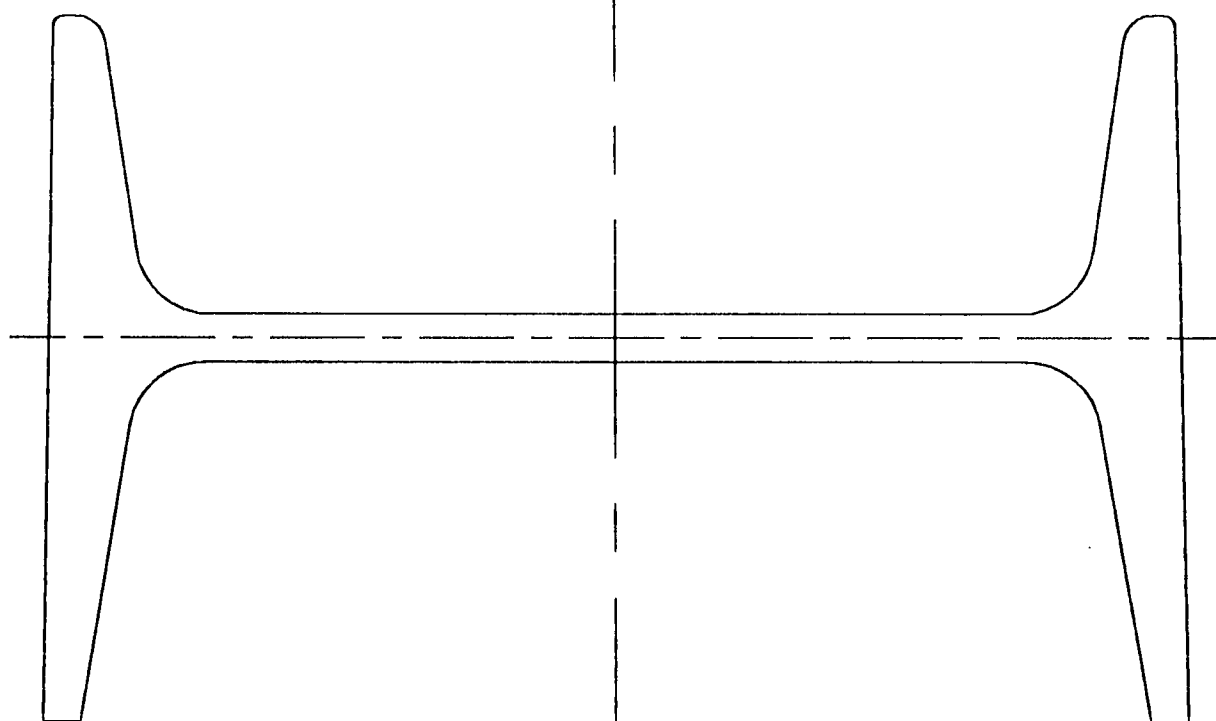
ISO (B)



PLANO N°

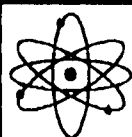
PROYECTO:

1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL I de 6" según norma "American Standard" PASADA N° 8		
DIBUJO	01/12	J.J. Tiebas			
REVISO		S.I. Núñez P.			
APROBO	QU	R.A. Villanueva			



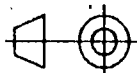
REDUCCIÓN: 18.01 %

ÁREA: 2586.4 mm²



CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

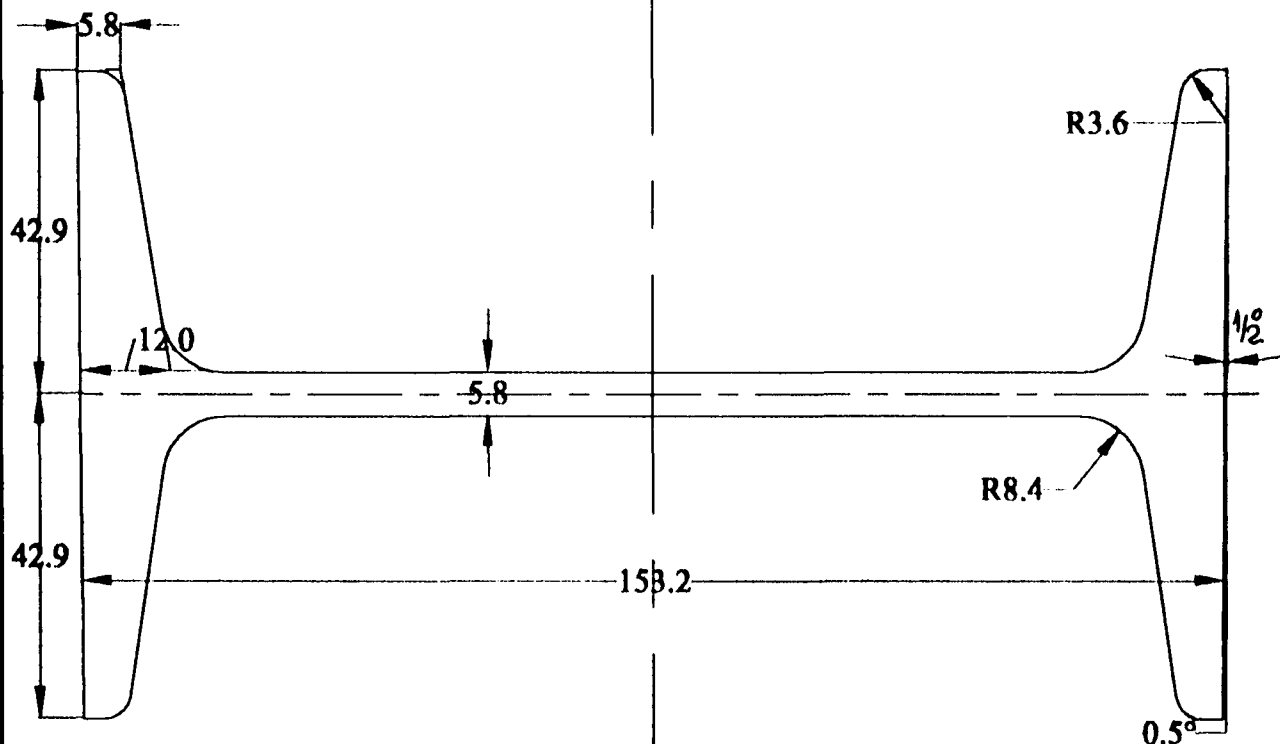
ISO (B)



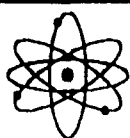
PLANO N°

PROYECTO:

1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL I de 6" según norma "American Standard" PASADA N° 8		
DIBUJO	01/12	J.J. Tiebas			
REVISO		S.L. Núñez P.			
APROBO	RU	R.A. Villanueva			

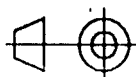


REDUCCIÓN: 9.23 %
 ÁREA: 2347.8 mm²



CNEA
 DEPARTAMENTO
 MATERIALES

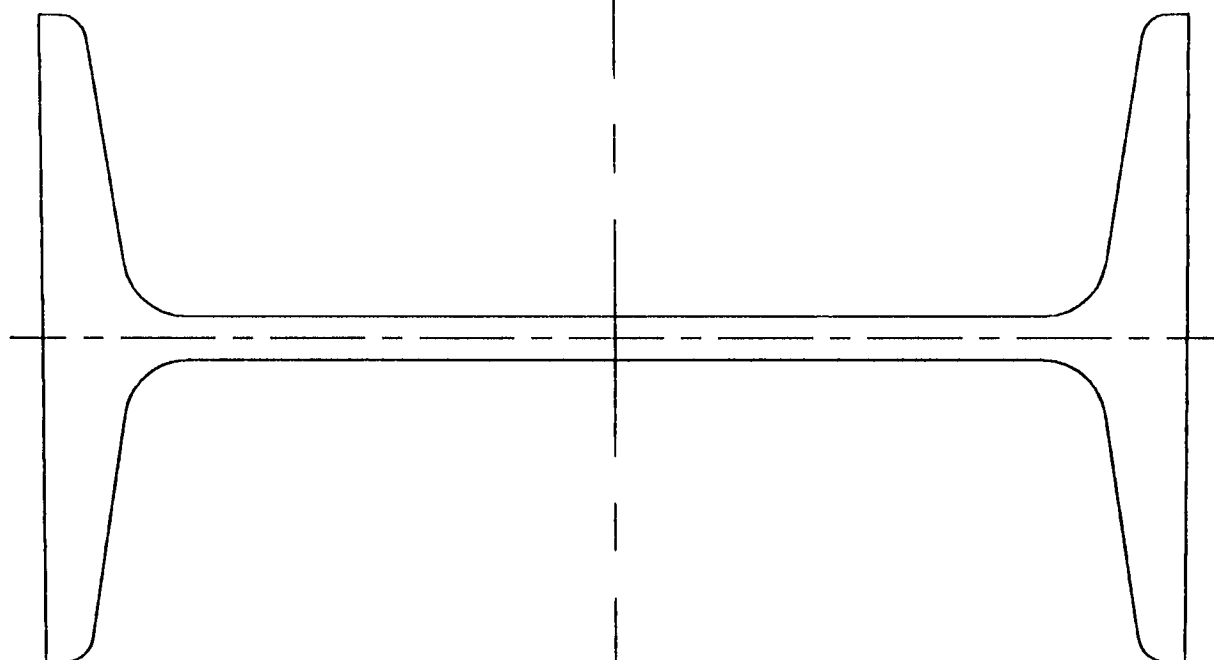
ISO (E)



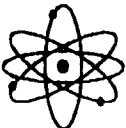
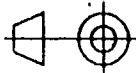
PLANO N°

PROYECTO:

1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL 1 de 6" según norma "American Standard" PASADA N° 9 - Terminador		
DIBUJO	01/12	J.J. Tiebas			
REVISO		S.L. Nández P.			
APROBO	QU	R.A. Villanueva			

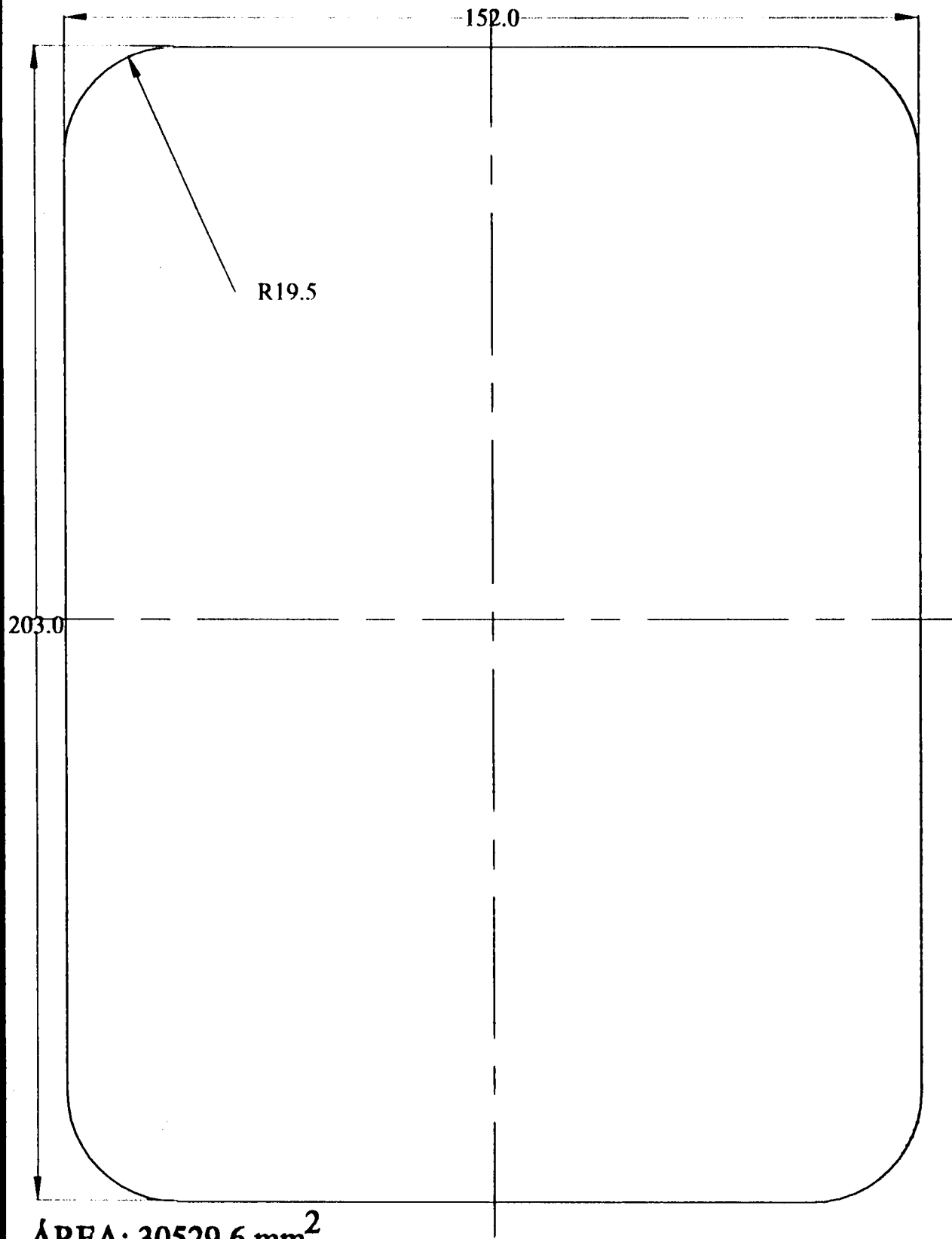


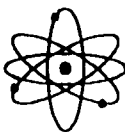
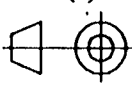
REDUCCIÓN: 9.23 %
 ÁREA: 2347.8 mm²

 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES			ISO (B) 		PLANO N°	
					PROYECTO:	
1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1			ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL I de 6" según norma "American Standard" PASADA N° 9 - Terminador			
DIBUJO	01/12	J.J. Tiebas				
REVISO		S.I. Núñez P.				
APROBO	RO	R.A. Villanueva				

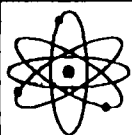
Ejemplo de calibrado 2.1.17

Doble T –“viga” – “beam” IPN 180



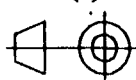
 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES		ISO (E) 	PLANO N°	
			PROYECTO:	
1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL DOBLE T 180 PASADA N° 0	
DIBUJO	24/09	J.J. Tiobas		
REVISO		S.I. Núñez P.		
APROBO		R.A. Villanueva		

ÁREA: 30529.6 mm²



CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

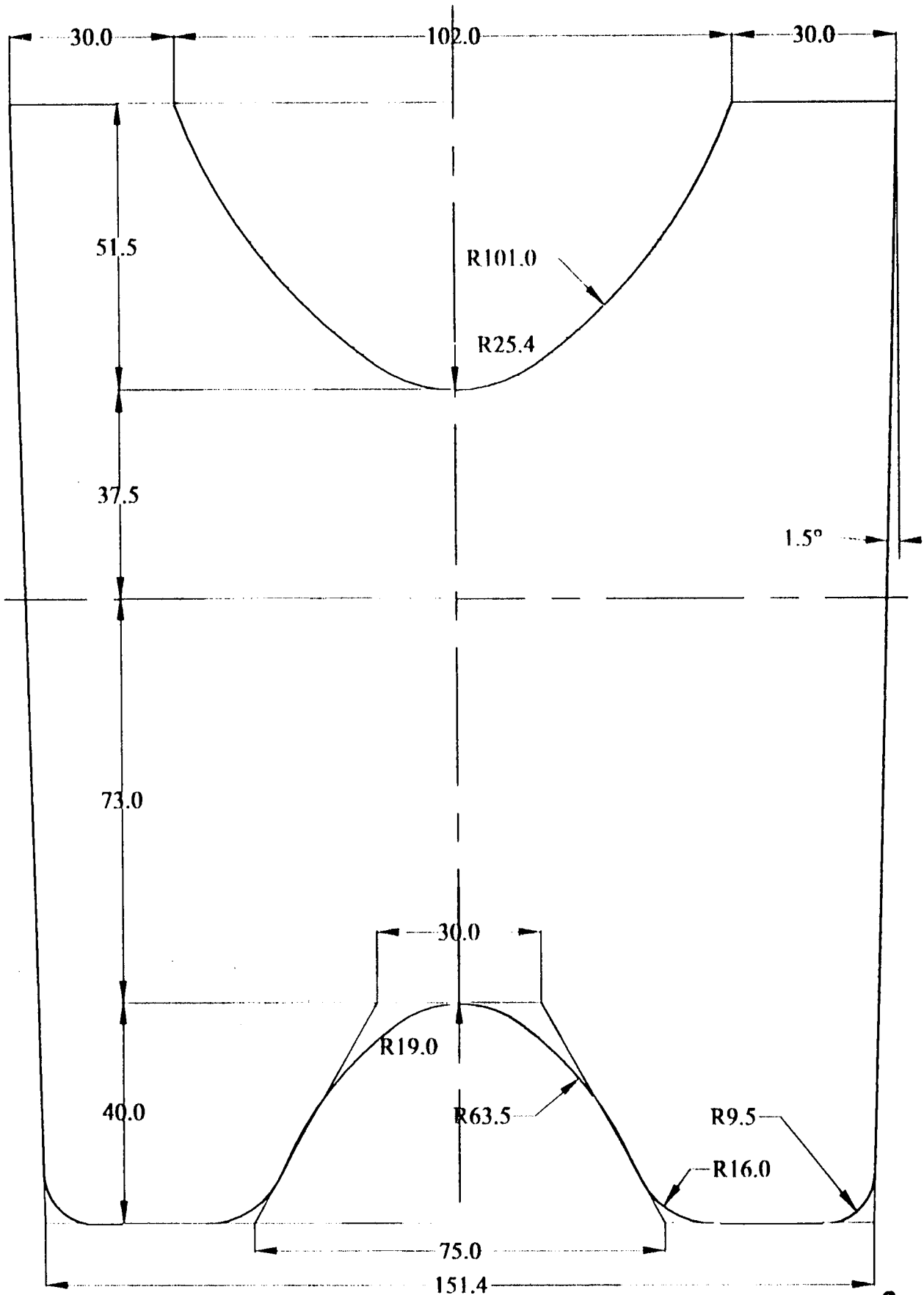
ISO (B)



PLANO N°

PROYECTO:

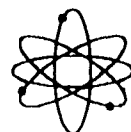
1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL DOBLE T 180 PASADA N° 0	
DIBUJO	24/09	J.J. Tiebas		
REVISO		S.I. Nández P.		
APROBO	QU	R.A. Villanueva		



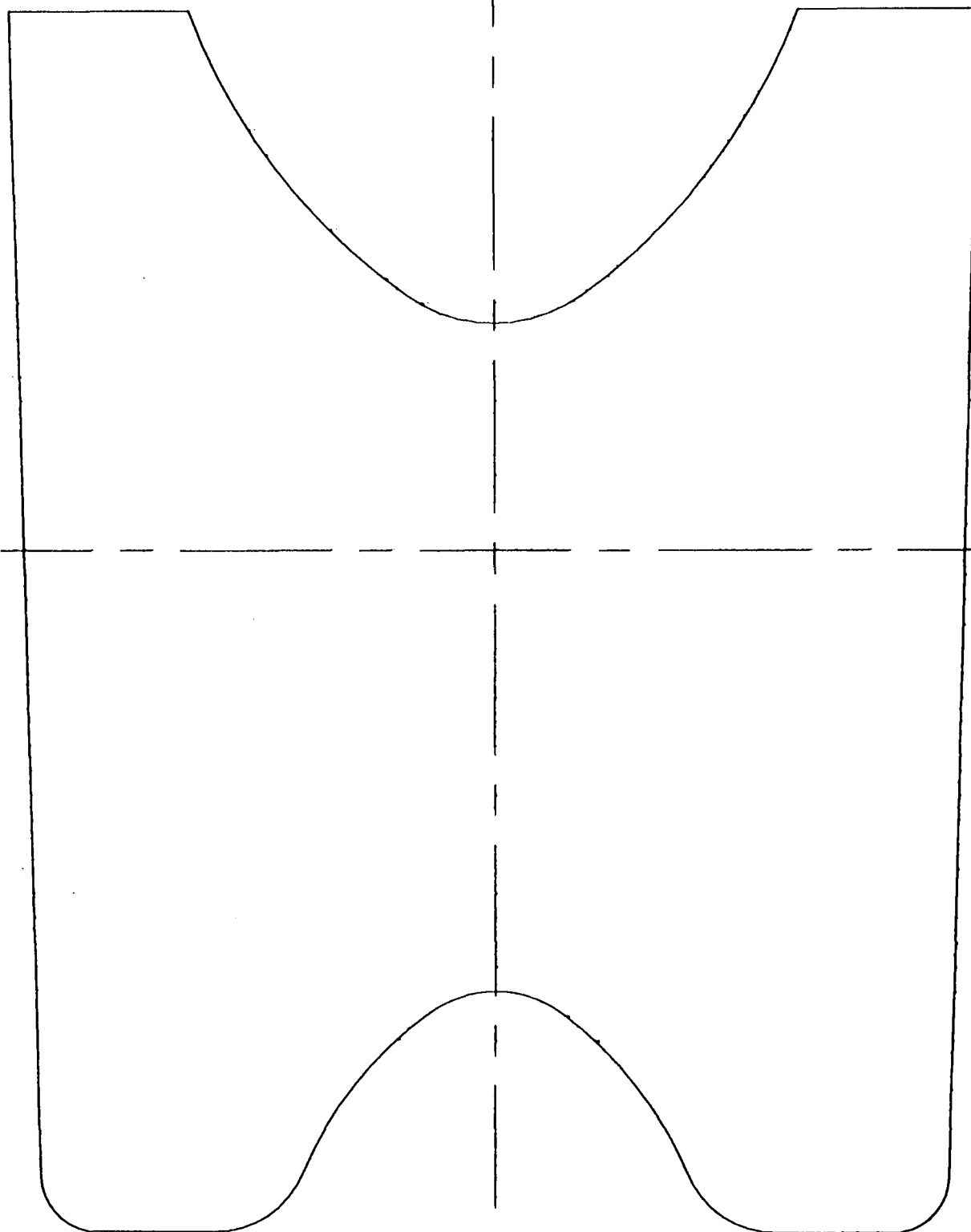
REDUCCIÓN: 14.68 %

ÁREA: 26047.8 mm²

1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL DOBLE T 180 PASADA N° 1		
DIBUJO	27/09	J.J. Tobias			
REVISO		S.I. Núñez P.			
APROBO	QU	R.A. Villanueva			



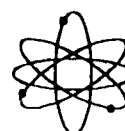
CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES



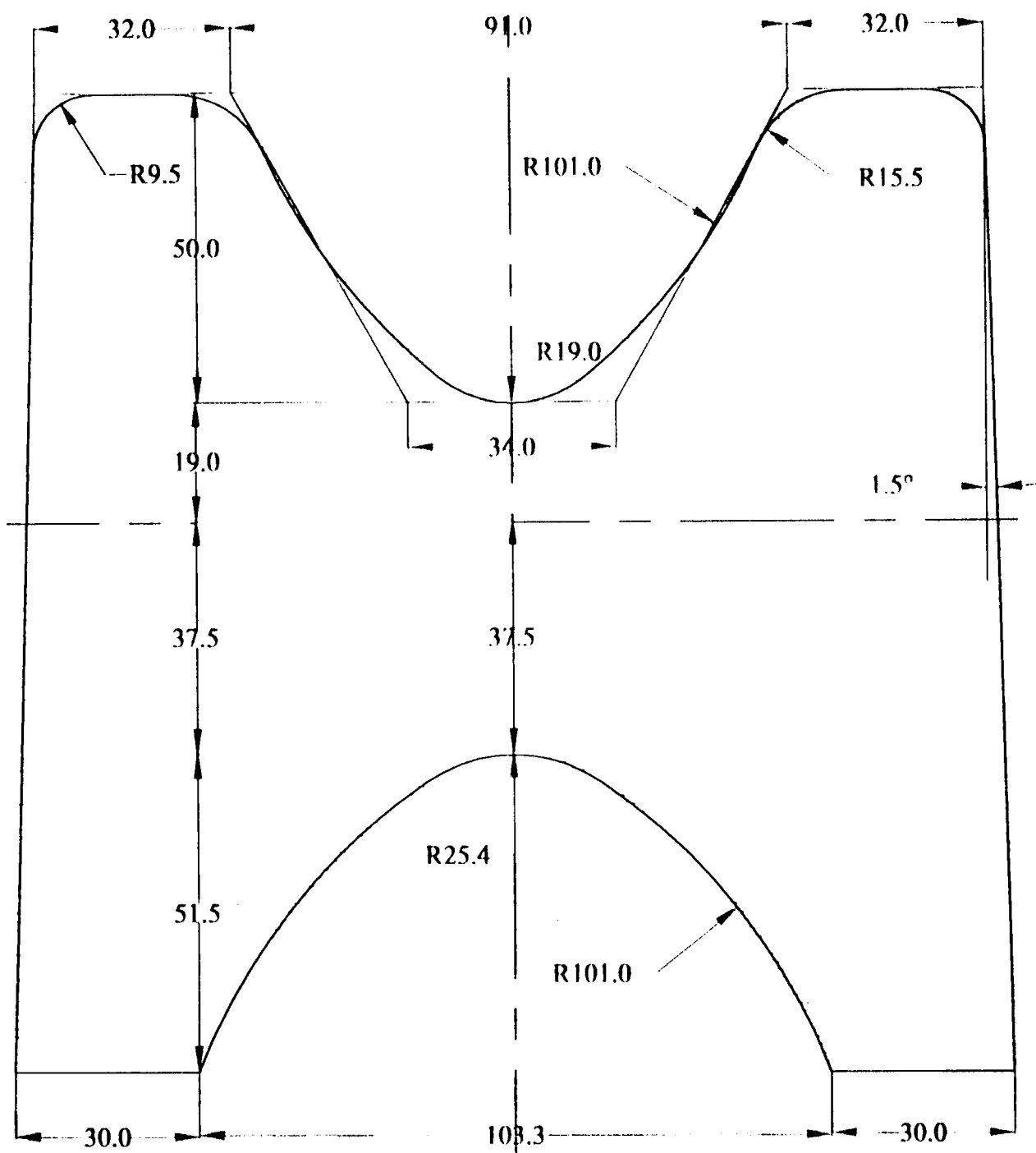
REDUCCIÓN: 14.68 %

ÁREA: 26047.8 mm²

1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL DOBLE T 180 PASADA N° 1		
DIBUJO	27/09	J.J. Tlobas			
REVISO		S.I. Núñez P.			
APROBO	RU	R.A. Villanueva			

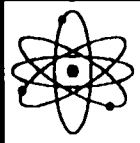
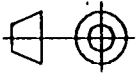


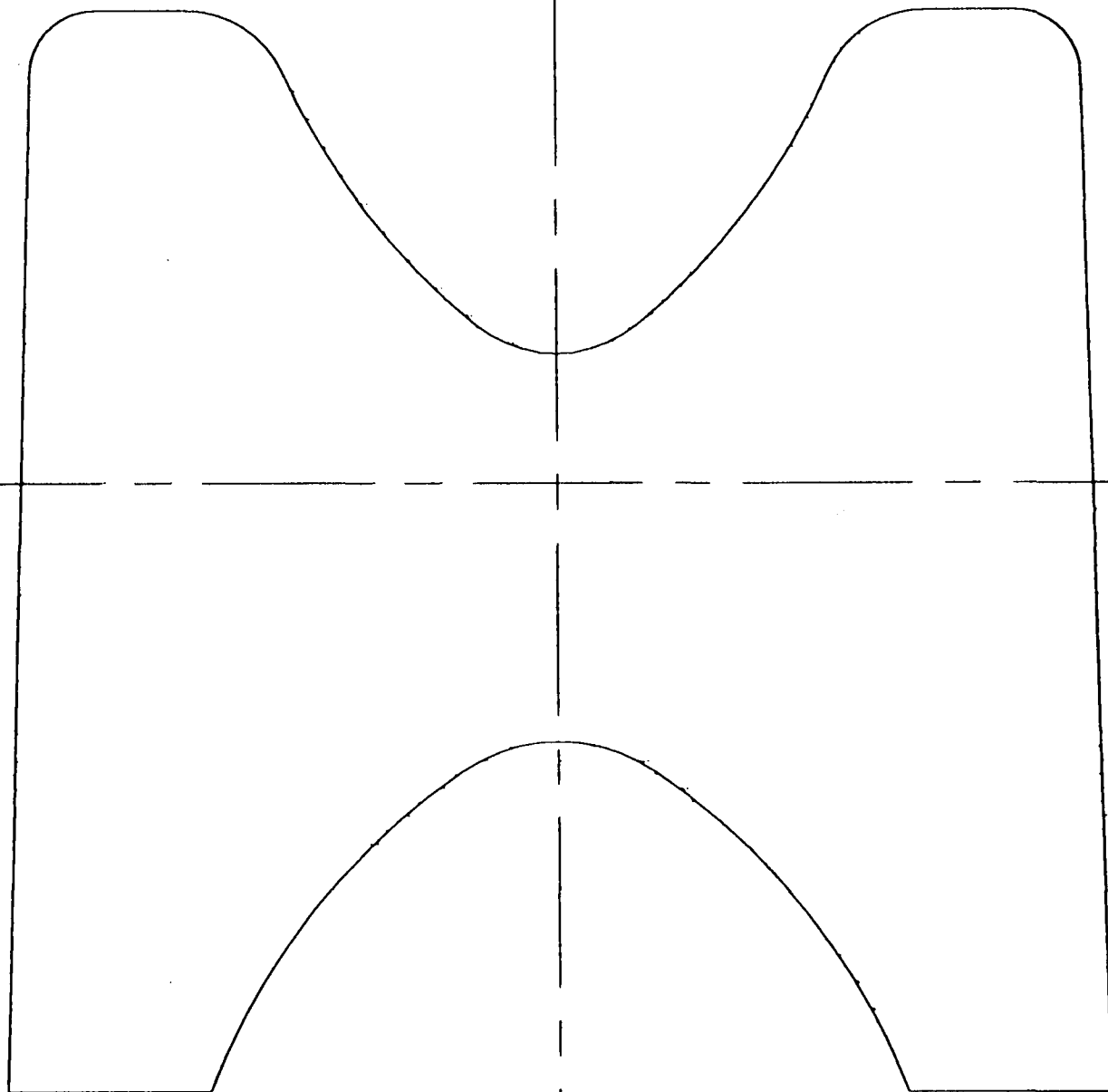
CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES



REDUCCIÓN: 28.65 %

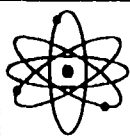
ÁREA: 18585.7 mm²

 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES			ISO (B) 		PLANO N°	
					PROYECTO:	
1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1			ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL DOBLE T 180 PASADA N° 2			
DIBUJO	28/09	J.J. Tiebas				
REVISO		S.I. Nómez P.				
APROBO	QU	R.A. Villanueva				

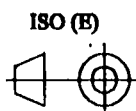


REDUCCIÓN: 28.65 %

ÁREA: 18585.7 mm²



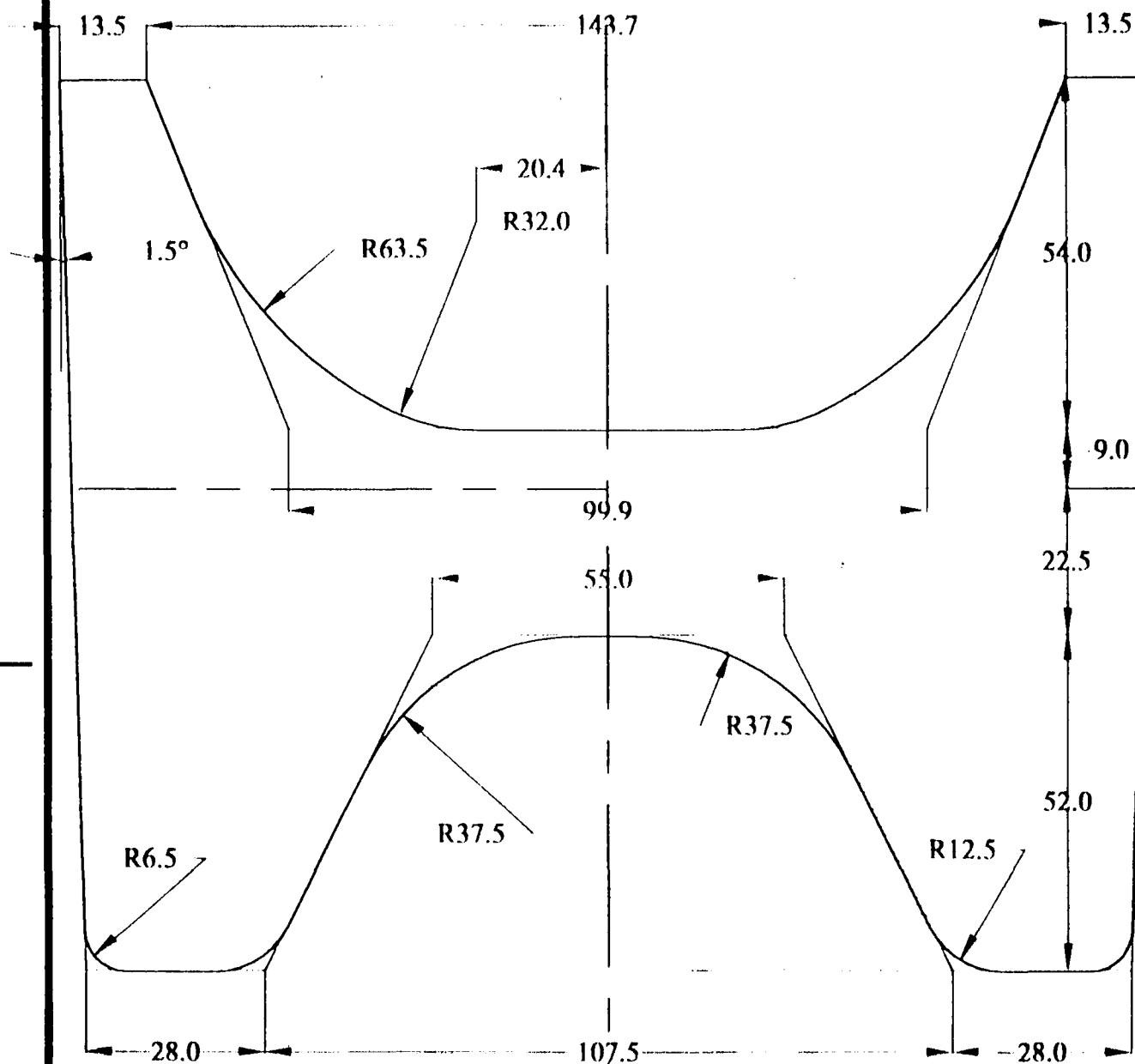
CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES



PLANO N°

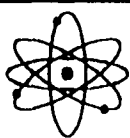
PROYECTO:

1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL DOBLE T 180 PASADA N° 2		
DIBUJO	28/09	J.J. Tiebas			
REVISO		S.I. Núñez P.			
APROBO	QU	R.A. Villanueva			

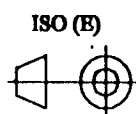


REDUCCIÓN: 31.33 %

ÁREA: 12762.4 mm²



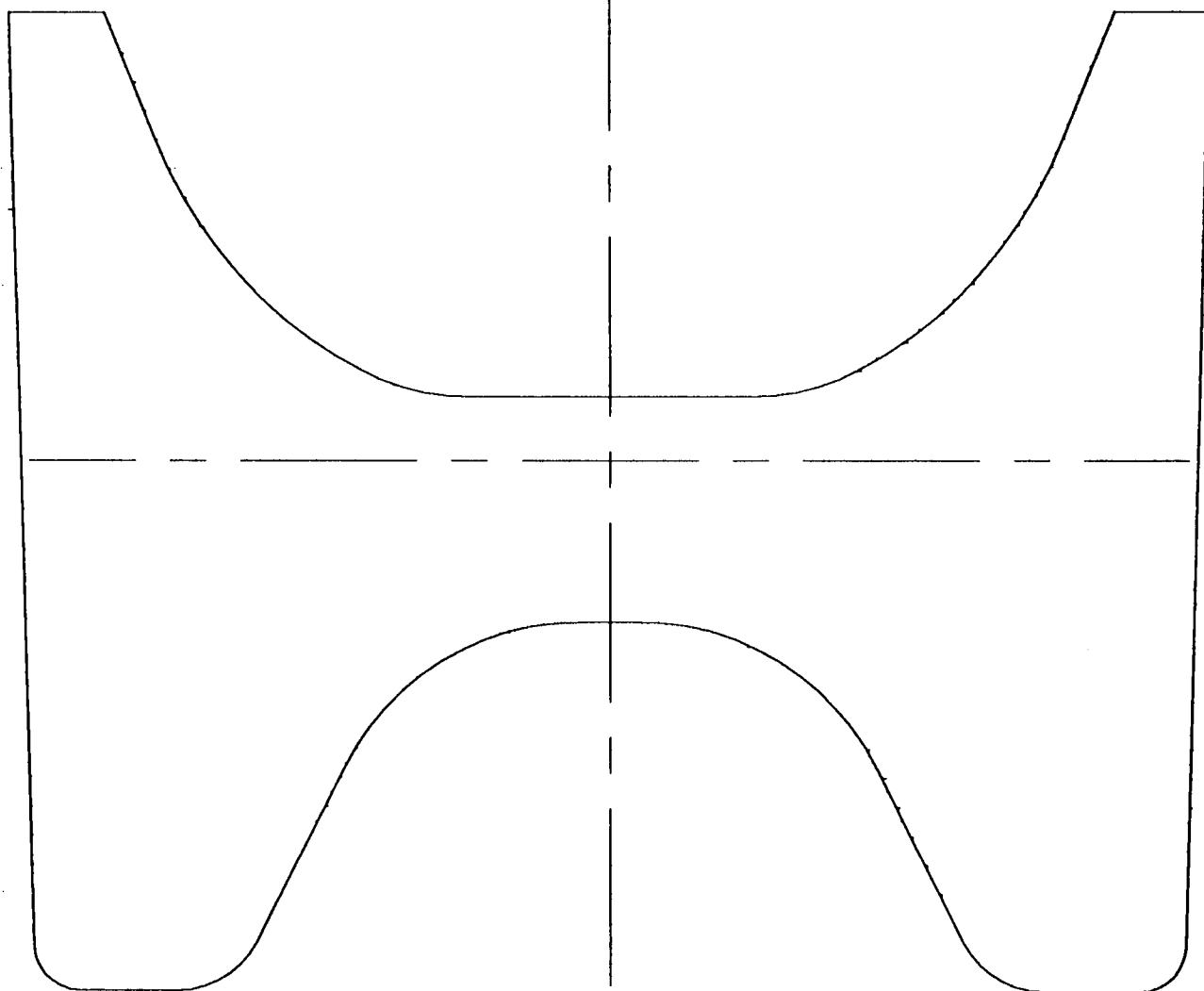
CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES



PLANO N°

PROYECTO:

1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL DOBLE T 180 PASADA N° 3		
DIBUJO	29/09	J.J. Tobias			
REVISO		S.I. Núñez P.			
APROBO	RU	R.A. Villanueva			



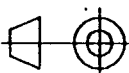
REDUCCIÓN: 31.33 %

ÁREA: 12762.4 mm²



CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

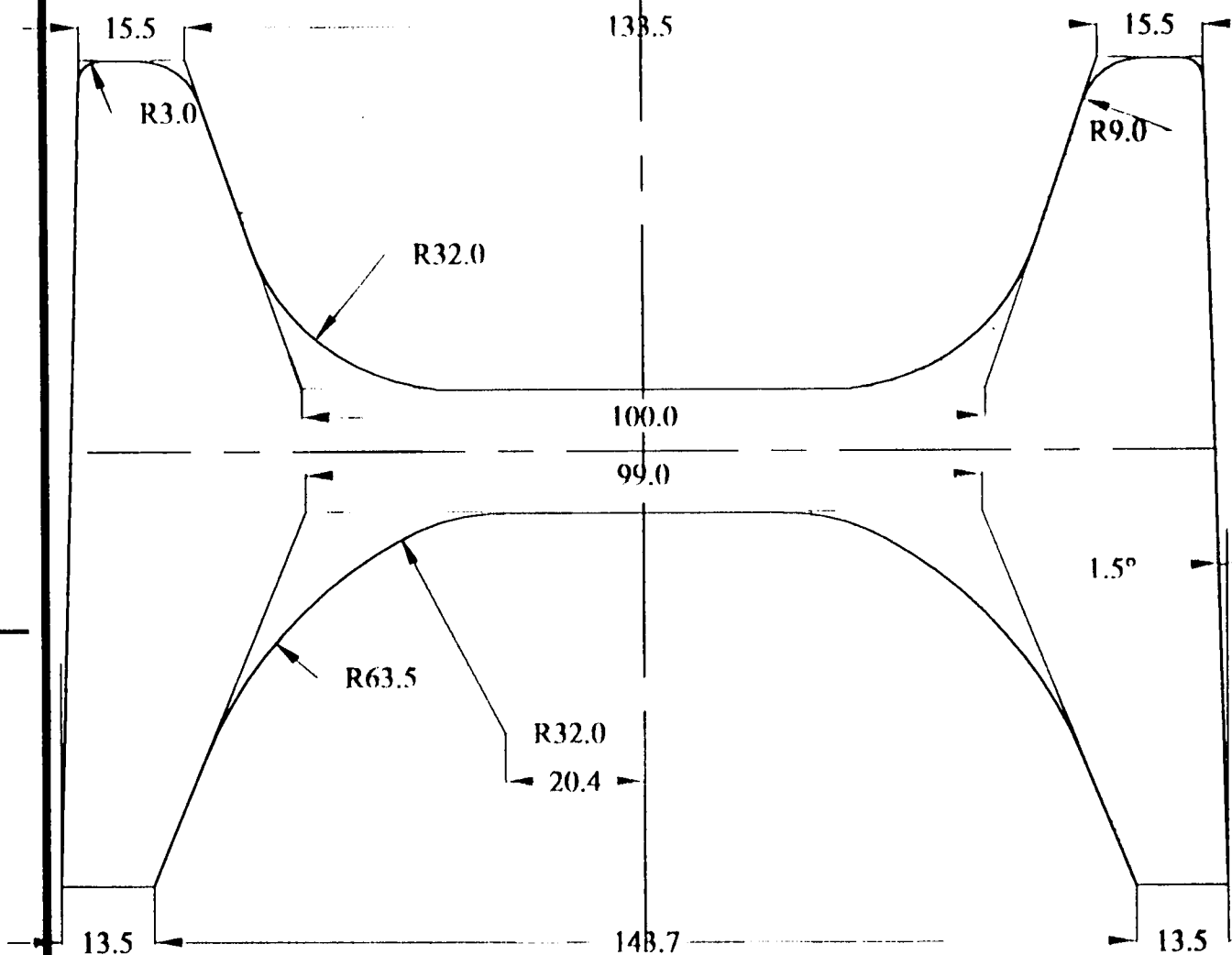
ISO (B)



PLANO N°

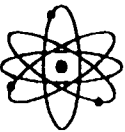
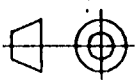
PROYECTO:

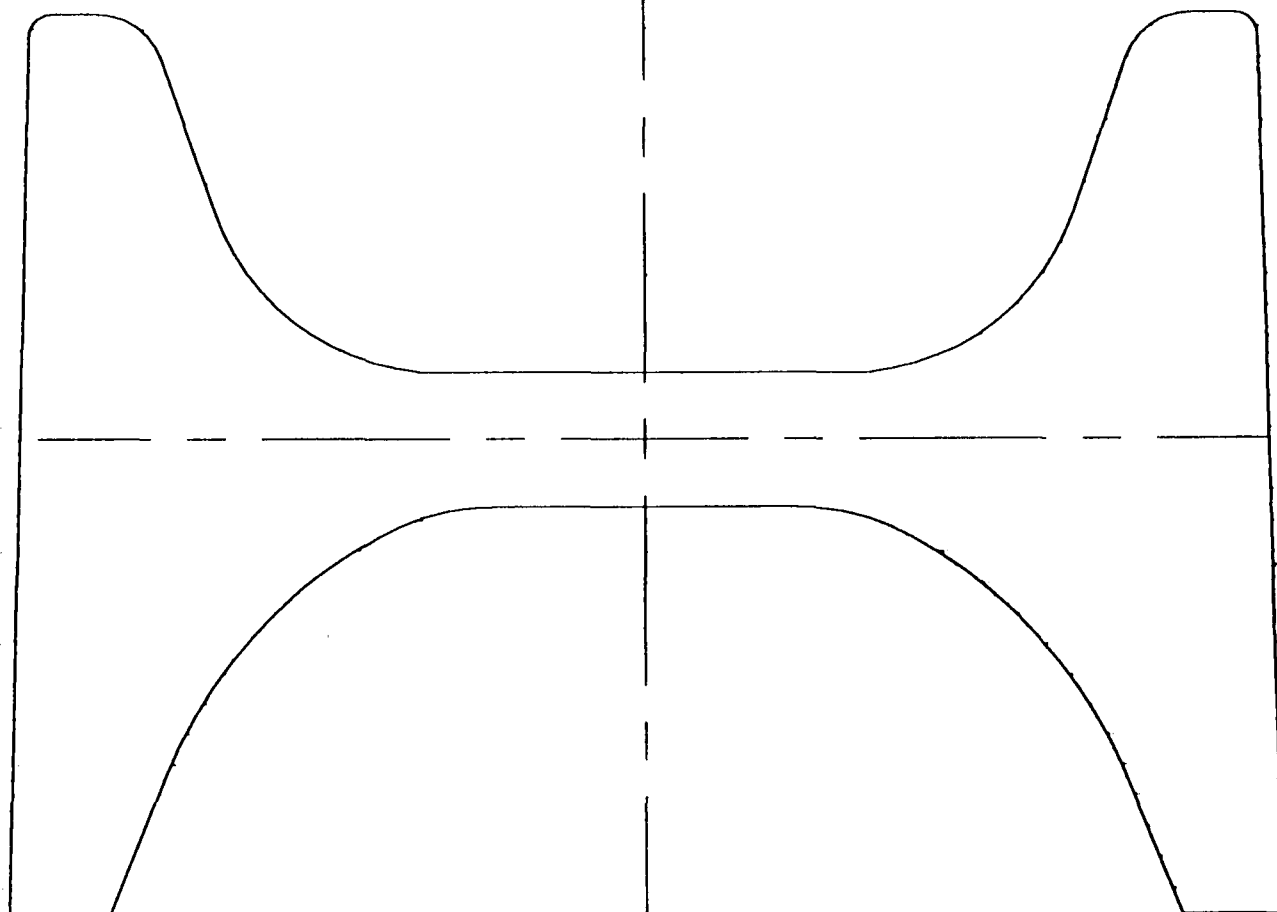
1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL DOBLE T 180 PASADA N° 3		
DIBUJO	29/09	J.J. Tiebas			
REVISO		S.I. Núñez P.			
APROBO	QU	R.A. Villanueva			



REDUCCIÓN: 33.72 %

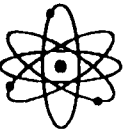
ÁREA: 8458.6 mm²

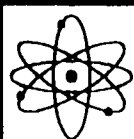
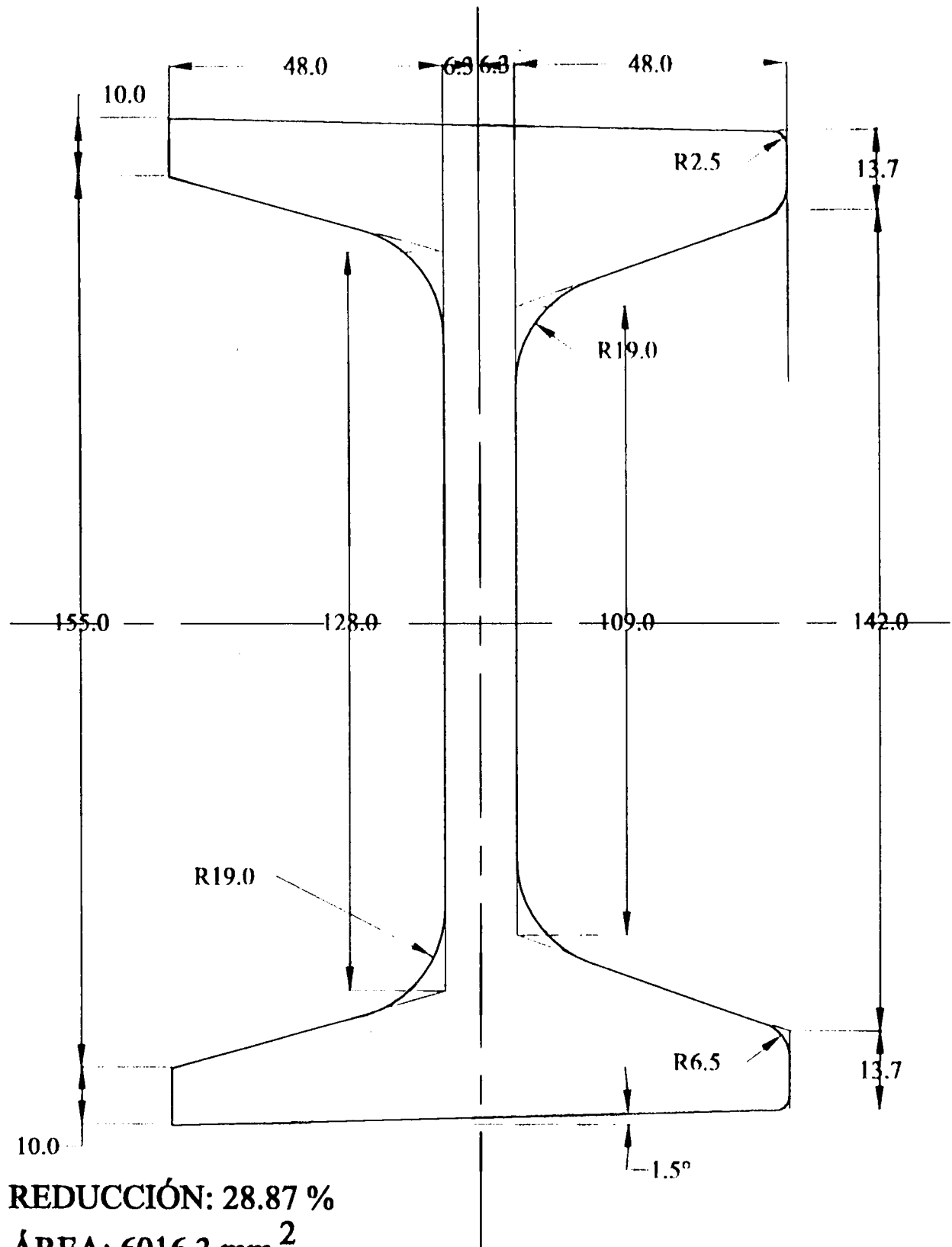
 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES			ISO (B) 		PLANO N°	
					PROYECTO:	
1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1			ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL DOBLE T 180 PASADA N° 4			
DIBUJO	29/09	J.J. Tiebas				
REVISO		S.I. Nódica P.				
APROBO	QU	R.A. Villanueva				



REDUCCIÓN: 33.72 %

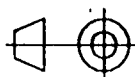
ÁREA: 8458.6 mm²

 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES		ISO (B) 		PLANO N°	
				PROYECTO:	
1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL DOBLE T 180 PASADA N° 4		
DIBUJO	29/09	J.J. Tobias			
REVISO		S.I. Núñez P.			
APROBO		R.A. Villanueva			



CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

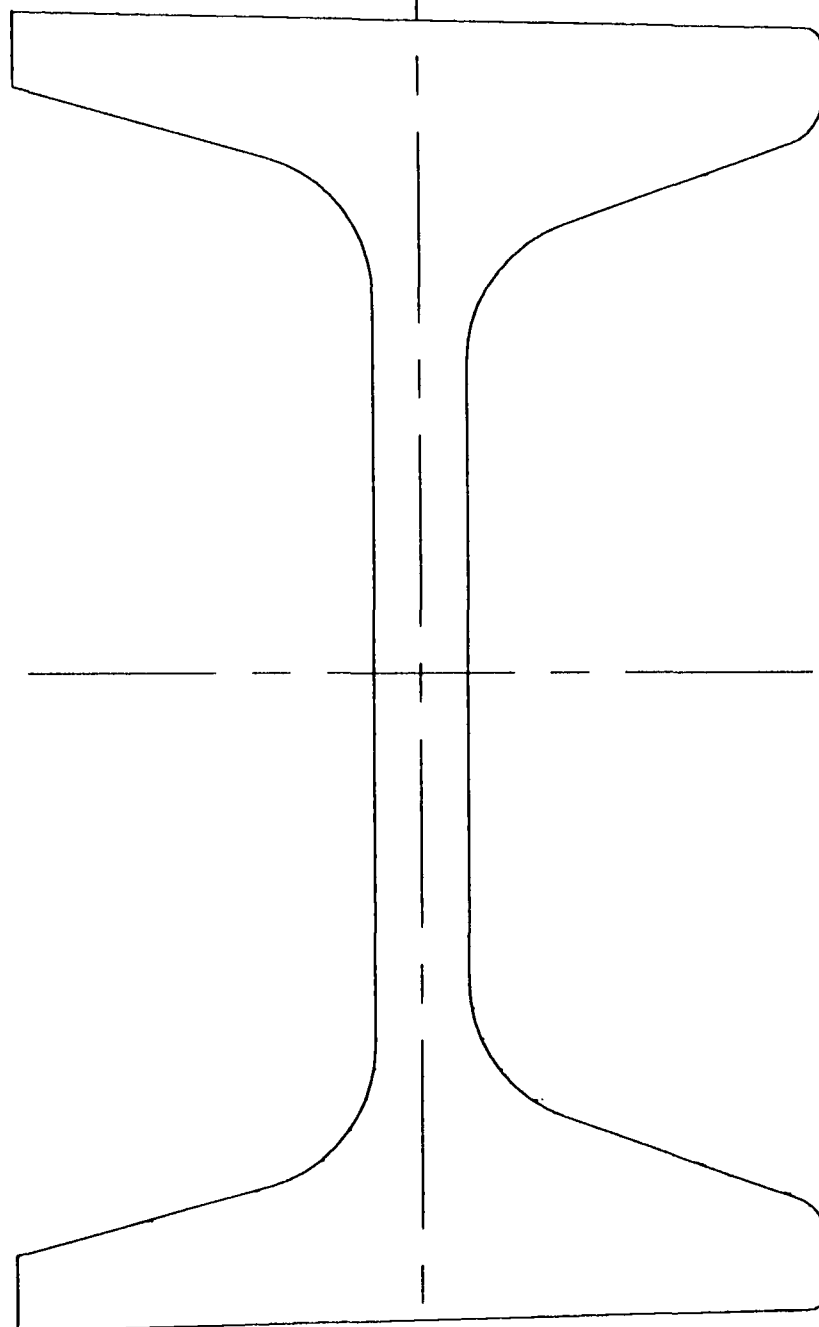
ISO (B)



PLANO N°

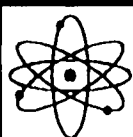
PROYECTO:

1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL DOBLE T 180 PASADA N° 5		
DIBUJO	07/10	J.J. Tiebas			
REVISO		S.I. Núñez P.			
APROBO	RU	R.A. Villanueva			



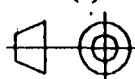
REDUCCIÓN: 28.87 %

ÁREA: 6016.3 mm²



CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

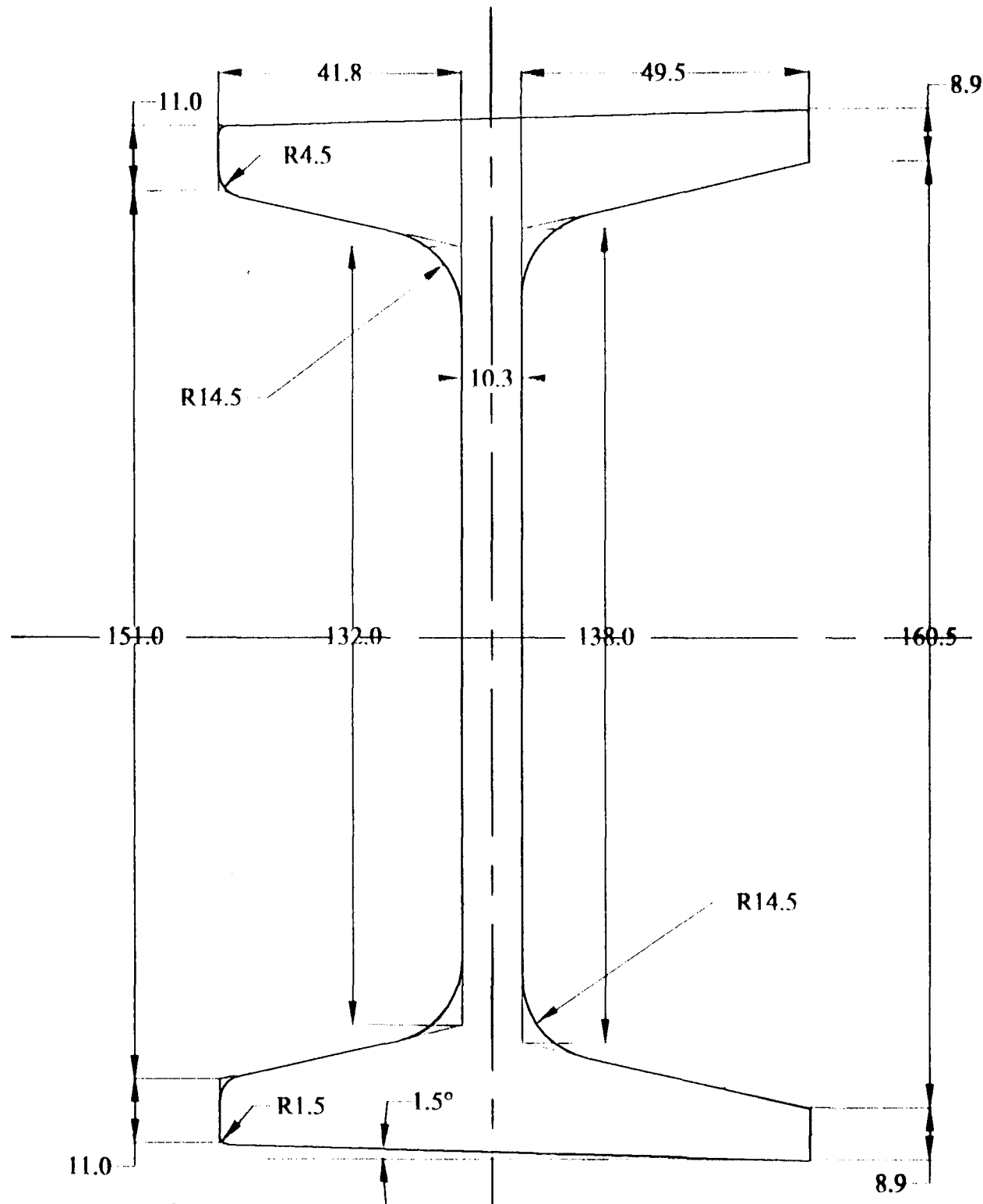
ISO (B)



PLANO N°

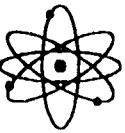
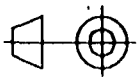
PROYECTO:

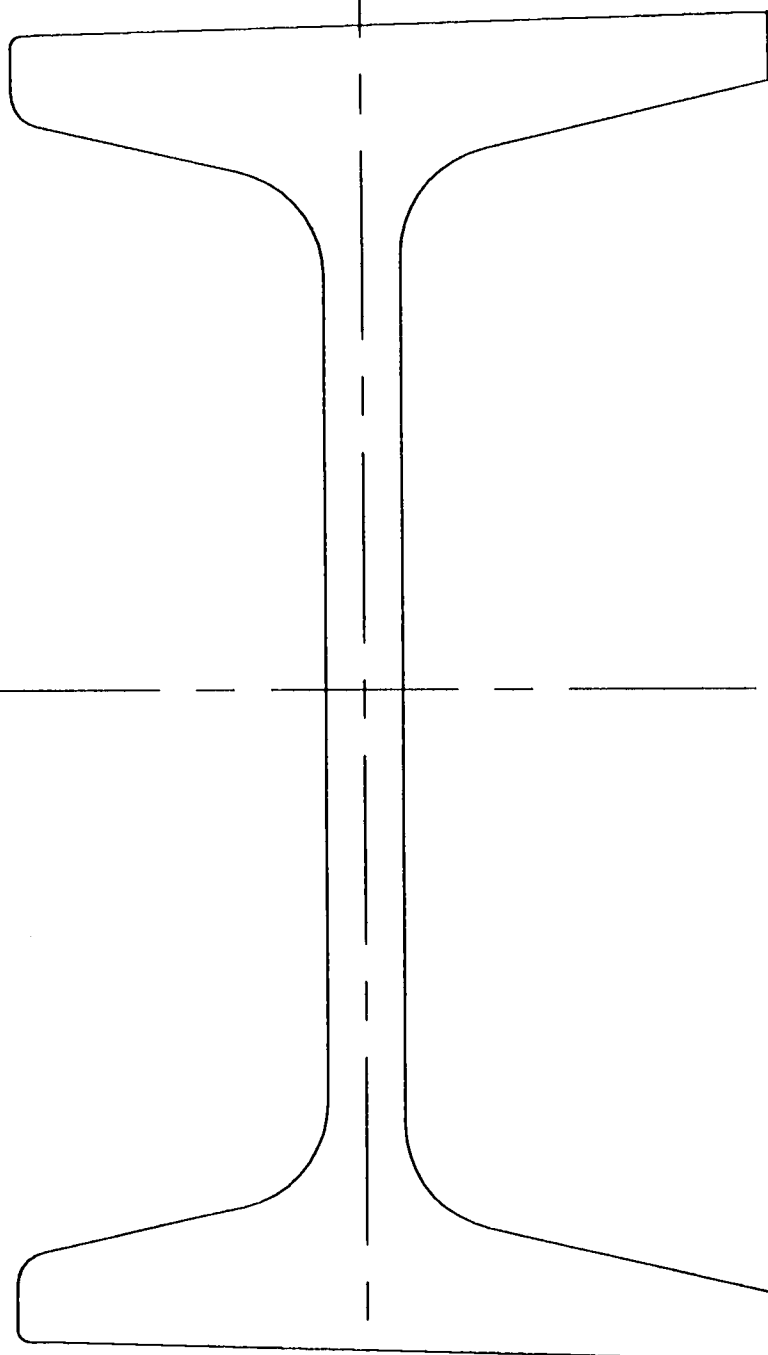
1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL DOBLE T 180 PASADA N° 5		
DIBUJO	07/10	J.J. Tobias			
REVISO		S.I. Núñez P.			
APROBO	QU	R.A. Villanueva			



REDUCCIÓN: 22.82 %

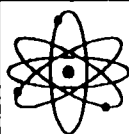
ÁREA: 4643.3 mm²

 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES			ISO (B) 		PLANO N°	
					PROYECTO:	
1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1			ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL DOBLE T 180 PASADA N° 6			
DIBUJO	07/10	J.J. Tiobas				
REVISO		S.I. Núñez P.				
APROBO		R.A. Villanueva				

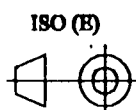


REDUCCIÓN: 22.82 %

ÁREA: 4643.3 mm²



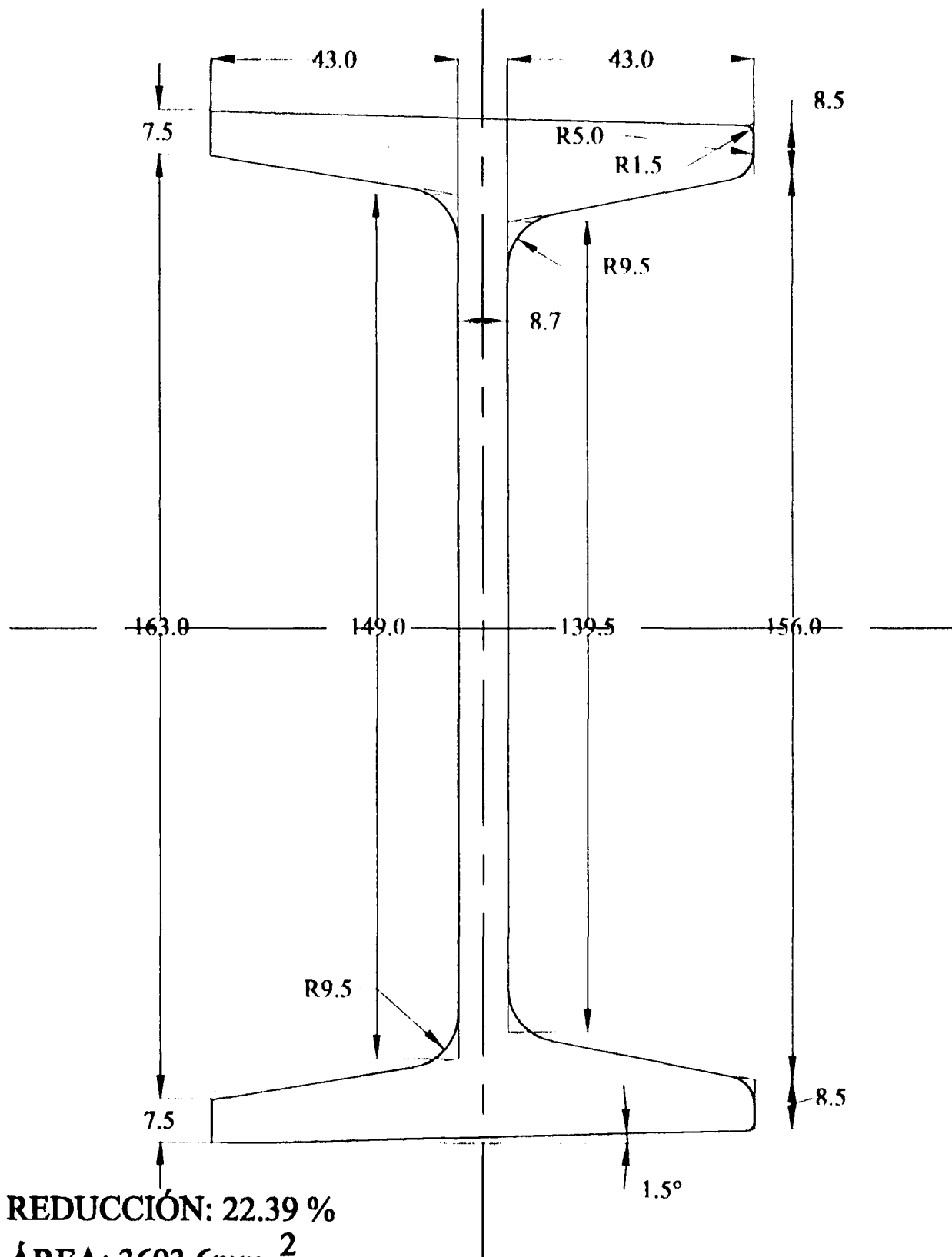
CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

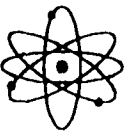
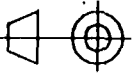


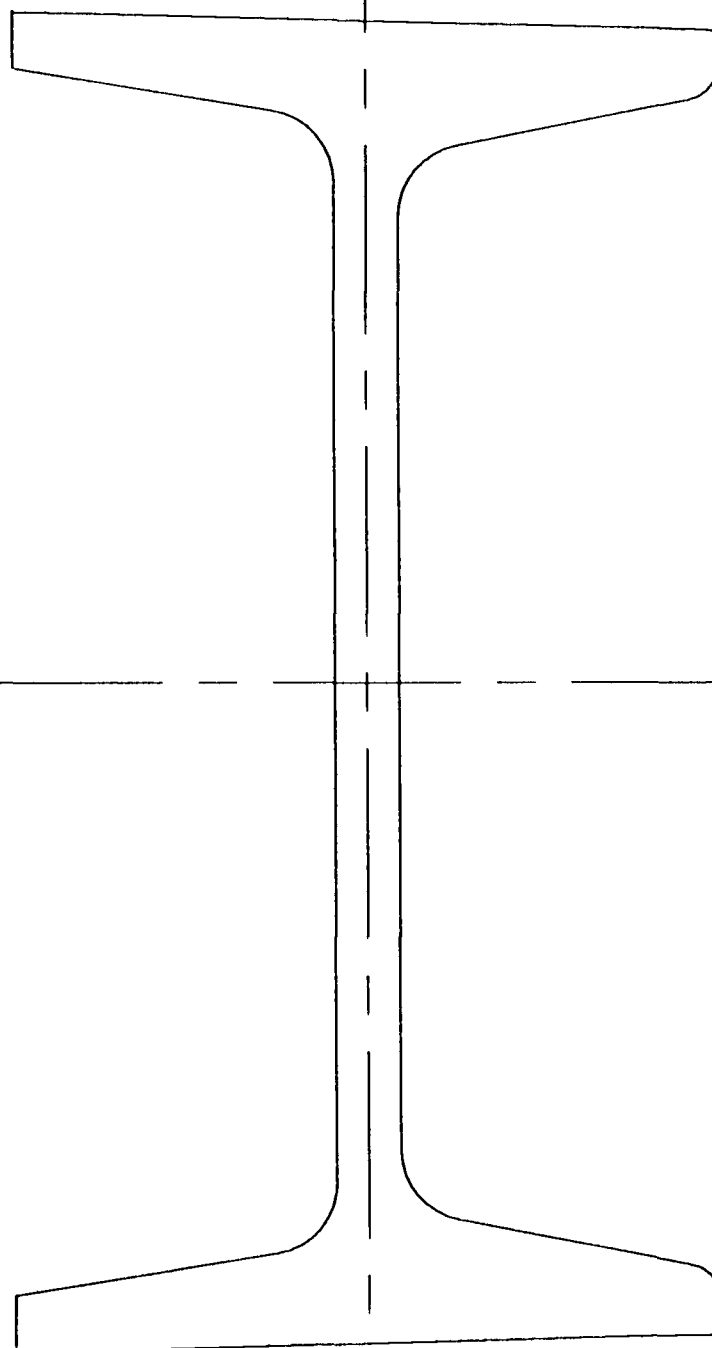
PLANO N°

PROYECTO:

1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL DOBLE T 180 PASADA N° 6		
DIBUJO	07/10	J.J. Tiobas			
REVISO		S.I. Núñez P.			
APROBO	QU	R.A. Villanueva			

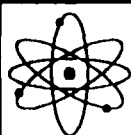


 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES			ISO (E) 		PLANO N°	
					PROYECTO:	
1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1			ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL DOBLE T 180 PASADA N° 7			
DIBUJO	07/10	J.J. Tobias				
REVISO		S.I. Núñez P.				
APROBO		R.A. Villanueva				



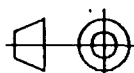
REDUCCIÓN: 22.39 %

ÁREA: 3603.6mm²



CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

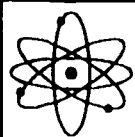
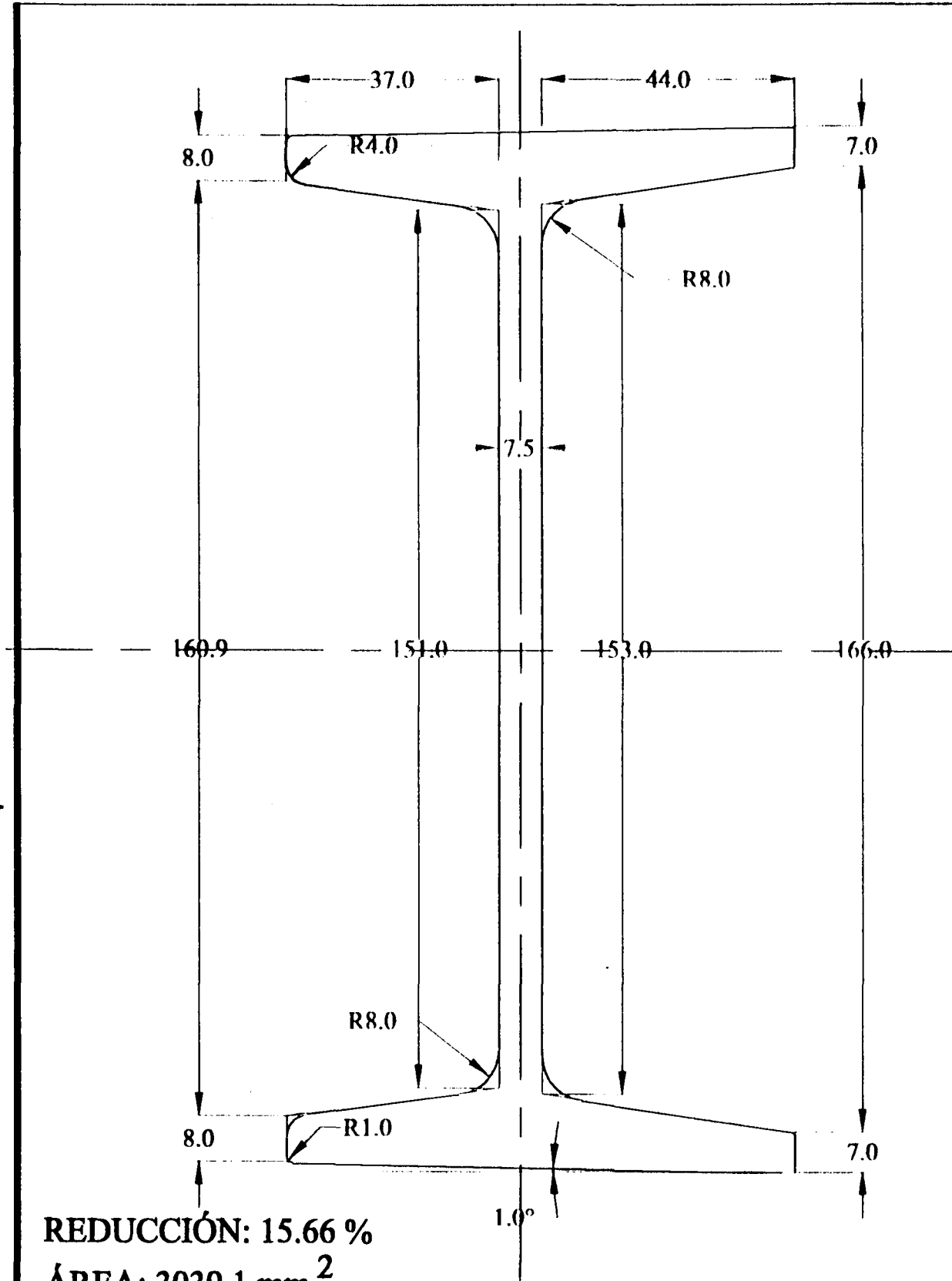
ISO (E)



PLANO N°

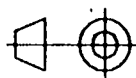
PROYECTO:

1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL DOBLE T 180 PASADA N° 7		
DIBUJO	07/10	J.J. Tiobas			
REVISO		S.J. Núñez P.			
APROBO	QU	R.A. Villanueva			



CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

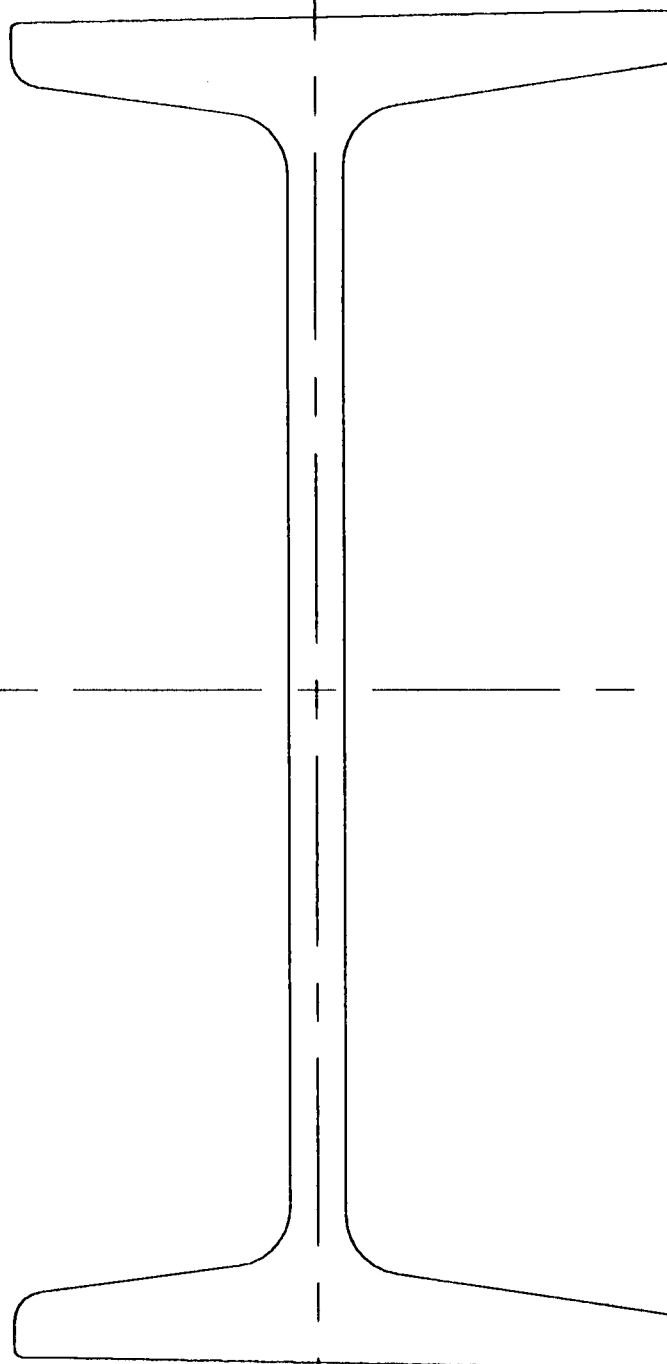
ISO (B)



PLANO N°

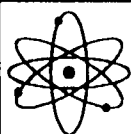
PROYECTO:

1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL DOBLE T 180 PASADA N° 8		
DIBUJO	12/10	J.J. Tiebas			
REVISO		S.I. Nández P.			
APROBO	Q	R.A. Villameva			



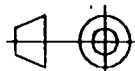
REDUCCIÓN: 15.66 %

ÁREA: 3039.1 mm²



CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

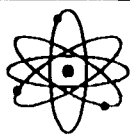
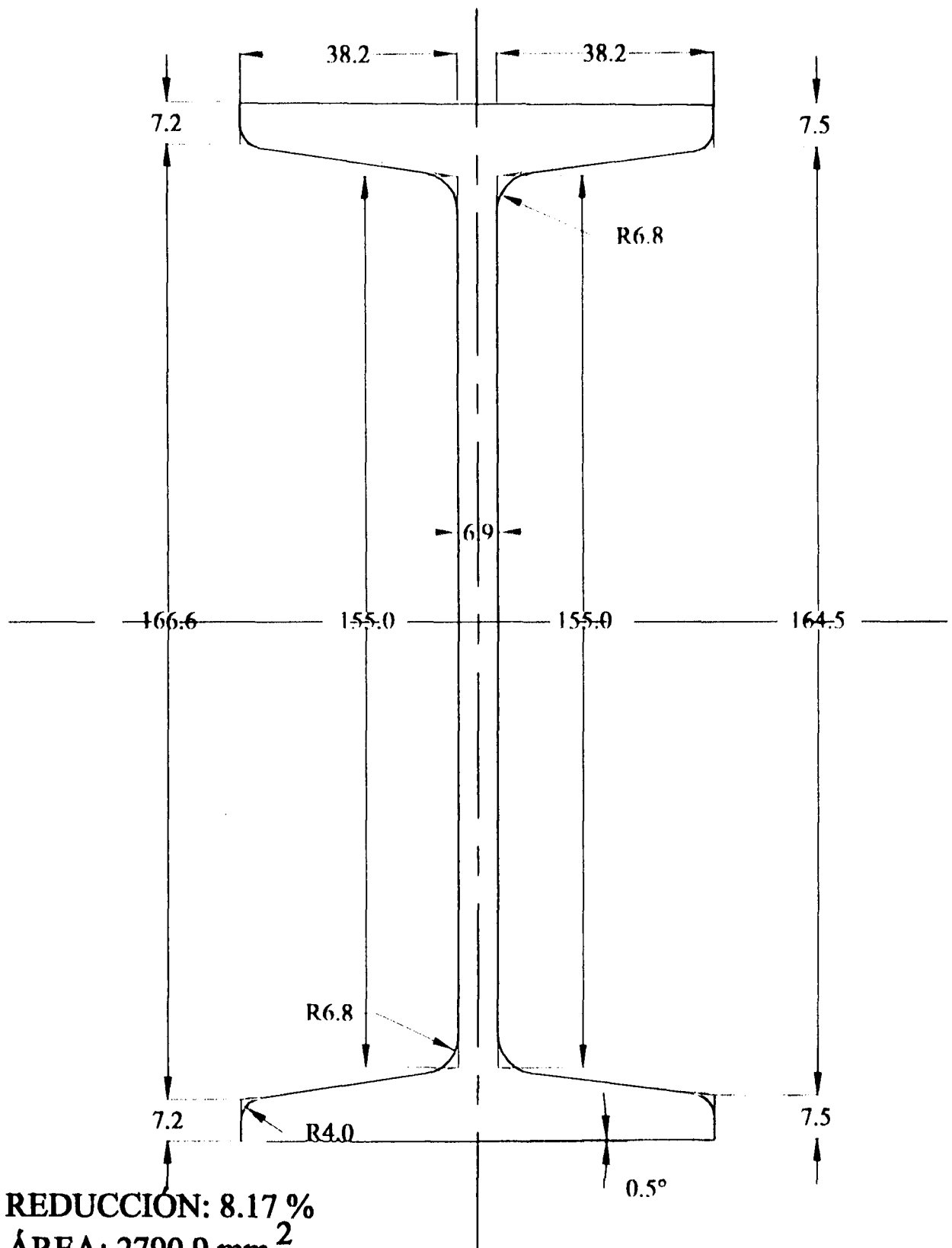
ISO (B)



PLANO N°

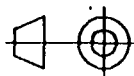
PROYECTO:

1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL DOBLE T 180 PASADA N° 8		
DIBUJO	12/10	J.J. Tiebas			
REVISO		S.I. Núñez P.			
APROBO	QU	R.A. Villanueva			



CNEA
 DEPARTAMENTO
 MATERIALES

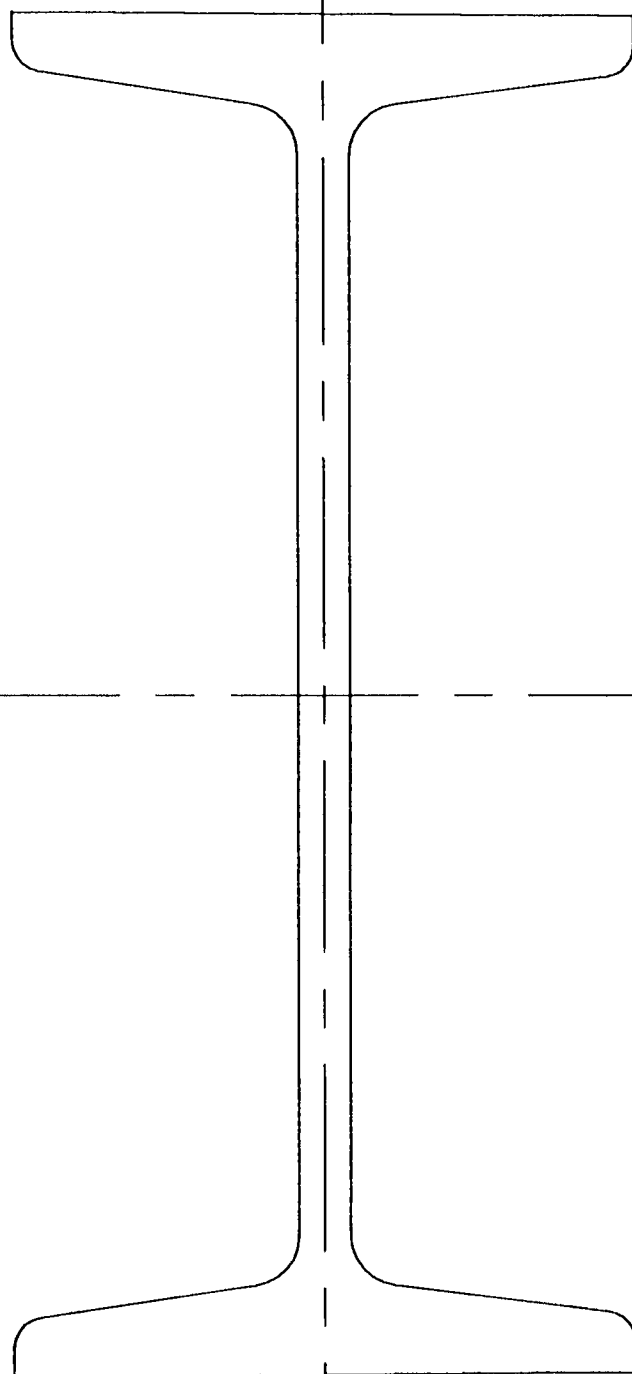
ISO (B)



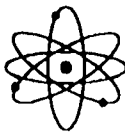
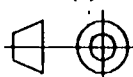
PLANO N°

PROYECTO:

1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL DOBLE T 180 PASADA N° 9		
DIBUJO	14/10	J.J. Tiebas			
REVISO		S.I. Nández P.			
APROBO	<i>RU</i>	R.A. Villanueva			

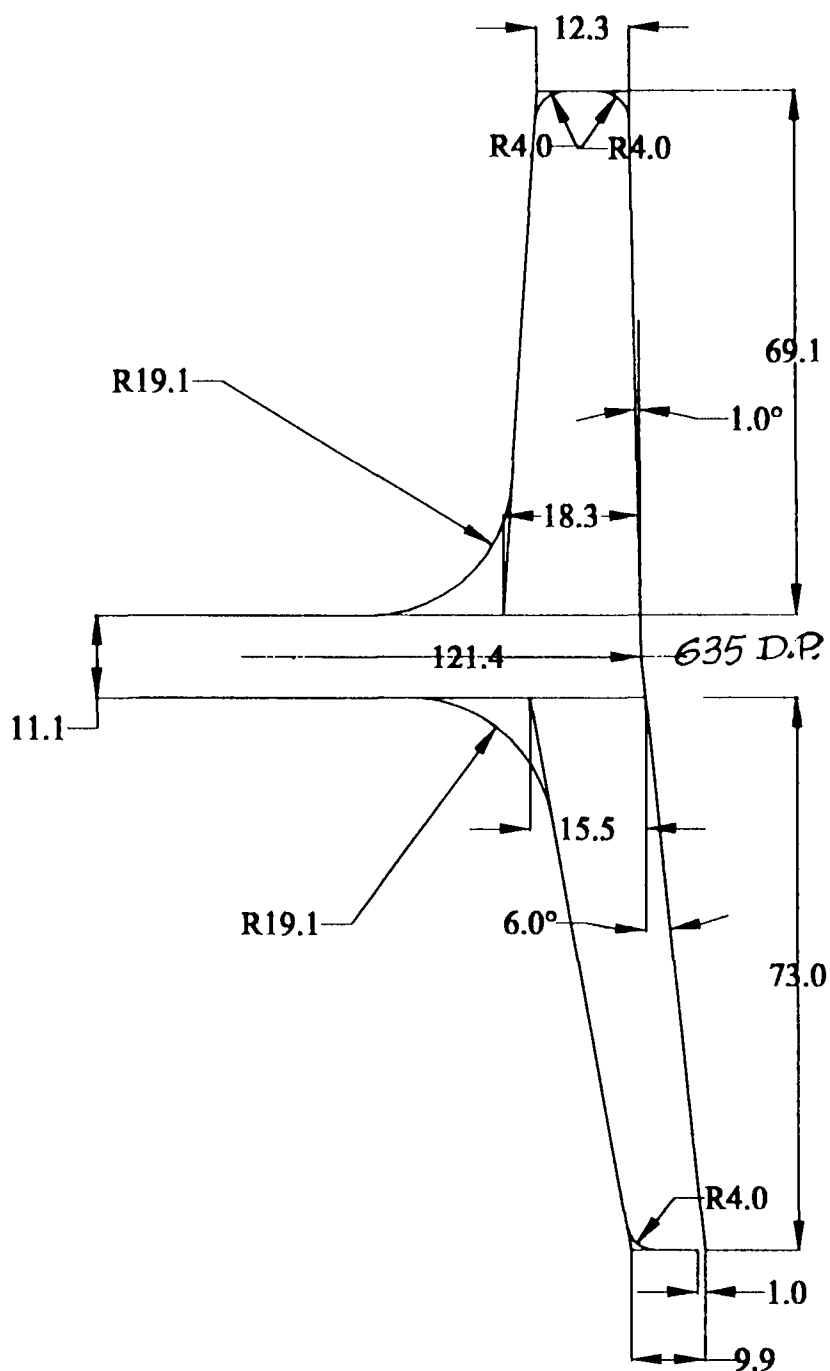


REDUCCIÓN: 8.17 %
 ÁREA: 2790.9 mm²

 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES			ISO (E) 	PLANO N°	
				PROYECTO:	
1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: PERFIL DOBLE T 180 PASADA N° 9		
DIBUJO	14/10	J.J. Tiobas			
REVISO		S.I. Nández P.			
APROBO		R.A. Villanueva			

Ejemplo de calibrado 2.1.18

Doble T tipo H –“viga H” – “H beam”



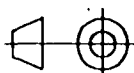
REDUCCION:

AREA: 5536.9 mm²



CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

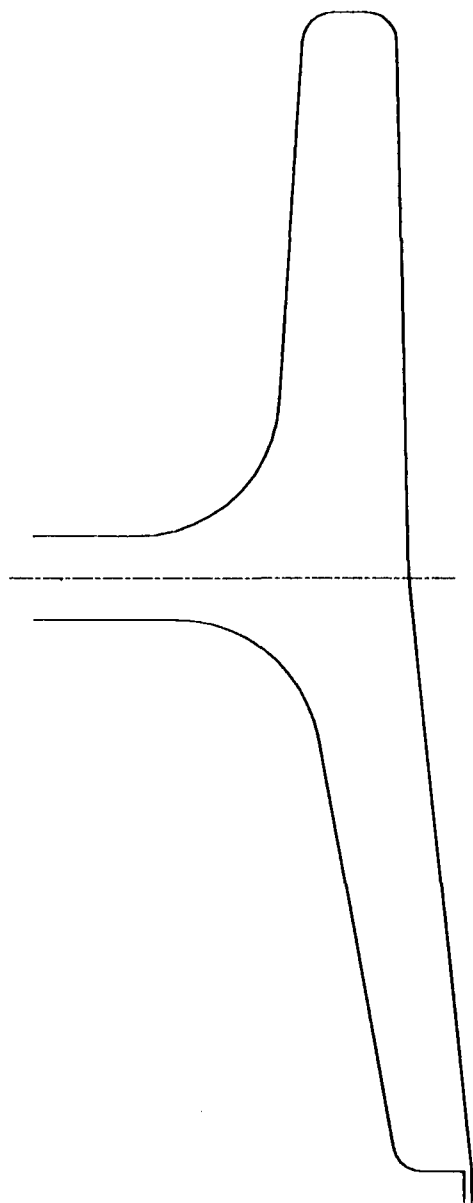
ISO (E)



PLANO N°

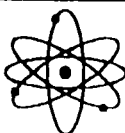
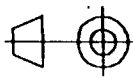
PROYECTO:

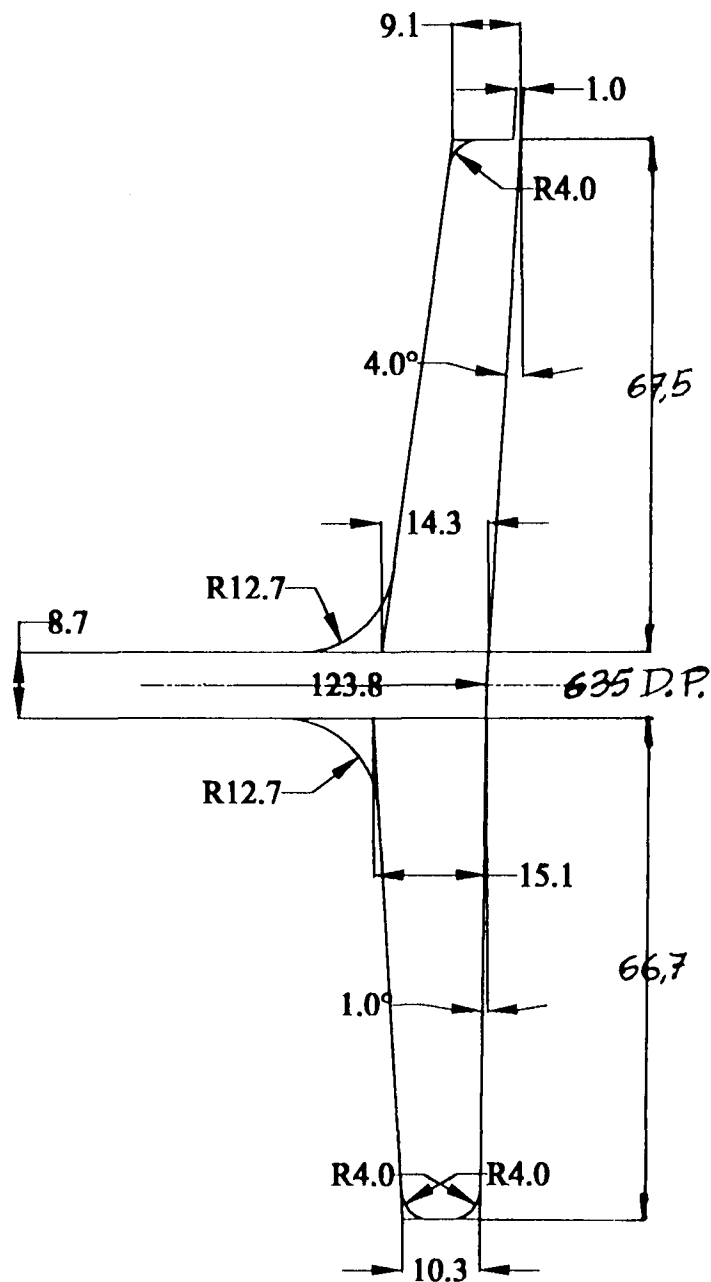
1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: VIGA H-5 PASADA N° 1		
DIBUJO	11/06	J.J. Tiebas			
REVISO		S.I. Núñez P.			
APROBO	RV	R.A. Villanueva			



REDUCCION:

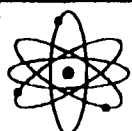
AREA: 5536.9 mm²

 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES			ISO (B) 		PLANO N°	
					PROYECTO:	
1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1			ACAD
PROYEC			DENOMINACION: VIGA H-5 PASADA N° 1			
DIBUJO	11/06	J.J. Tiebas				
REVISO		S.L. Núñez P.				
APROBO	QU	R.A. Villanueva				



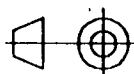
REDUCCION: 19.74 %

AREA: 4444.0 mm²



CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

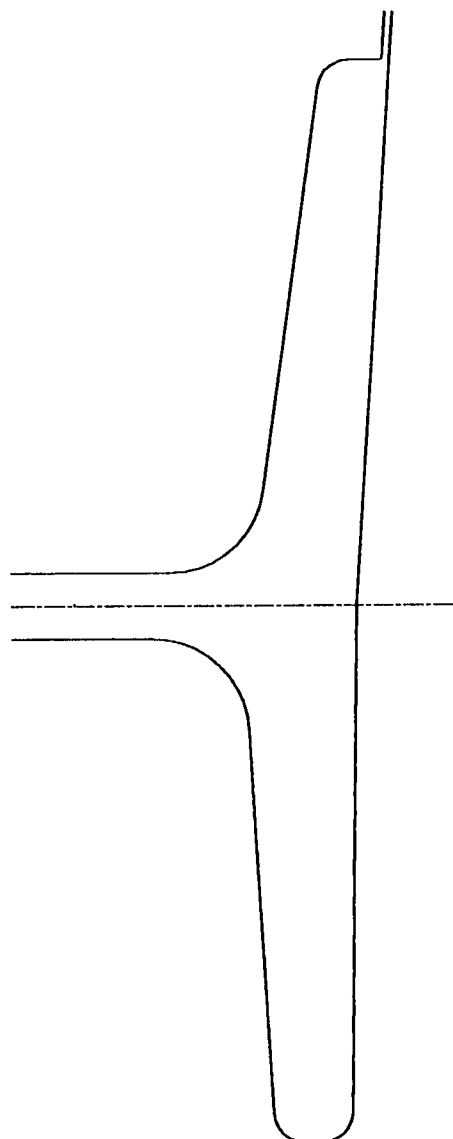
ISO (E)



PLANO N°

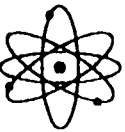
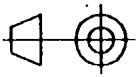
PROYECTO:

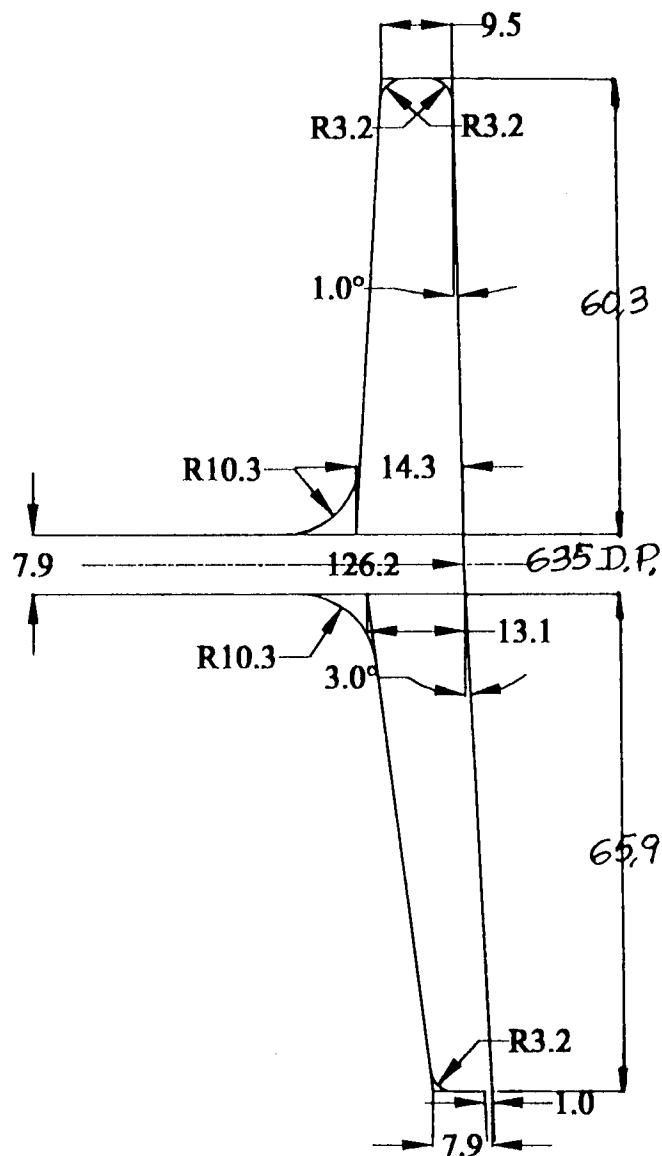
1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: VIGA H-5 PASADA N° 2		
DIBUJO	15/06	J.J. Tiebas			
REVISO		S.L. Núñez P.			
APROBO	RU	R.A. Villameva			



REDUCCION: 19.74 %

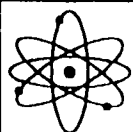
AREA: 4444.0 mm²

 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES			ISO (B) 		PLANO N°	
					PROYECTO:	
1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1			ACAD
PROYEC			DENOMINACION: VIGA H-5 PASADA N° 2			
DIBUJO	15/06	J.J. Tiebas				
REVISO		S.I. Núñez P.				
APROBO	QU	R.A. Villanueva				



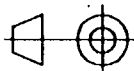
REDUCCION: 12.75 %

AREA: 3877.2 mm²



CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

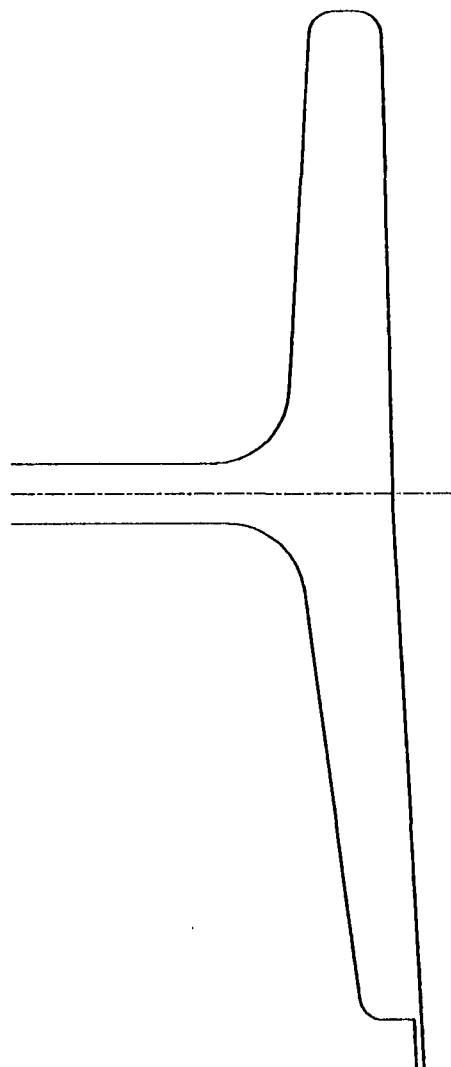
ISO (E)



PLANO N°

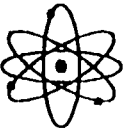
PROYECTO:

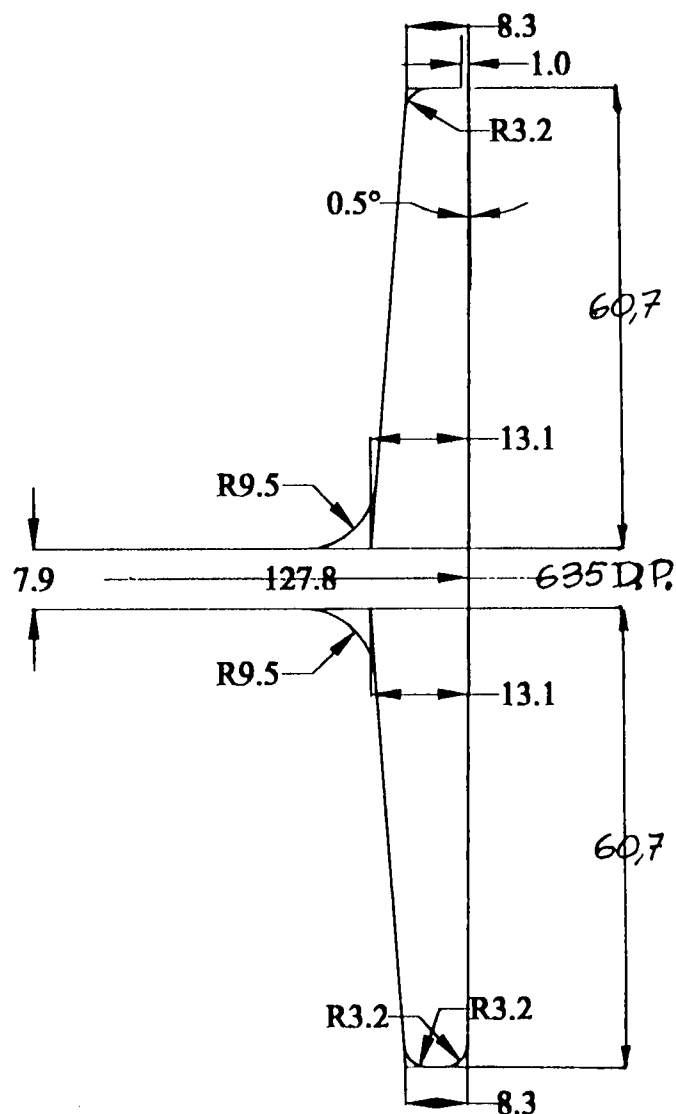
1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: VIGA H-5 PASADA N° 3		
DIBUJO	16/06	J.J. Tiebas			
REVISO		S.I. Nández P.			
APROBO	60	R.A. Villanueva			



REDUCCION: 12.75 %

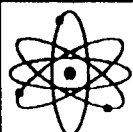
AREA: 3877.2 mm²

 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES		ISO (B) 		PLANO N°	
				PROYECTO:	
1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1		ACAD
PROYEC			DENOMINACION: VIGA H-5 PASADA N° 3		
DIBUJO	16/06	J.J. Tiebas			
REVISO		S.I. Núñez P.			
APROBO	<i>RV</i>	R.A. Villanueva			



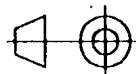
REDUCCION: 5.60 %

AREA: 3660.2 mm²



CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

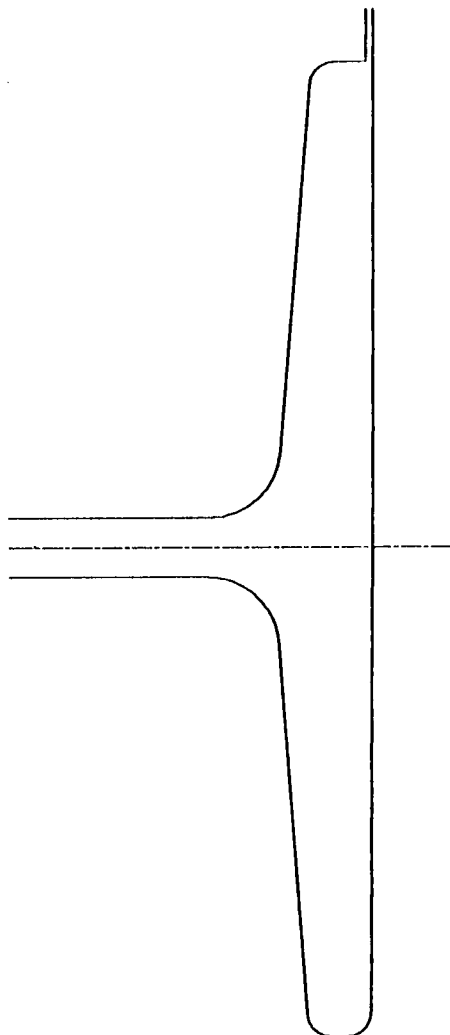
ISO (B)



PLANO N°

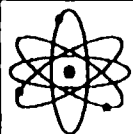
PROYECTO:

1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: VIGA H-5 PASADA N° 4		
DIBUJO	16/06	J.J. Tiebas			
REVISO		S.I. Núñez P.			
APROBO	<i>RU</i>	R.A. Villanueva			



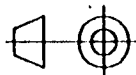
REDUCCION: 5.60 %

AREA: 3660.2 mm²



CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

ISO (B)



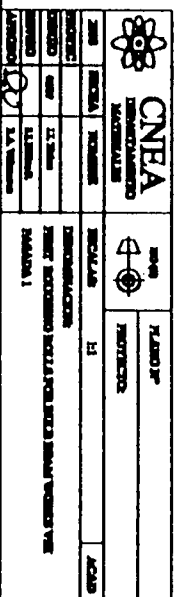
PLANO N°

PROYECTO:

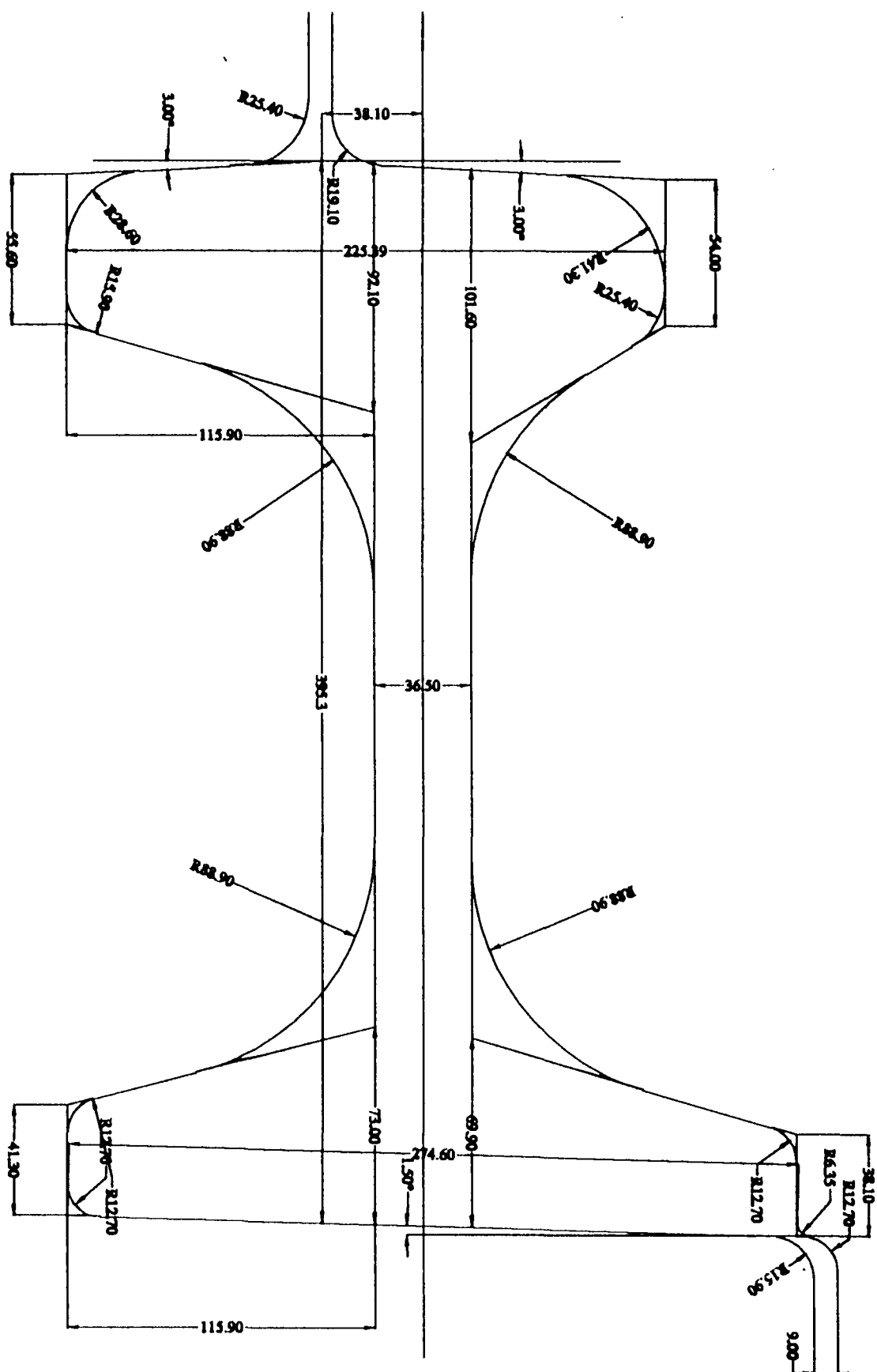
1999	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACION: VIGA H-5 PASADA N° 4		
DIBUJO	16/06	J.J. Tiebas			
REVISO		S.L. Núñez P.			
APROBO	RU	R.A. Villanueva			

Ejemplo de calibrado 2.1.19

Viga bulbo ("bulb beam")

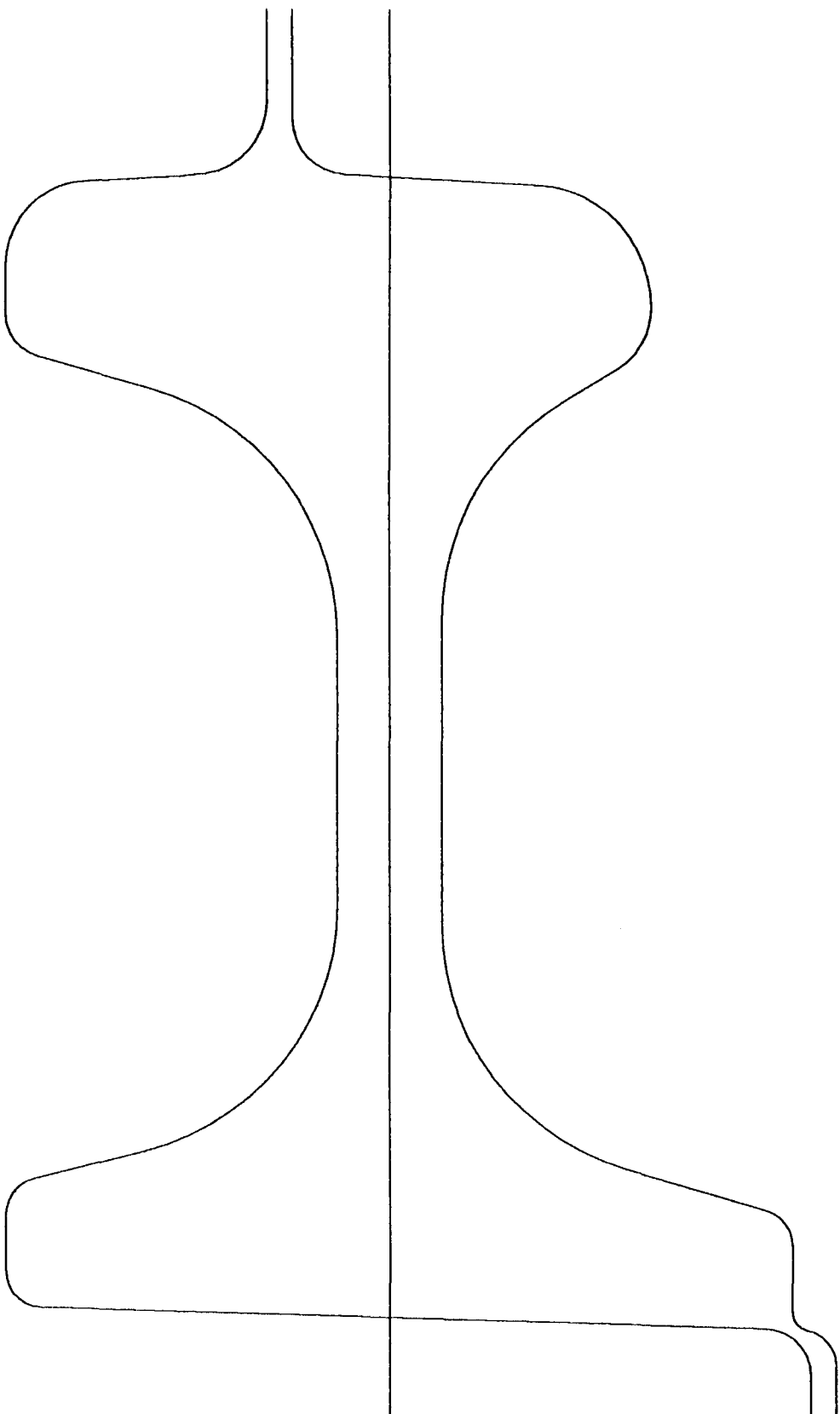


ΑΡΧΑ: 61359.1 ΠΡΩΤ 2



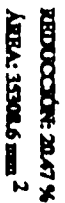
REDUCTION: 27.64 %
AREA: 44397.4 mm²

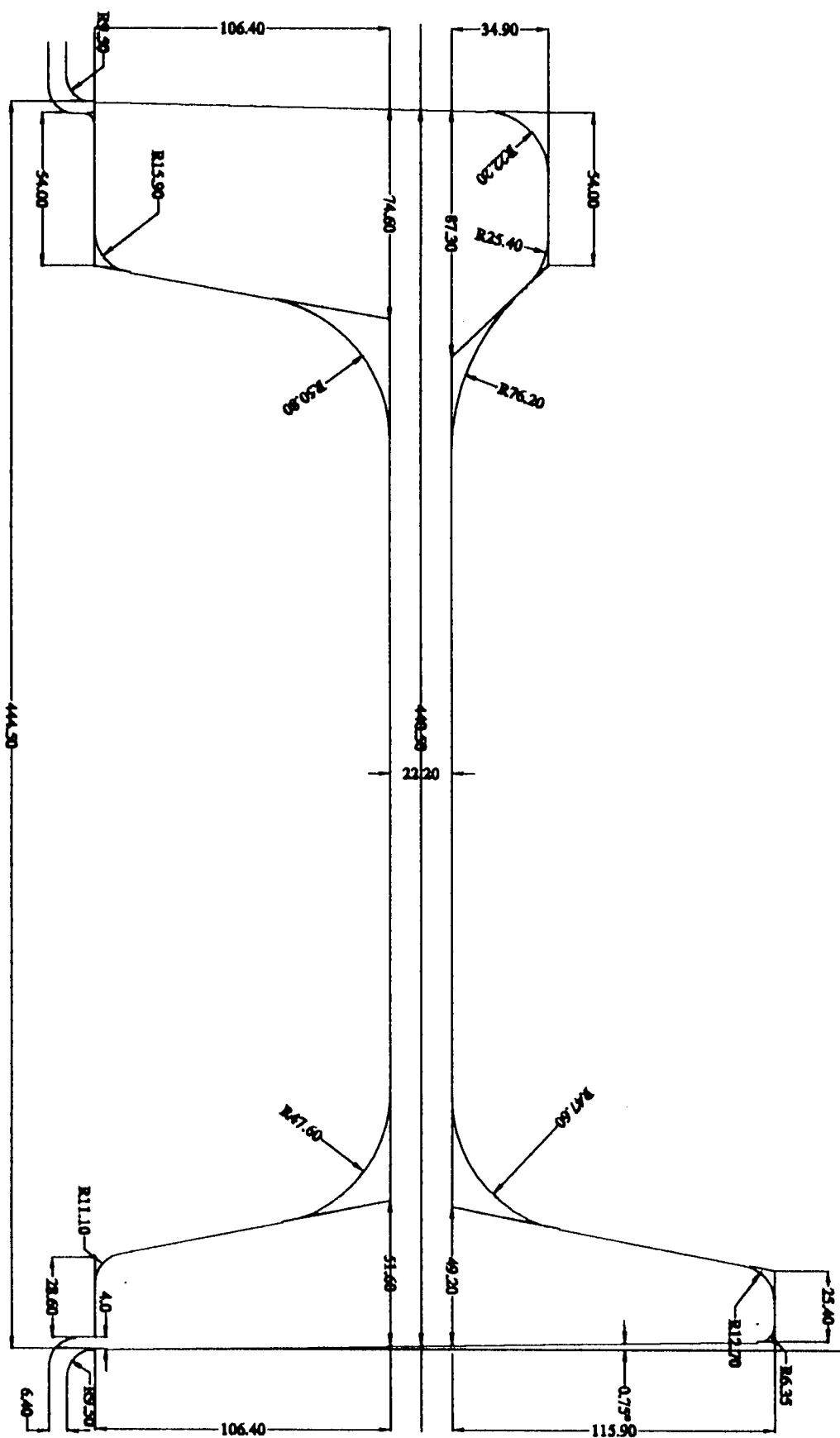
 CNFA INTERNATIONAL NARCOTICS FEDERATION		GROUP 		PLANT SP. IDENTIFIER	
200	SECTION	NUMBER	TOTALS		ACAP
201	201	12-000			
202	202	12-000			
203	203	12-000			
204	204	12-000			
205	205	12-000			
IDENTIFICATION PRINT IDENTIFICATION FOR THIS GROUP WORKS THE FOLLOWING					



REDUCCION: 27.64 %
ÁREA: 44397.4 mm²

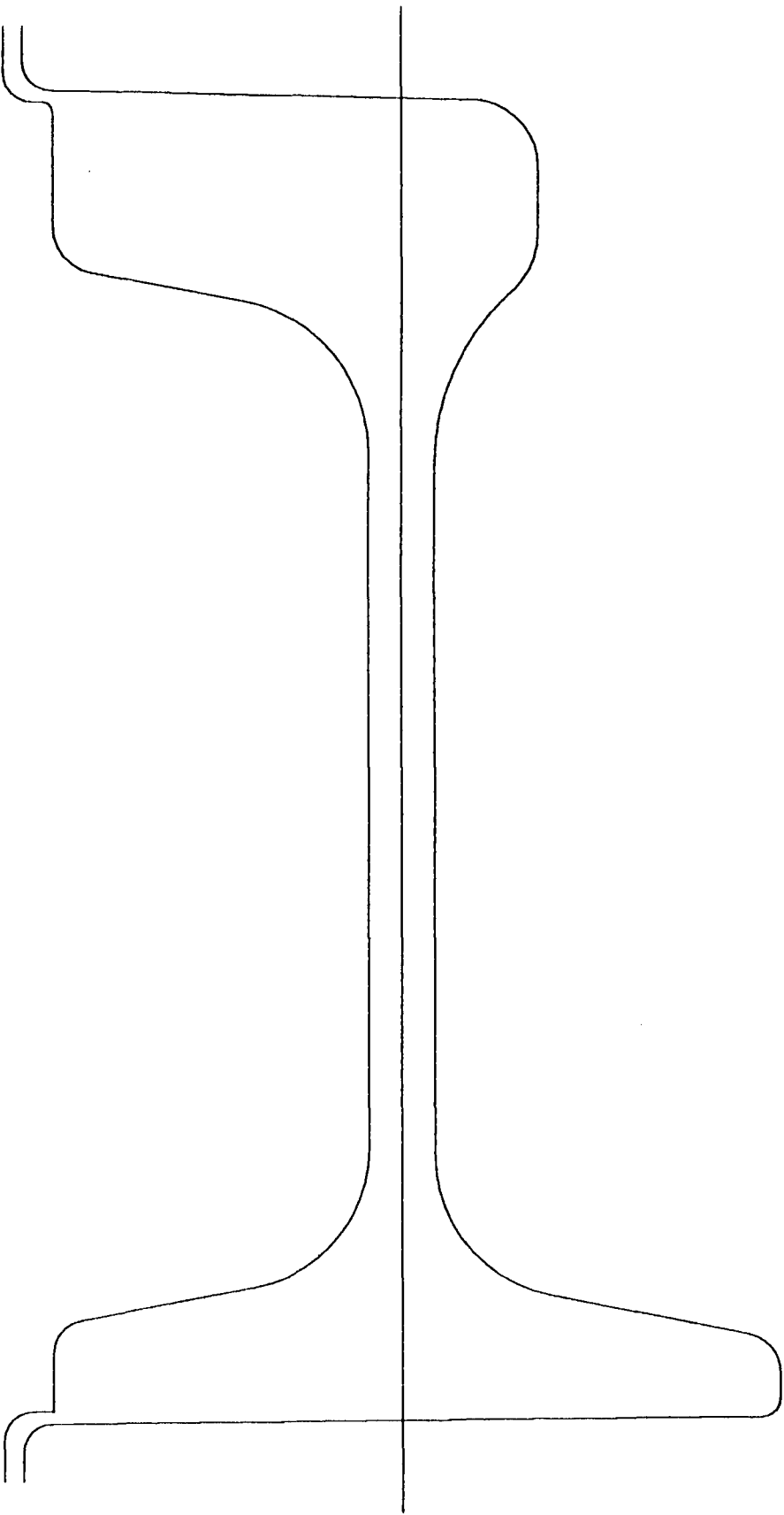
[illegible]

[illegible]



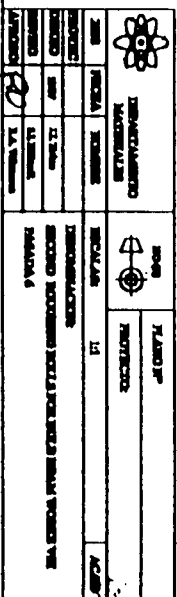
REDUCCIÓN: 17.7%
LÍNEA: 29029.4 mm²

[illegible]

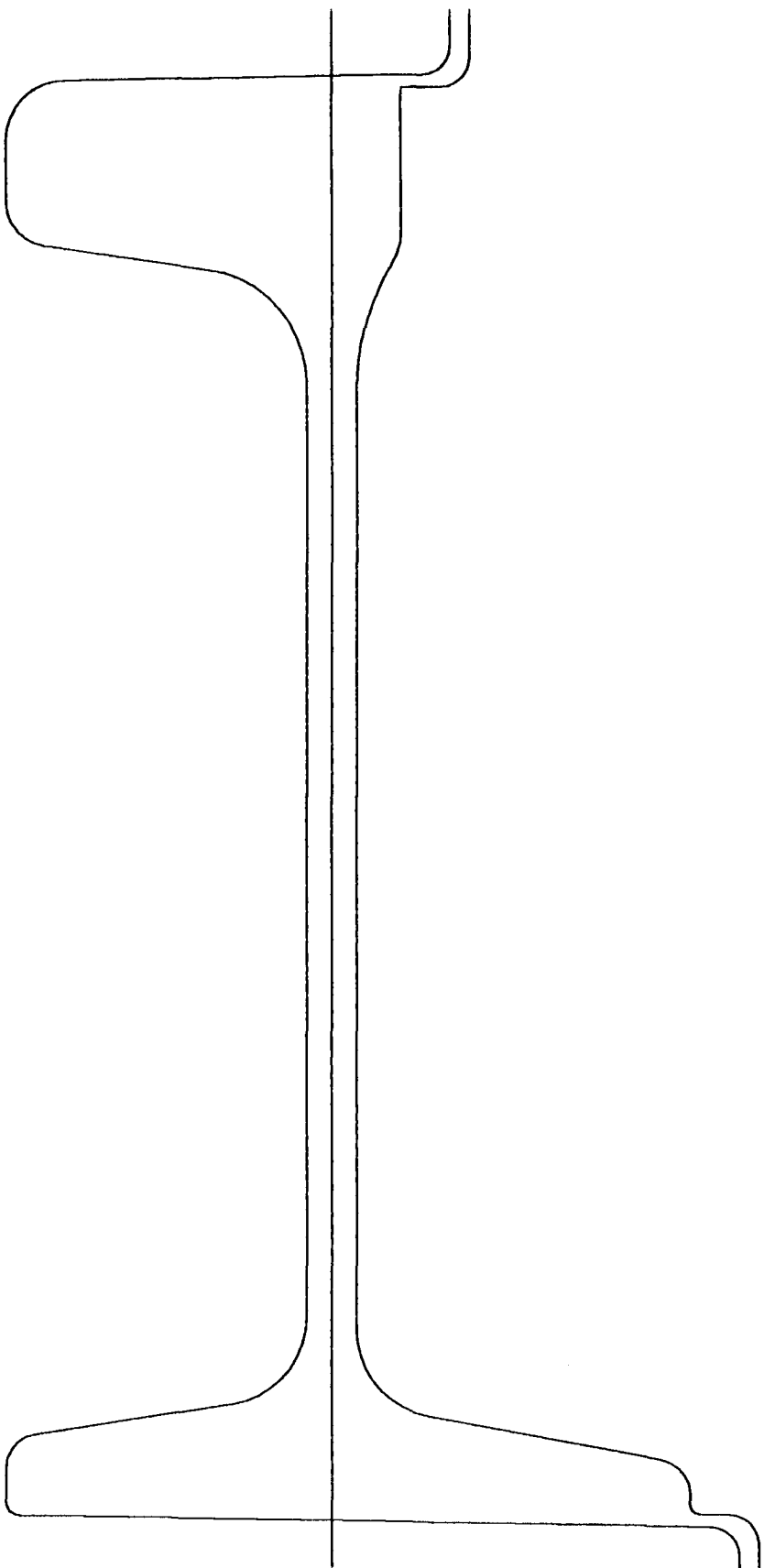


REDUCCION: 17.78 %
AREA: 25029.4 mm²
2

 CNEA COMANDO EN JEFE FUERZA ARMADA ARGENTINA COMANDO EN JEFE FUERZA AEREA ARGENTINA				 BLANQUEO REVISOR		FECHA 11/11/2011	
PROYECTO PROYECTO 11/11/2011				REVISOR 11/11/2011		FECHA 11/11/2011	
REVISOR 11/11/2011				REVISOR 11/11/2011		FECHA 11/11/2011	
REVISOR 11/11/2011				REVISOR 11/11/2011		FECHA 11/11/2011	
REVISOR 11/11/2011				REVISOR 11/11/2011		FECHA 11/11/2011	

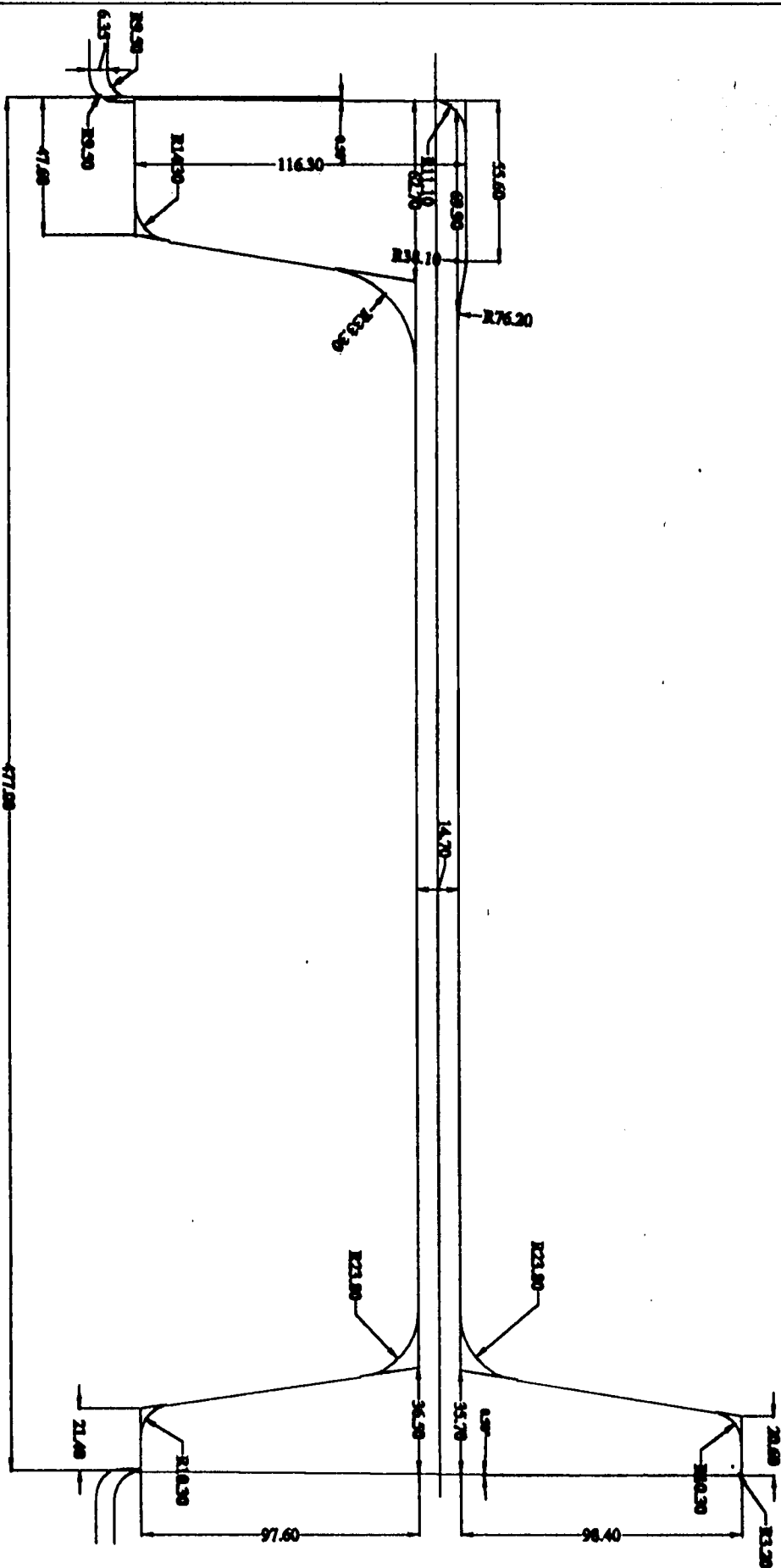


REDUCTION: 14.41 %
AREA: 20946.8 mm²



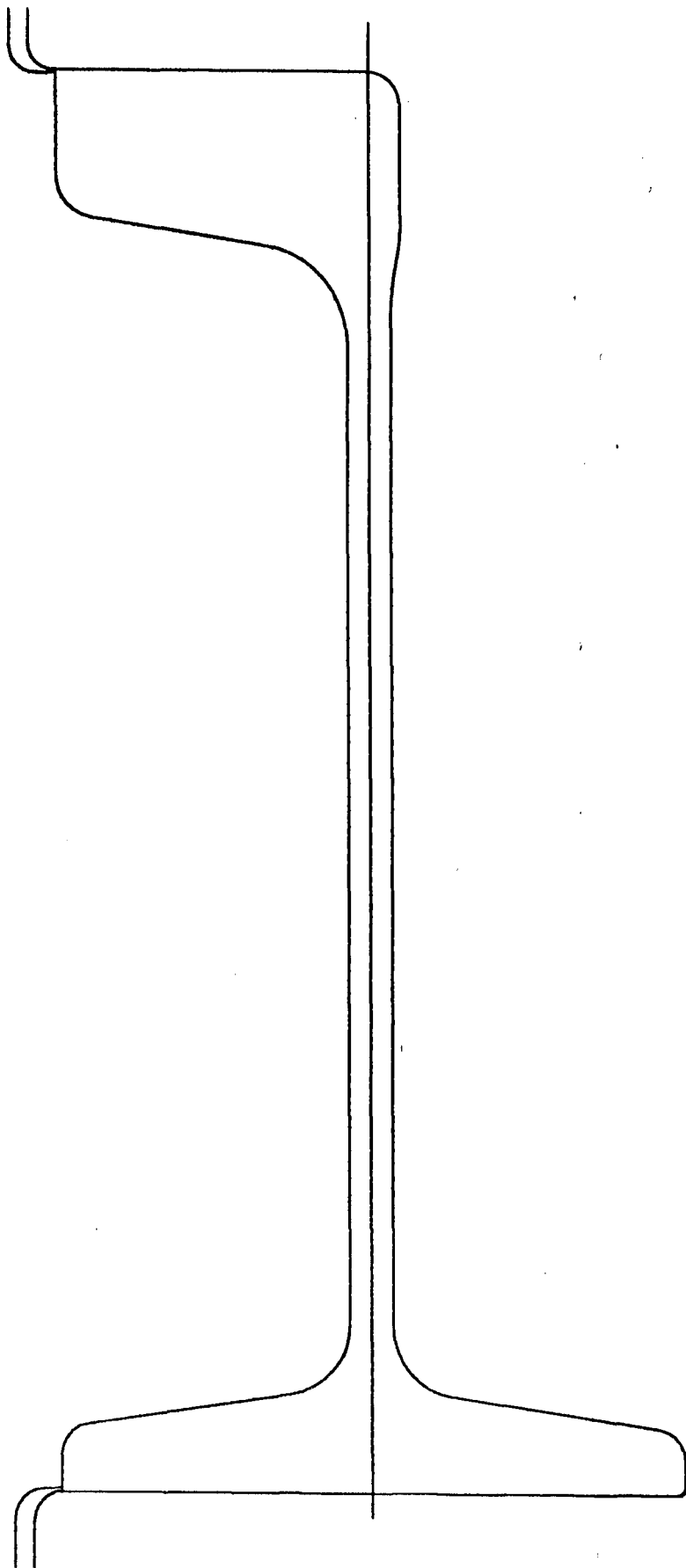
PRODUCCIÓN: 14,41 %
 AREA: 20946,8 mm²

	1. NAME OF THE ORGANIZATION 2. ADDRESS 3. CITY 4. STATE 5. ZIP CODE 6. PHONE NUMBER			7. NAME OF THE ORGANIZATION 8. ADDRESS 9. CITY 10. STATE 11. ZIP CODE 12. PHONE NUMBER	
	13. NAME OF THE ORGANIZATION 14. ADDRESS 15. CITY 16. STATE 17. ZIP CODE 18. PHONE NUMBER			19. NAME OF THE ORGANIZATION 20. ADDRESS 21. CITY 22. STATE 23. ZIP CODE 24. PHONE NUMBER	



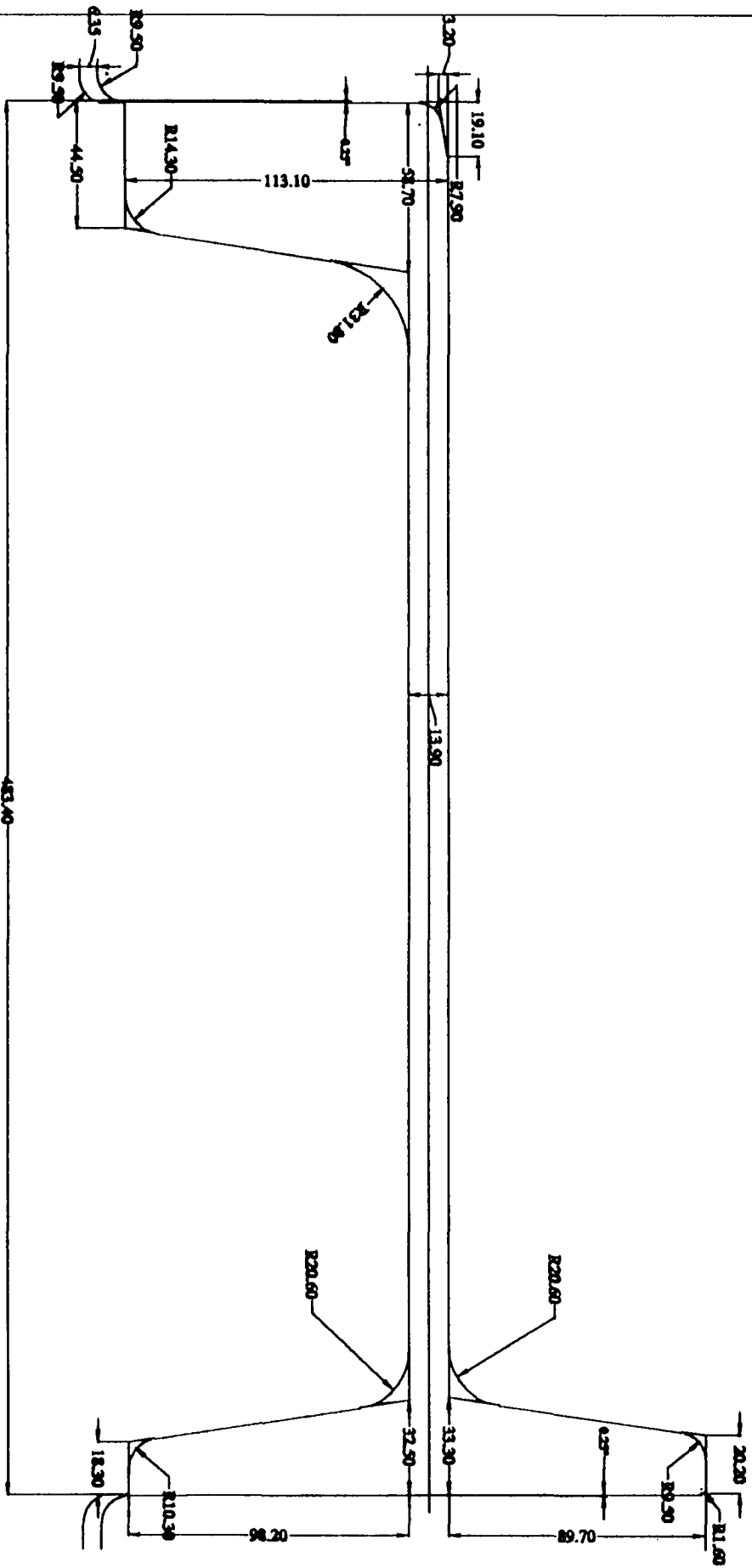
REDUCCIONE 11.77%
 AREA 19661.9 mm²

PROYECTO				FECHA			
NOMBRE				NOMBRE			
NOMBRE				NOMBRE			
NOMBRE				NOMBRE			
NOMBRE				NOMBRE			
NOMBRE				NOMBRE			
NOMBRE				NOMBRE			
NOMBRE				NOMBRE			
NOMBRE				NOMBRE			
NOMBRE				NOMBRE			



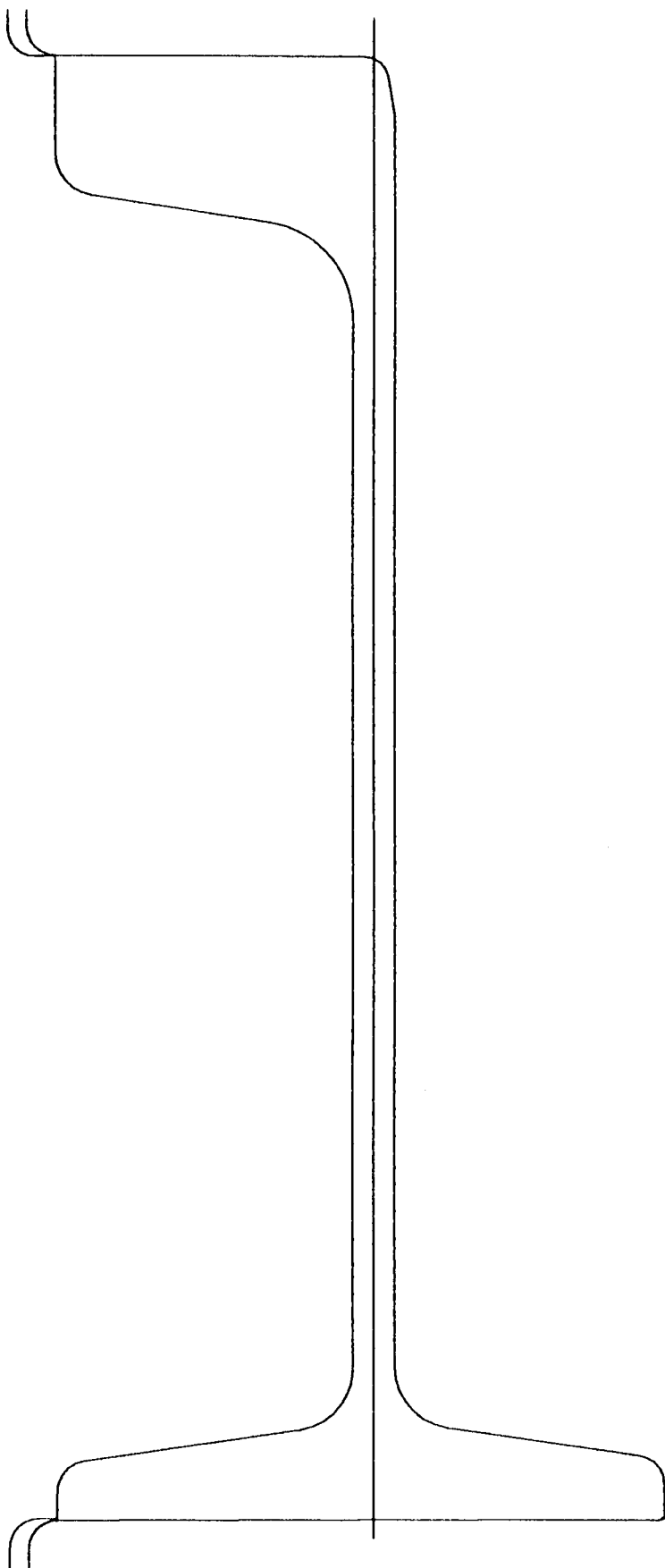
reproduce 11.7%
 AREA 19001.9 mm²

NO.	REVISION	NO.	REVISION
1	1	1	1
2	2	2	2
3	3	3	3
4	4	4	4
5	5	5	5
6	6	6	6
7	7	7	7
8	8	8	8
9	9	9	9
10	10	10	10
11	11	11	11
12	12	12	12
13	13	13	13
14	14	14	14
15	15	15	15
16	16	16	16
17	17	17	17
18	18	18	18
19	19	19	19
20	20	20	20
21	21	21	21
22	22	22	22
23	23	23	23
24	24	24	24
25	25	25	25
26	26	26	26
27	27	27	27
28	28	28	28
29	29	29	29
30	30	30	30
31	31	31	31
32	32	32	32
33	33	33	33
34	34	34	34
35	35	35	35
36	36	36	36
37	37	37	37
38	38	38	38
39	39	39	39
40	40	40	40
41	41	41	41
42	42	42	42
43	43	43	43
44	44	44	44
45	45	45	45
46	46	46	46
47	47	47	47
48	48	48	48
49	49	49	49
50	50	50	50
51	51	51	51
52	52	52	52
53	53	53	53
54	54	54	54
55	55	55	55
56	56	56	56
57	57	57	57
58	58	58	58
59	59	59	59
60	60	60	60
61	61	61	61
62	62	62	62
63	63	63	63
64	64	64	64
65	65	65	65
66	66	66	66
67	67	67	67
68	68	68	68
69	69	69	69
70	70	70	70
71	71	71	71
72	72	72	72
73	73	73	73
74	74	74	74
75	75	75	75
76	76	76	76
77	77	77	77
78	78	78	78
79	79	79	79
80	80	80	80
81	81	81	81
82	82	82	82
83	83	83	83
84	84	84	84
85	85	85	85
86	86	86	86
87	87	87	87
88	88	88	88
89	89	89	89
90	90	90	90
91	91	91	91
92	92	92	92
93	93	93	93
94	94	94	94
95	95	95	95
96	96	96	96
97	97	97	97
98	98	98	98
99	99	99	99
100	100	100	100



REDUCCIONE 8.45 %
 AREA: 16921.0 mm²

			
IDENTIFICAZIONE MATERIALI		DATA PROGETTO	
AUTORE	DATA	AUTORE	DATA
VERIFICATO	DATA	VERIFICATO	DATA
APPROVATO	DATA	APPROVATO	DATA
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI VERIFICA			
TITOLARI APPROVAZIONE			
TITOLARI PROGETTO			
TITOLARI			

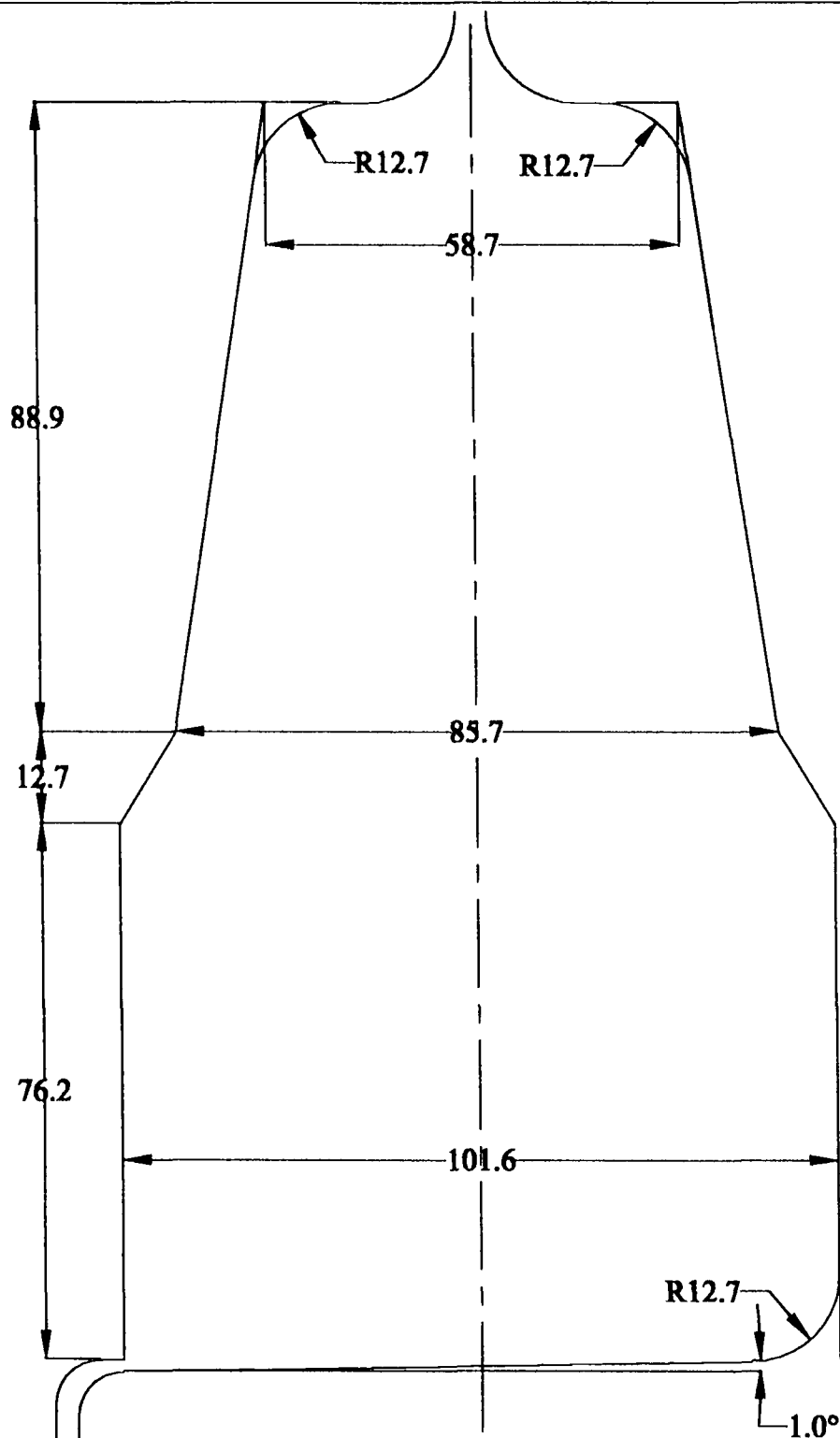


REDUCCIÓN: 8.45 %
 AREA: 16921.0 mm²

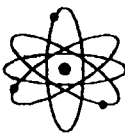
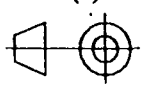
						PLANO Nº PROYECTO		FECHA	
INSTITUTO ARGENTINO DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN				INSTITUTO		FECHA		FECHA	
PROYECTO				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA				FECHA		FECHA		FECHA </	

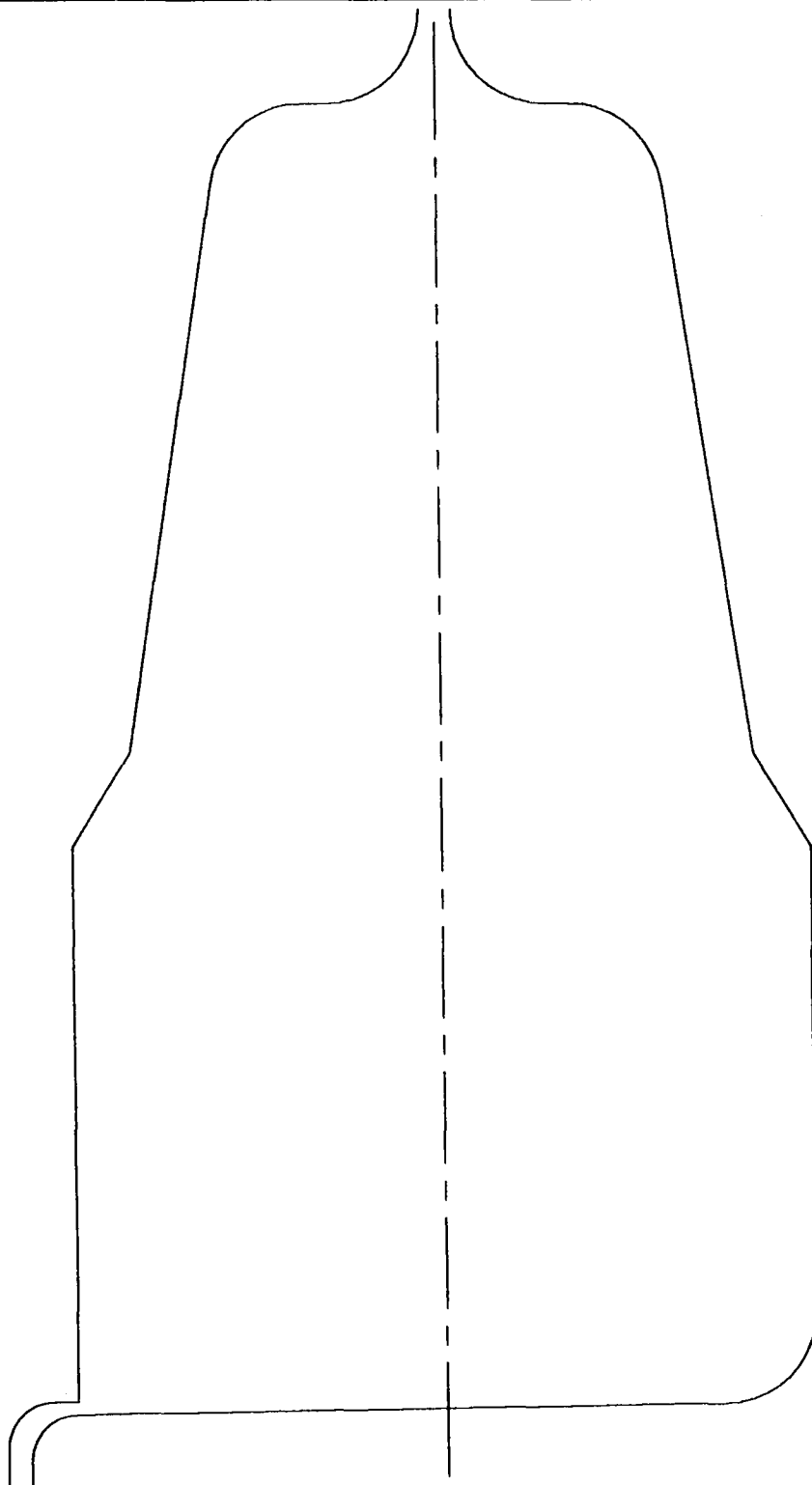
Ejemplo de calibrado 2.1.20

Arcos de mina ("mine archs")



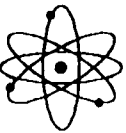
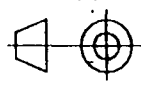
REDUCCION: 9.4 %
 AREA: 15483.58 mm²

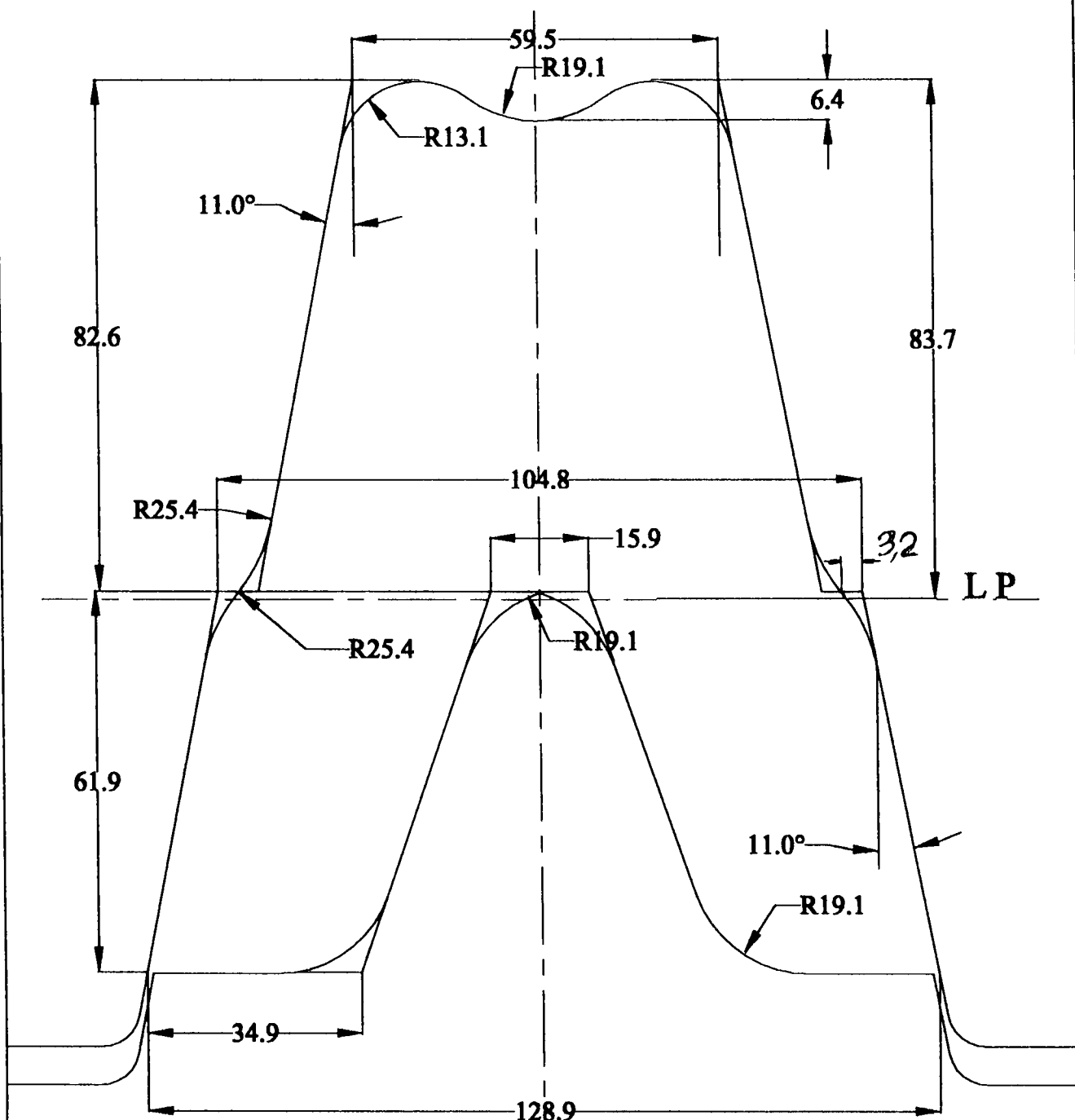
 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES			ISO (E) 		PLANO N°	
					PROYECTO:	
2000	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1			ACAD
PROYEC			DENOMINACIÓN: DETAILS OF ROUGHING PASSES FOR TOUSSAINT HEINTZMANN ARCHES SECTIONS 21A & 21B PASADA N° 1			
DIBUJÓ	08/03	J.J. Tiebas				
REVISÓ		S.I. Núñez P.				
APROBÓ		R.A. Villanueva				



REDUCCION: 9,4 %

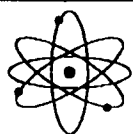
AREA: 15483.58 mm²

		CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES		ISO (E)		PLANO N°
				PROYECTO:		
2000	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD	
PROYEC			DENOMINACIÓN: DETAILS OF ROUGHING PASSES FOR TOUSSAINT HEINTZMANN ARCHES SECTIONS 21A & 21B PASADA N° 1			
DIBUJÓ	08/03	J.J. Tiebas				
REVISÓ		S.I. Nofiez P.				
APROBÓ		R.A. Villanueva				

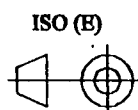


REDUCCION: 29.21 %

AREA: 10960.25 mm²



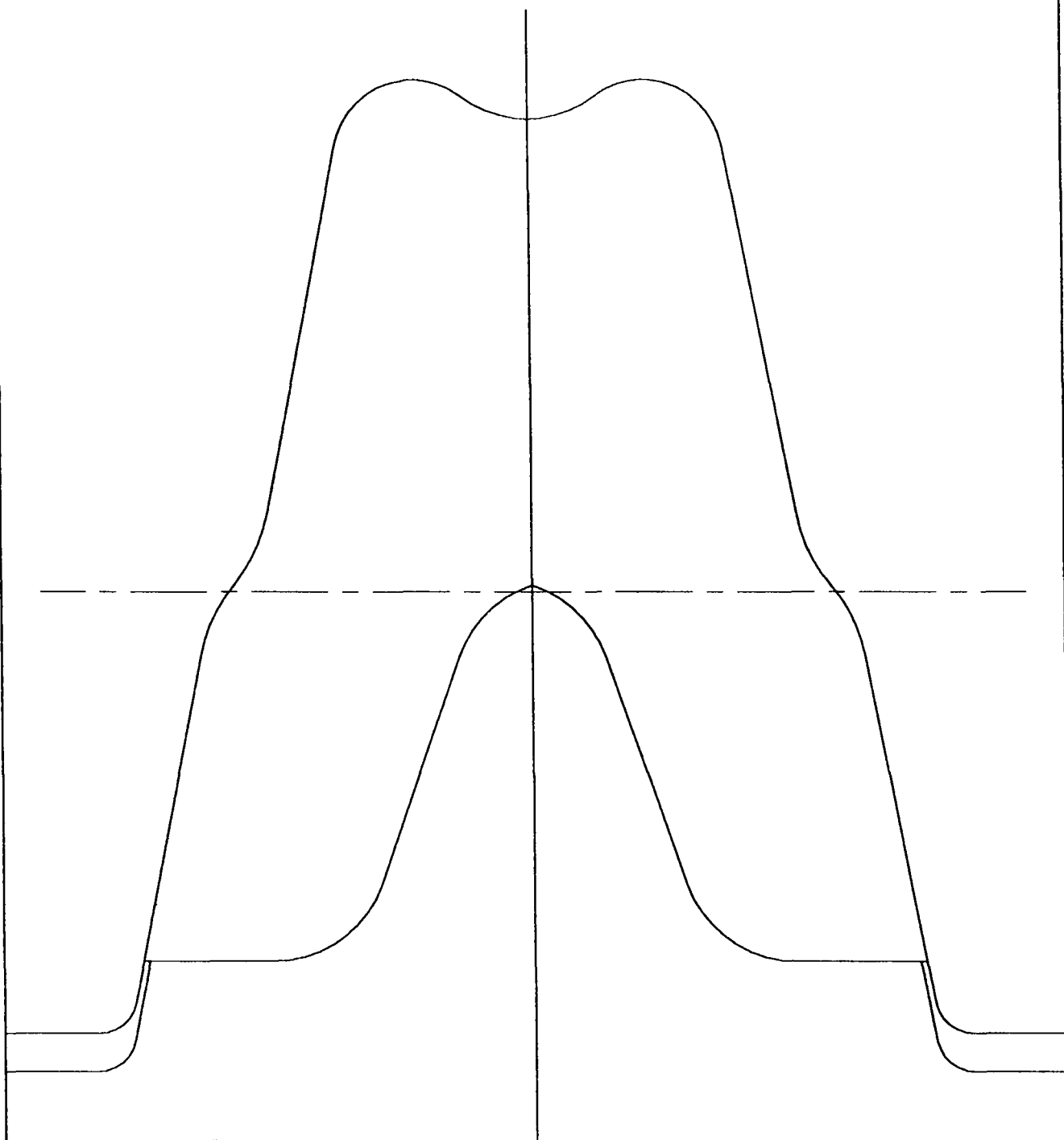
CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES



PLANO N°

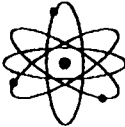
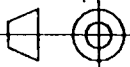
PROYECTO:

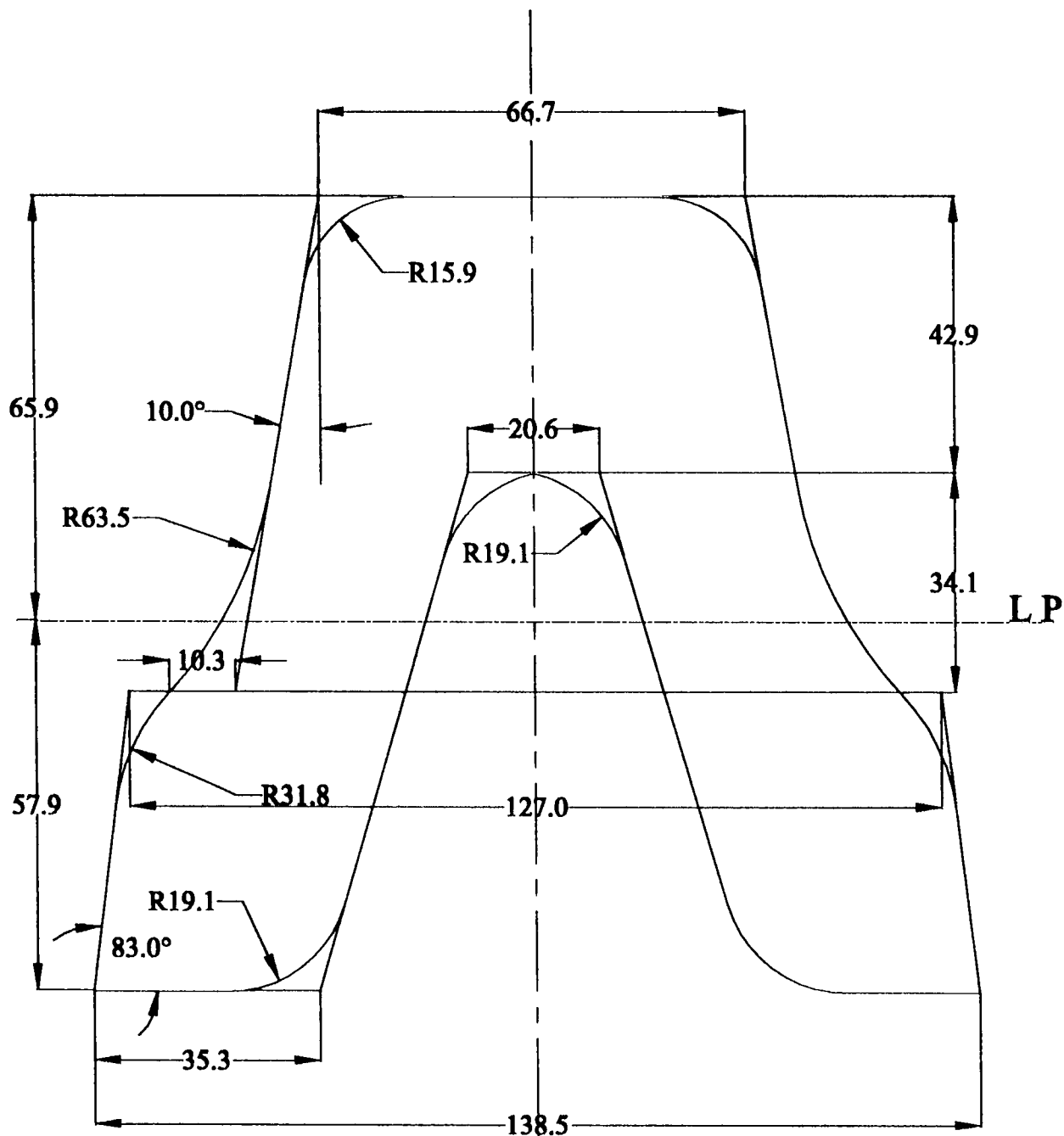
2000	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACIÓN: DETAILS OF ROUGHING PASSES FOR TOUSSAINT HEINTZMANN ARCHES SECTIONS 21A & 21B PASADA N° 2		
DIBUJÓ	09/03	J.J. Tiebas			
REVISÓ		S.I. Núñez P.			
APROBÓ	QU	R.A. Villanueva			



REDUCCION: 29.21 %

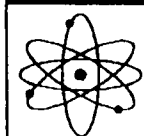
AREA: 10960.25 mm²

 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES		ISO (B) 		PLANO N°	
				PROYECTO:	
2000	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACIÓN: DETAILS OF ROUGHING PASSES FOR TOUSSAINT HEINTZMANN ARCHES SECTIONS 21A & 21B PASADA N° 2		
DIBUJÓ	09/03	J.J. Tiebas			
REVISÓ		S.I. Núñez P.			
APROBÓ	RU	R.A. Villanueva			

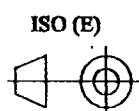


REDUCCION: 19.08 %

AREA: 8868.68 mm²



CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

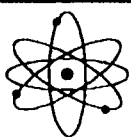


PLANO N°

PROYECTO:

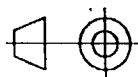
2000	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACIÓN: DETAILS OF ROUGHING PASSES FOR TOUSSAINT HEINTZMANN ARCHES SECTIONS 21A PASADA N° 3A		
DIBUJÓ	09/03	J.J. Tiebas			
REVISÓ		S.I. Núñez P.			
APROBÓ		R.A. Villanueva			

REDUCCION: 19.08 %
 AREA: 8868.68 mm²



CNEA
 DEPARTAMENTO
 MATERIALES

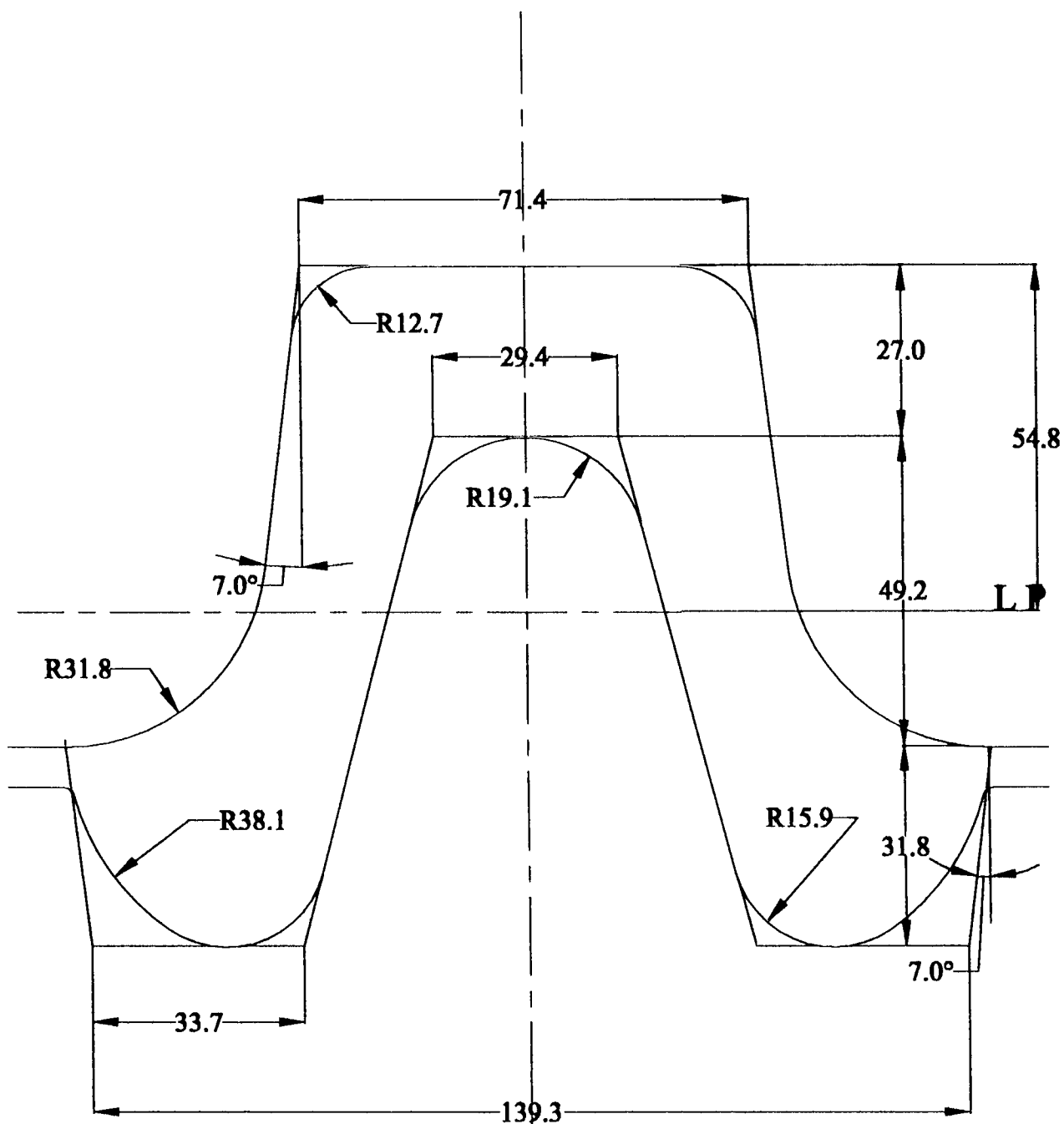
ISO (E)



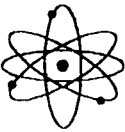
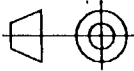
PLANO N°

PROYECTO:

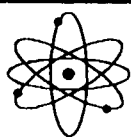
2000	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACIÓN: DETAILS OF ROUGHING PASSES FOR TOUSSAINT HEINTZMANN ARCHES SECTIONS 21A PASADA N° 3A		
DIBUJÓ	09/03	J.J. Tiebas			
REVISÓ		S.I. Núñez P.			
APROBÓ	RU	R.A. Villanueva			



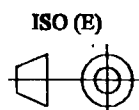
REDUCCION: 25.41 %
 AREA: 6615.15 mm²

 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES			ISO (E) 		PLANO N°
					PROYECTO:
2000	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACIÓN: DETAILS OF ROUGHING PASSES FOR TOUSSAINT HEINTZMANN ARCHES SECTIONS 21A PASADA N° 4A		
DIBUJO	16/03	J.J. Ticbas			
REVISÓ		S.I. Núñez P.			
APROBÓ	RU	R.A. Villanueva			

REDUCCION: 25.41 %
 AREA: 6615.15 mm²



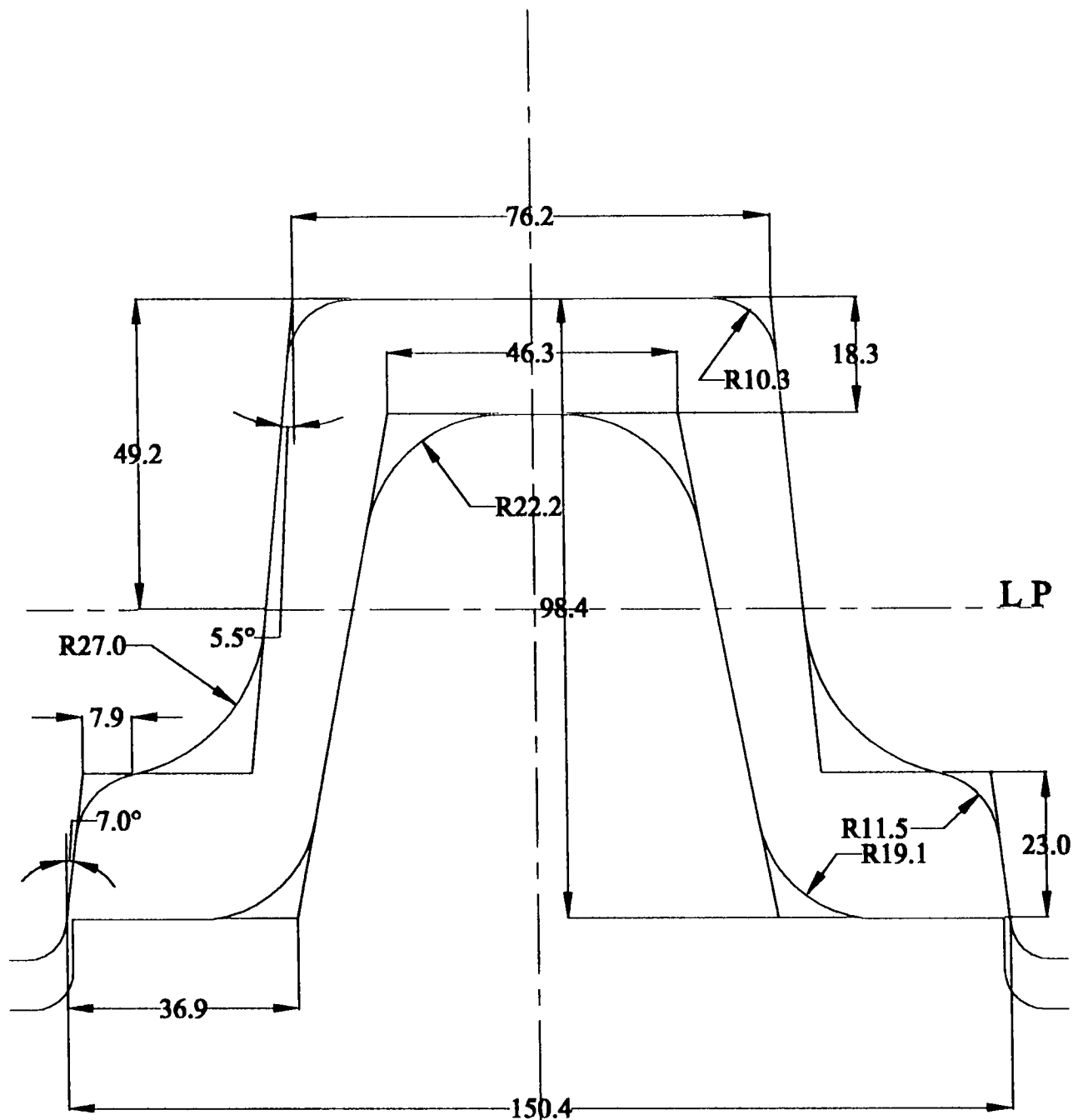
CNEA
 DEPARTAMENTO
 MATERIALES



PLANO N°

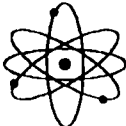
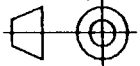
PROYECTO:

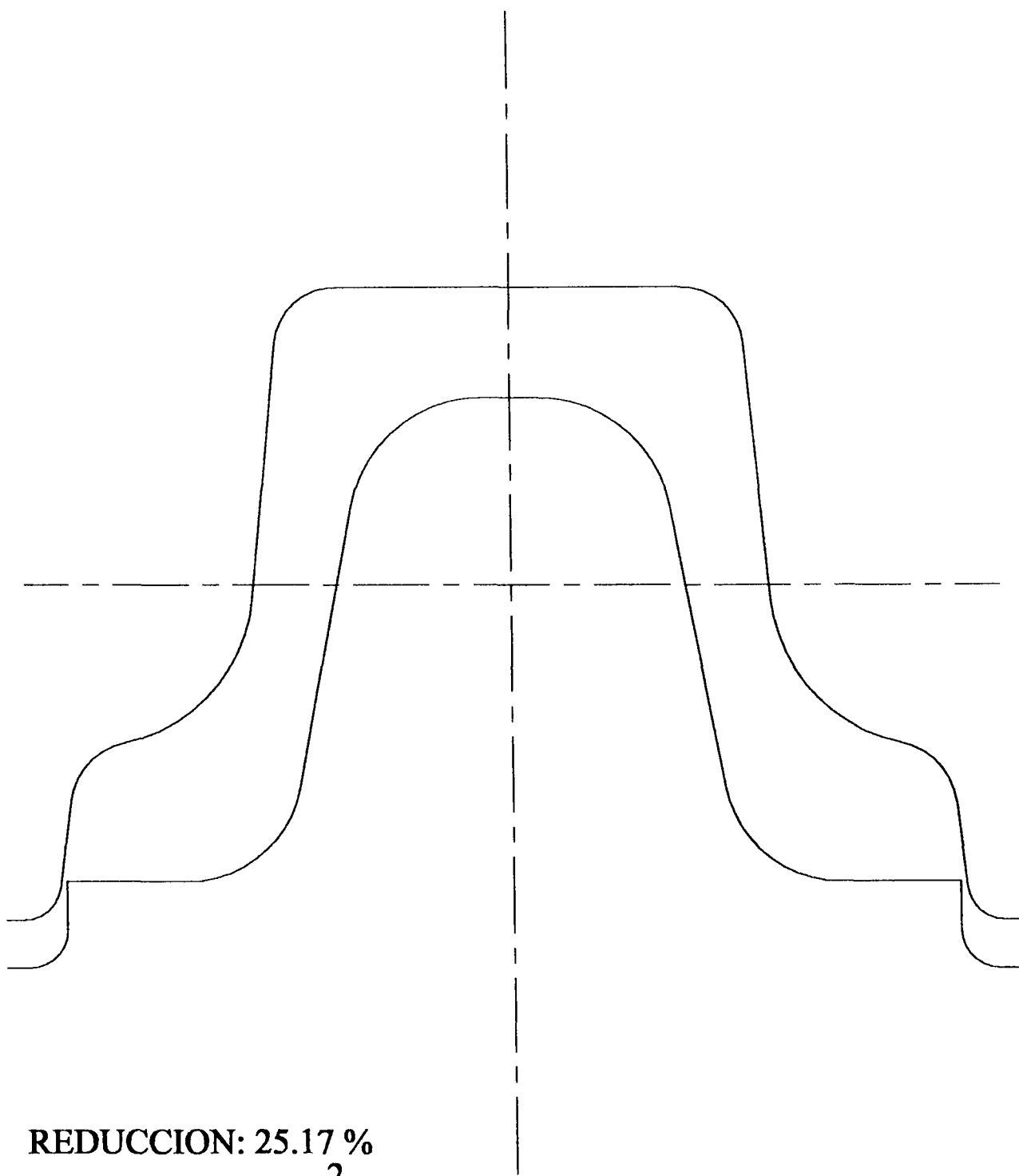
2000	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACIÓN: DETAILS OF ROUGHING PASSES FOR TOUSSAINT HEINTZMANN ARCHES SECTIONS 21A PASADA N° 4A		
DIBUJÓ	16/03	J.J. Ticbas			
REVISÓ		S.I. Núñez P.			
APROBÓ		R.A. Villanueva			



REDUCCION: 25.17 %

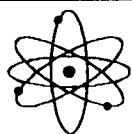
AREA: 4950.25 mm²

 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES			ISO (E) 		PLANO N°	
					PROYECTO:	
2000	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1		ACAD
PROYEC			DENOMINACIÓN: DETAILS OF ROUGHING PASSES FOR TOUSSAINT HEINTZMANN ARCHES SECTIONS 21A PASADA N° 5A			
DIBUJÓ	20/03	J.J. Tiebas				
REVISÓ		S.I. Núñez P.				
APROBÓ	RU	R.A. Villanueva				



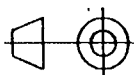
REDUCCION: 25.17 %

AREA: 4950.25 mm²



CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

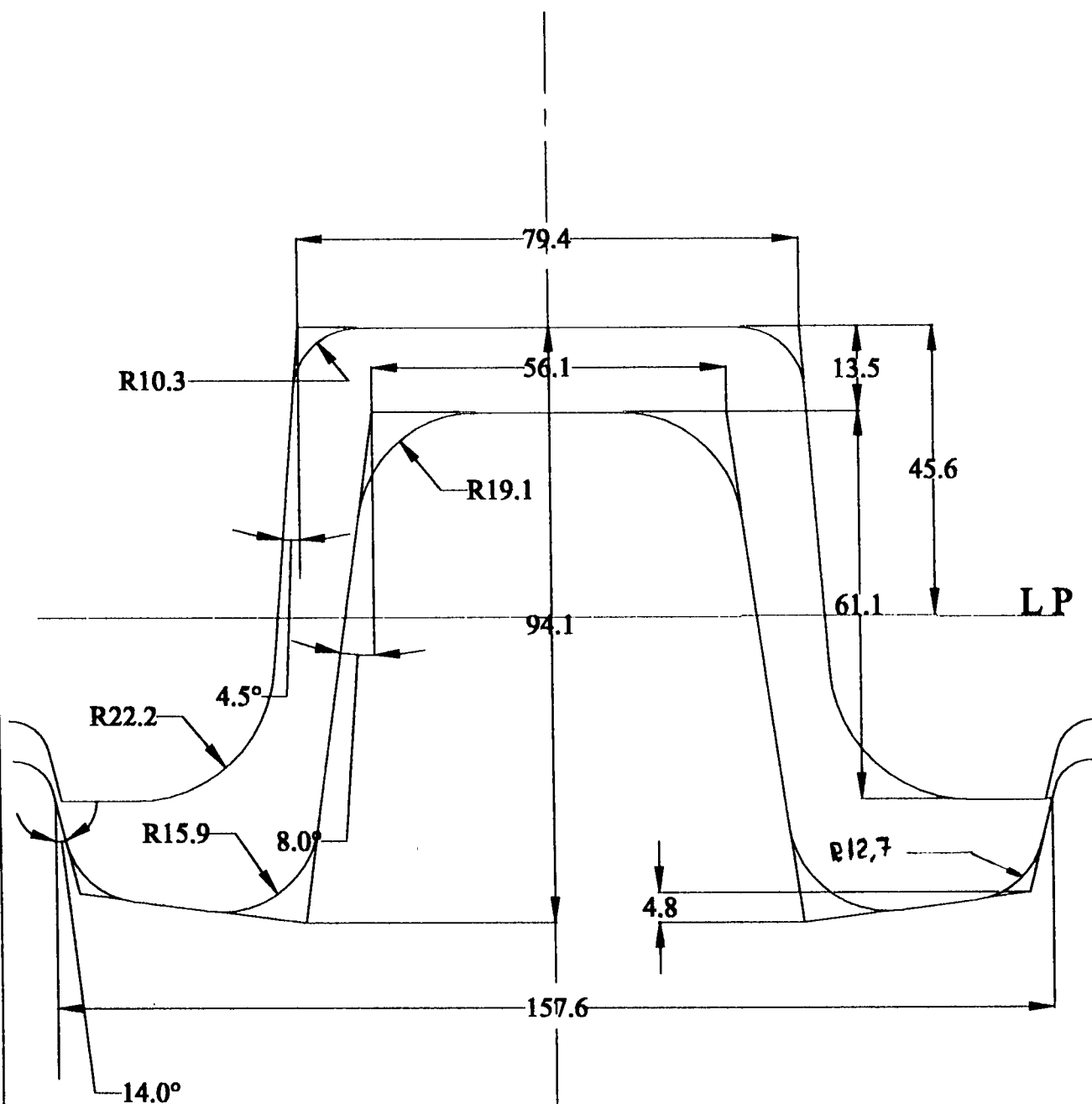
ISO (E)



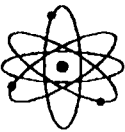
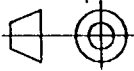
PLANO N°

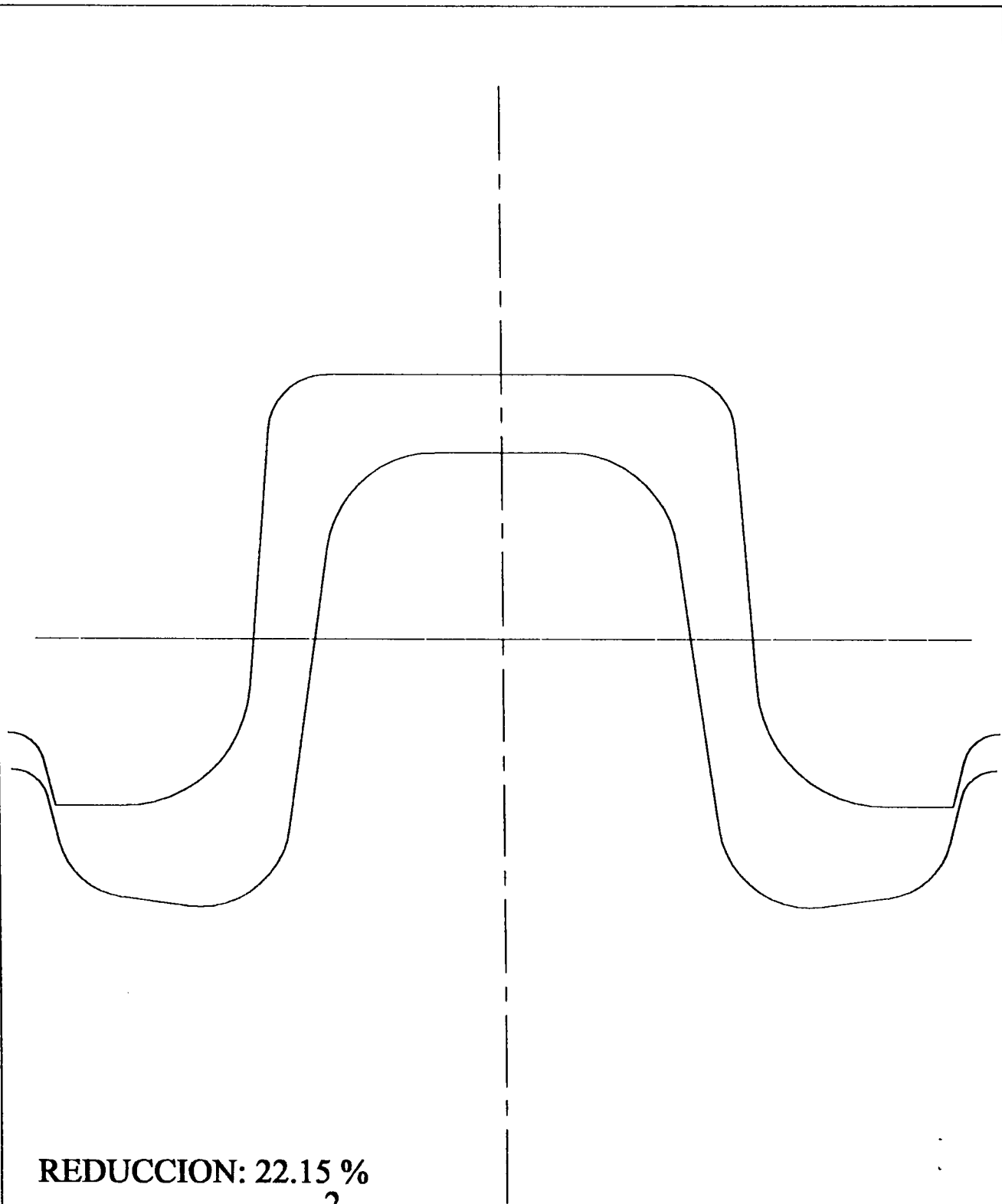
PROYECTO:

2000	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACIÓN: DETAILS OF ROUGHING PASSES FOR TOUSSAINT HEINTZMANN ARCHES SECTIONS 21A PASADA N° 5A		
DIBUJO	20/03	J.J. Tiebas			
REVISÓ		S.I. Núñez P.			
APROBÓ	RU	R.A. Villanueva			

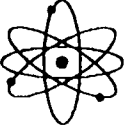
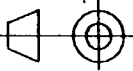


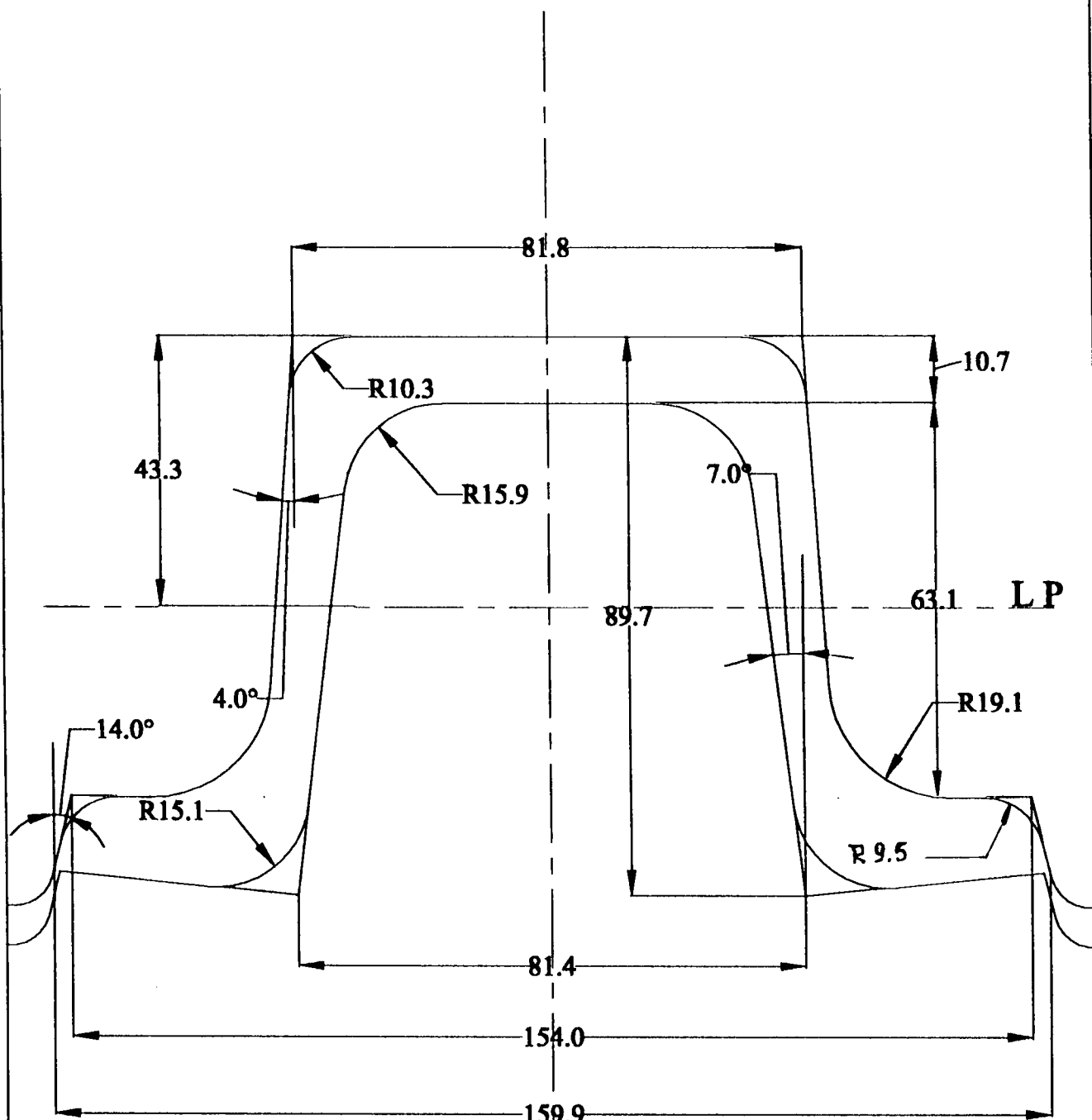
REDUCCION: 22.15 %
 AREA: 3853.57 mm²

 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES			ISO (E) 		PLANO N°
					PROYECTO:
2000	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACIÓN: DETAILS OF ROUGHING PASSES FOR TOUSSAINT HEINTZMANN ARCHES SECTIONS 21A PASADA N° 6A		
DIBUJÓ	20/03	J.J. Ticbas			
REVISÓ		S.I. Núñez P.			
APROBÓ		R.A. Villanueva			



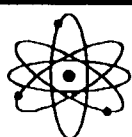
REDUCCION: 22.15 %
 AREA: 3853.57 mm²

 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES			ISO (E) 		PLANO N°
					PROYECTO:
2000	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACIÓN: DETAILS OF ROUGHING PASSES FOR TOUSSAINT HEINTZMANN ARCHES SECTIONS 21A PASADA N° 6A		
DIBUJÓ	20/03	J.J. Ticbas			
REVISÓ		S.I. Núñez P.			
APROBÓ		R.A. Villanueva			



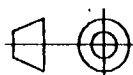
REDUCCION: 17.96 %

AREA: 3161.57 mm²



CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

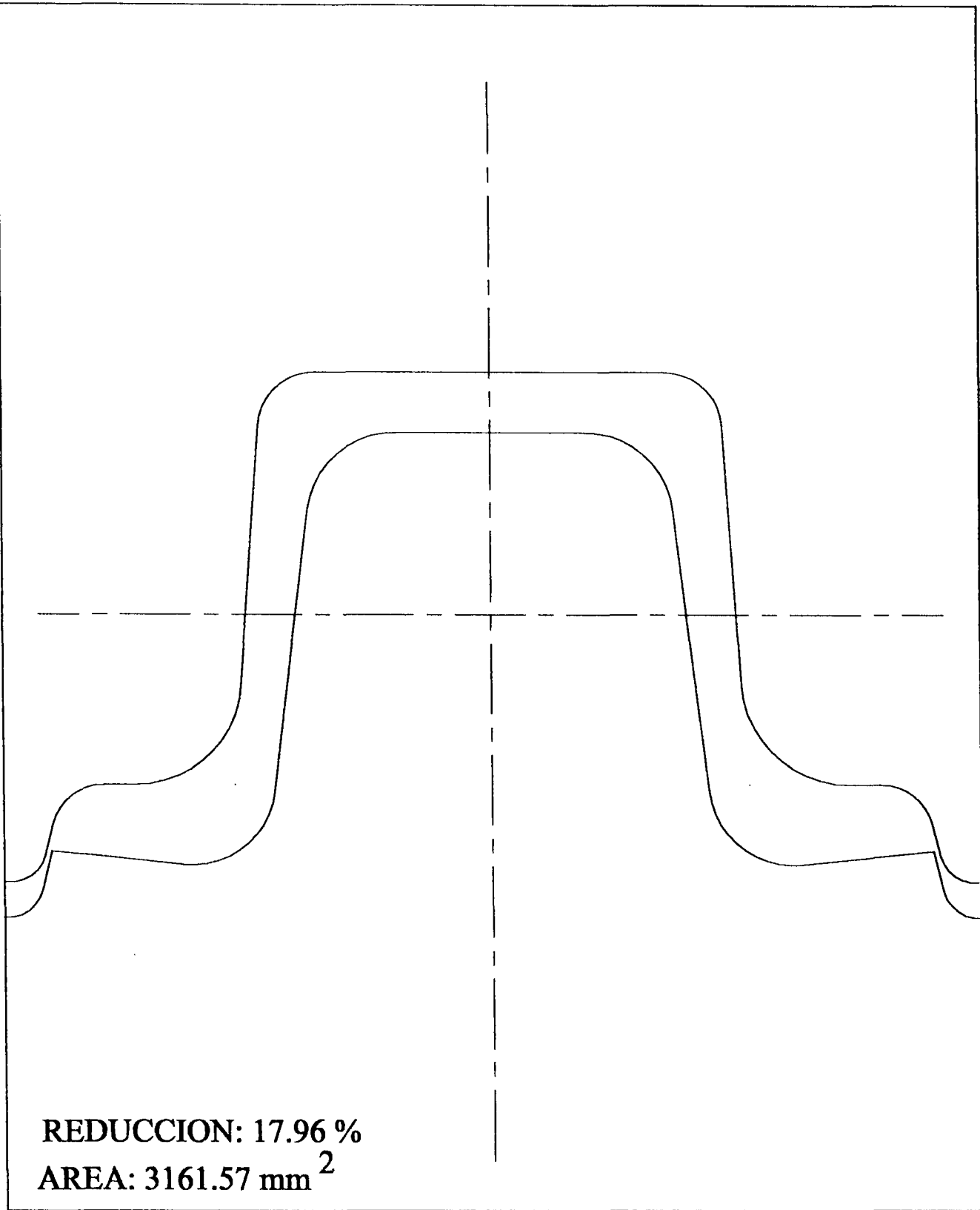
ISO (E)



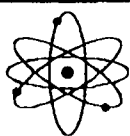
PLANO N°

PROYECTO:

2000	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACIÓN: DETAILS OF ROUGHING PASSES FOR TOUSSAINT HEINTZMANN ARCHES SECTIONS 21A PASADA N° 7A		
DIBUJÓ	20/03	J.J. Tiebas			
REVISÓ		S.I. Núñez P.			
APROBÓ	RU	R.A. Villanueva			

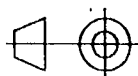


REDUCCION: 17.96 %
 AREA: 3161.57 mm²



CNEA
 DEPARTAMENTO
 MATERIALES

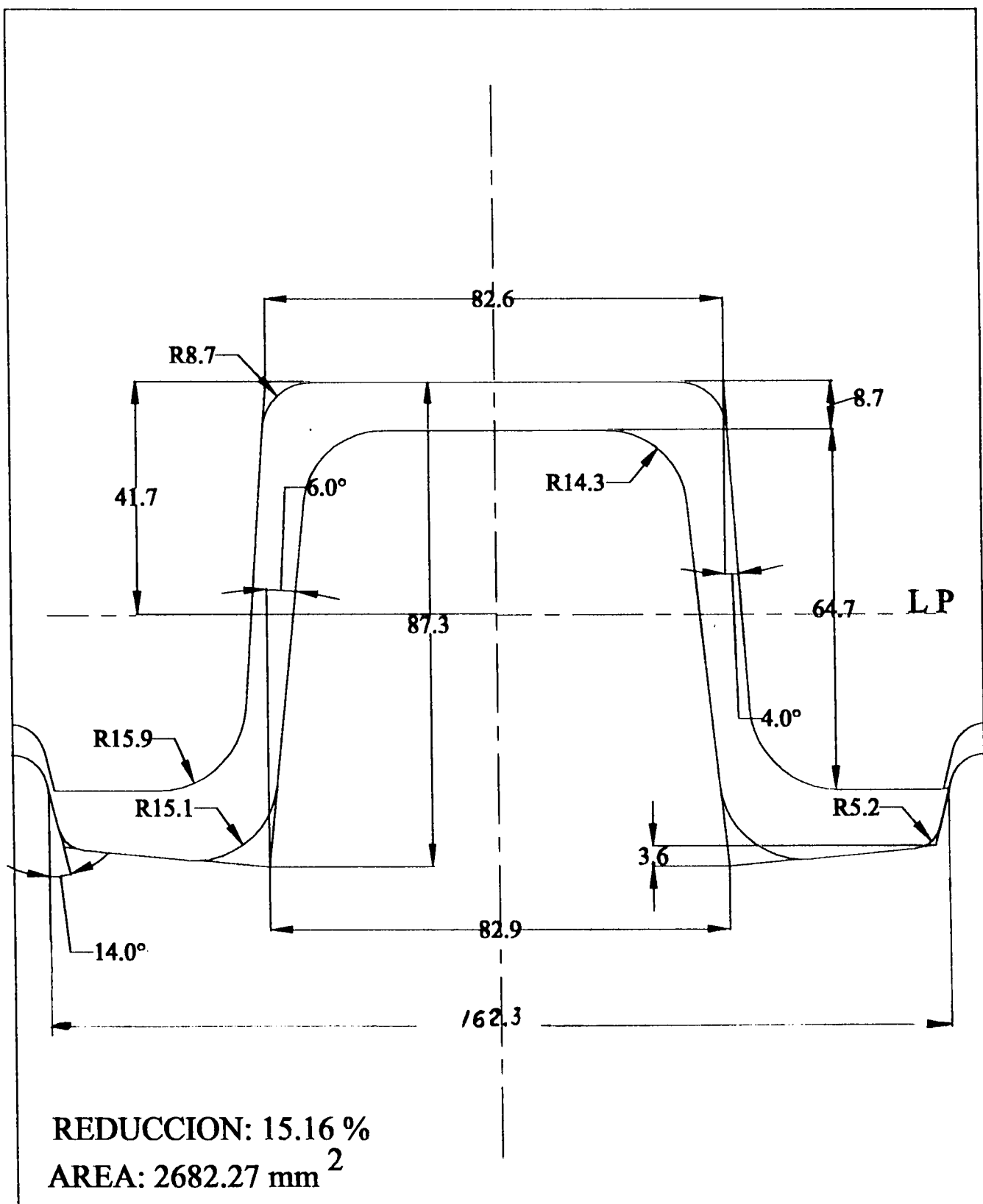
ISO (E)

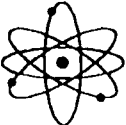
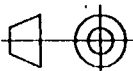


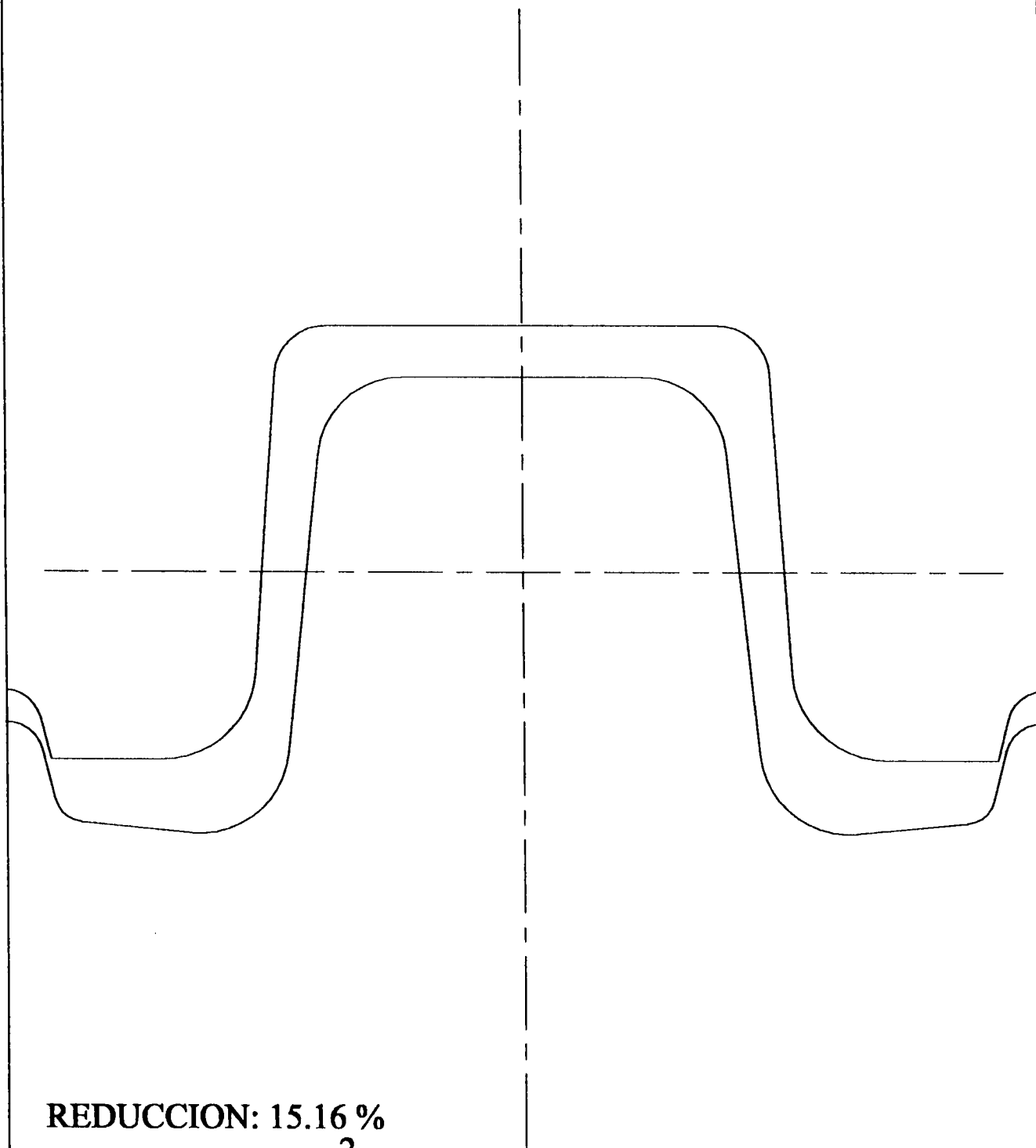
PLANO N°

PROYECTO:

2000	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACIÓN: DETAILS OF ROUGHING PASSES FOR TOUSSAINT HEINTZMANN ARCHES SECTIONS 21A PASADA N° 7A		
DIBUJÓ	20/03	J.J. Ticbas			
REVISÓ		S.I. Nández P.			
APROBÓ		R.A. Villanueva			

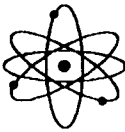
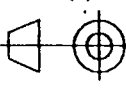


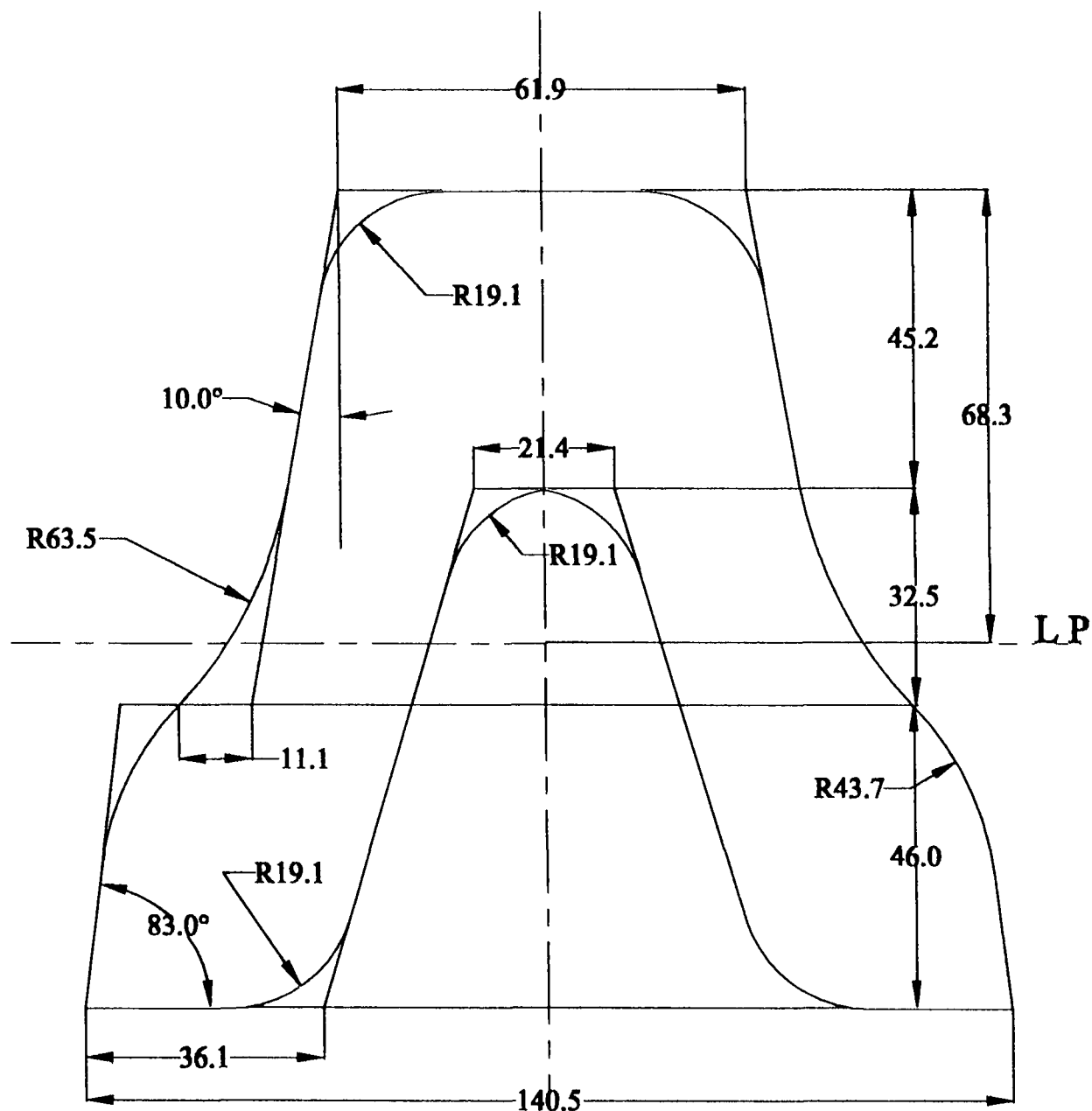
 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES			ISO (E) 		PLANO N°
					PROYECTO:
2000	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACIÓN: DETAILS OF ROUGHING PASSES FOR TOUSSAINT HEINTZMANN ARCHES SECTIONS 21A PASADA N° 8A		
DIBUJÓ	23/03	J.J. Tiebas			
REVISÓ		S.I. Núñez P.			
APROBÓ	<i>QU</i>	R.A. Villanueva			



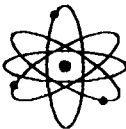
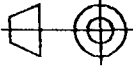
REDUCCION: 15.16 %

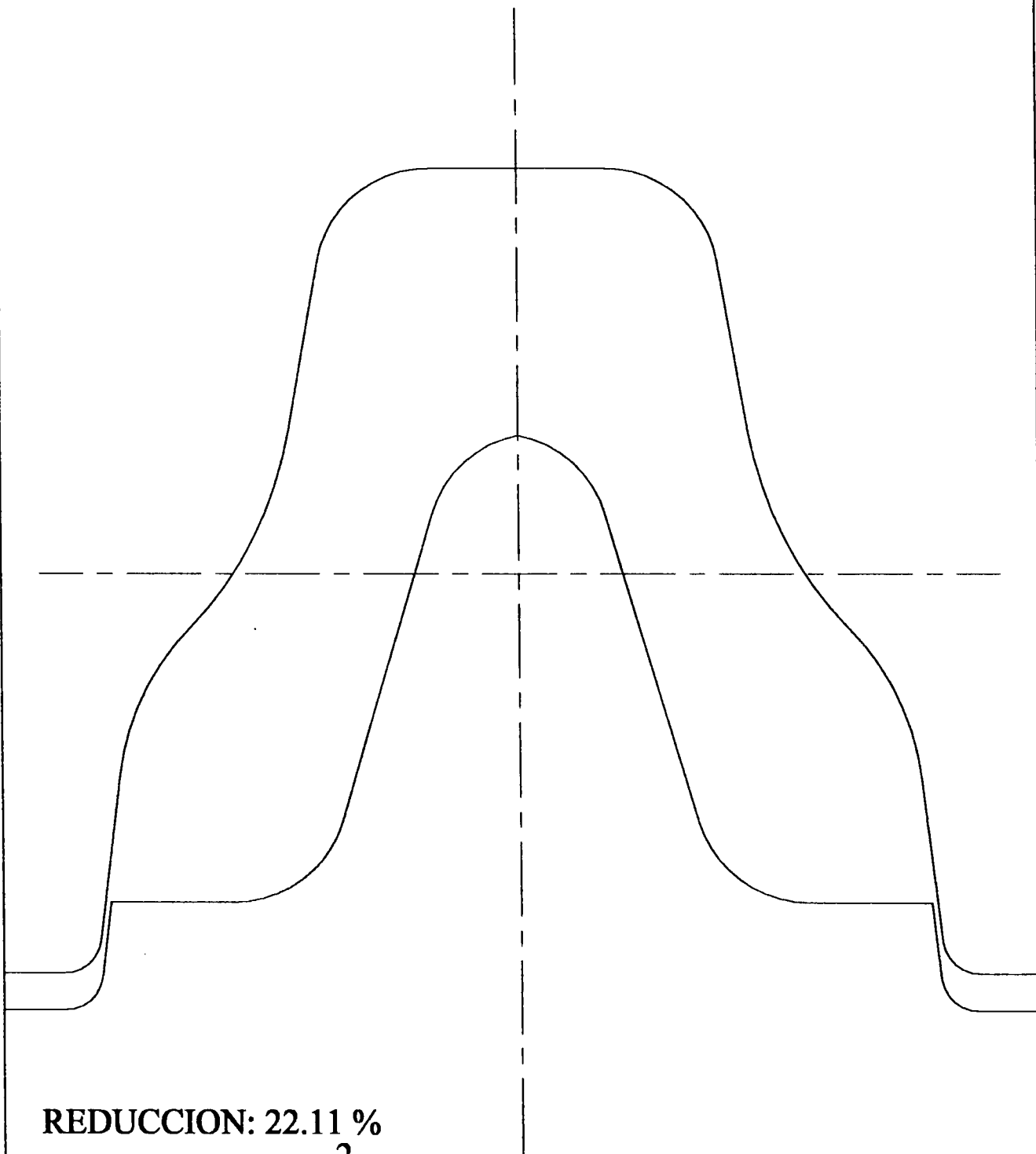
AREA: 2682.27 mm²

 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES			ISO (E) 		PLANO N°	
					PROYECTO:	
2000	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD	
PROYEC			DENOMINACIÓN: DETAILS OF ROUGHING PASSES FOR TOUSSAINT HEINTZMANN ARCHES SECTIONS 21A PASADA N° 8A			
DIBUJÓ	23/03	J.J. Tiebas				
REVISÓ		S.I. Nómez P.				
APROBÓ	RU	R.A. Villanueva				

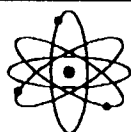


REDUCCION: 22.11 %
 AREA: 8536.70 mm²

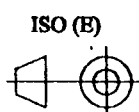
 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES			ISO (B) 		PLANO N° PROYECTO:	
2000	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1		ACAD	
PROYEC			DENOMINACIÓN: DETAILS OF ROUGHING PASSES FOR TOUSSAINT HEINTZMANN ARCHES SECTIONS 21B PASADA N° 3B			
DIBUJÓ	15/03	J.J. Tiebas				
REVISÓ		S.I. Núñez P.				
APROBÓ		R.A. Villanueva				



REDUCCION: 22.11 %
 AREA: 8536.70 mm²



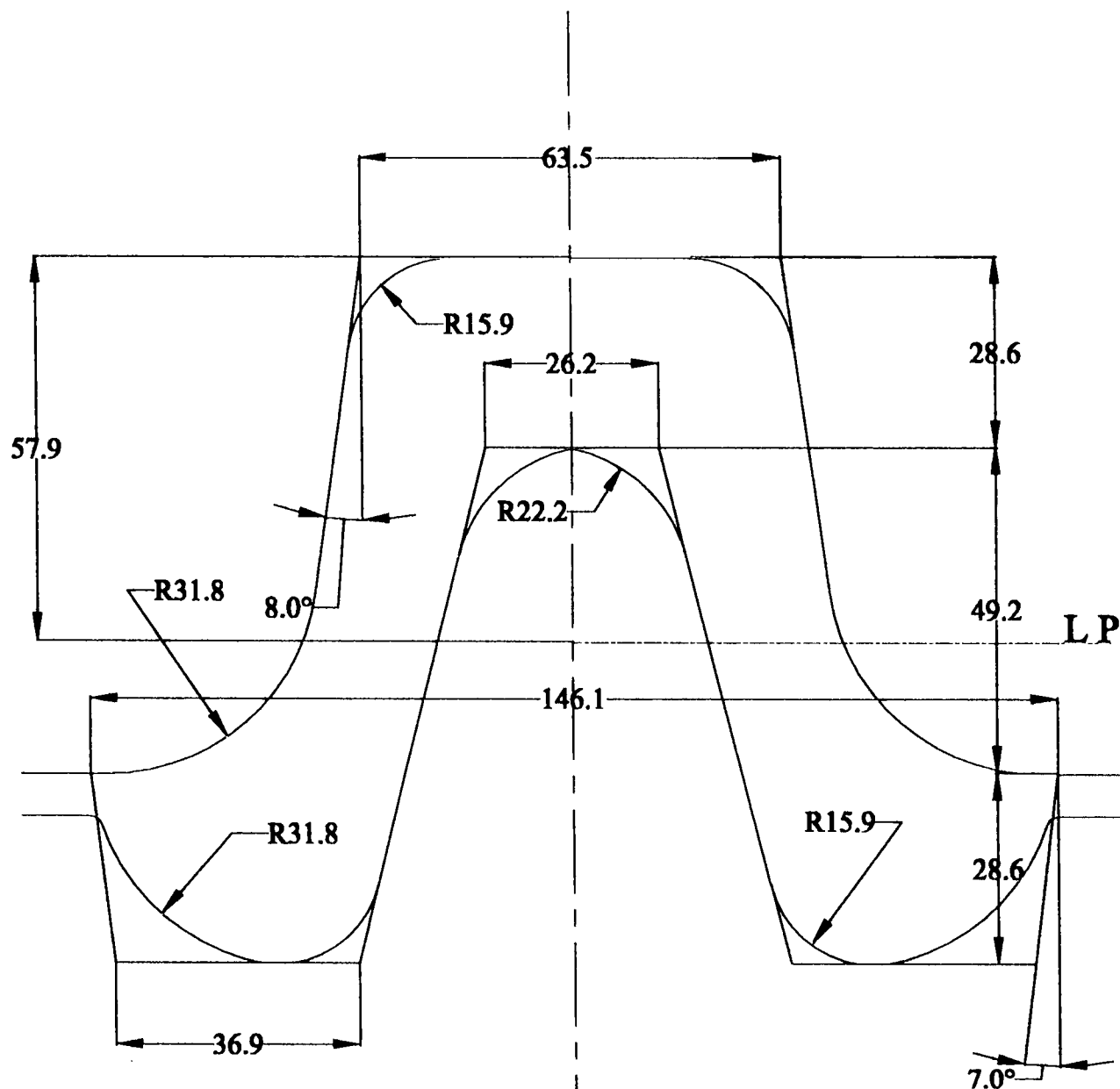
CNEA
 DEPARTAMENTO
 MATERIALES



PLANO N°

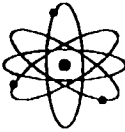
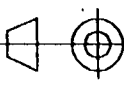
PROYECTO:

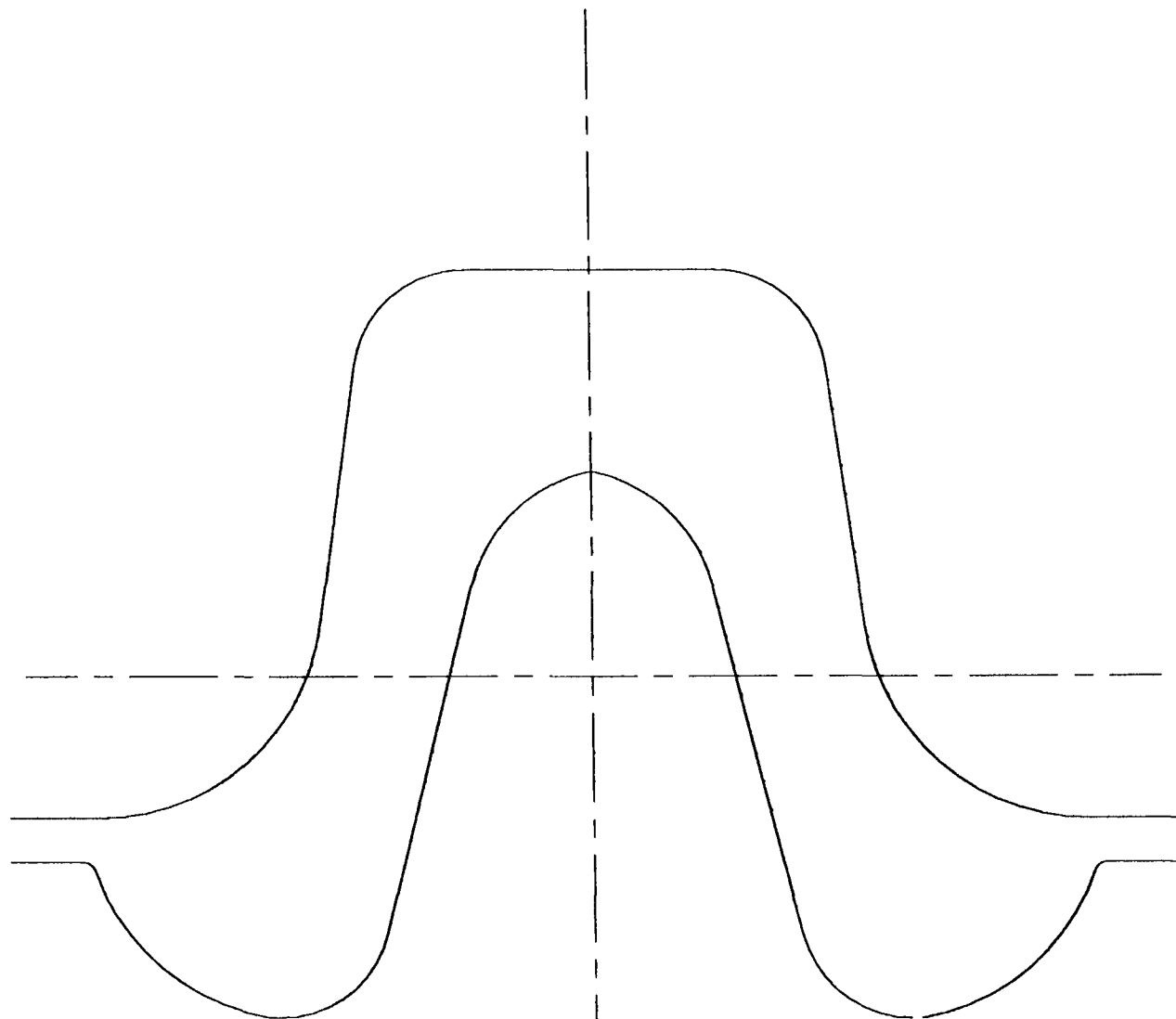
2000	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACIÓN: DETAILS OF ROUGHING PASSES FOR TOUSSAINT HEINTZMANN ARCHES SECTIONS 21B PASADA N° 3B		
DIBUJÓ	15/03	J.J. Tiebas			
REVISÓ		S.I. Núñez P.			
APROBÓ	QU	R.A. Villanueva			



REDUCCION: 26.40 %

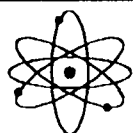
AREA: 6283.25 mm

 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES			ISO (E) 		PLANO N°	
					PROYECTO:	
2000	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1		ACAD	
PROYEC			DENOMINACIÓN: DETAILS OF ROUGHING PASSES FOR TOUSSAINT HEINTZMANN ARCHES SECTIONS 21B PASADA N° 4B			
DIBUJO	17/03	J.J. Tiebas				
REVISÓ		S.I. Núñez				
APROBÓ		R.A. Villanueva				



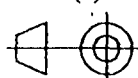
REDUCCION: 26.40 %

AREA: 6283.25 mm



CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

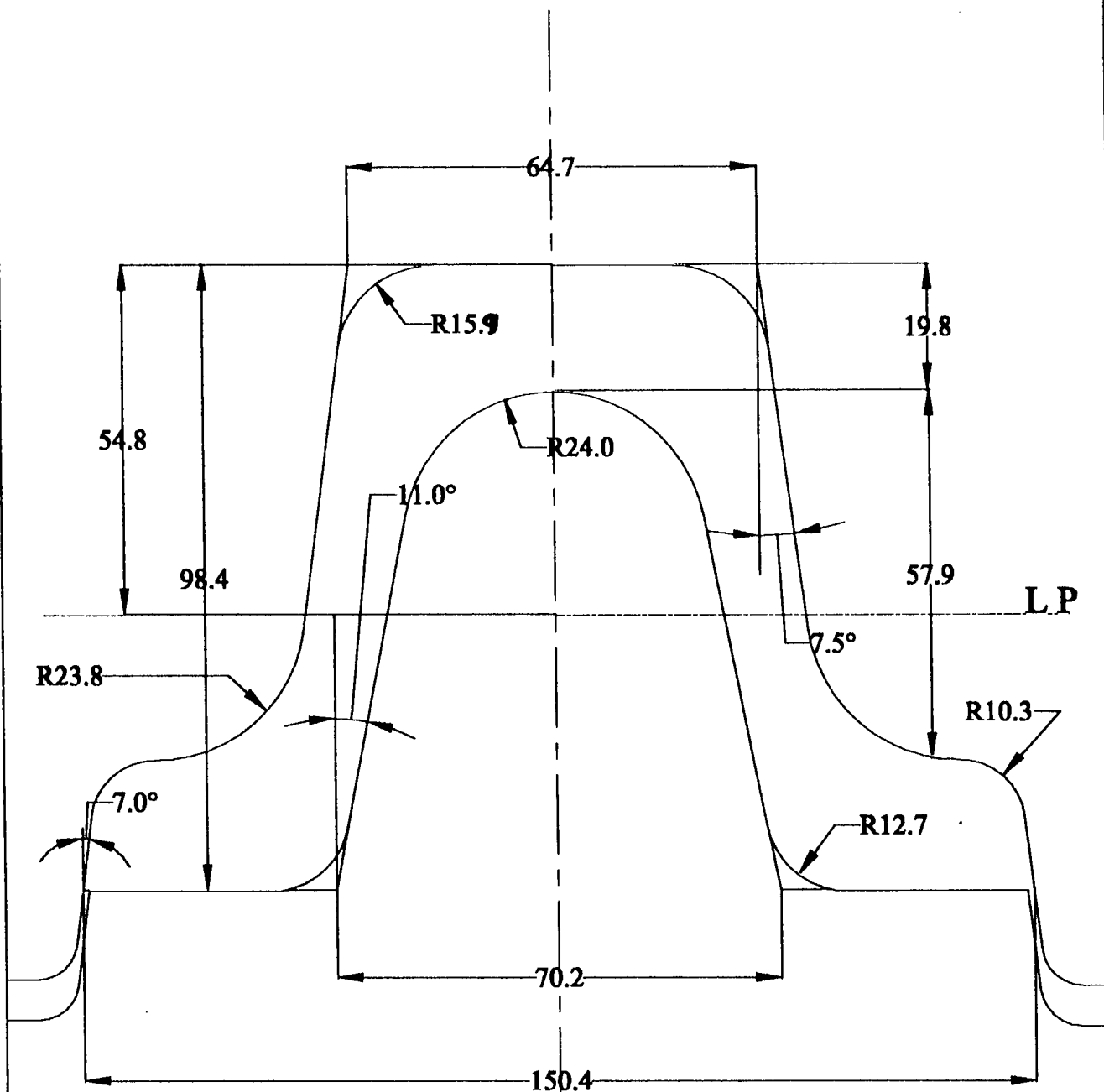
ISO (E)



PLANO N°

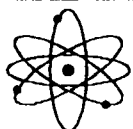
PROYECTO:

2000	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACIÓN: DETAILS OF ROUGHING PASSES FOR TOUSSAINT HEINTZMANN ARCHES SECTIONS 21B PASADA N° 4B		
DIBUJÓ	17/03	J.J. Tiebas			
REVISÓ		S.I. Núñez			
APROBÓ	<i>QU</i>	R.A. Villanueva			



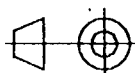
REDUCCION: 24.39 %

AREA: 4750.52 mm



CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

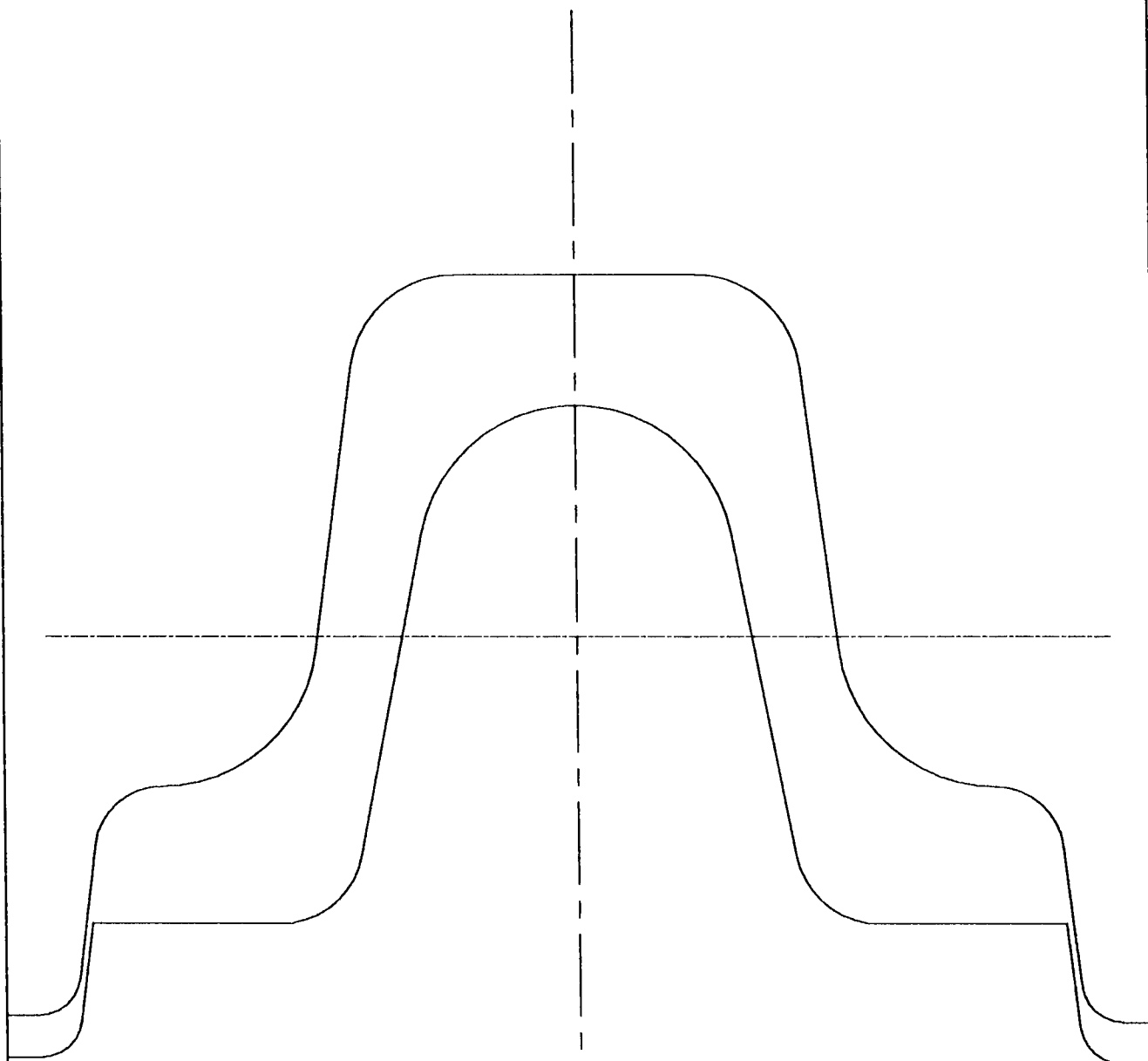
ISO (B)



PLANO N°

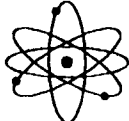
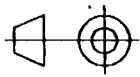
PROYECTO:

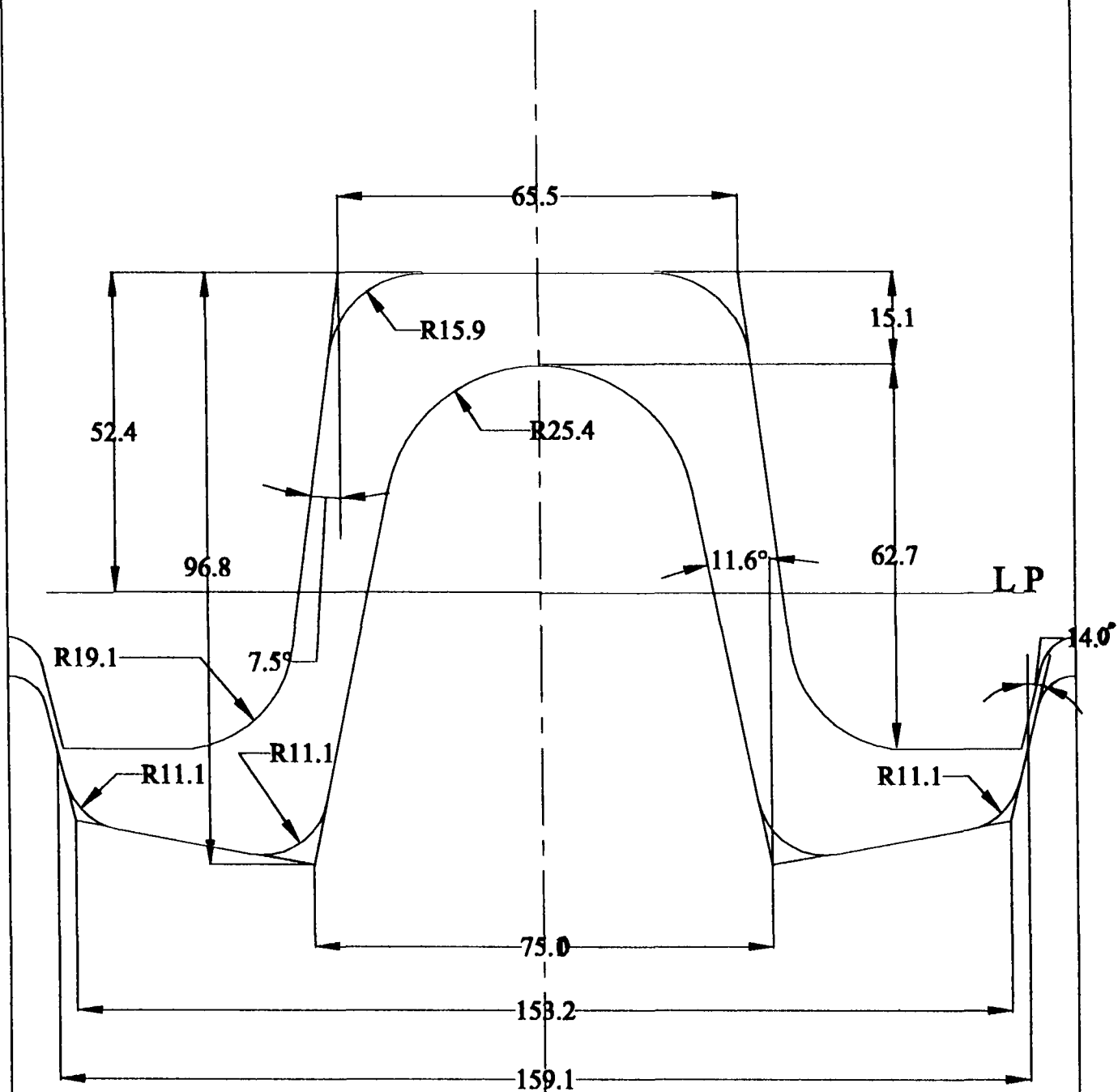
2000	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACIÓN: DETAILS OF ROUGHING PASSES FOR TOUSSAINT HEINTZMANN ARCHES SECTIONS 21B PASADA N° 5B		
DIBUJÓ	17/03	J.J. Tiebas			
REVISÓ		S.I. Núñez P.			
APROBÓ		R.A. Villanueva			



REDUCCION: 24.39 %

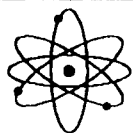
AREA: 4750.52 mm

 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES		ISO (B) 	PLANO N°		
			PROYECTO:		
2000	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACIÓN: DETAILS OF ROUGHING PASSES FOR TOUSSAINT HEINTZMANN ARCHES SECTIONS 21B PASADA N° 5B		
DIBUJÓ	17/03	J.J. Tiebas			
REVISÓ		S.I. Núñez P.			
APROBÓ		R.A. Villanueva			



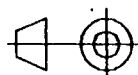
REDUCCION: 17.08 %

AREA: 3938.93 mm²



CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

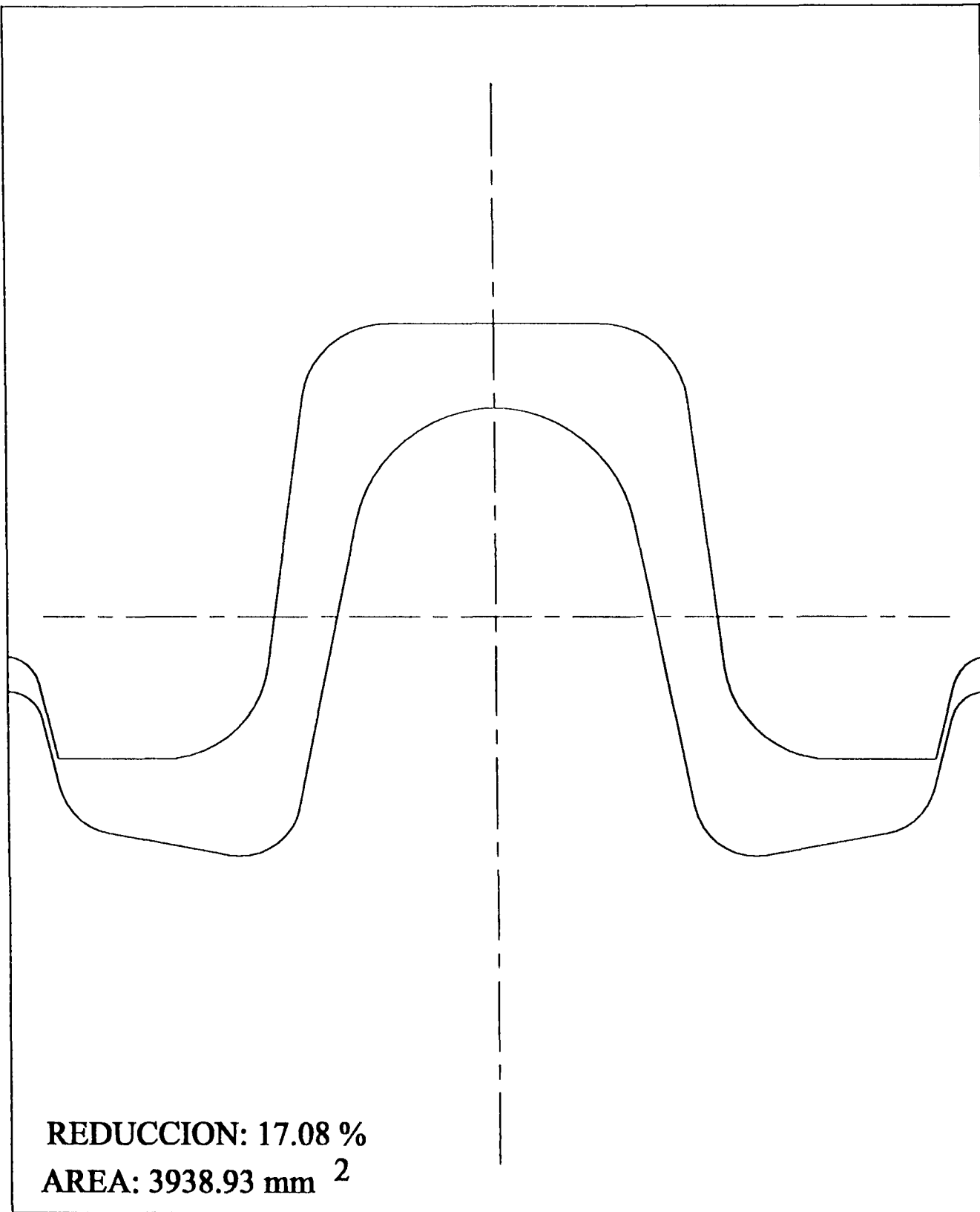
ISO (E)



PLANO N°

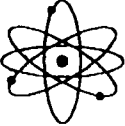
PROYECTO:

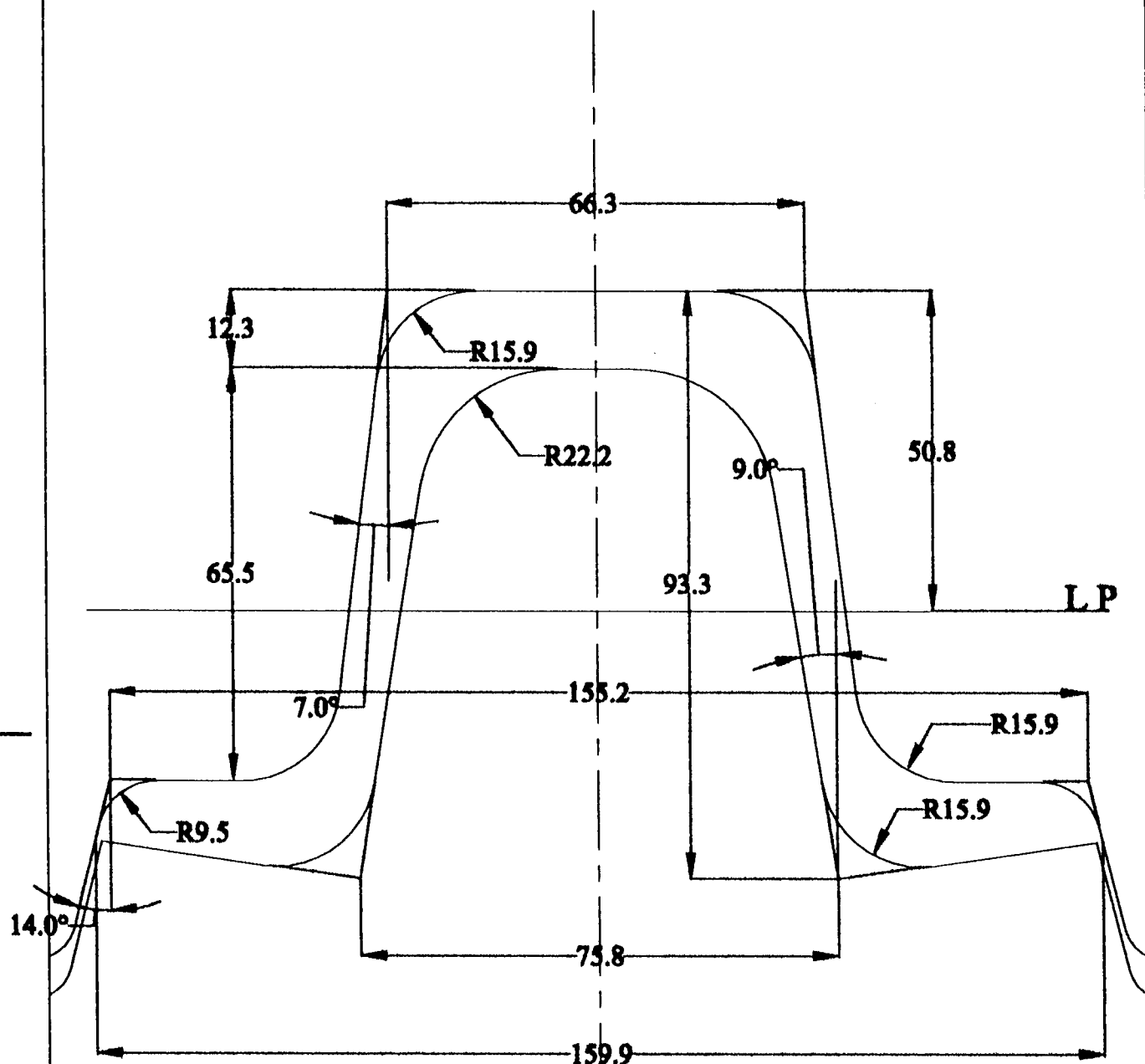
2000	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACIÓN: DETAILS OF ROUGHING PASSES FOR TOUSSANINT HEINTZMANN ARCHES SECTIONS 21B PASADA N° 6B		
DIBUJÓ	17/03	J.J. Tiebas			
REVISÓ		S.I. Núñez P.			
APROBÓ	RU	R.A. Villanueva			



REDUCCION: 17.08 %

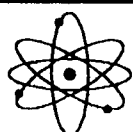
AREA: 3938.93 mm ²

 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES		ISO (B) 		PLANO N°	
				PROYECTO:	
2000	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACIÓN: DETAILS OF ROUGHING PASSES FOR TOUSSNINT HEINTZMANN ARCHES SECTIONS 21B PASADA N° 6B		
DIBUJÓ	17/03	J.J. Tiebas			
REVISÓ		S.L. Núñez P.			
APROBÓ		R.A. Villanueva			



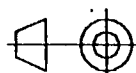
REDUCCION: 23.32 %

AREA: 3020.25 mm²



CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

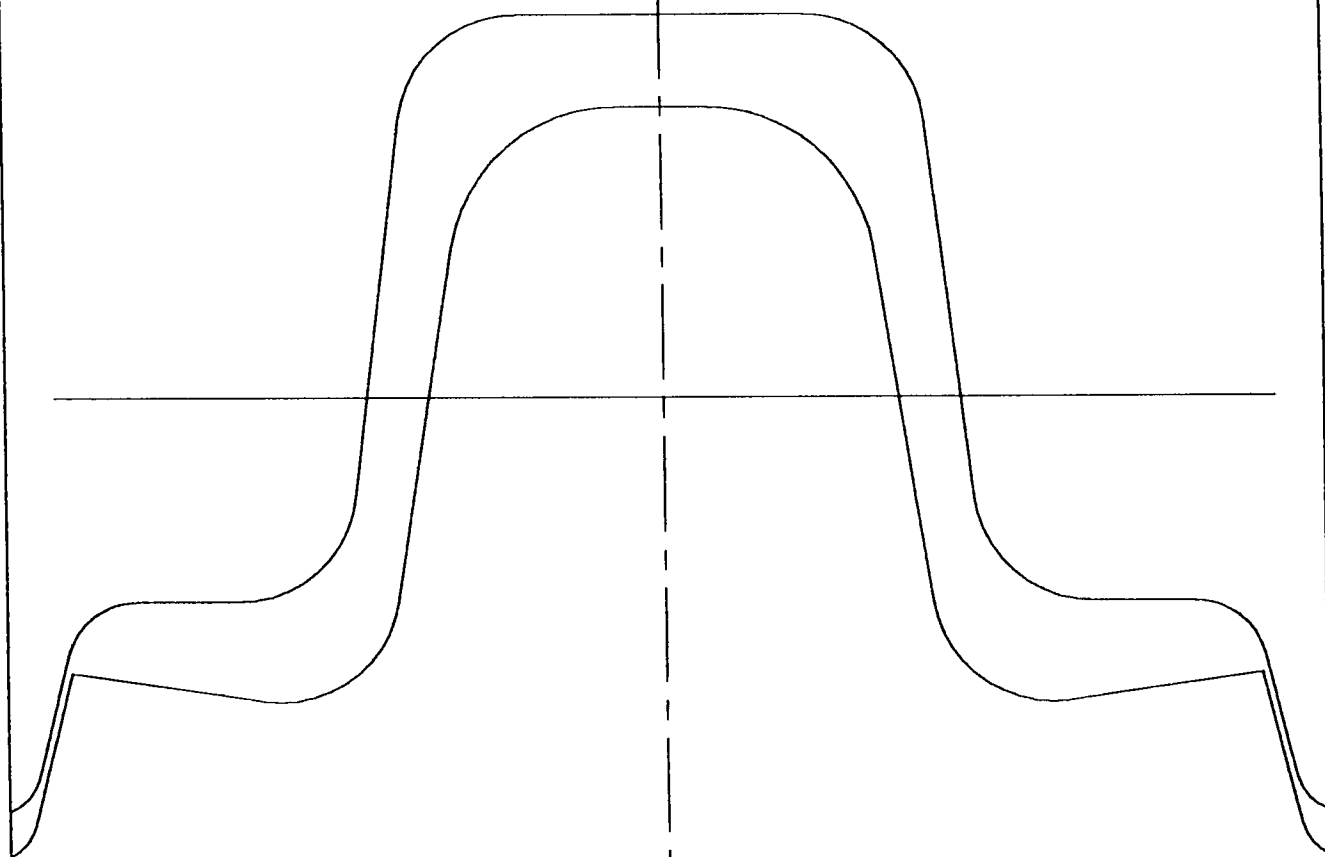
ISO (B)



PLANO N°

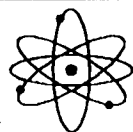
PROYECTO:

2000	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACIÓN: DETAILS OF ROUGHING PASSES FOR TOUSSANINT HEINTZMANN ARCHES SECTIONS 21B PASADA N° 7B		
DIBUJO	24/03	J.J. Tiebas			
REVISÓ		S.I. Núñez P.			
APROBÓ		R.A. Villanueva			



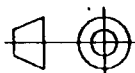
REDUCCION: 23.32 %

AREA: 3020.25 mm²



CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

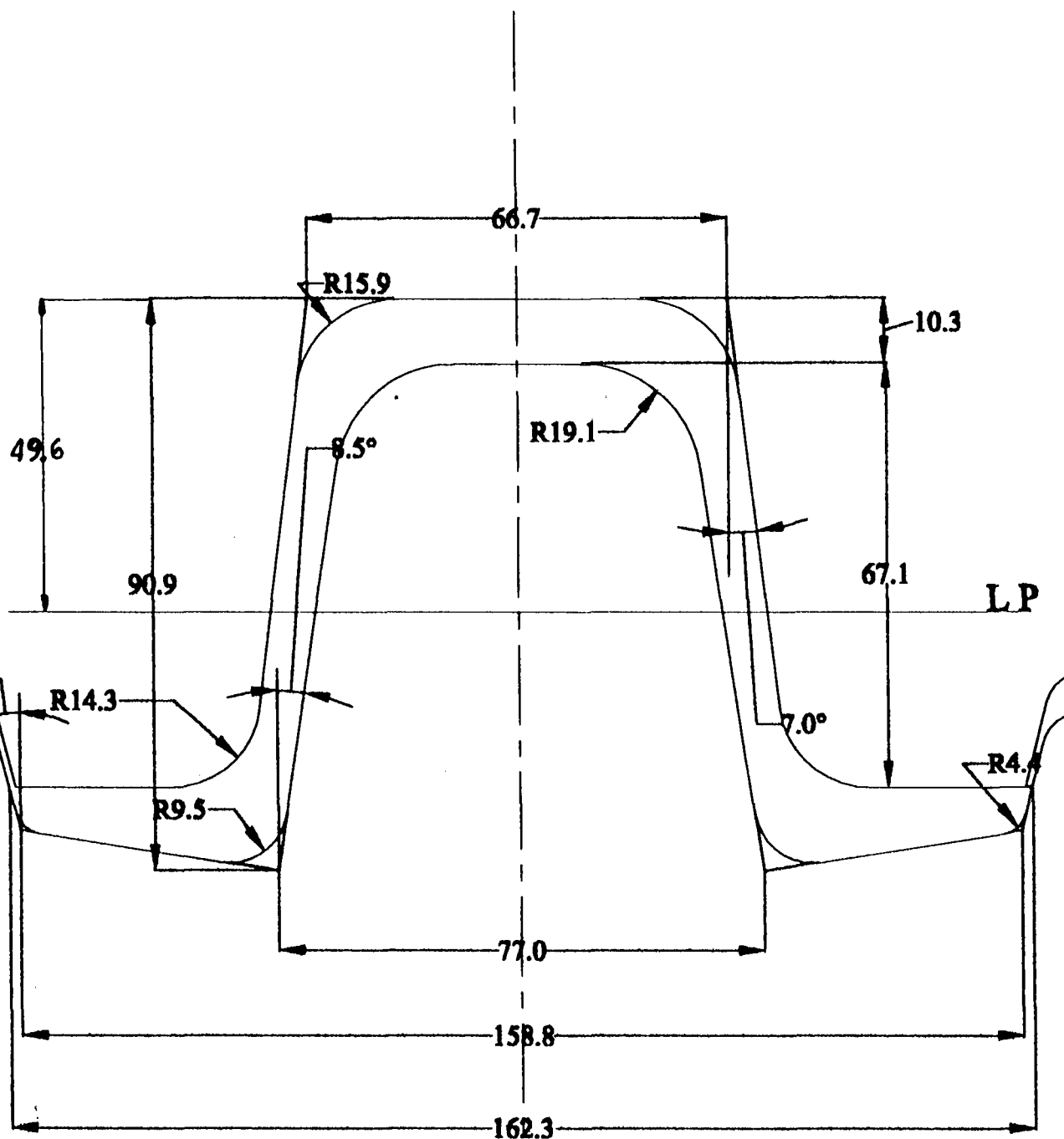
ISO (E)



PLANO N°

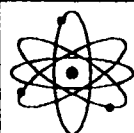
PROYECTO:

2000	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACIÓN: DETAILS OF ROUGHING PASSES FOR TOUSSANINT HEINTZMANN ARCHES SECTIONS 21B PASADA N° 7B		
DIBUJÓ	24/03	J.J. Tiebas			
REVISÓ		S.I. Núñez P.			
APROBÓ	RU	R.A. Villanueva			



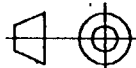
REDUCCION: 13.73 %

AREA: 2605.58 mm²



CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

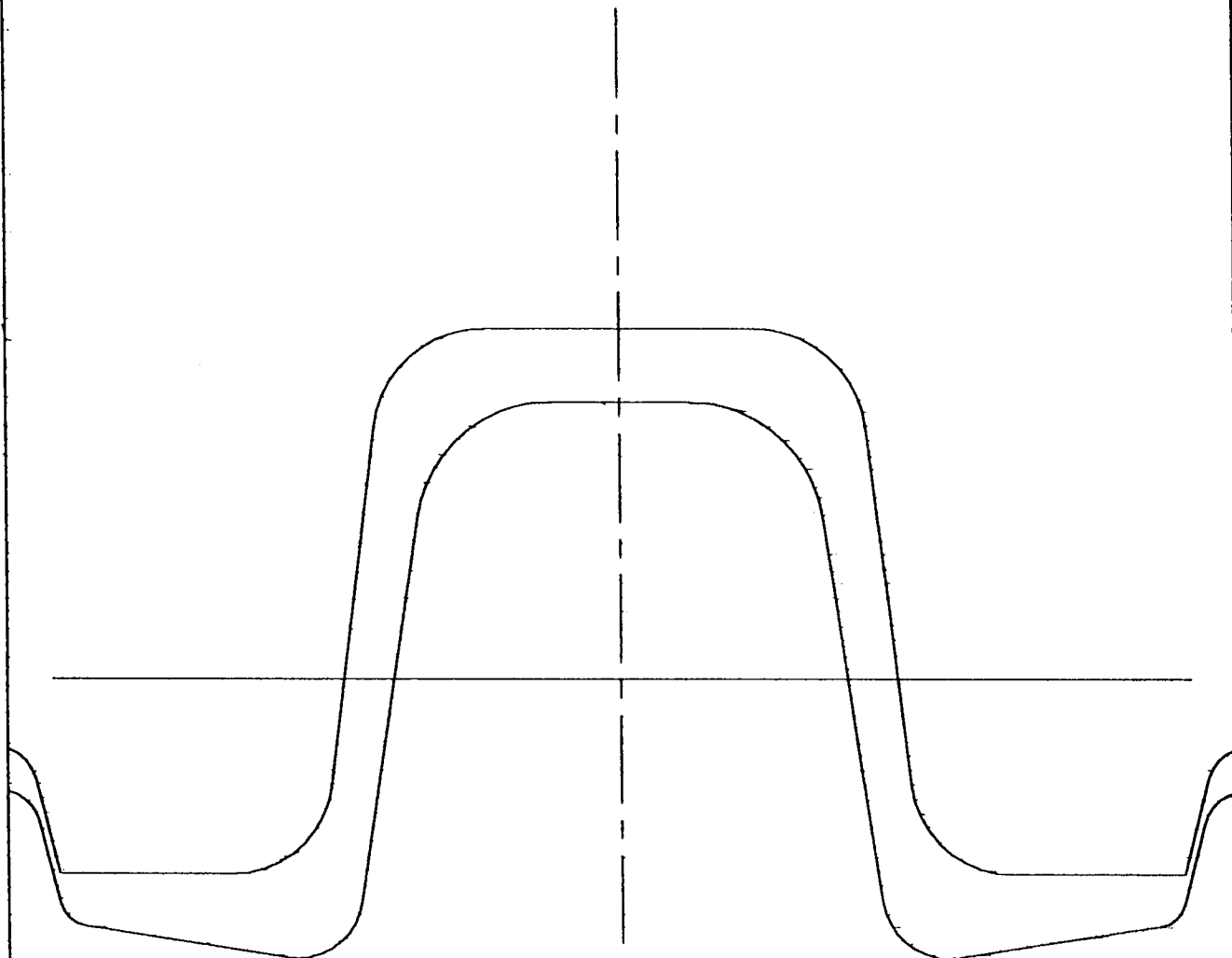
ISO (E)



PLANO N°

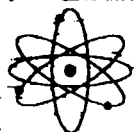
PROYECTO:

2000	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACIÓN: DETAILS OF ROUGHING PASSES FOR TOUSSANINT HEINTZMANN ARCHES SECTIONS 21B PASADA N° 8B		
DIBUJÓ	24/03	J.J. Tiebas			
REVISÓ		S.I. Núñez P.			
APROBÓ	RU	R.A. Villanueva			



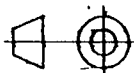
REDUCCION: 13.73 %

AREA: 2605.58 mm²



CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

ISO (E)



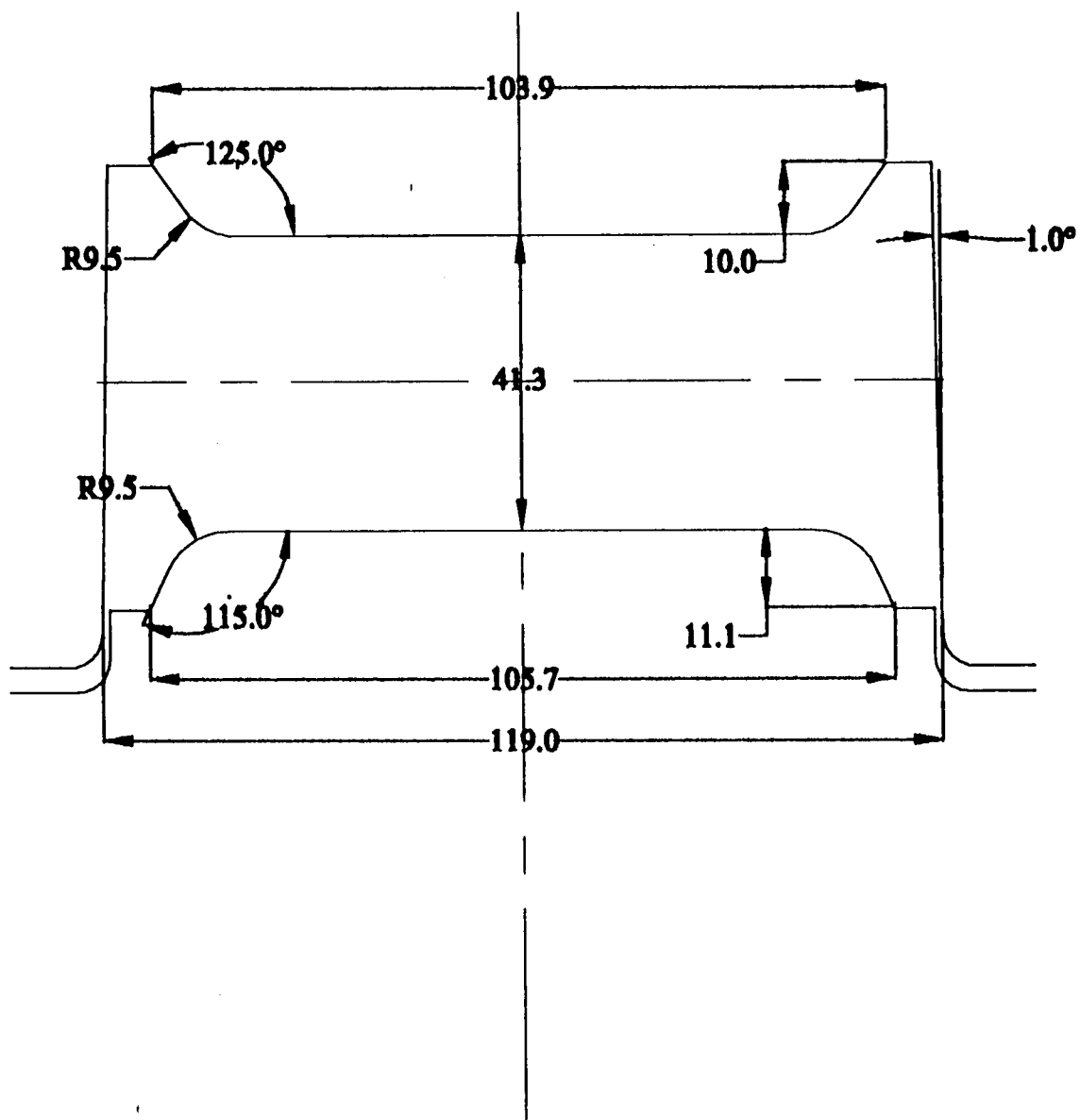
PLANO N°

PROYECTO:

2000	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACIÓN: DETAILS OF ROUGHING PASSES FOR TOUSSANINT HEINTZMANN ARCHES SECTIONS 21B PASADA N° 8B		
DIBUJO	24/03	J.J. Tiebas			
REVISÓ		S.I. Núñez P.			
APROBÓ	QU	R.A. Villameva			

Ejemplo de calibrado 2.1.21

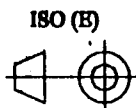
Envoltura de bala ("bullet envelope")



AREA: 5292.77 mm²



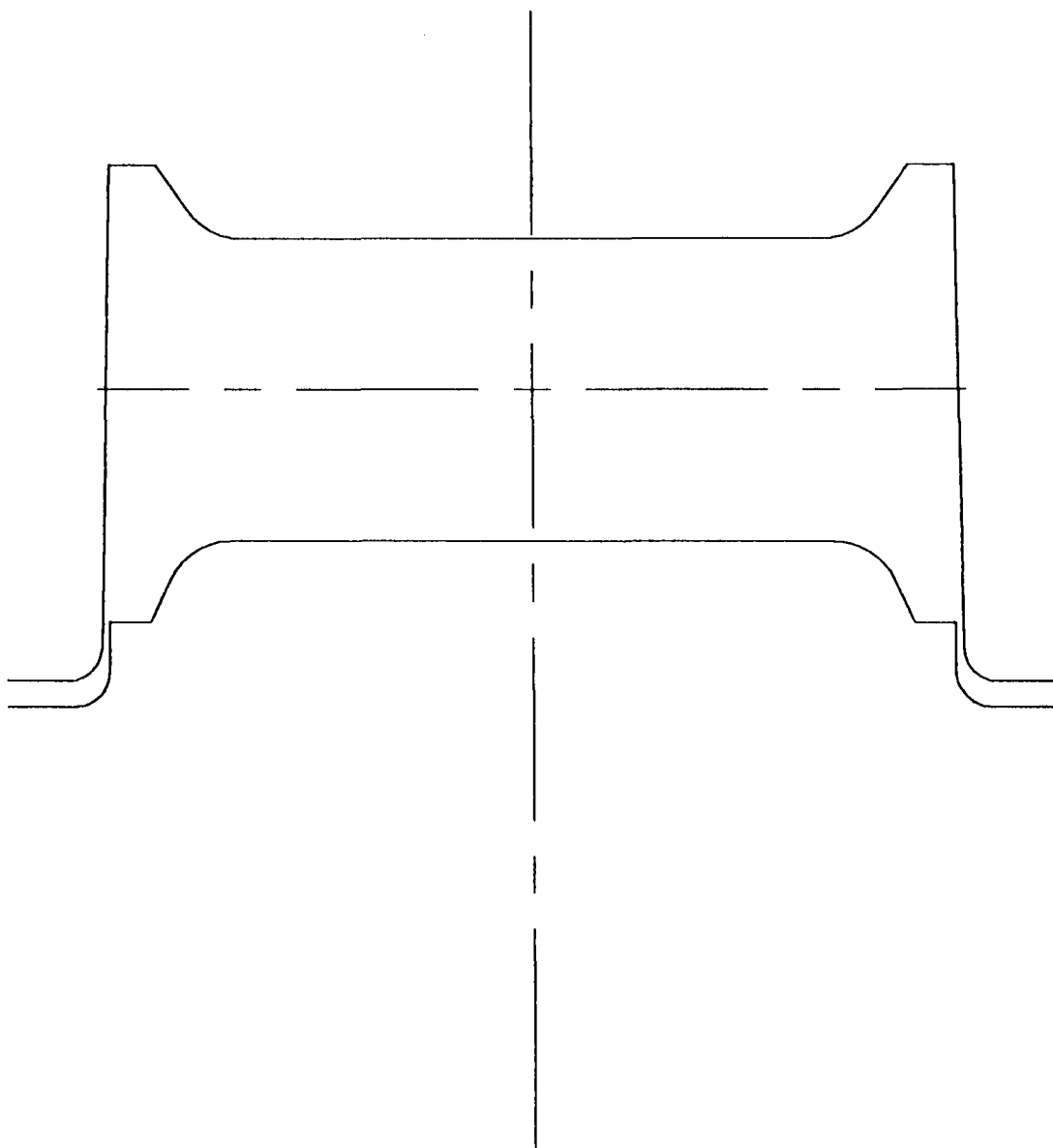
CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES



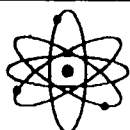
PLANO N°

PROYECTO:

2000	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACIÓN: ROUGHING PASSES FOR BULLET ENVELOPE SECTION WORKS VI DRG N° 120/MW/55 PASADA N° 1		
DIBUJÓ	28/02	J.J. Tobias			
REVISÓ		S.I. Núñez P.			
APROBÓ	QU				

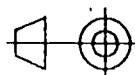


AREA: 5292.77 mm²



CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

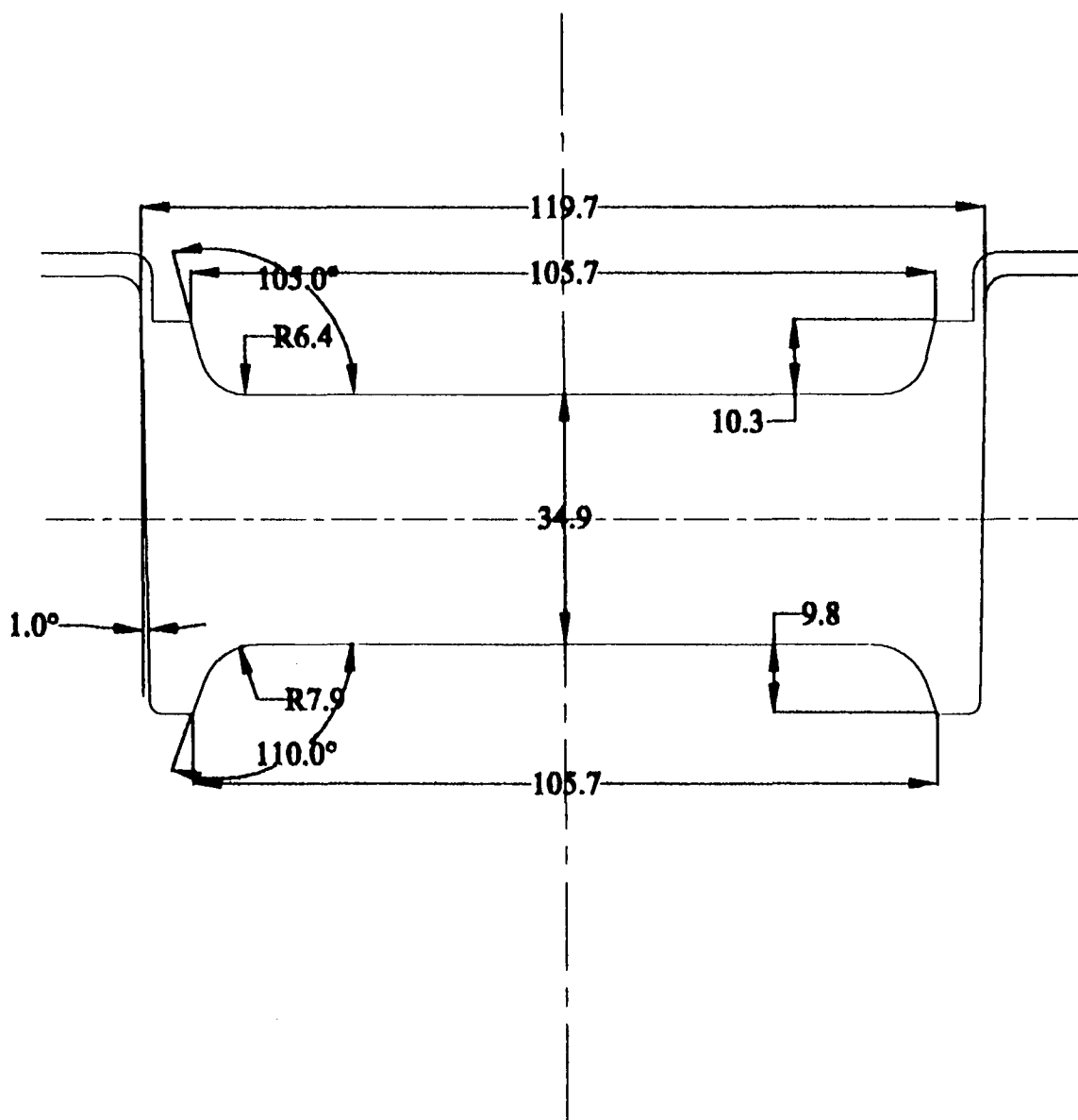
ISO (B)



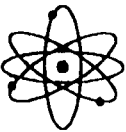
PLANO N°

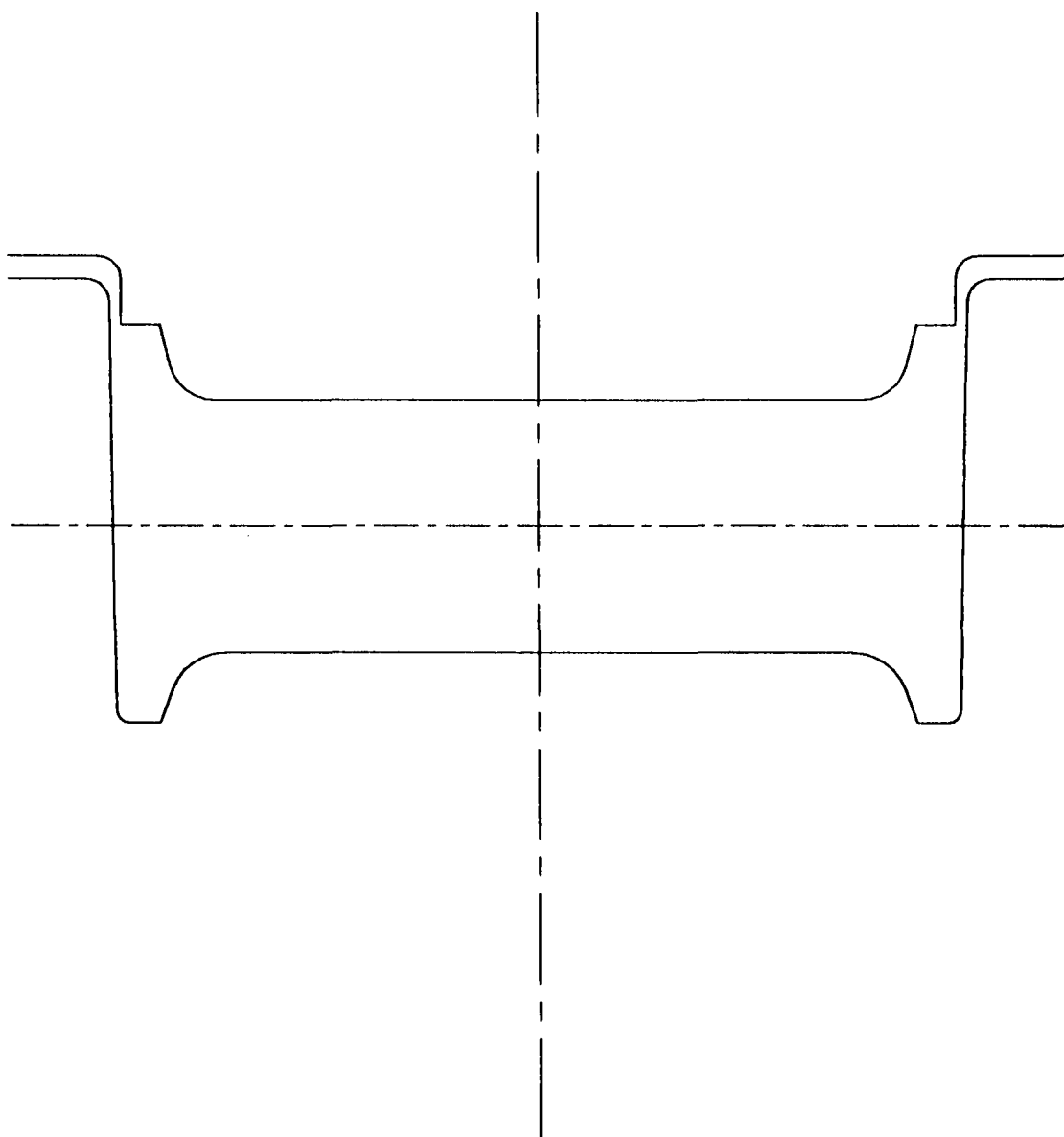
PROYECTO:

2000	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACIÓN: ROUGHING PASSES FOR BULLET ENVELOPE SECTION WORKS VI DRG N° 120/MW/55 PASADA N° 1		
DIBUJÓ	28/02	J.J. Tobias			
REVISÓ		S.I. Núñez P.			
APROBÓ	QU				



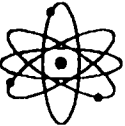
REDUCCION: 15.19 %
 AREA: 4488.85 mm²

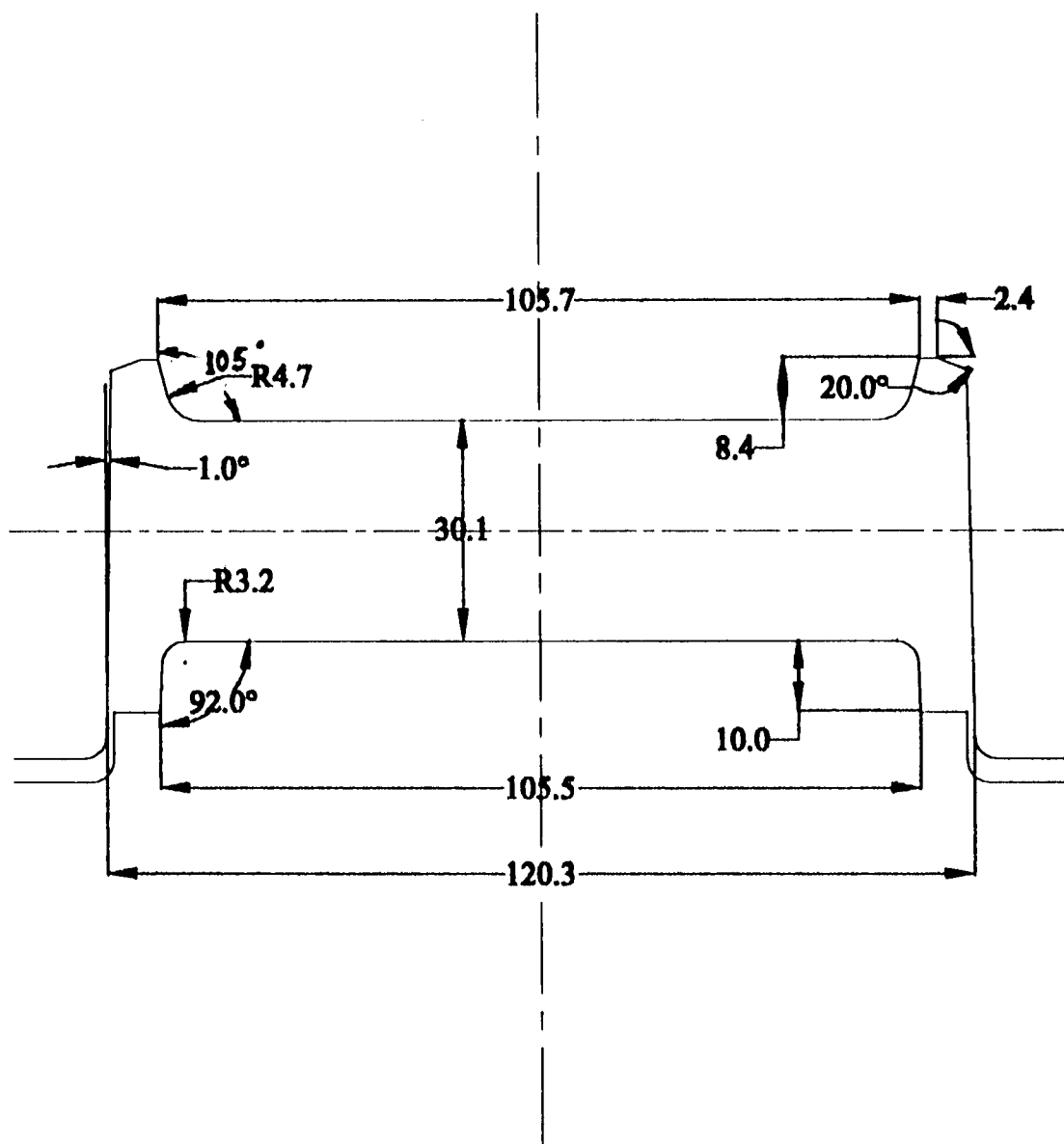
 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES		ISO (E) 		PLANO N°	
				PROYECTO:	
2000	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACIÓN: ROUGHING PASSES FOR BULLET ENVELOPE SECTION WORKS VI DRG N° 120/MW/55 PASADA N° 2		
DIBUJÓ	29/02	J.J. Tiebas			
REVISÓ		S.I. Núñez P.			
APROBÓ					



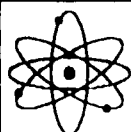
REDUCCION: 15.19 %

AREA: 4488.85 mm²

 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES		ISO (B) 		PLANO N°	
				PROYECTO:	
2000	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACIÓN: ROUGHING PASSES FOR BULLET ENVELOPE SECTION WORKS VI DRG N° 120/MW/55 PASADA N° 2		
DIBUJÓ	29/02	J.J. Tiebas			
REVISÓ		S.I. Néflez P.			
APROBÓ					

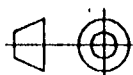


REDUCCION: 13.65 %
 AREA: 3876.03 mm²



CNEA
 DEPARTAMENTO
 MATERIALES

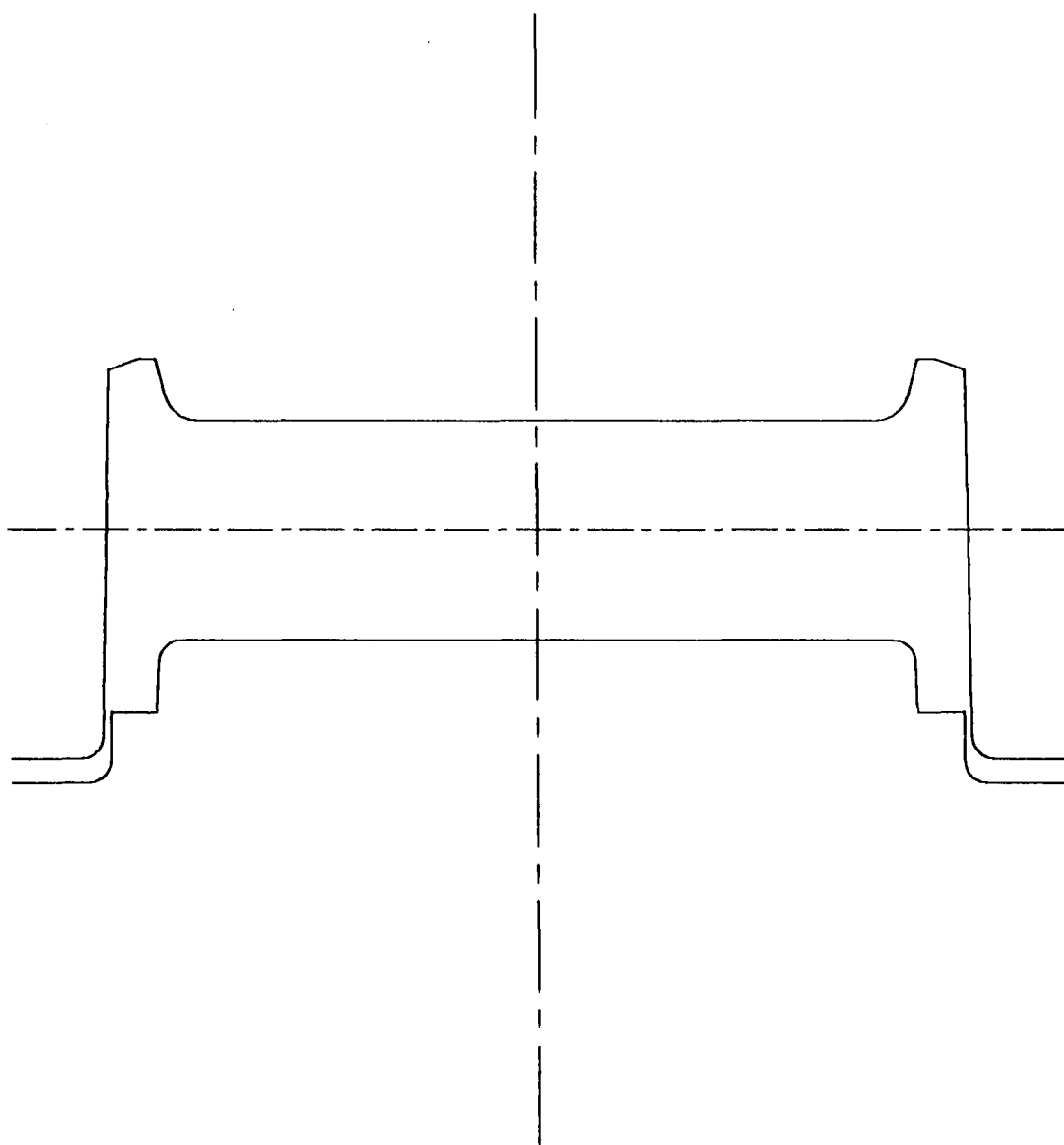
ISO (B)



PLANO N°

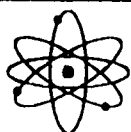
PROYECTO:

2000	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACIÓN: ROUGHING PASSES FOR BULLET ENVELOPE SECTION WORKS VI DRG N° 120/MW/55 PASADA N° 3		
DIBUJÓ	29/02	J.J. Tiebas			
REVISÓ		S.I. Núñez P.			
APROBÓ	QU				



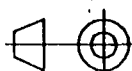
REDUCCION: 13.65 %

AREA: 3876.03 mm²



CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

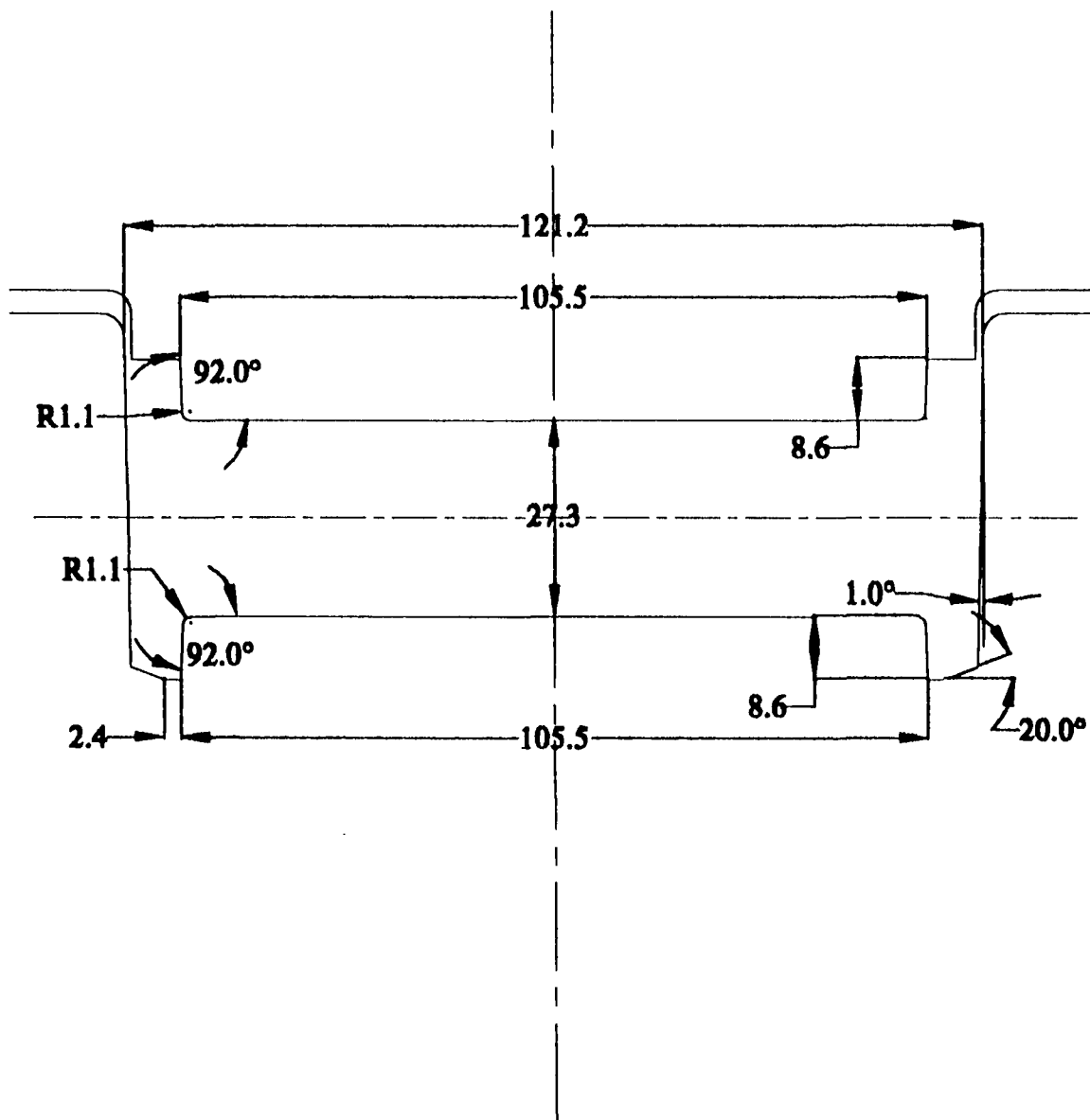
ISO (B)



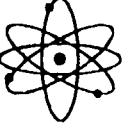
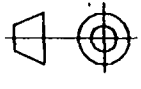
PLANO N°

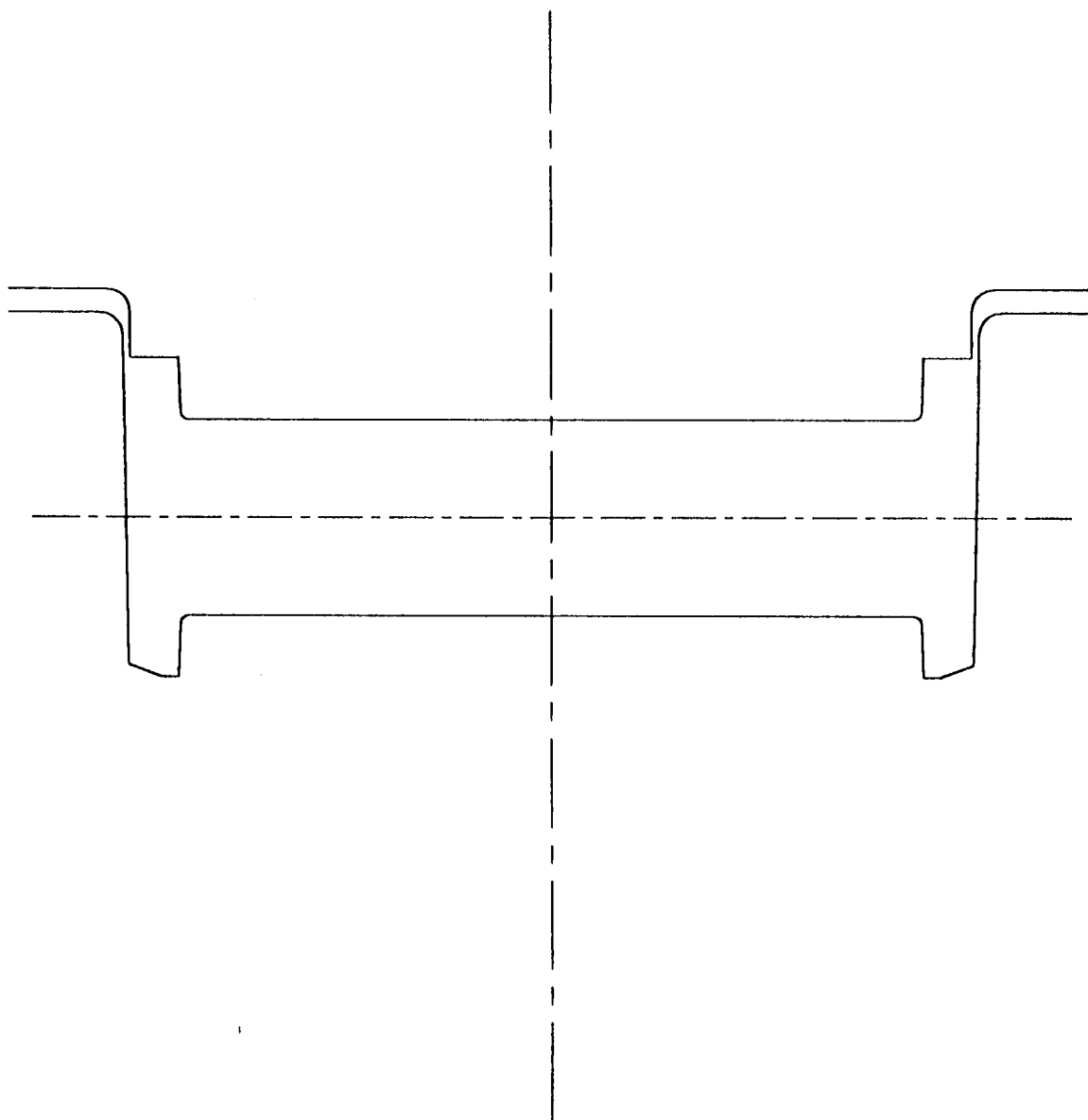
PROYECTO:

2000	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACIÓN: ROUGHING PASSES FOR BULLET ENVELOPE SECTION WORKS VI DRG N° 120/MW/55 PASADA N° 3		
DIBUJÓ	29/02	J.J. Tobias			
REVISÓ		S.I. Núñez P.			
APROBÓ	QU				

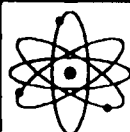


REDUCCION: 8.61 %
 AREA: 3542.36 mm²

 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES			ISO (B) 		PLANO N°
					PROYECTO:
2000	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACIÓN: ROUGHING PASSES FOR BULLET ENVELOPE SECTION WORKS VI DRG N° 120/MW/55 PASADA N° 4		
DIBUJÓ	01/03	J.J. Tiebas			
REVISÓ		S.I. Núñez P.			
APROBÓ					

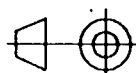


REDUCCION: 8.61 %
 AREA: 3542.36 mm²



CNEA
 DEPARTAMENTO
 MATERIALES

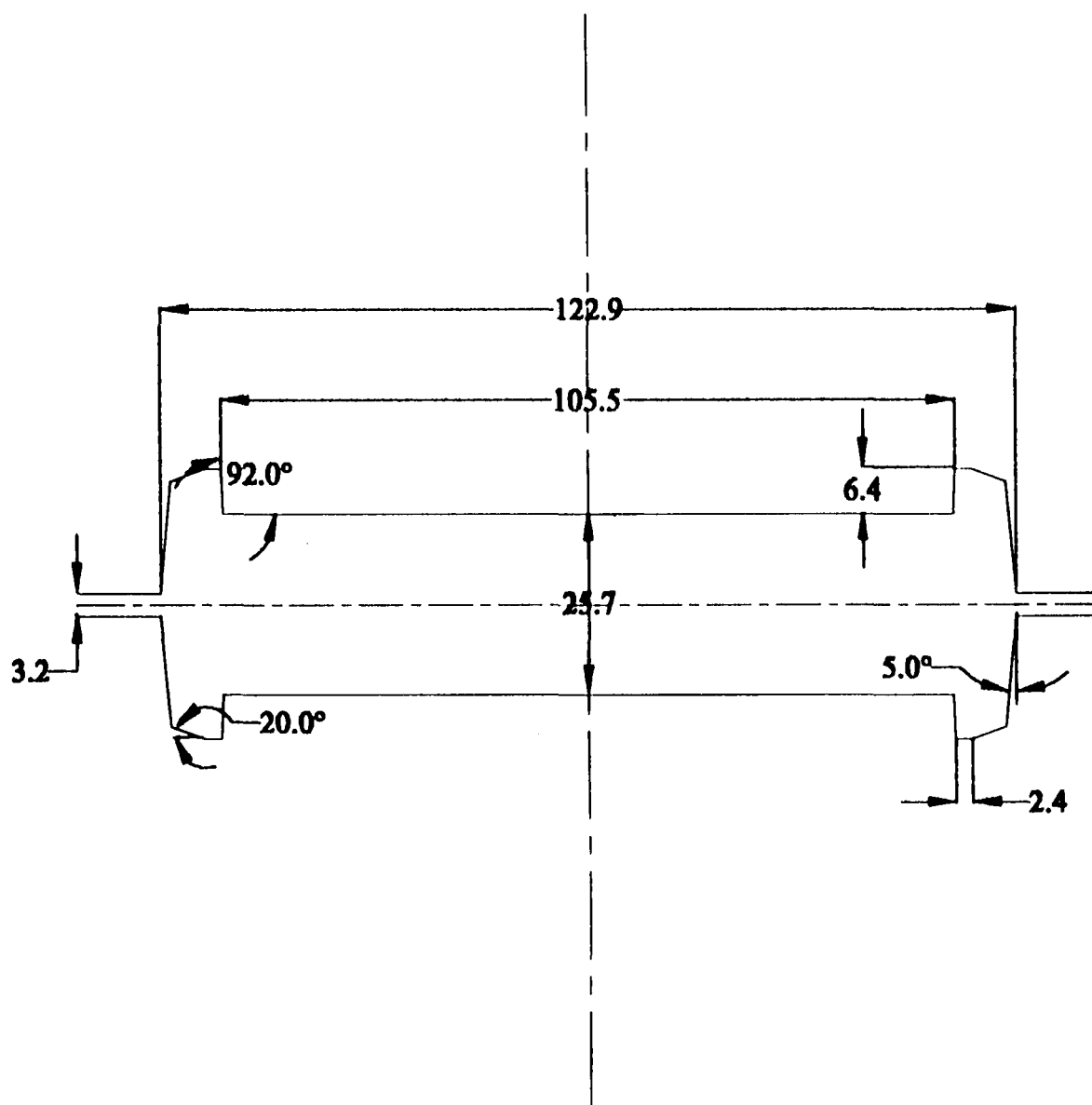
ISO (B)



PLANO N°

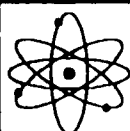
PROYECTO:

2000	FECHA	NOMBRE	ESCALAS: 1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACIÓN: ROUGHING PASSES FOR BULLET ENVELOPE SECTION WORKS VI DRG N° 120/MW/55 PASADA N° 4	
DIBUJÓ	01/03	J.J. Tobias		
REVISÓ		S.J. Núñez P.		
APROBÓ	<i>QU</i>			



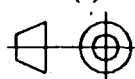
REDUCCION: 6.49 %

AREA: 3312.60 mm²



CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

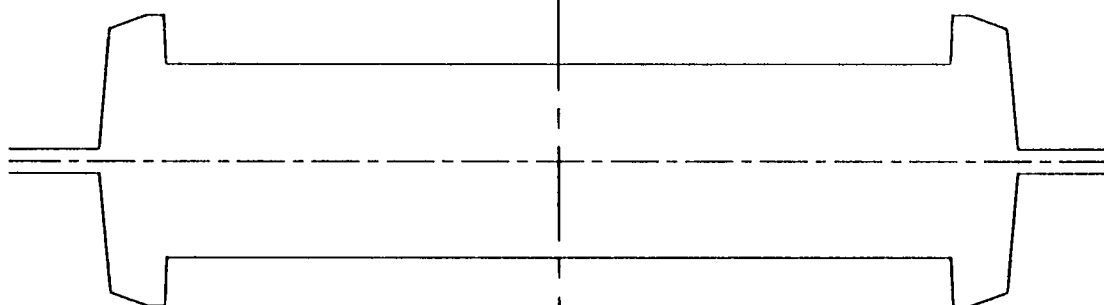
ISO (B)



PLANO N°

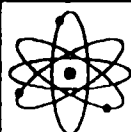
PROYECTO:

2000	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACIÓN: ROUGHING PASSES FOR BULLET ENVELOPE SECTION WORKS VI DRG N° 120/MW/55 PASADA N° 5		
DIBUJO	01/03	J.J. Tobias			
REVISÓ		S.J. Núñez P.			
APROBÓ					



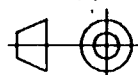
REDUCCION: 6.49 %

AREA: 3312.60 mm²



CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

ISO (B)



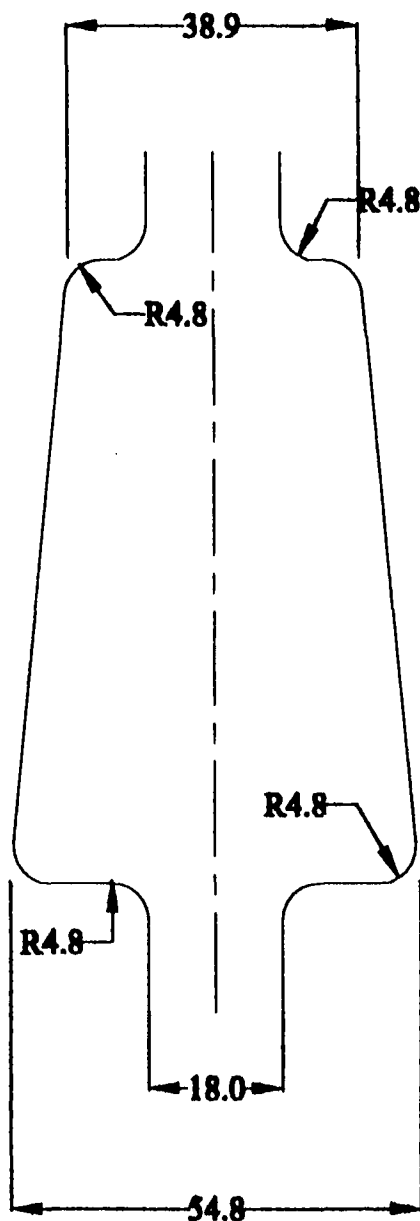
PLANO N°

PROYECTO:

2000	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACIÓN: ROUGHING PASSES FOR BULLET ENVELOPE SECTION WORKS VI DRG N° 120/MW/55 PASADA N° 5		
DIBUJÓ	01/03	J.J. Tiebas			
REVISÓ		S.I. Núñez P.			
APROBÓ	QU				

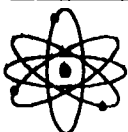
Ejemplo de calibrado 2.1.22

U – “canal” – “channel” de alma gruesa

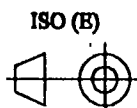


AREA: 3957.63 mm²

REDUCCION: %



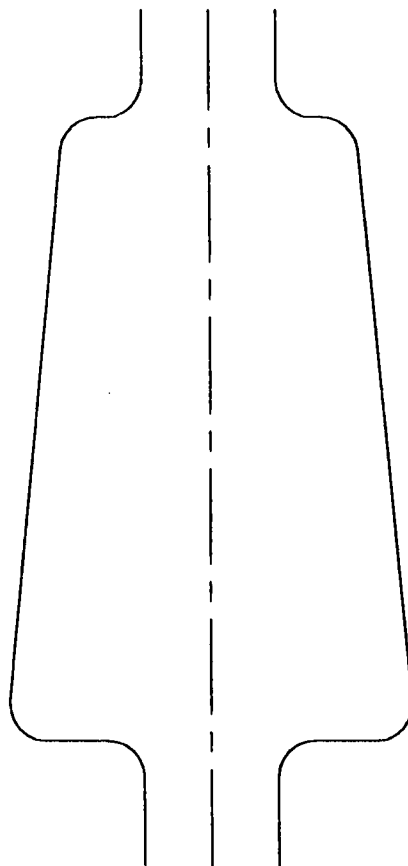
CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES



PLANO N°

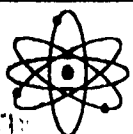
PROYECTO:

2000	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACIÓN: FINISHING ROLLS POR AXLEBOX GUIDE CHANNEL WORKS IV DRG N° 114/MW/55 PASADA N° 1		
DIBUJÓ	07/03	J.J. Tobias			
REVISÓ		S.I. Núñez P.			
APROBÓ	Qu				



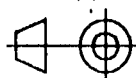
AREA: 3957.63 mm²

REDUCCION: %



CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

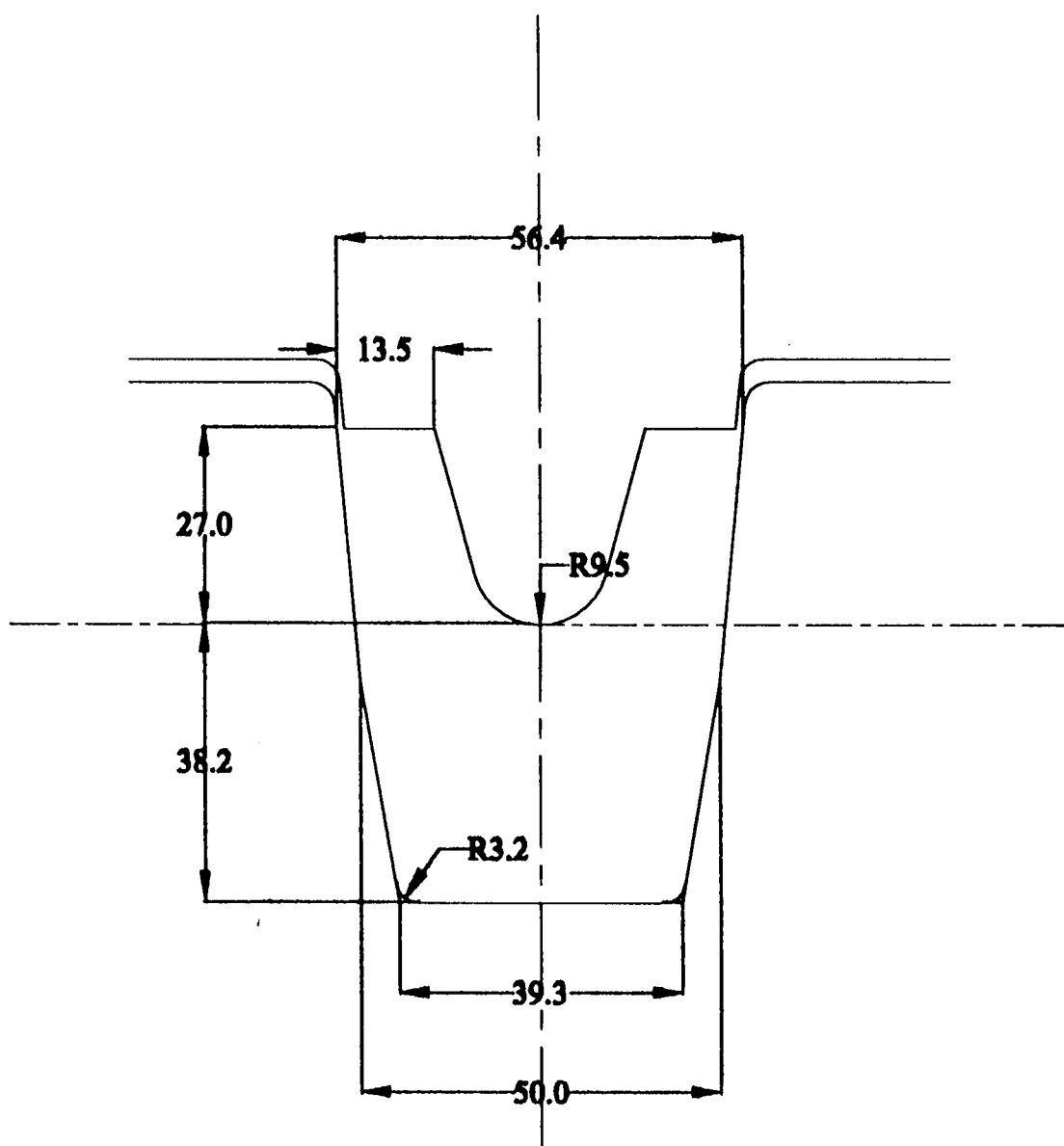
ISO (B)



PLANO N°

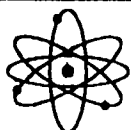
PROYECTO:

2000	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACIÓN: FINISHING ROLLS POR AXLEBOX GUIDE CHANNEL WORKS IV DRG N° 114/MW/55 PASADA N° 1		
DIBUJO	07/03	J.J. Tobias			
REVISÓ		S.L. Núñez P.			
APROBÓ	QU				



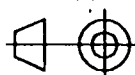
REDUCCION: 33.53 %

AREA: 2630.66 mm²



CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

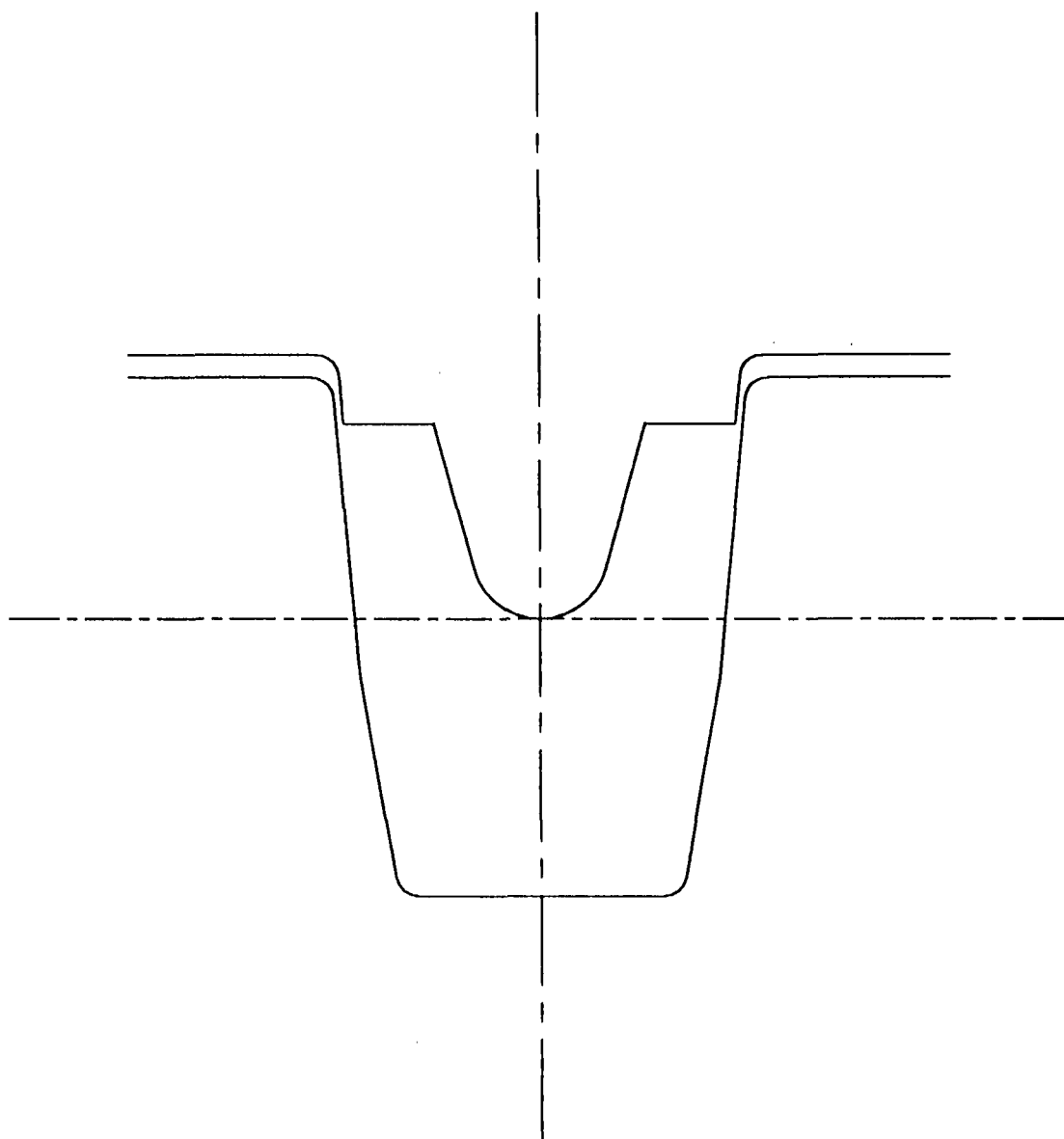
ISO (B)



PLANO N°

PROYECTO:

2000	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACIÓN: FINISHING ROLLS POR AXLEBOX GUIDE CHANNEL WORKS IV DRG N° 114/MW/55 PASADA N° 2		
DIBUJO	01/03	J.J. Tiebas			
REVISÓ		S.I. Nájera P.			
APROBÓ	QU				



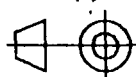
REDUCCION: 33.53 %

AREA: 2630.66 mm²



CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

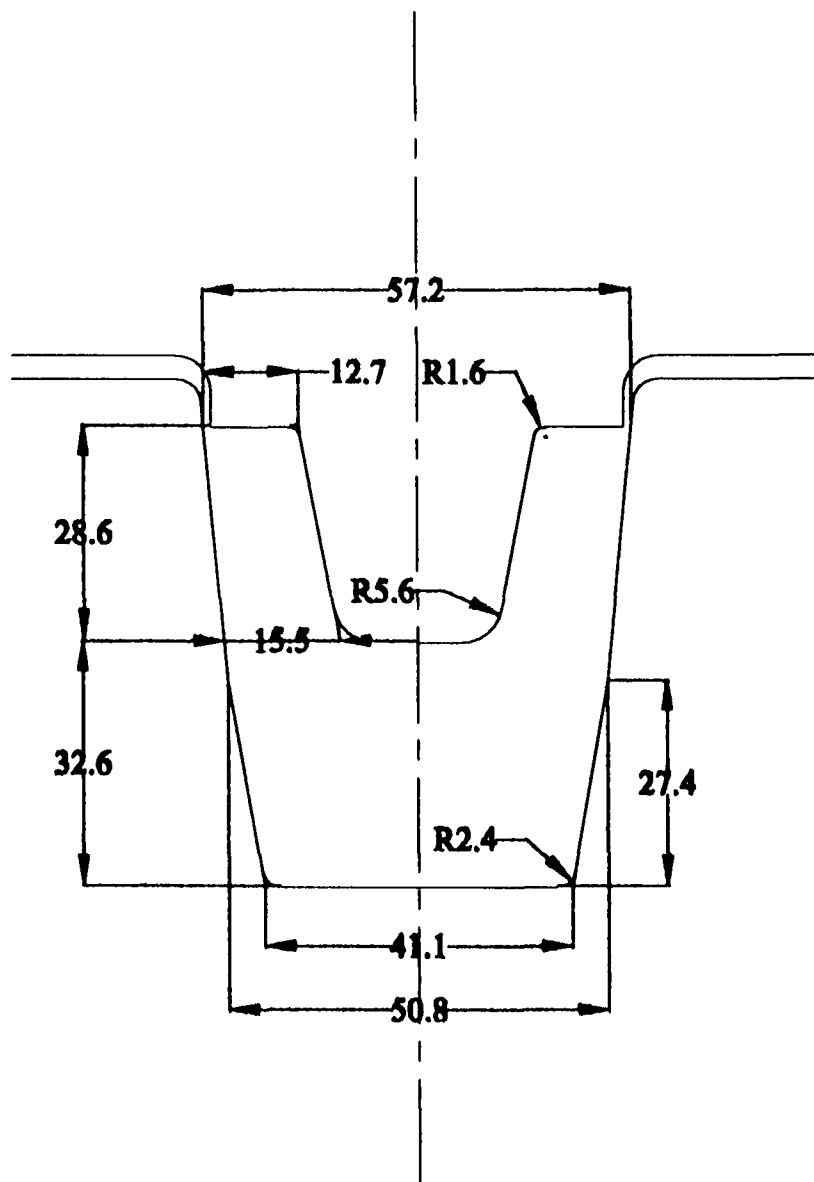
ISO (B)



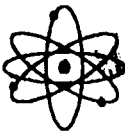
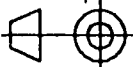
PLANO N°

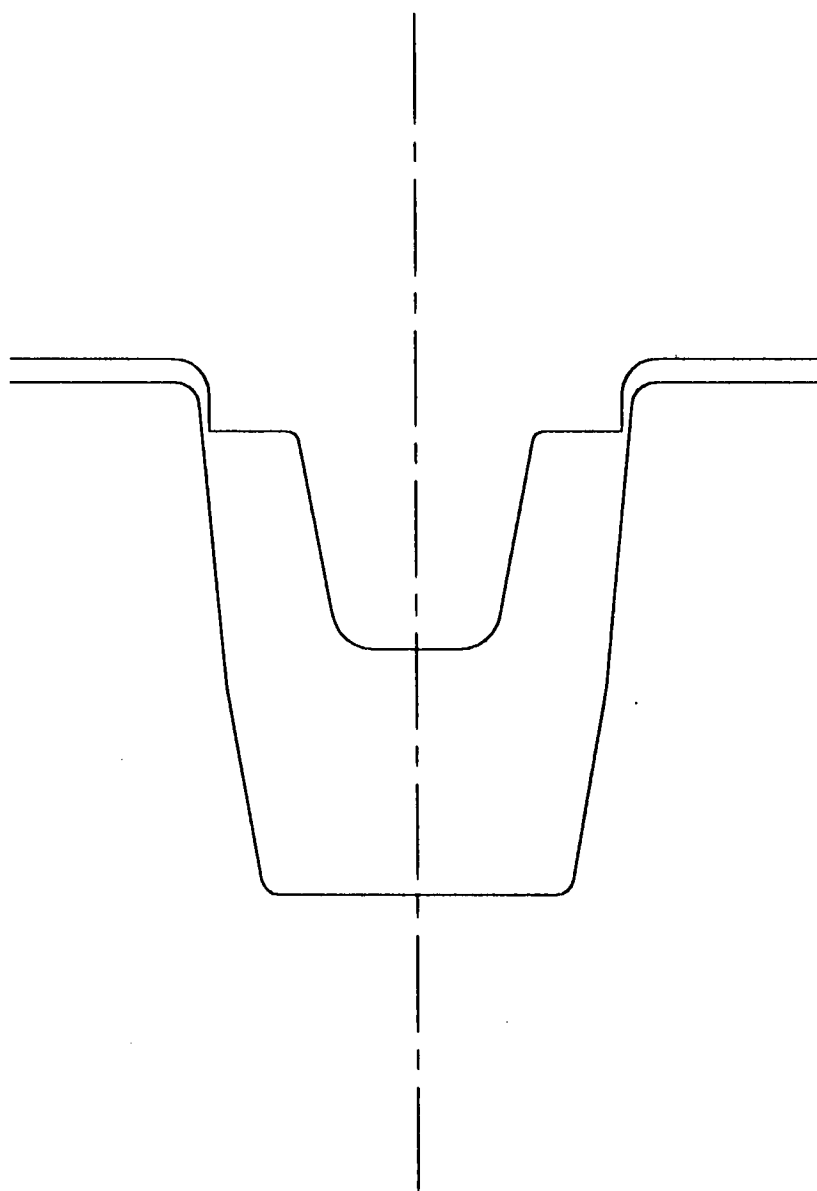
PROYECTO:

2000	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACIÓN: FINISHING ROLLS POR AXLEBOX GUIDE CHANNEL WORKS IV DRG N° 114/MW/55 PASADA N° 2		
DIBUJO	01/03	J.J. Tobias			
REVISÓ		S.L. Nathan P.			
APROBÓ					



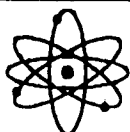
REDUCCION: 11.11 %
 AREA: 2338.45 mm²

 CNEA DEPARTAMENTO MATERIALES		ISO (E) 		PLANO N°	
				PROYECTO:	
2000	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACIÓN: FINISHING ROLLS POR AXLEBOX GUIDE CHANNEL WORKS IV DRG N° 114/MW/55 PASADA N° 3		
DIBUJÓ	06/03	J.J. Tlobas			
REVISÓ		S.L. Núñez P.			
APROBÓ					



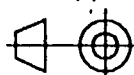
REDUCCION: 11.11 %

AREA: 2338.45 mm²



CNEA
DEPARTAMENTO
MATERIALES

ISO (E)



PLANO N°

PROYECTO:

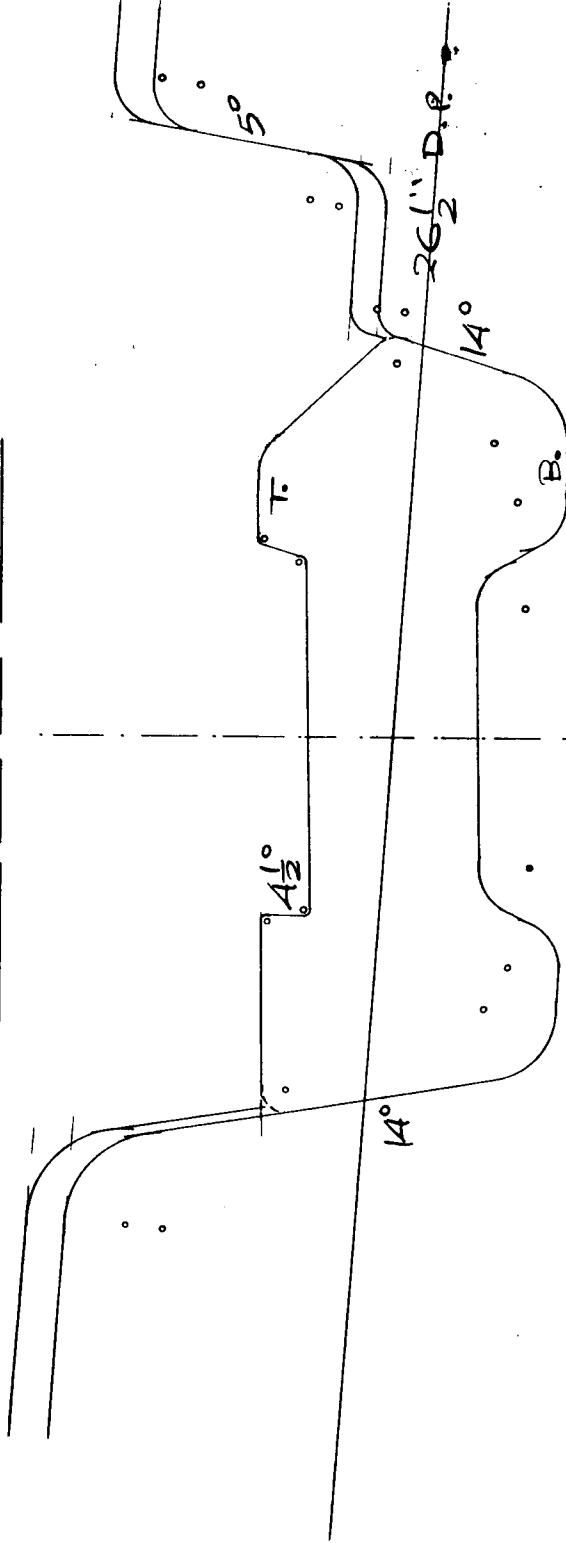
2000	FECHA	NOMBRE	ESCALAS:	1:1	ACAD
PROYEC			DENOMINACIÓN: FINISHING ROLLS POR AXLEBOX GUIDE CHANNEL WORKS IV DRG N° 114/MW/55 PASADA N° 3		
DIBUJÓ	06/03	J.J. Tobias			
REVISÓ		S.I. Núñez P.			
APROBÓ	QU				

Ejemplo de calibrado 2.1.23

Eclisa-barra para riel BS-100R

PASO N° 5 - TERMINADOR

ECLISA PARA QIEL B.S.100 R



SOLISA - TREN de 261\"

PUEBTE N° 3

D.D.C. 23-30

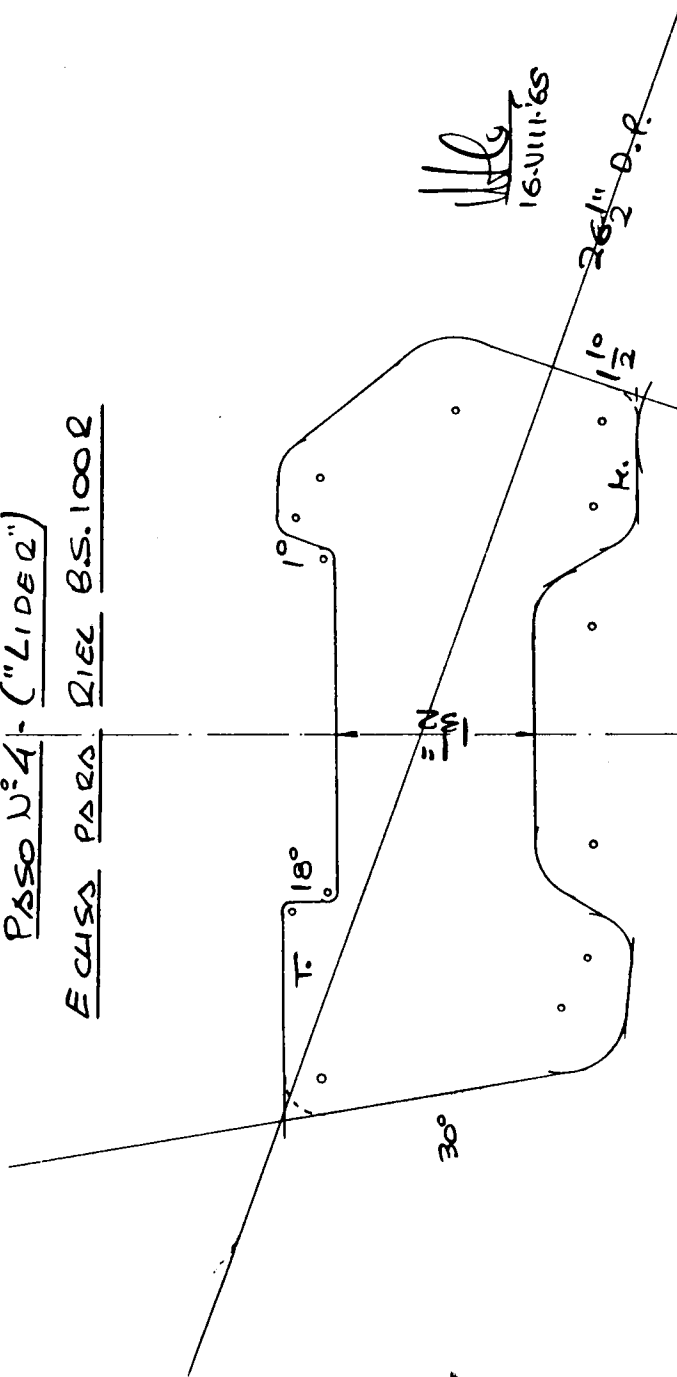
D.S.V. 6-IV-65

Area: 30,2 cu² ; % Red: 16,6

Red. total: 3,13 veces,

16-III-65

PASSO Nº 4 - ("LIDEA")
ECUISA PARA RIEL B.S. 1002



SOLISO-TREU DE 26 1/2' - PUELTAS 1 X 6 2

D.O.C. 23-31

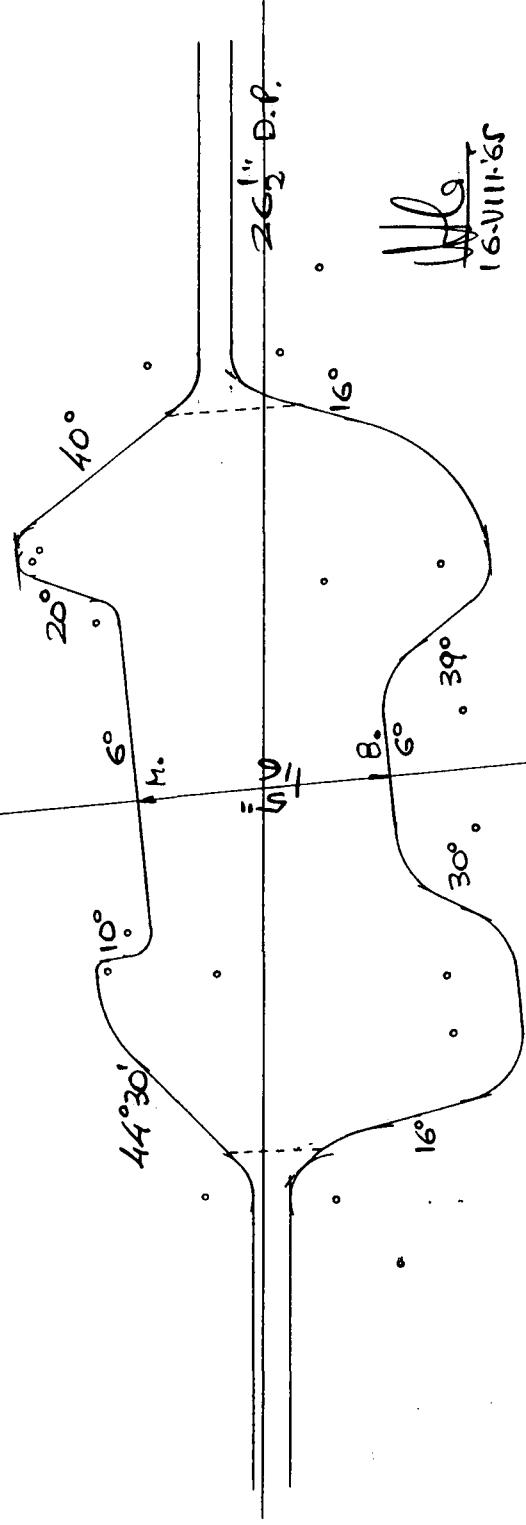
R.A.V. - 5-VIII-65

AREA: 36,2 cu²

% Red: 16,8

PASO U=3

ECLISA PARA RIEG B.S. 100R



SOMISO- TREN de 26' 1" - PUENTES 14' 6" 2

D.O.C. 23-31

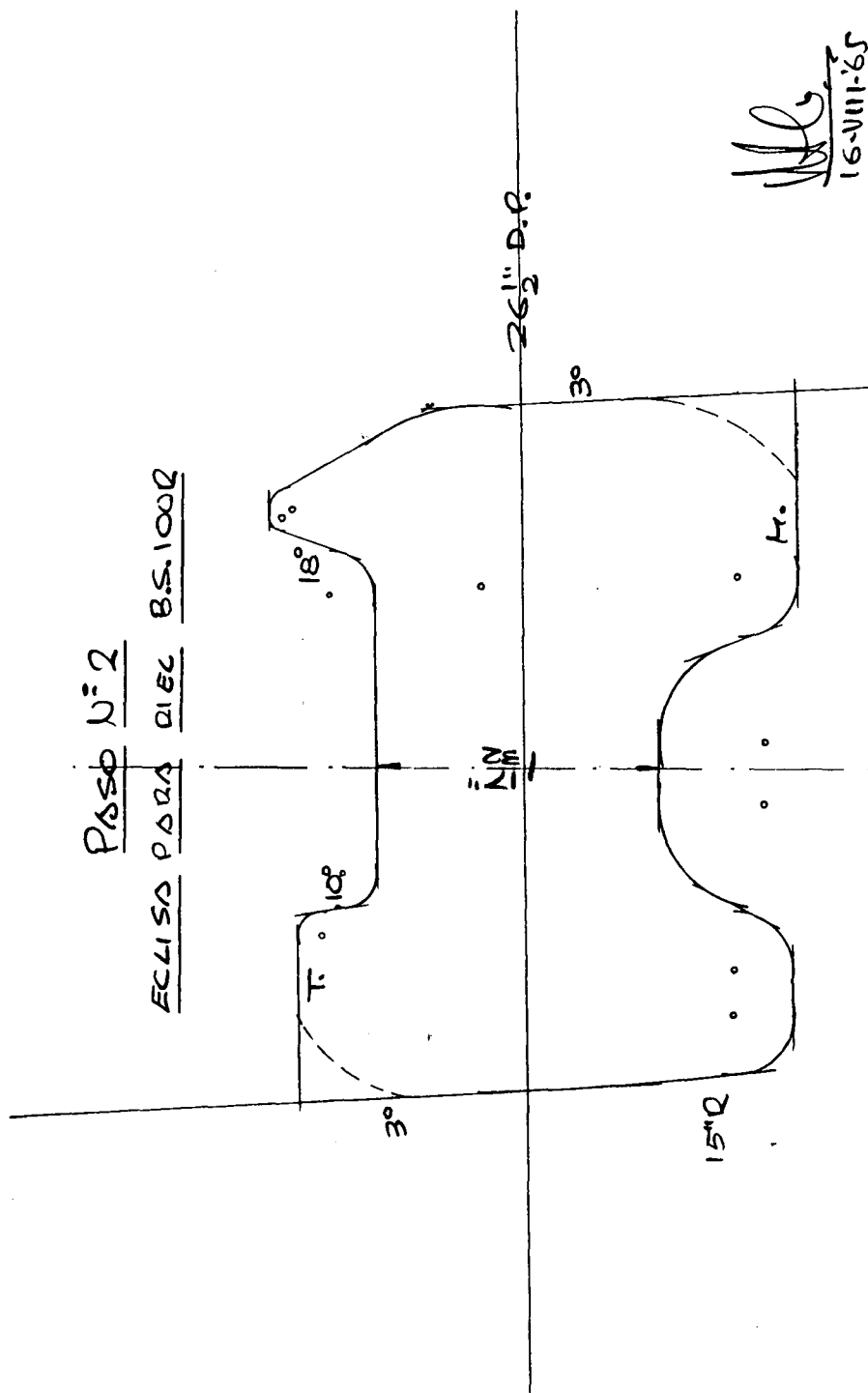
D.A.U. - 5-VIII-65

AREA: 43,5 cu²

% Red: 16,5

Paso N° 2

ECLISA PARA DIB. B.S. 1000



SOLISO-TREN 26 1/2\" - PUENTES 1 X 0.2

D.O.C. 23-31

D.A.V. 5-VIII-65

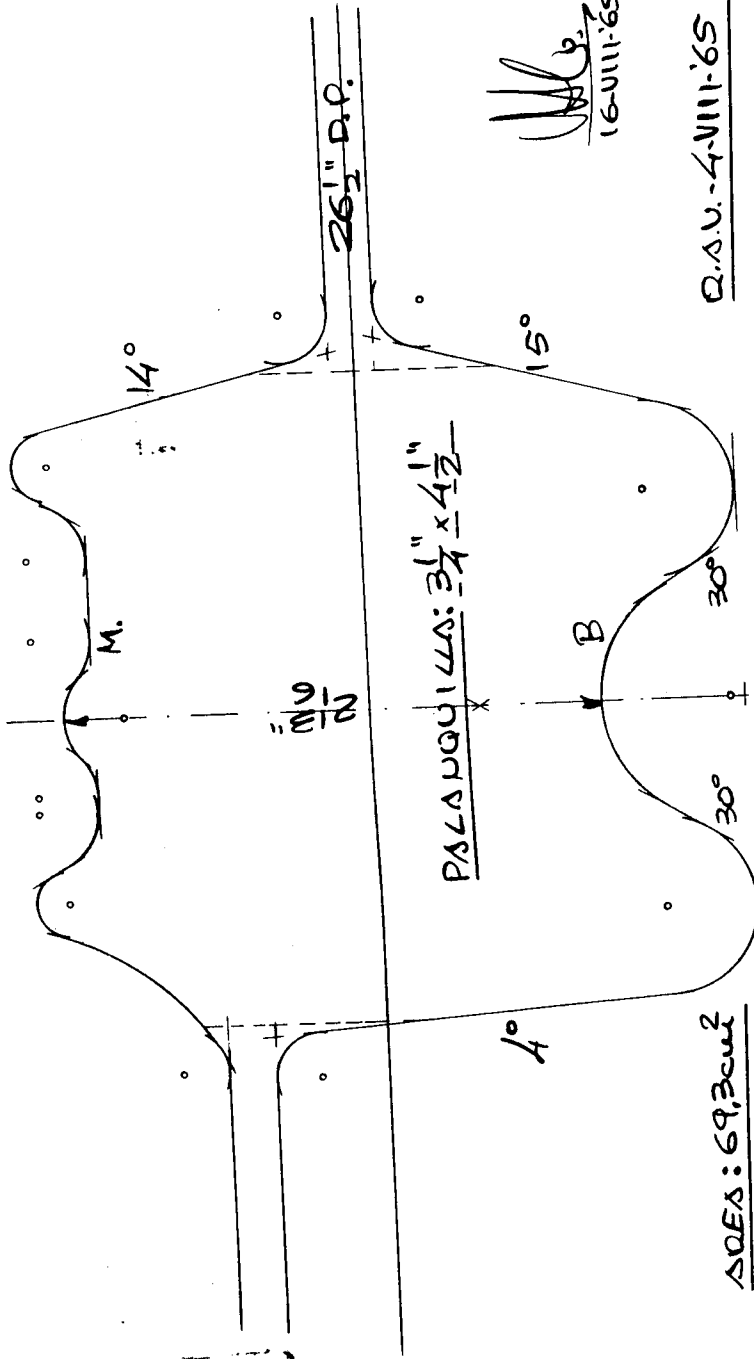
AREA: 521 cu²

% Red: 24.8

16-VIII-65

PASO N°1

ECUSA PARA RIEL B.S. 1002



AREA: 69,3 cm²
% Red: 26,6

Q.S.V. - 4-VIII-65

SOLISO - TREN de 26 1/2"
D.D.C. 23-31 PUENTES 1/162

ECLISS PARA DIAZ BS.100R

PLAQUILLA #0

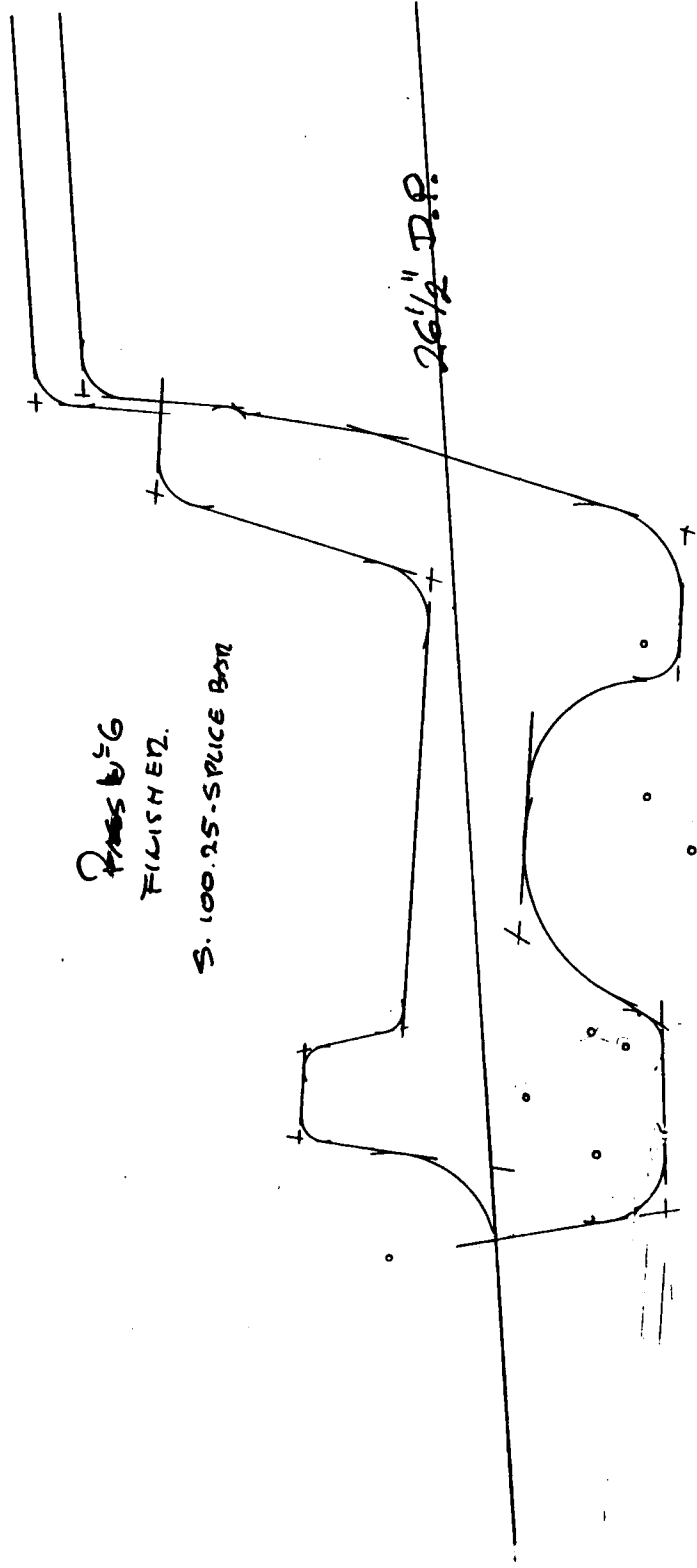
$3\frac{1}{4}" \times 4\frac{1}{2}"$

AREA : 94.4 cm²


16-VIII-85

Ejemplo de calibrado 2.1.24

Eclisa-talón para riel EUA -100

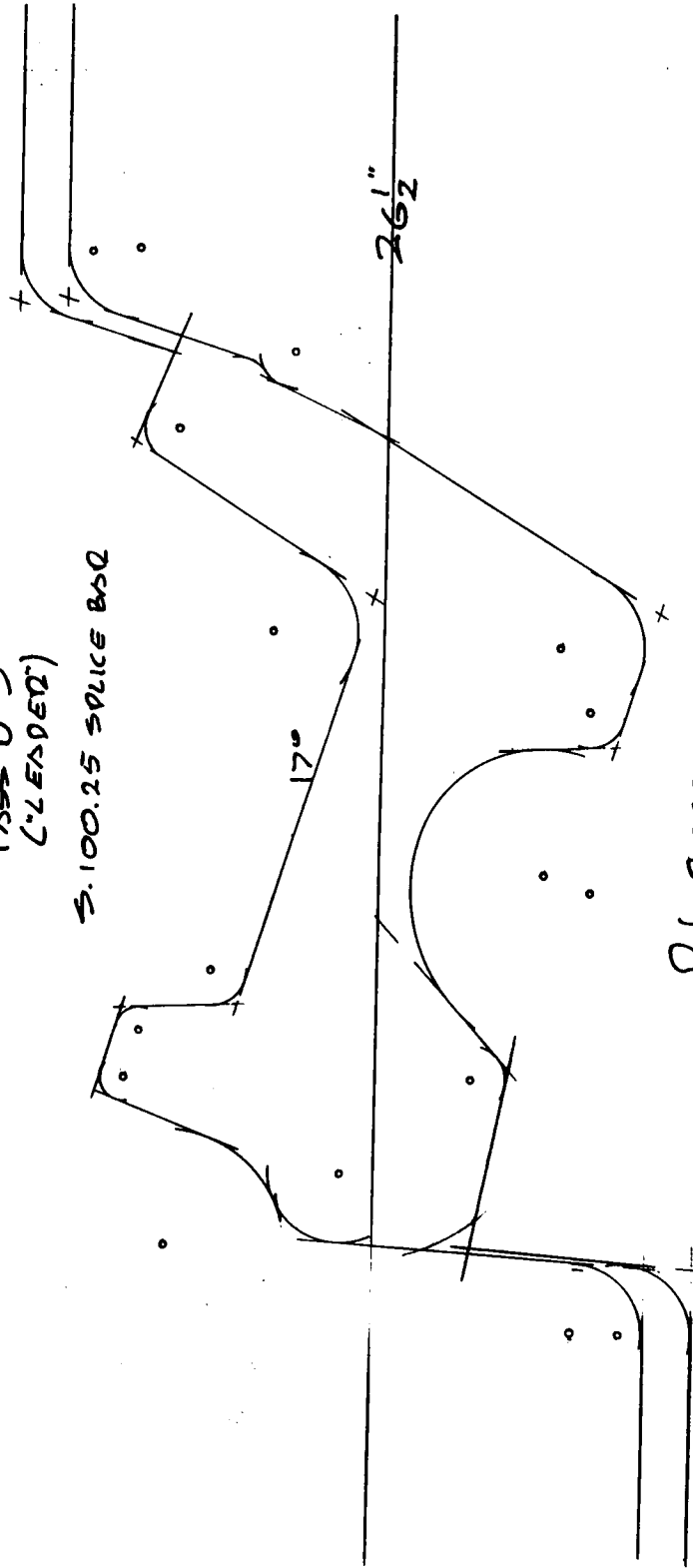


Press to 6
 FILISHED.
 S. 100.25-SPICE BSM

Ref.: B.K.: 9398
 15065. 5200'
 0/10763. 10.2.


 2-VIII-67

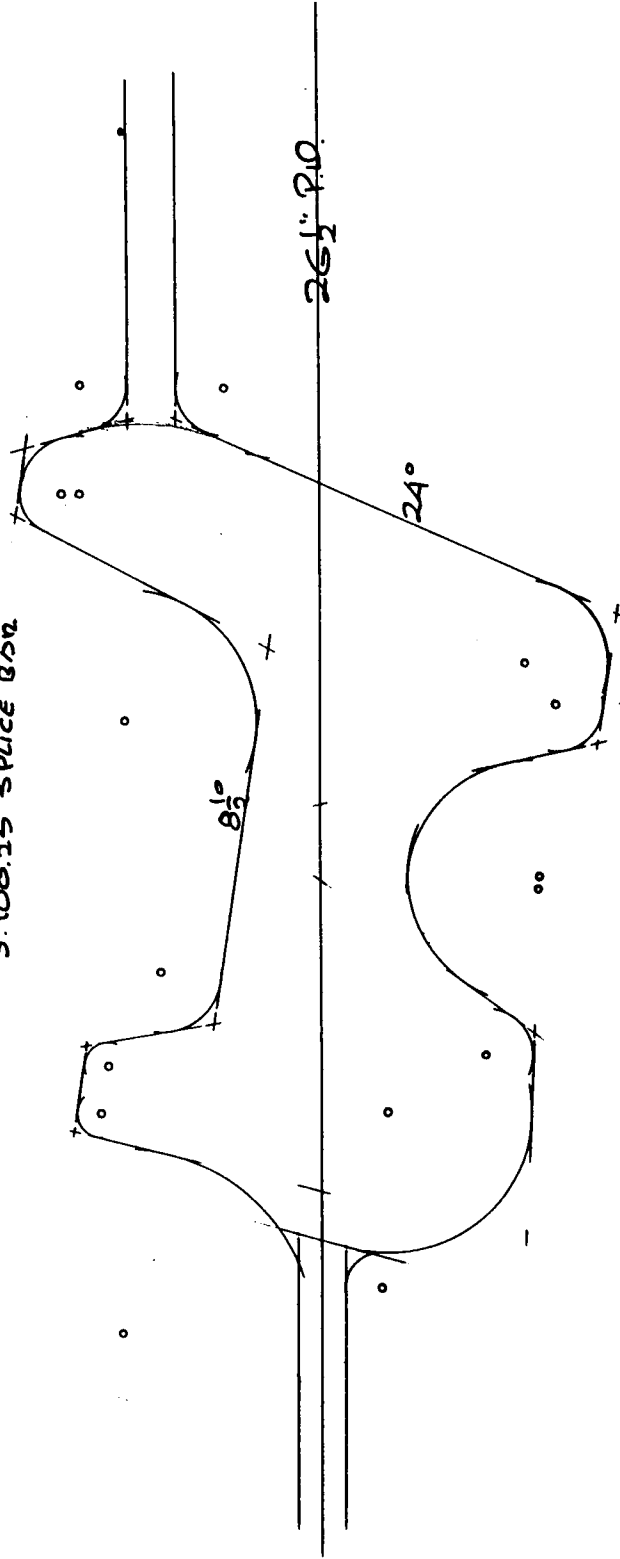
Pass U⁵5
(CLEANED)
S. 100.25 SPICE B50



Ref.: B.K. 9397
AREA: 5.790"
%Red: 17.1%

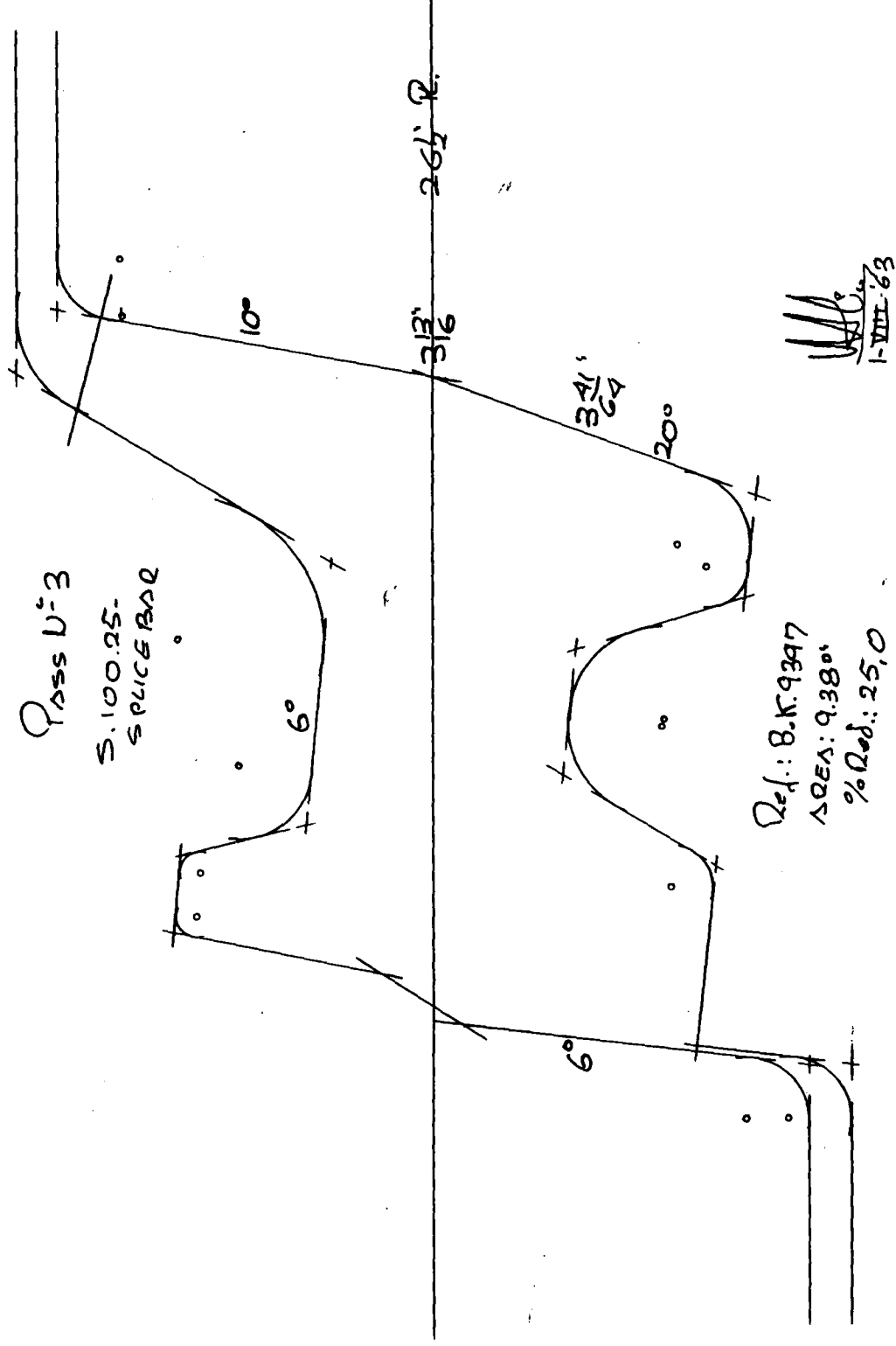
2-VIII-23

Pass No. 4
5.100.25 SPICE BAR



Ref.: B.K. 9397
ASER: 6.980"
% Def.: 25.6

1. VIII-63

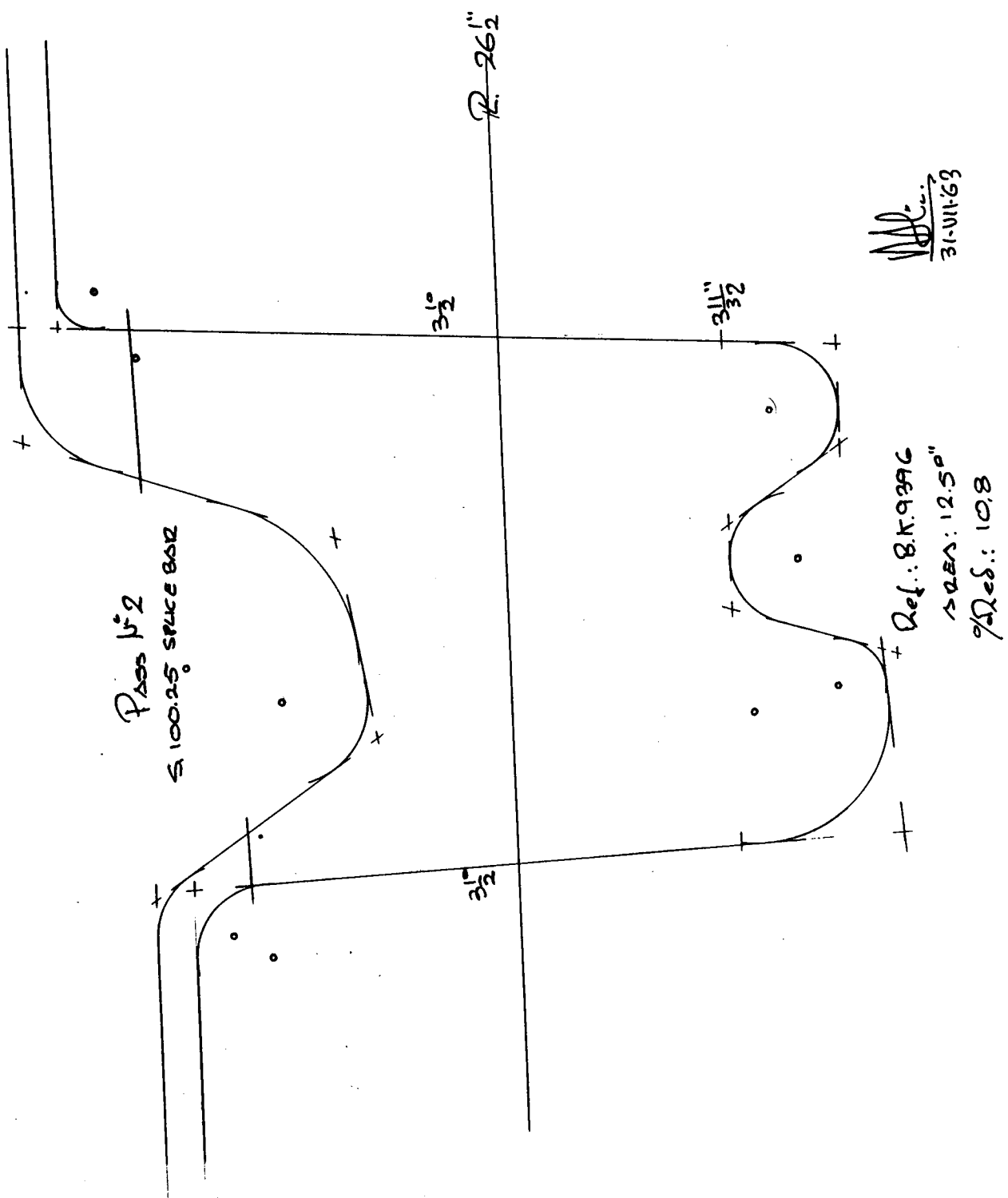


Pass U-3

S. 100.25-
SPICE B&B

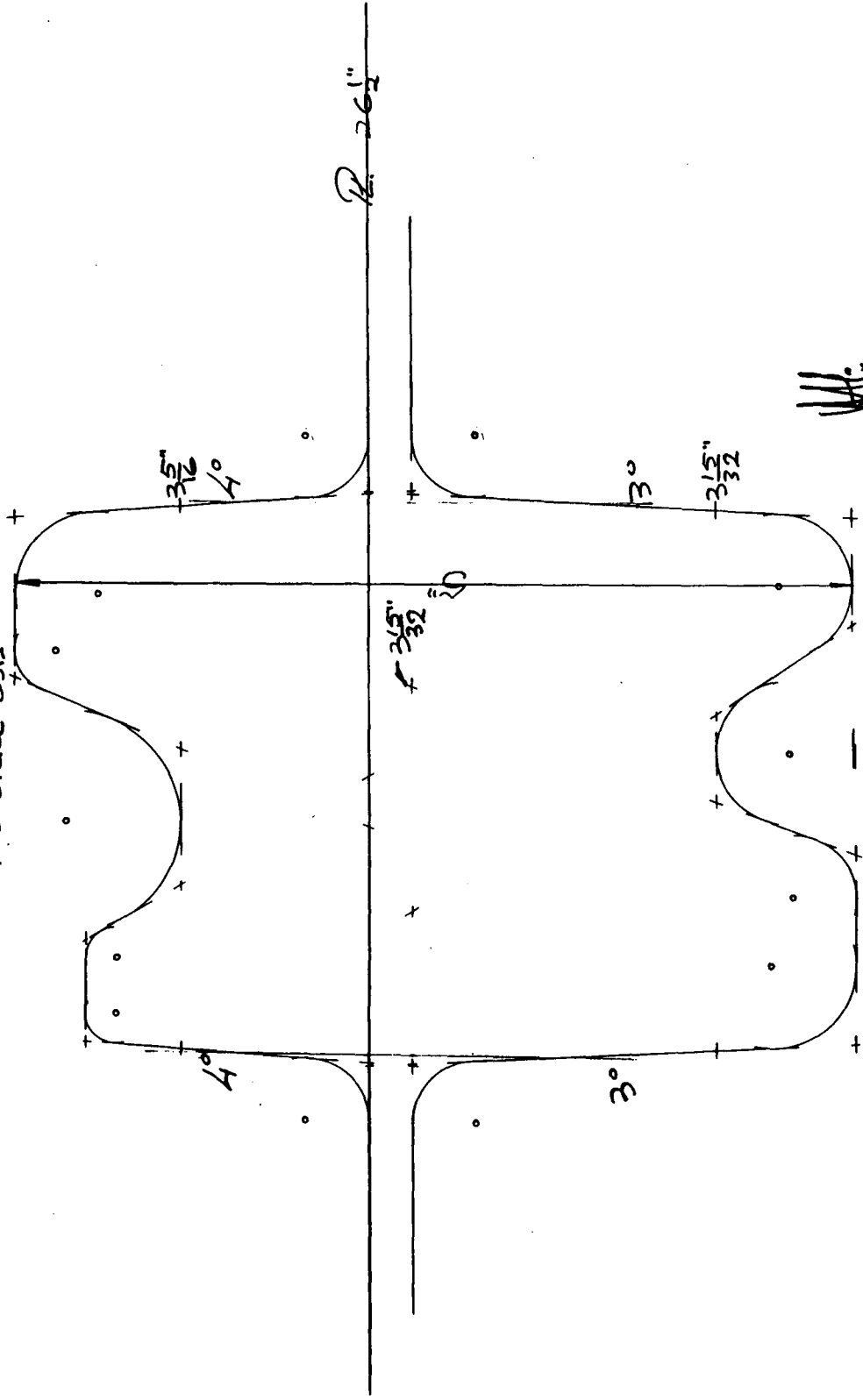
Def.: 8.15.9397
Area: 9.38°
%Def.: 25.0

1-III-63



Pass b-1

S. 100.25 space 830



31-11163

Def.: B.K. 9396

SDEN: 14.010"

Def.: 21.2 %

Technical drawing of a rectangular object with rounded corners, showing dimensions and construction lines. The drawing is oriented vertically on the page.

Dimensions and labels:

- Top horizontal dimension: $1\frac{1}{2}"$
- Right vertical dimension: $5\frac{5}{8}"$
- Bottom horizontal dimension: $1\frac{1}{2}"$
- Left vertical dimension: $5\frac{5}{8}"$
- Internal horizontal dimension (top): $1\frac{1}{2}"$
- Internal horizontal dimension (bottom): $1\frac{1}{2}"$
- Internal vertical dimension (left): $3\frac{3}{4}"$
- Internal vertical dimension (right): $3\frac{3}{4}"$
- Small horizontal dimension at top center: $1"$
- Small horizontal dimension at bottom center: $1"$
- Small vertical dimension at top left: $1\frac{1}{2}"$
- Small vertical dimension at top right: $1\frac{1}{2}"$
- Small vertical dimension at bottom left: $1\frac{1}{2}"$
- Small vertical dimension at bottom right: $1\frac{1}{2}"$

The drawing includes construction lines (dashed lines) and center lines (dotted lines) to define the geometry of the object.

Ref. B.K 9306
12.770" 22.9%.

Ejemplo de calibrado 2.2.1

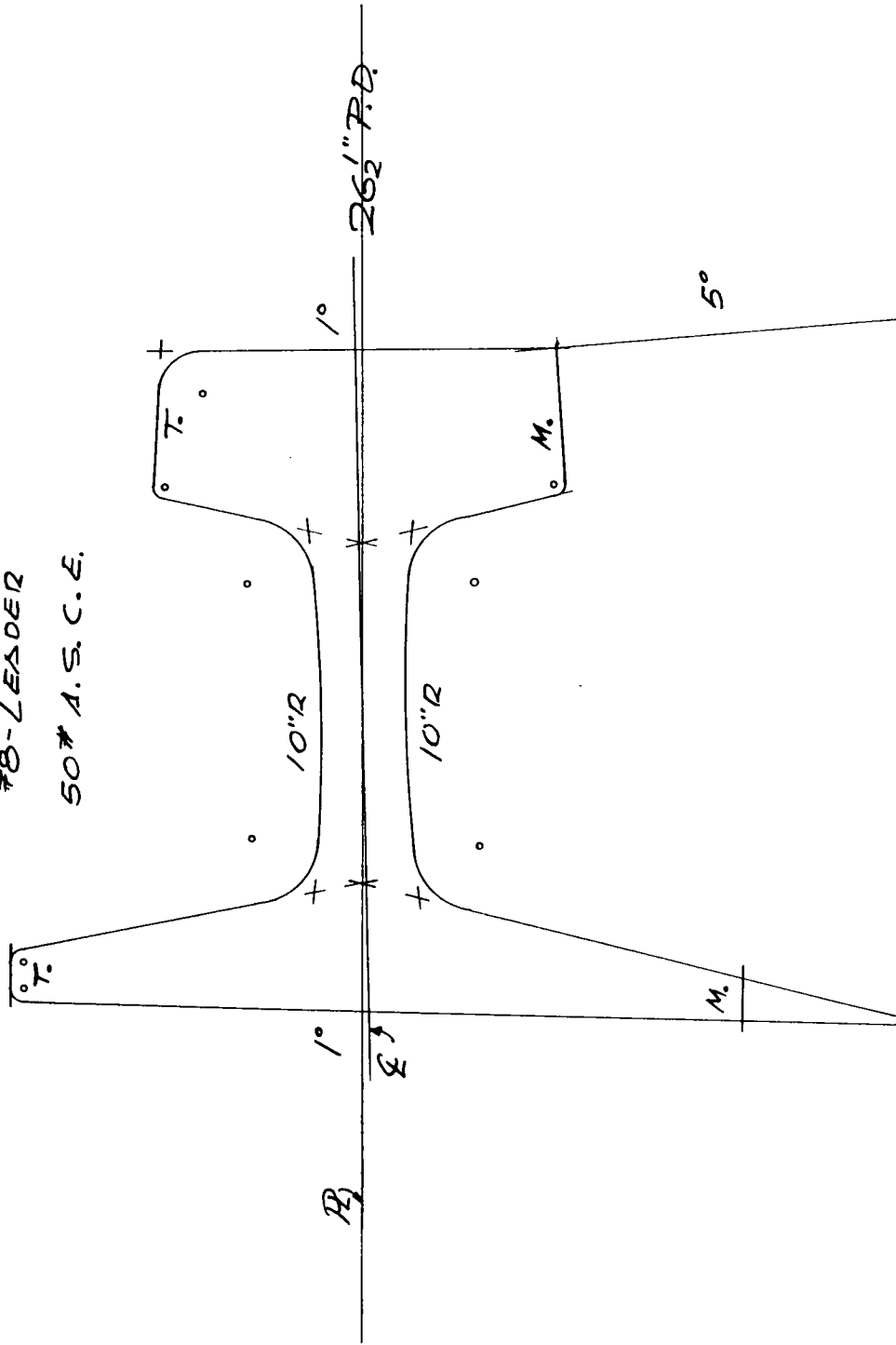
Riel de 50 lb/yd (24,8 kg/m) ASCE



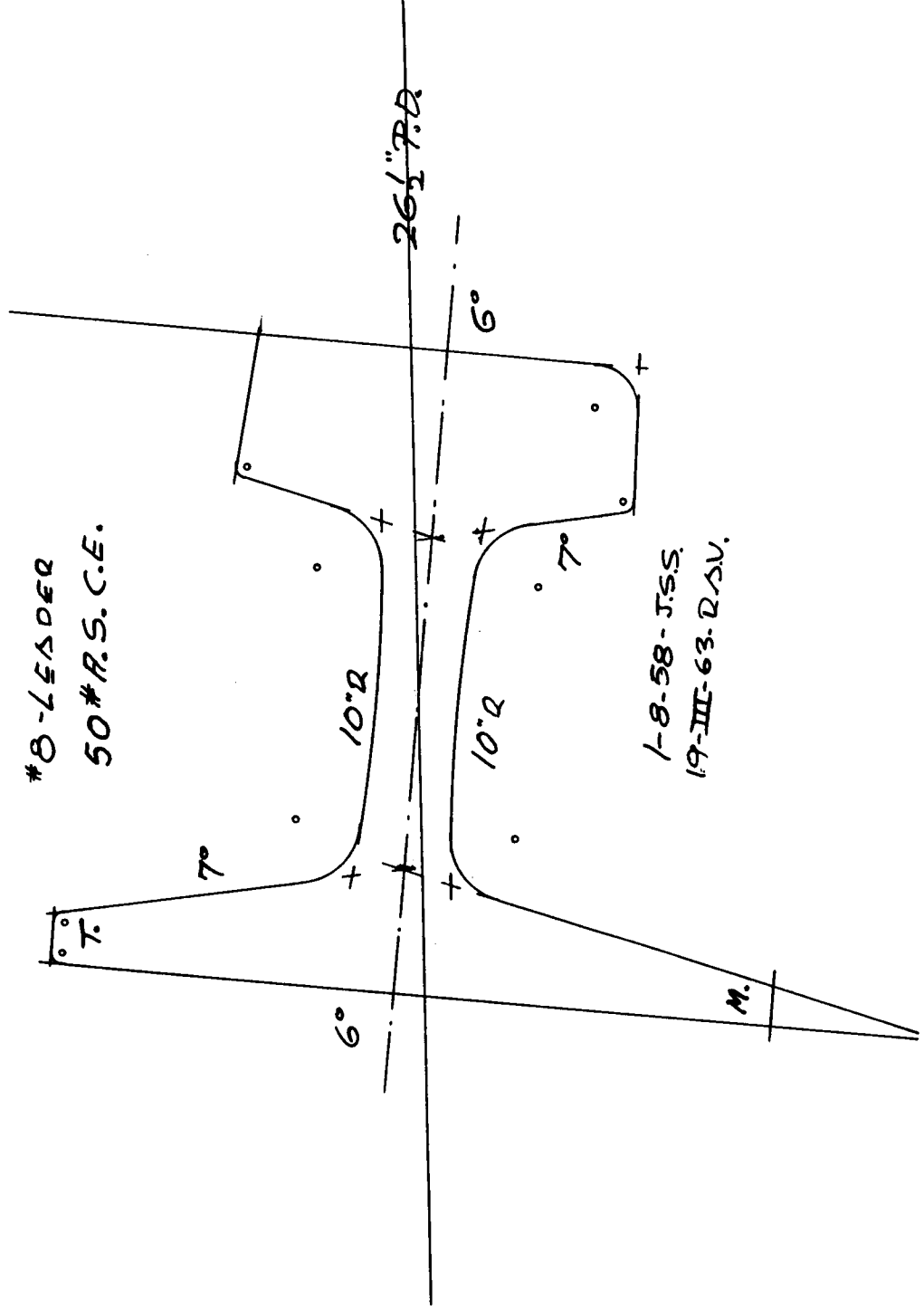
50 # A.S.C.E. 1-8 '58 T.S.S.
18-III-63 D.S.V.

78-LEADER

50# A.S. C.E.

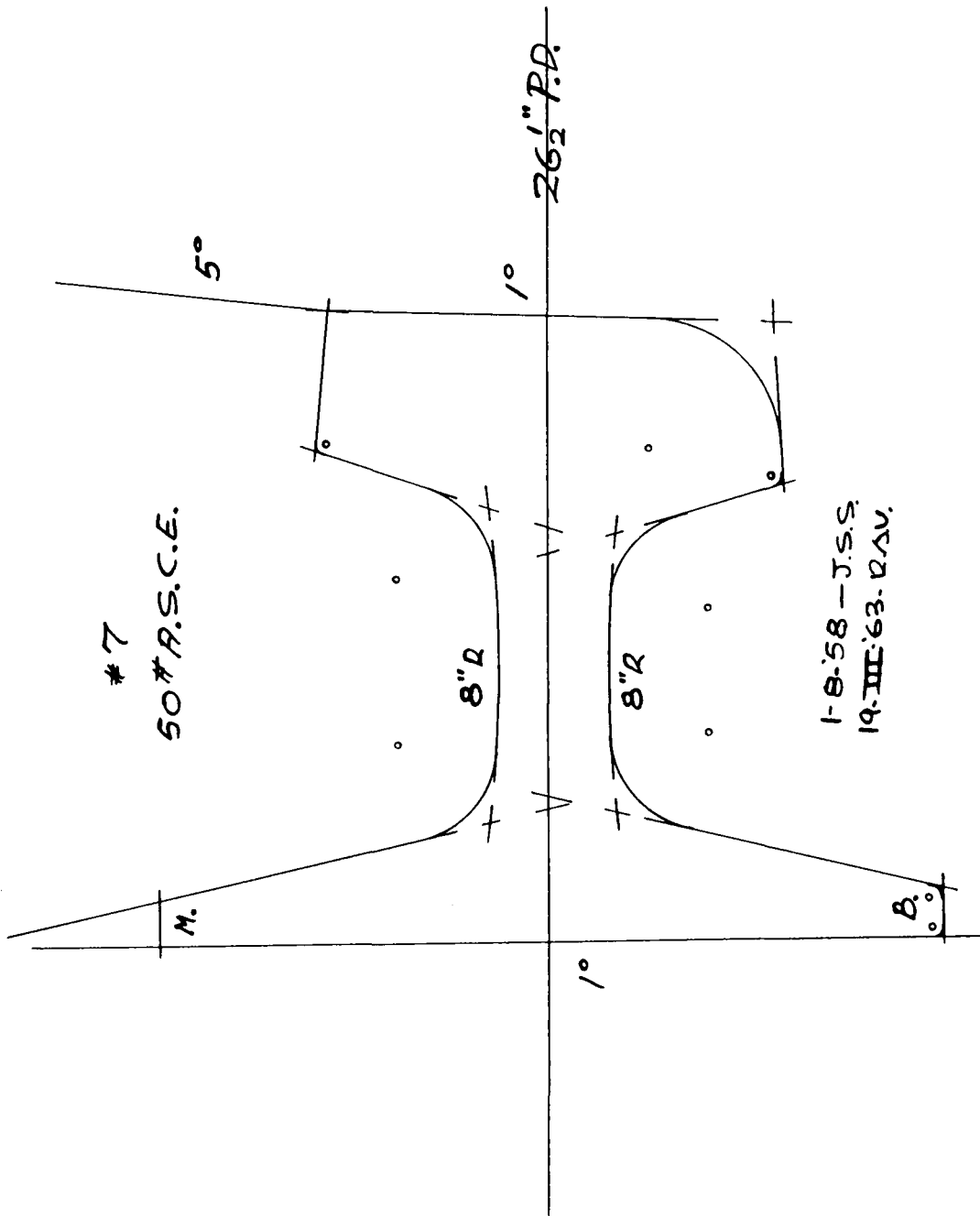


1-8-58 J.S.S.
18-III-63 D.S.V.

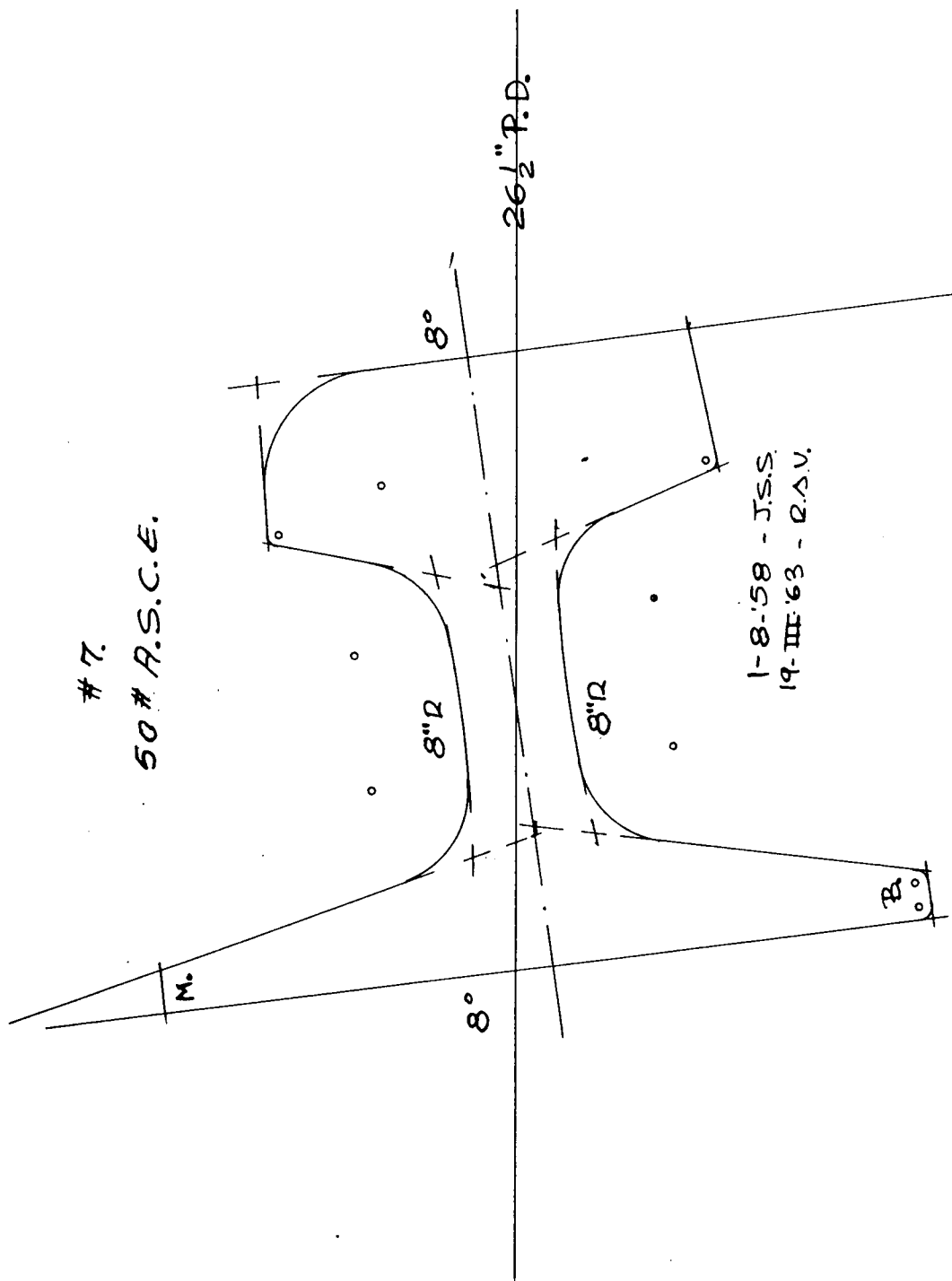


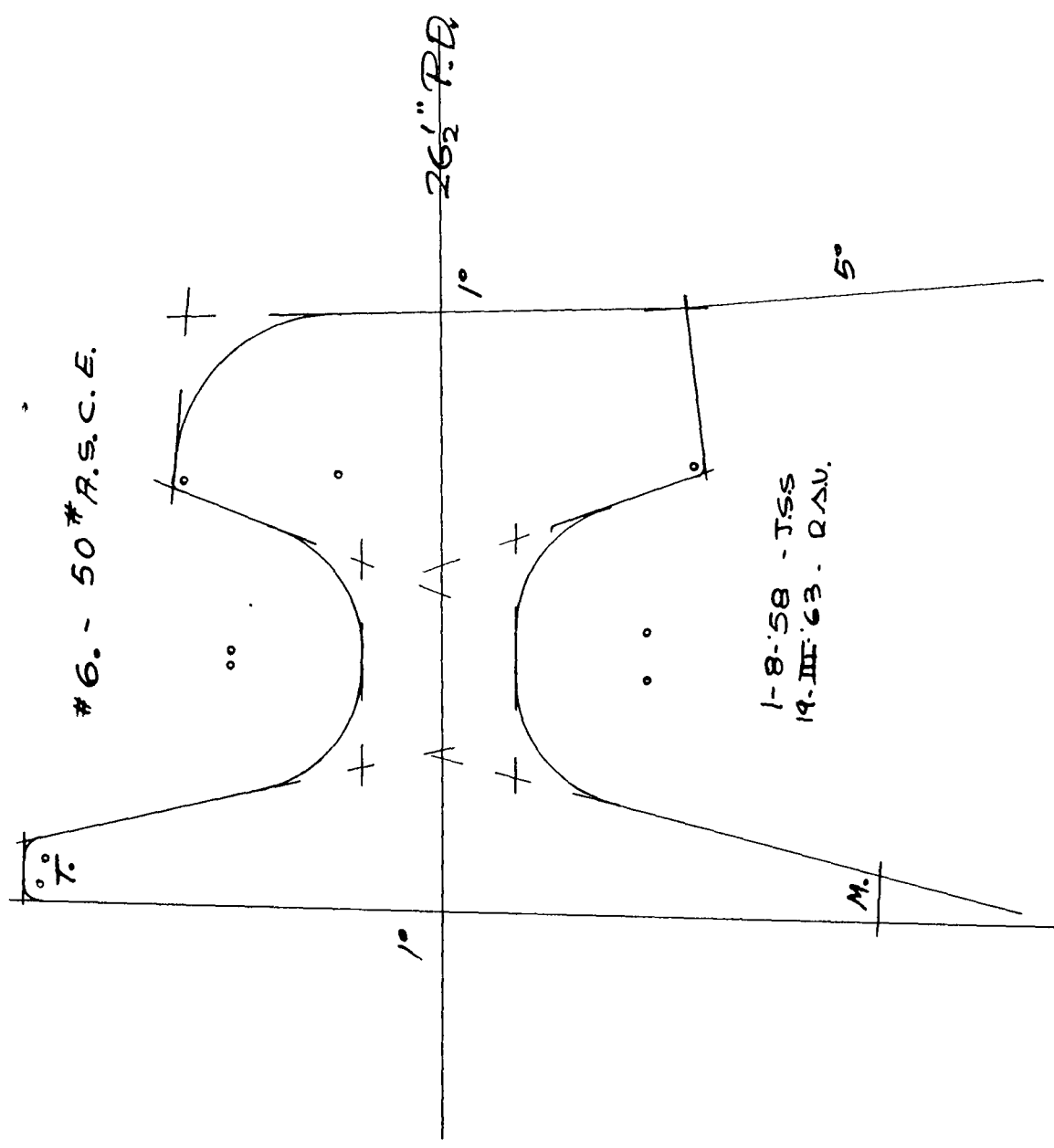
#8-LEADER
50#R.S.C.E.

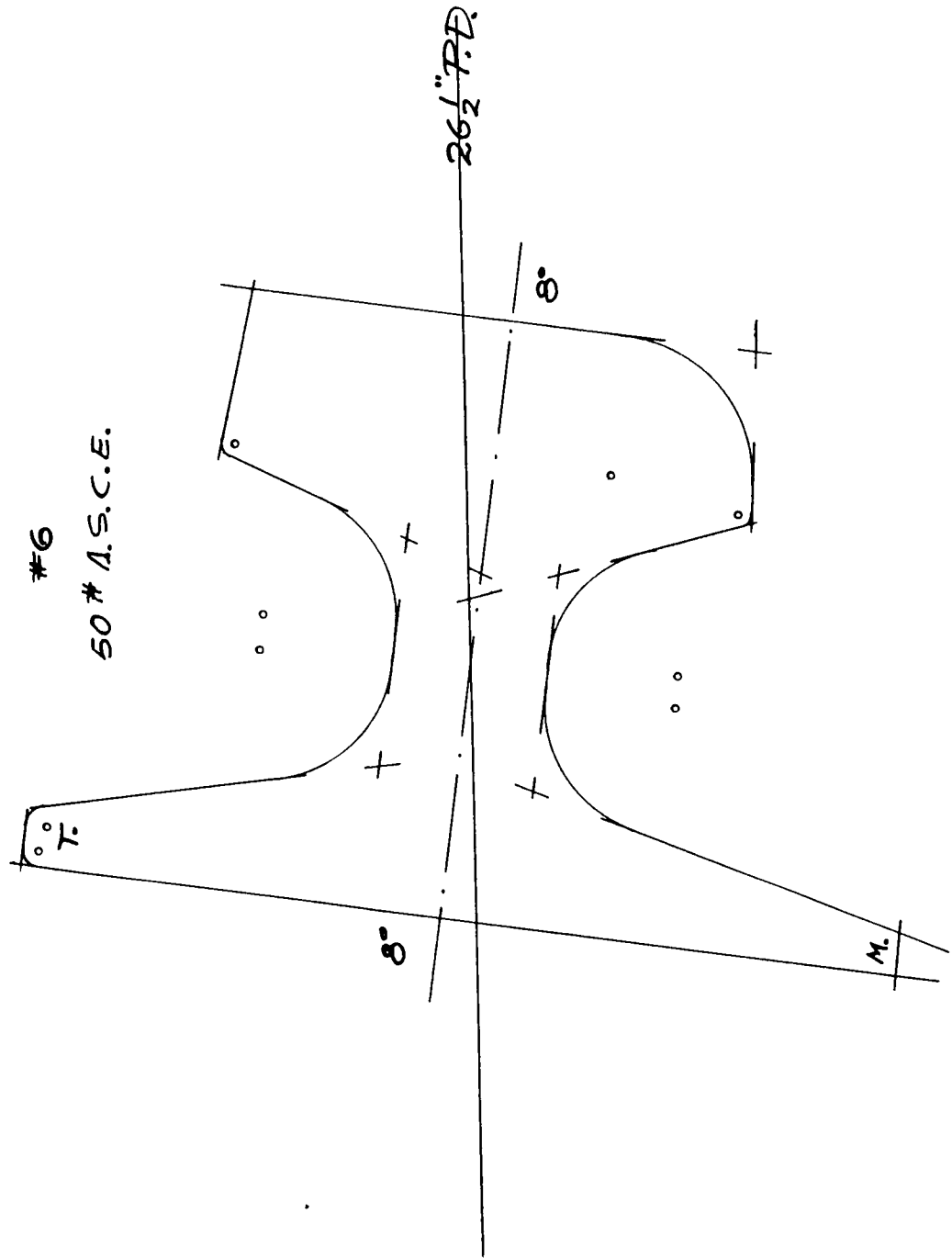
1-8-58-J.S.S.
19-III-63-R.S.V.



#7.
50# R.S.C.E.

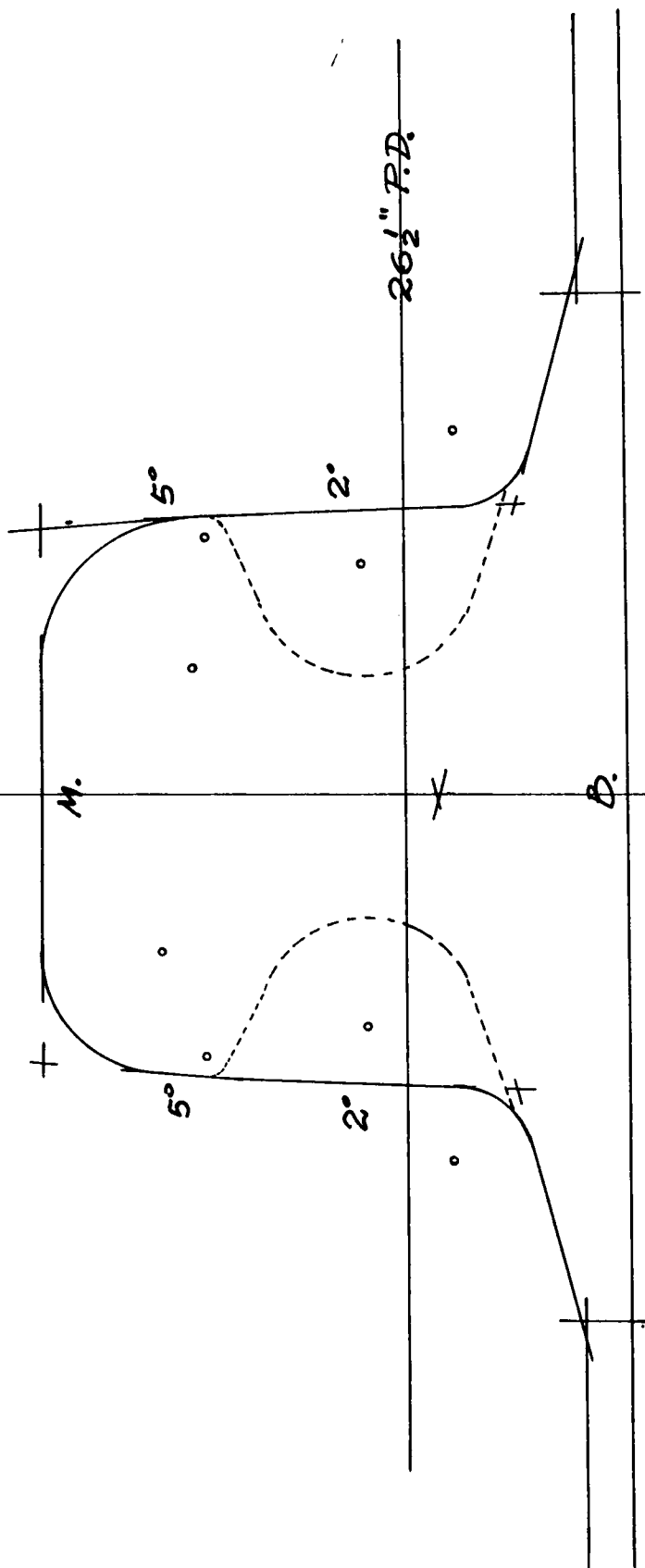






1-8-58-155.
19-III-63-R.S.V.

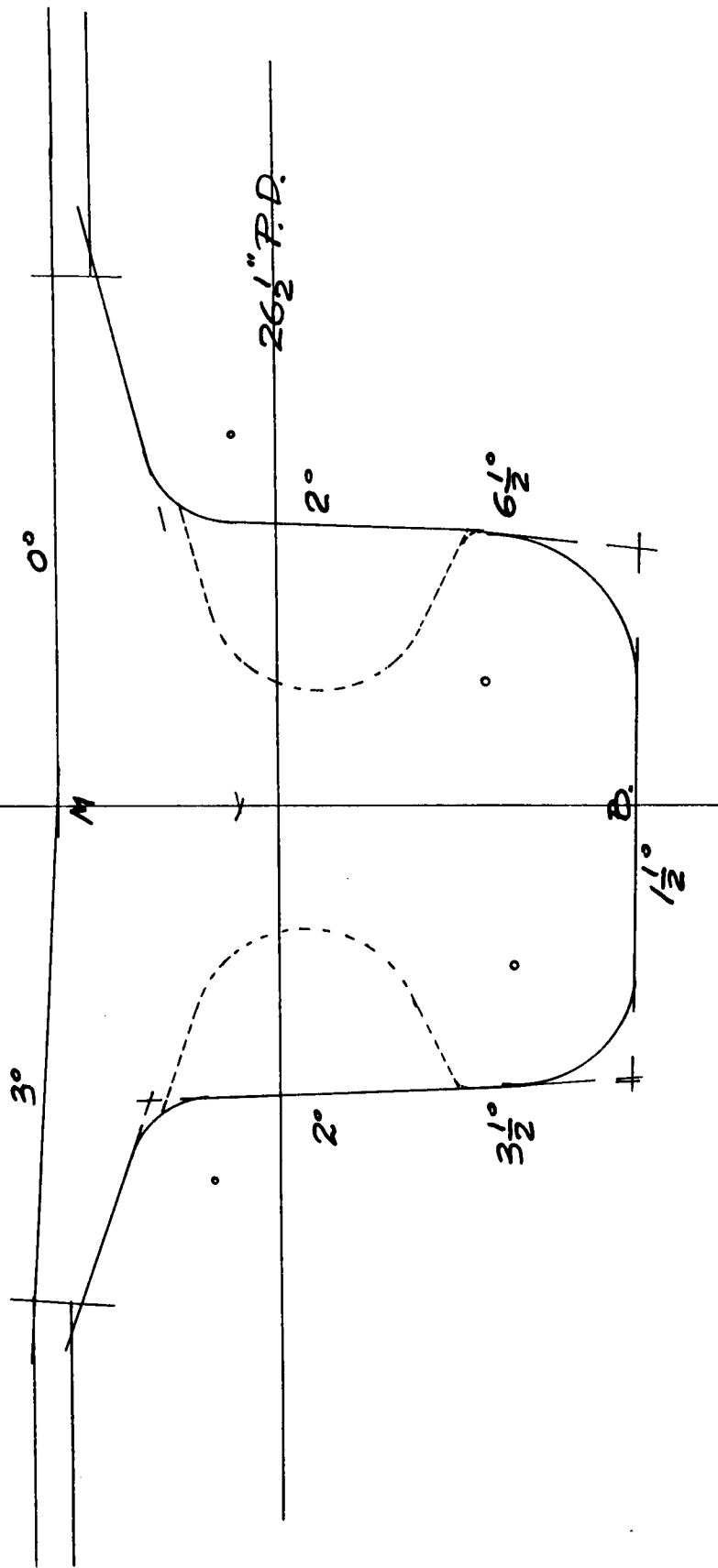
#5. - 50# R.S.C.E.



1-8-58-ISS.
19-III-63-DAS.V.

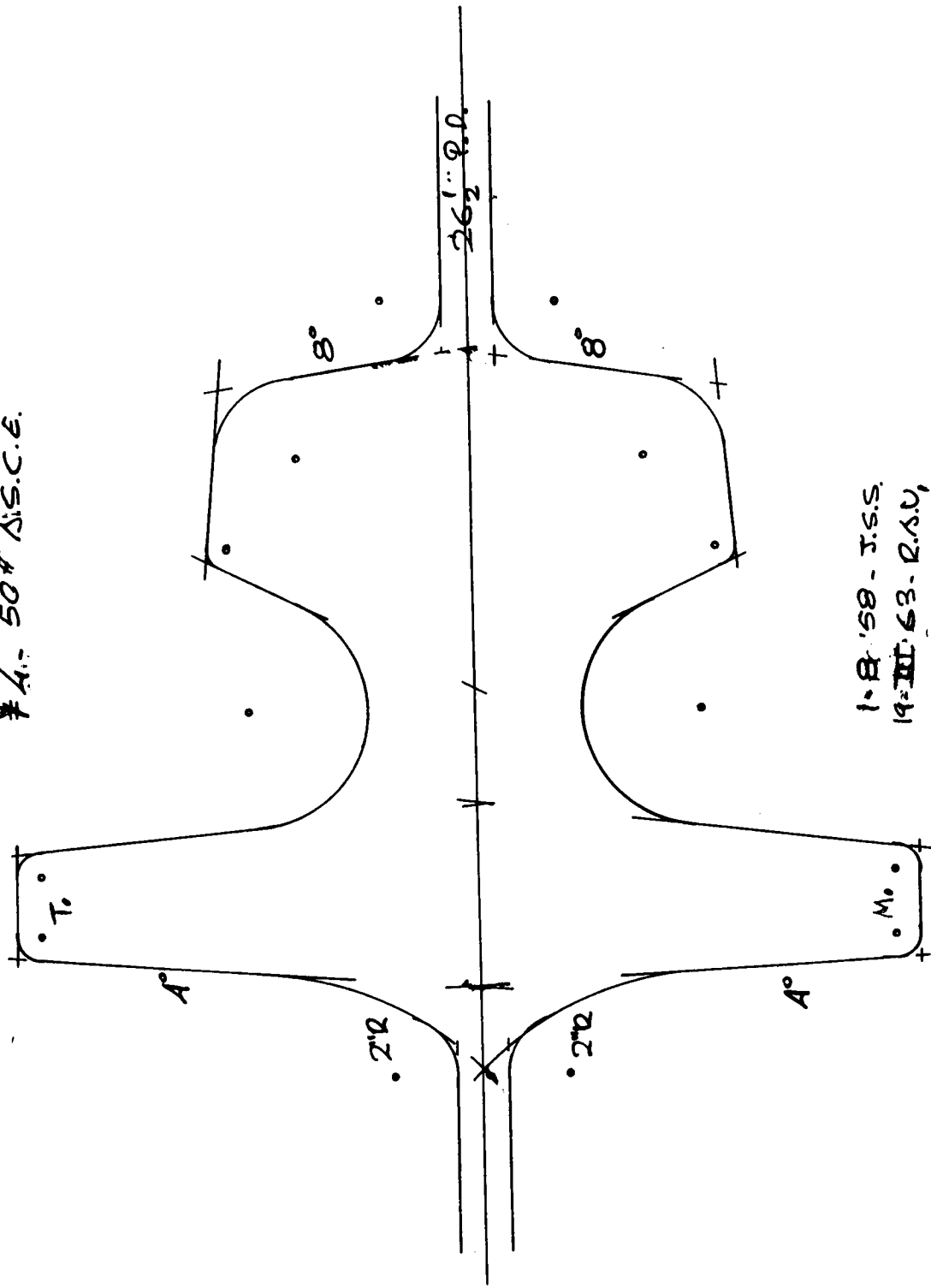
#5 - 50# R.S.C.E.

(DISGRAND)

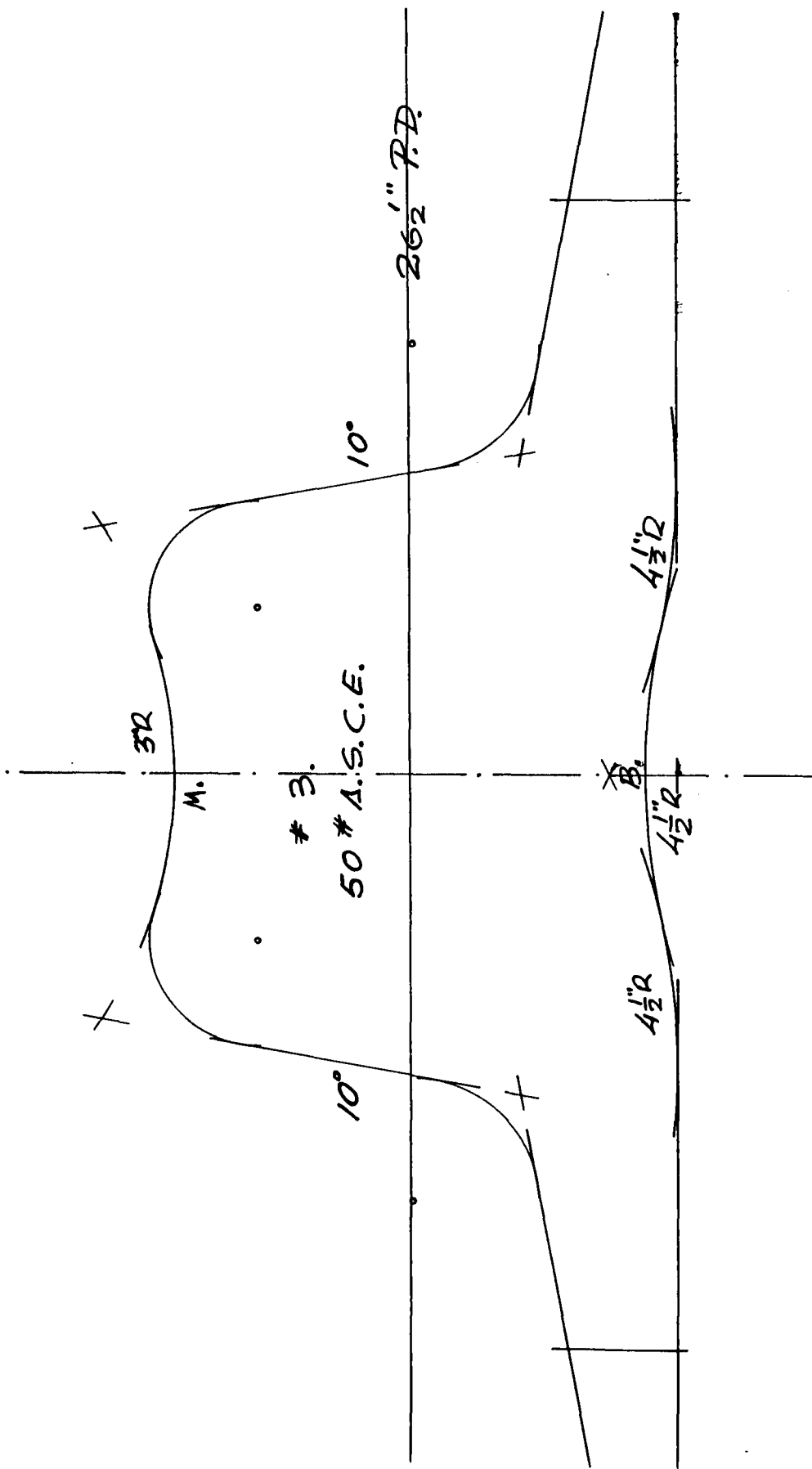


1-8-58 - J.S.S.
19-III-63 - Q.S.V.

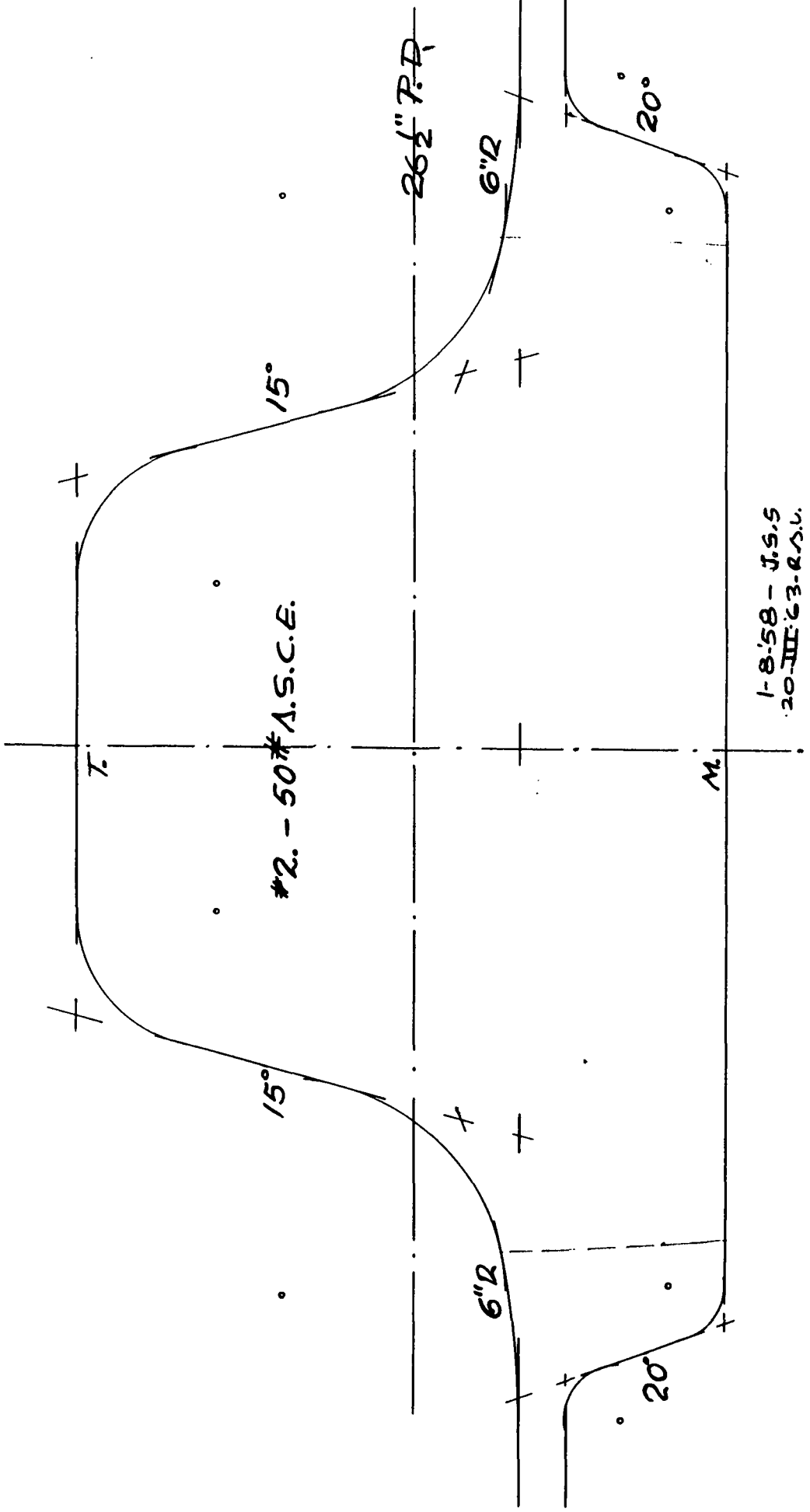
#4 - 50# A.S.C.E.



1. B. 58 - J.S.S.
19. III. 63 - R.S.V.



1-8-58 - J.S.S.
20-8-63 - Q.S.V.



#2. - 50* A.S.C.E.

26 1/2" P.D.

6"R

6"R

15°

15°

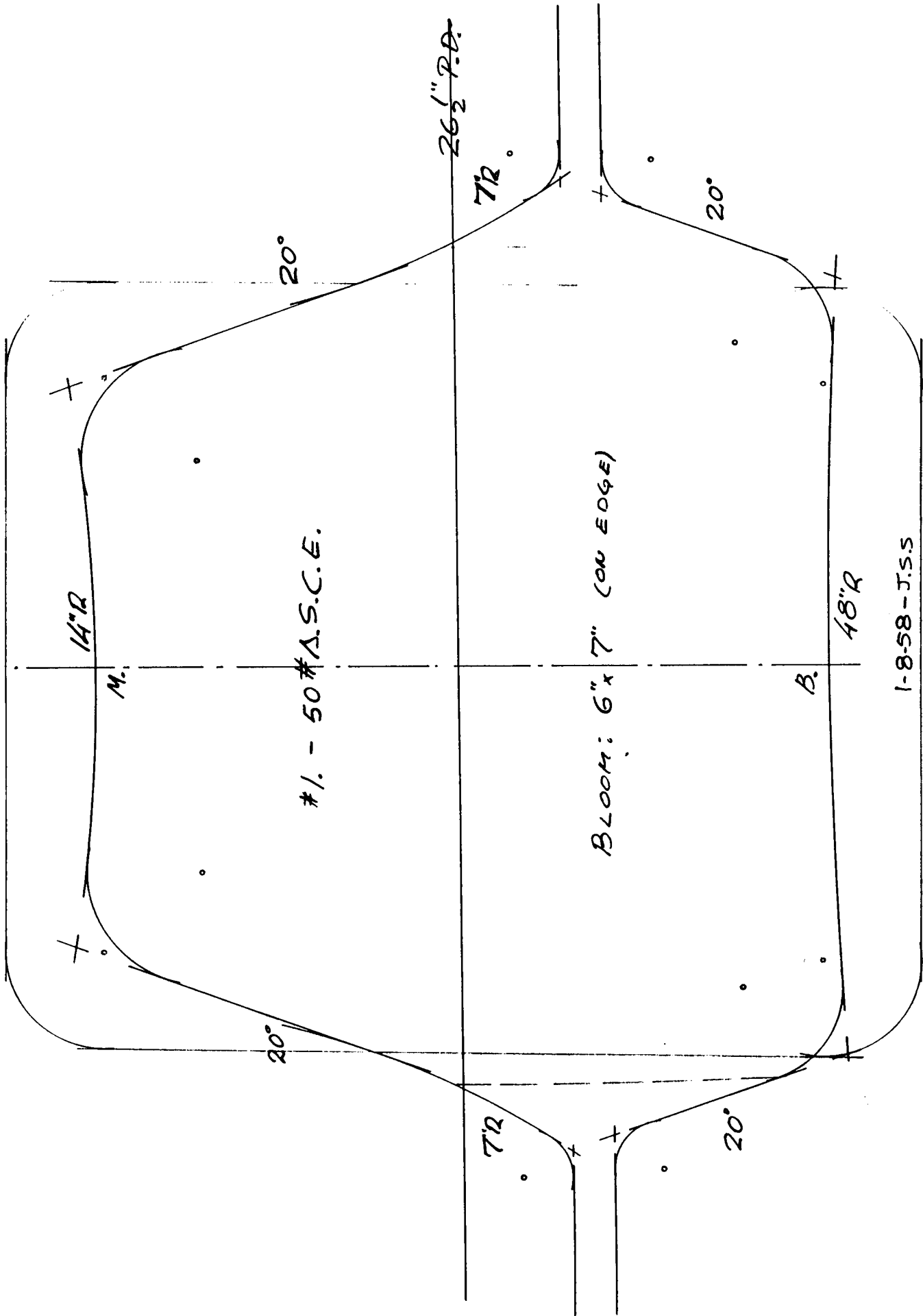
20°

20°

T.

M.

1-8-58 - J.S.S.
20-III-63-R.S.V.

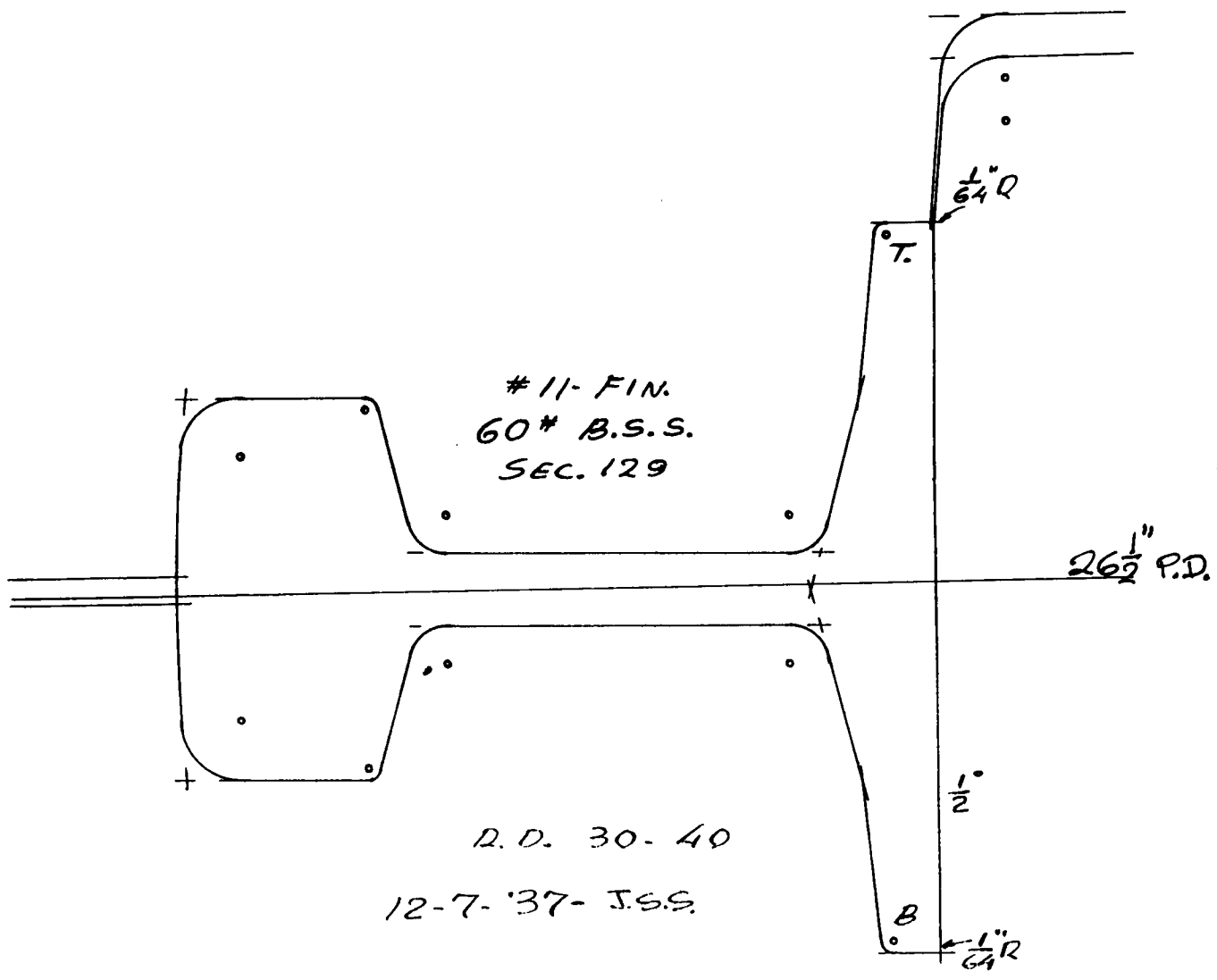


1-8-58-J.S.S

20-III-63-R.A.V.

Ejemplo de calibrado 2.2.2

Riel de 60 lb/yd (29,8 kg/m) BSS (129)



D.S.V.
15-III-'63

#10-LEADER
60* B.S.S.
SEC. 129.

4°

21"
46A

26 1/2" P.D.

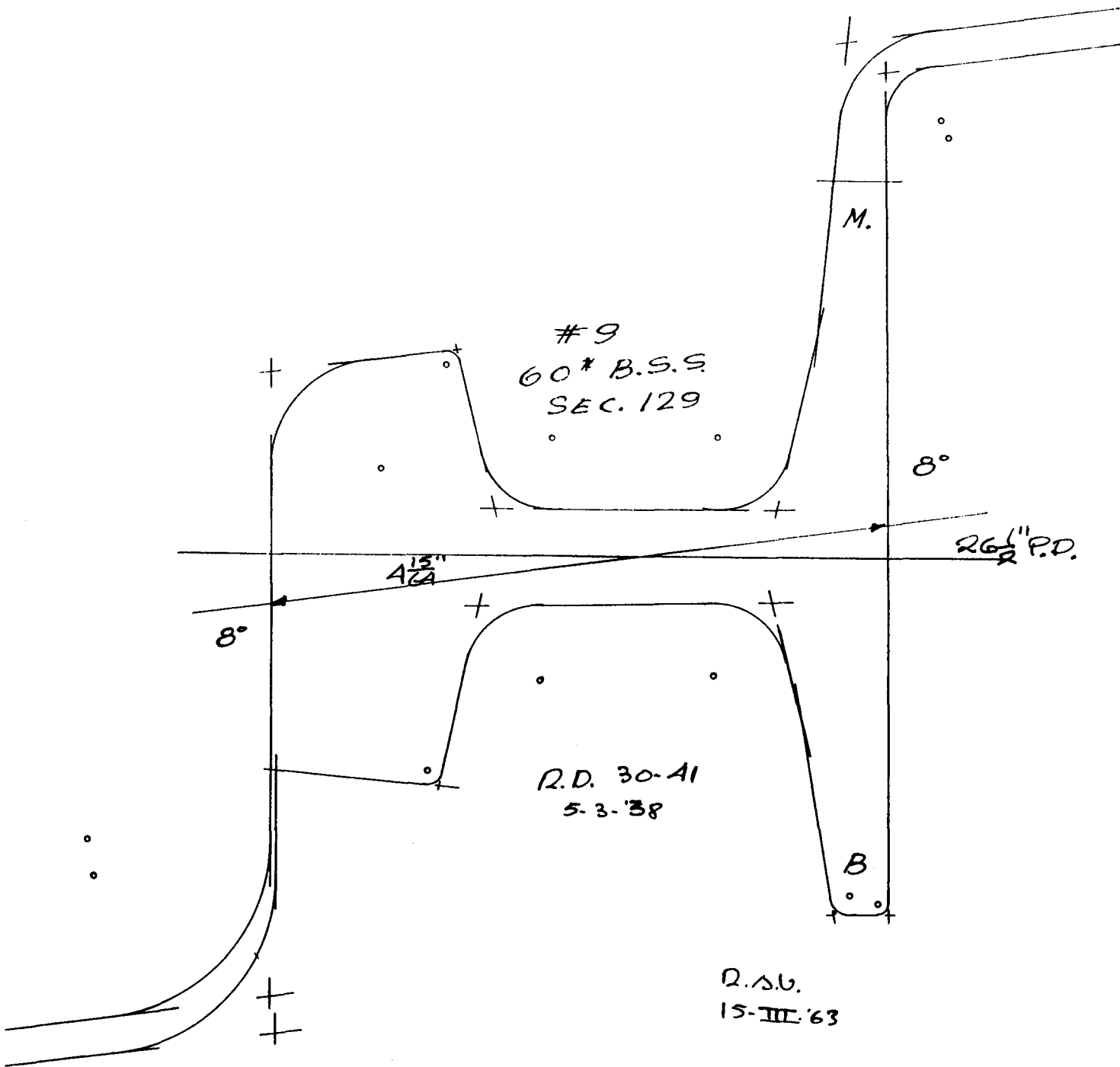
4°

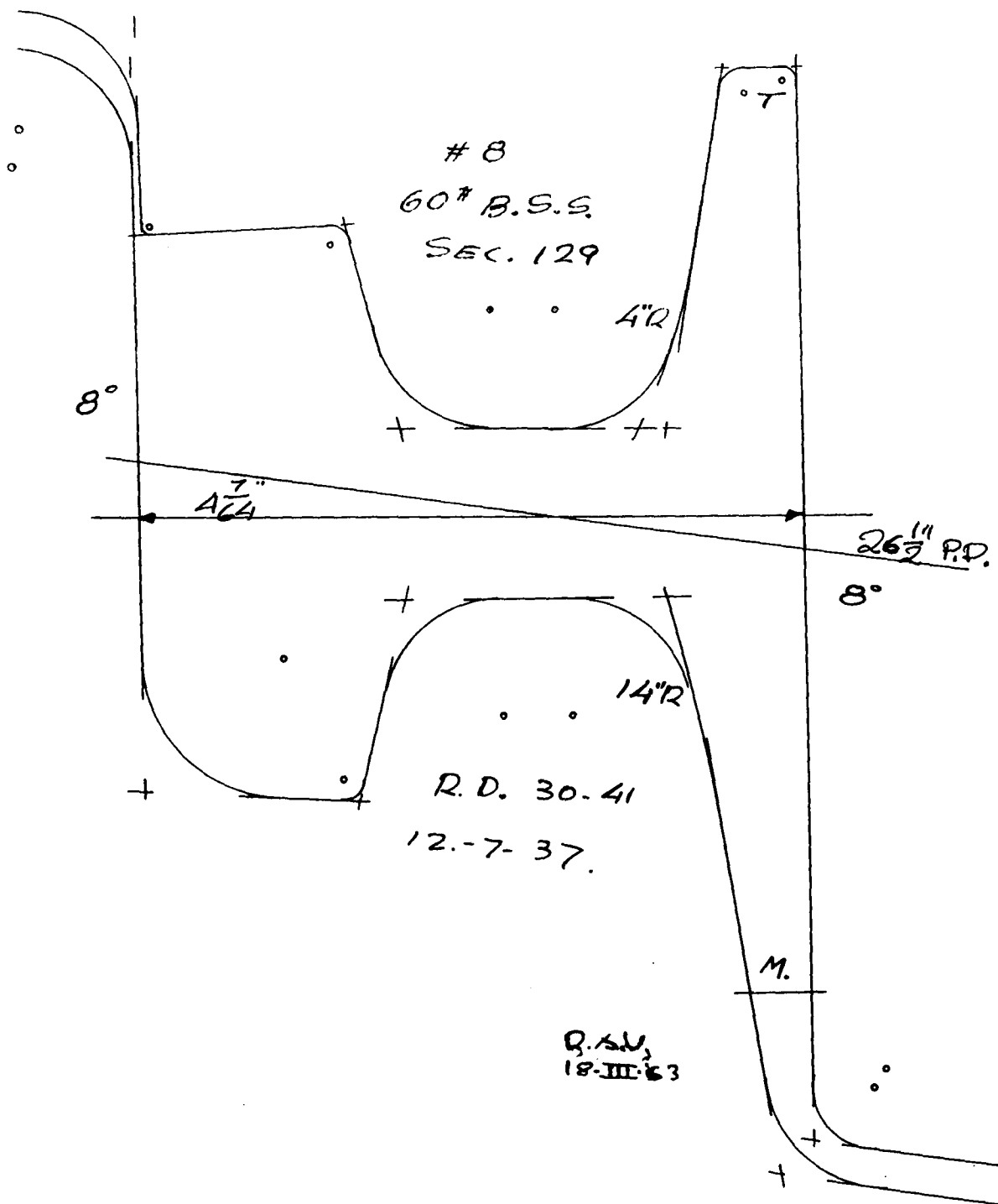
R.D. 30-41

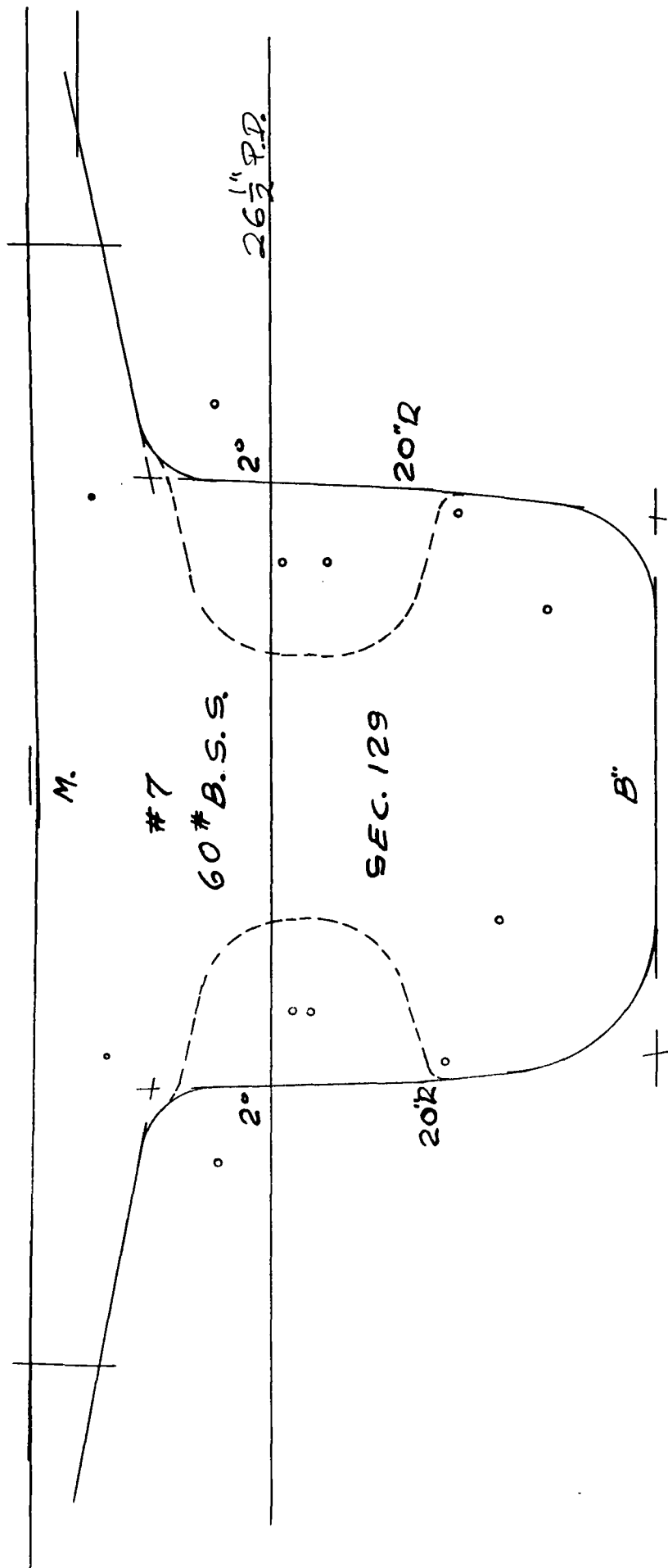
5-3-38

M.

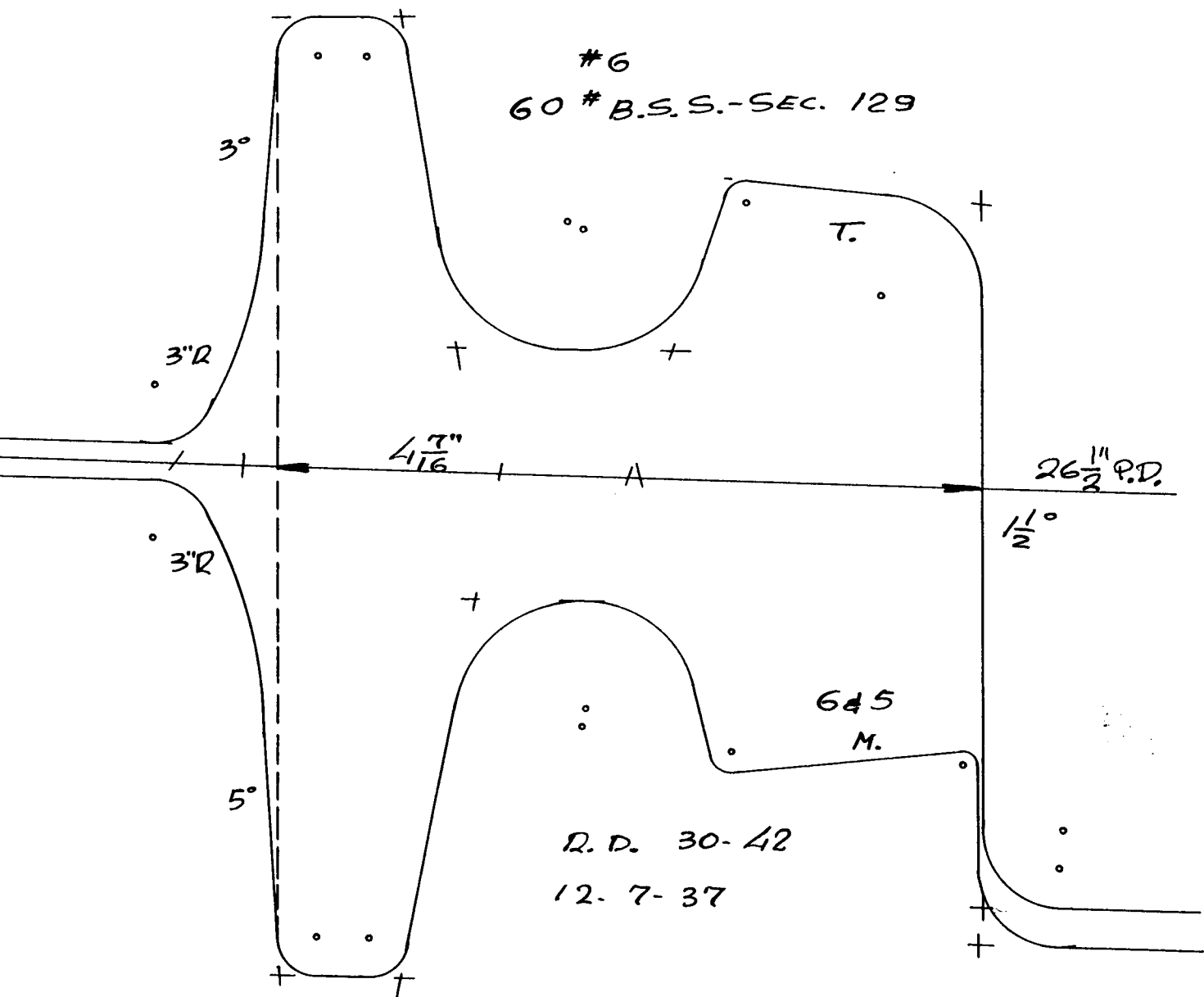
R.S.V.
15-III-63



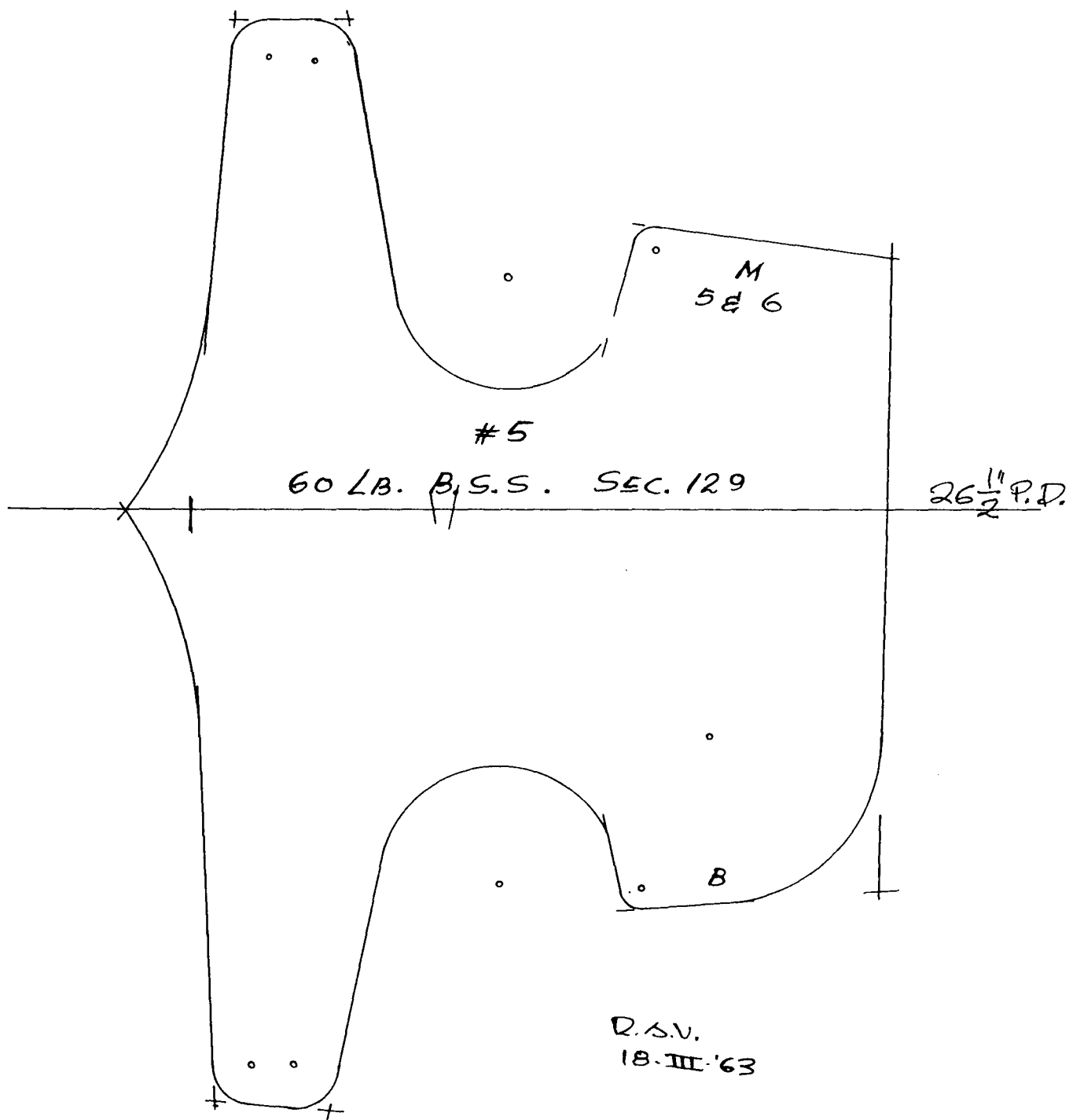




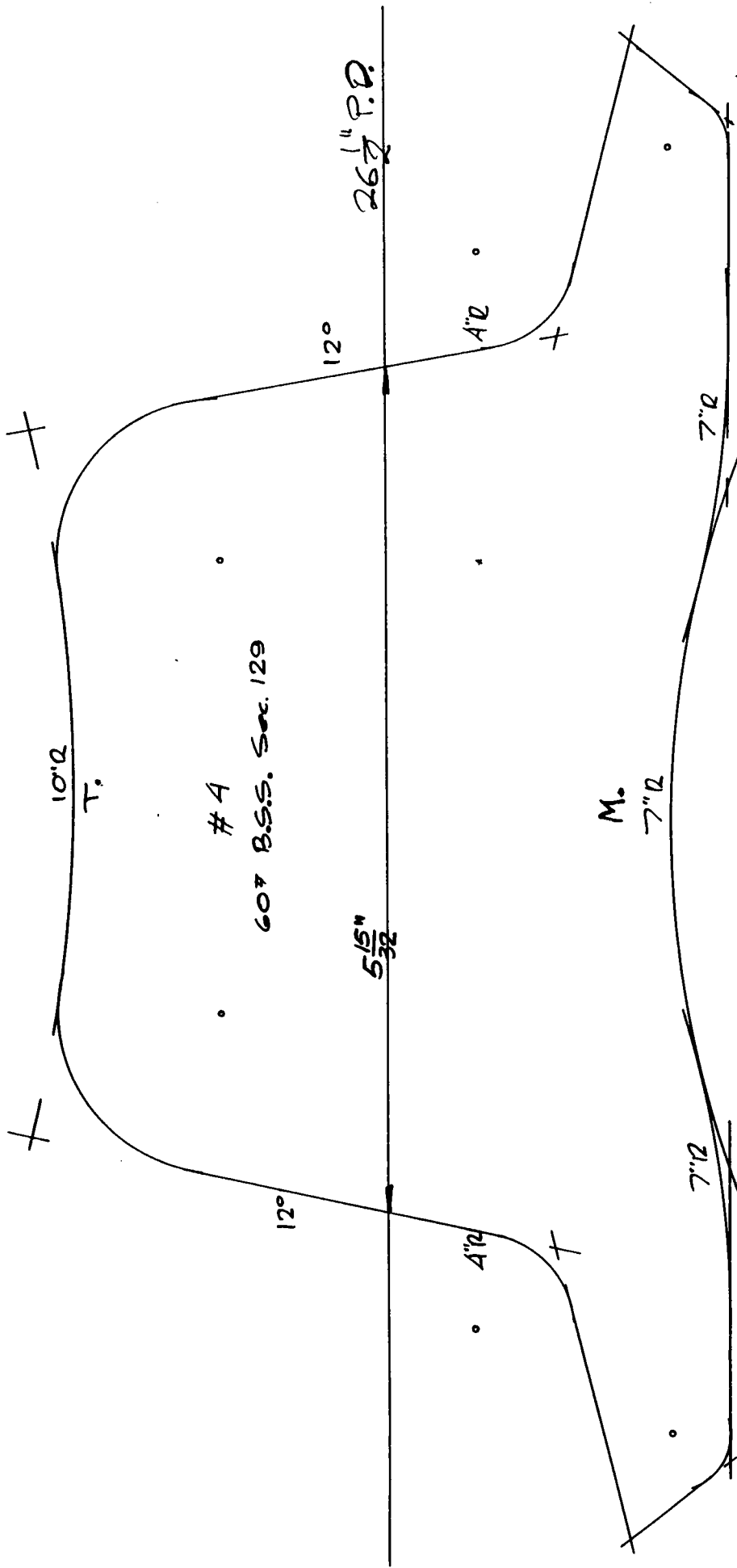
R.D. 30-41
12-7-37



R.S.V.
18-III-63

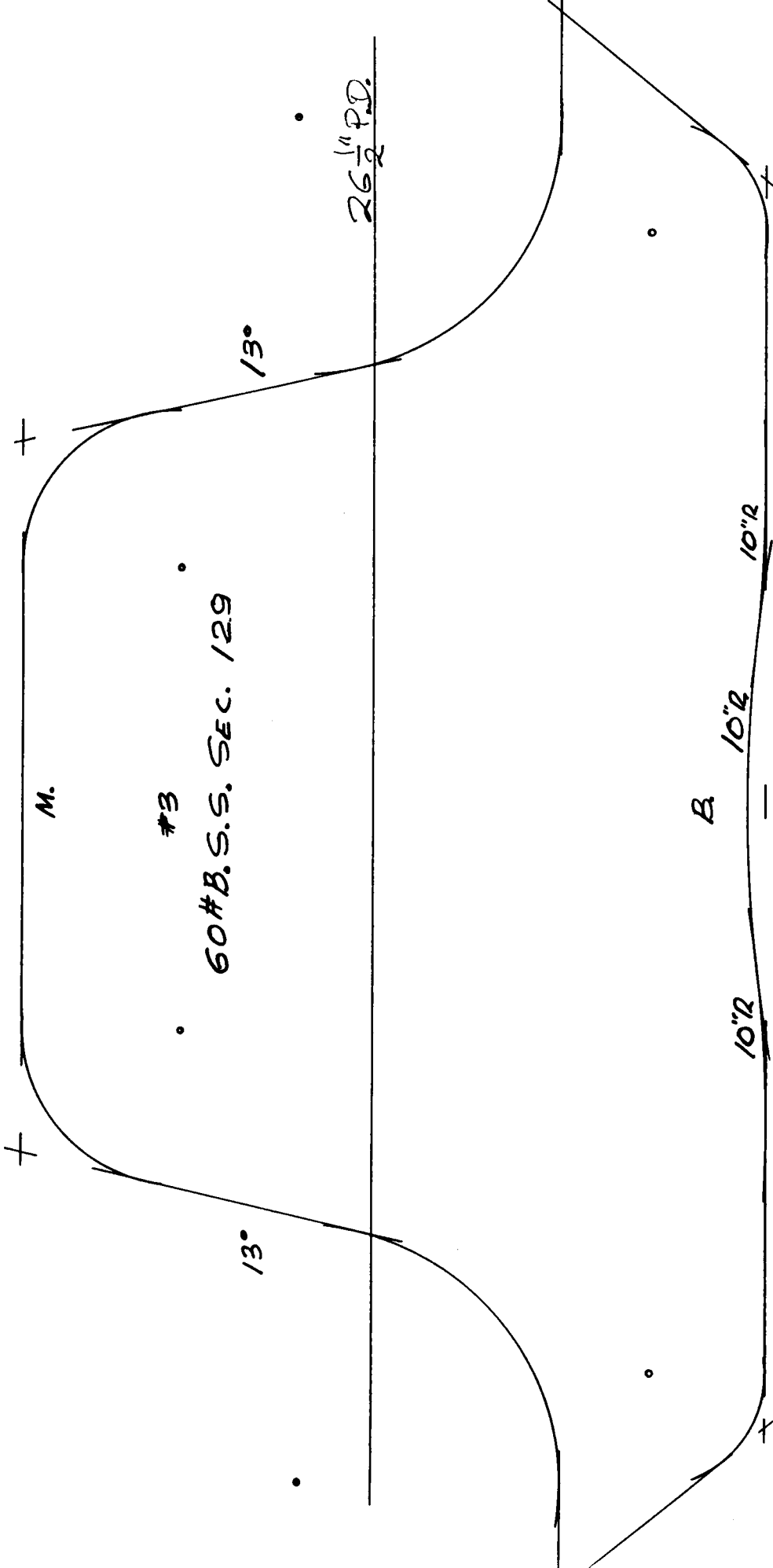


D.S.V.
18.III.'63



D. D. 30-42
12-7-37

D.S.V.
18-III-63



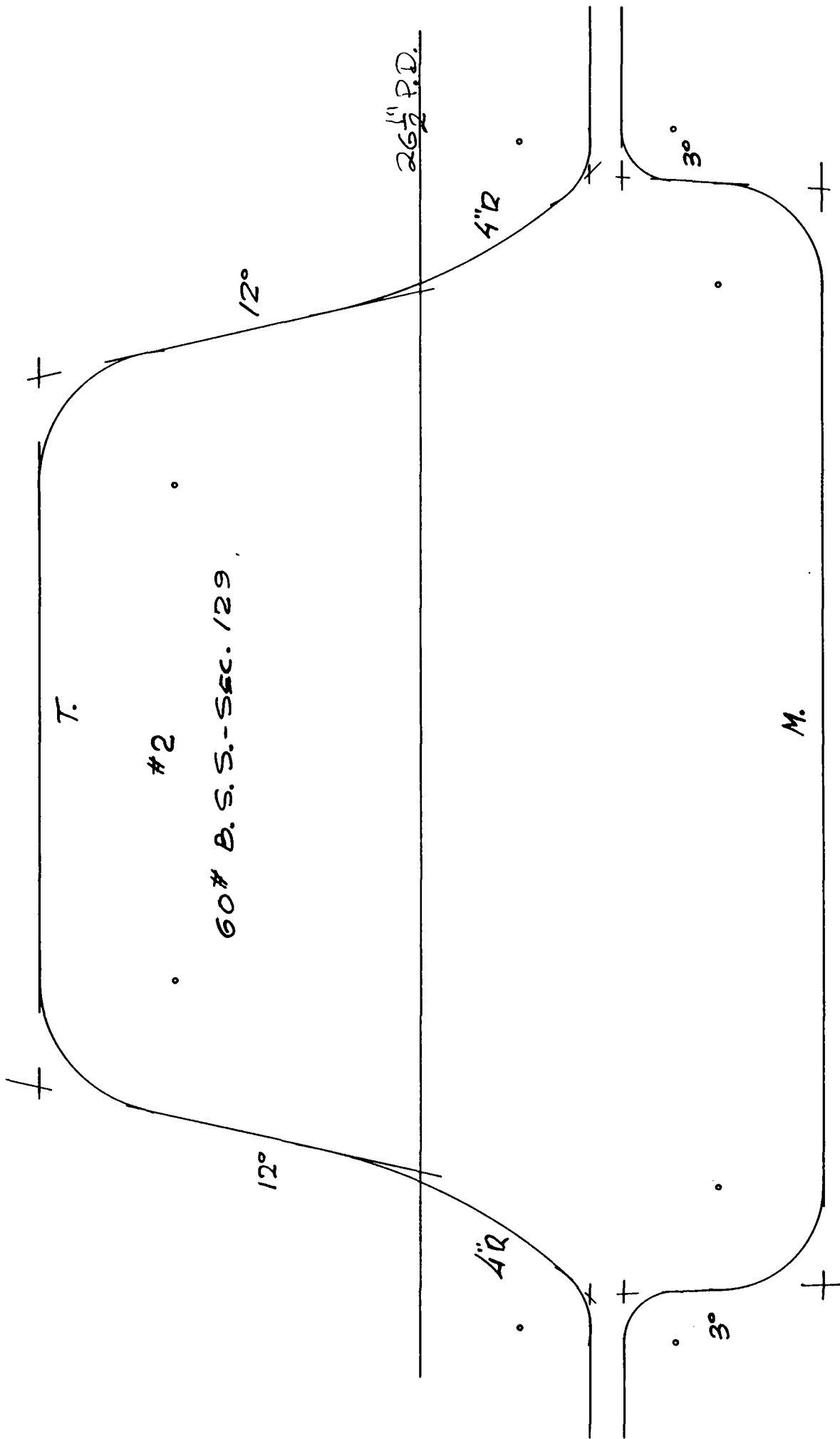
#3
60#B.S.S. SEC. 129

B 10"R 10"R 10"R

R.D. 30-42

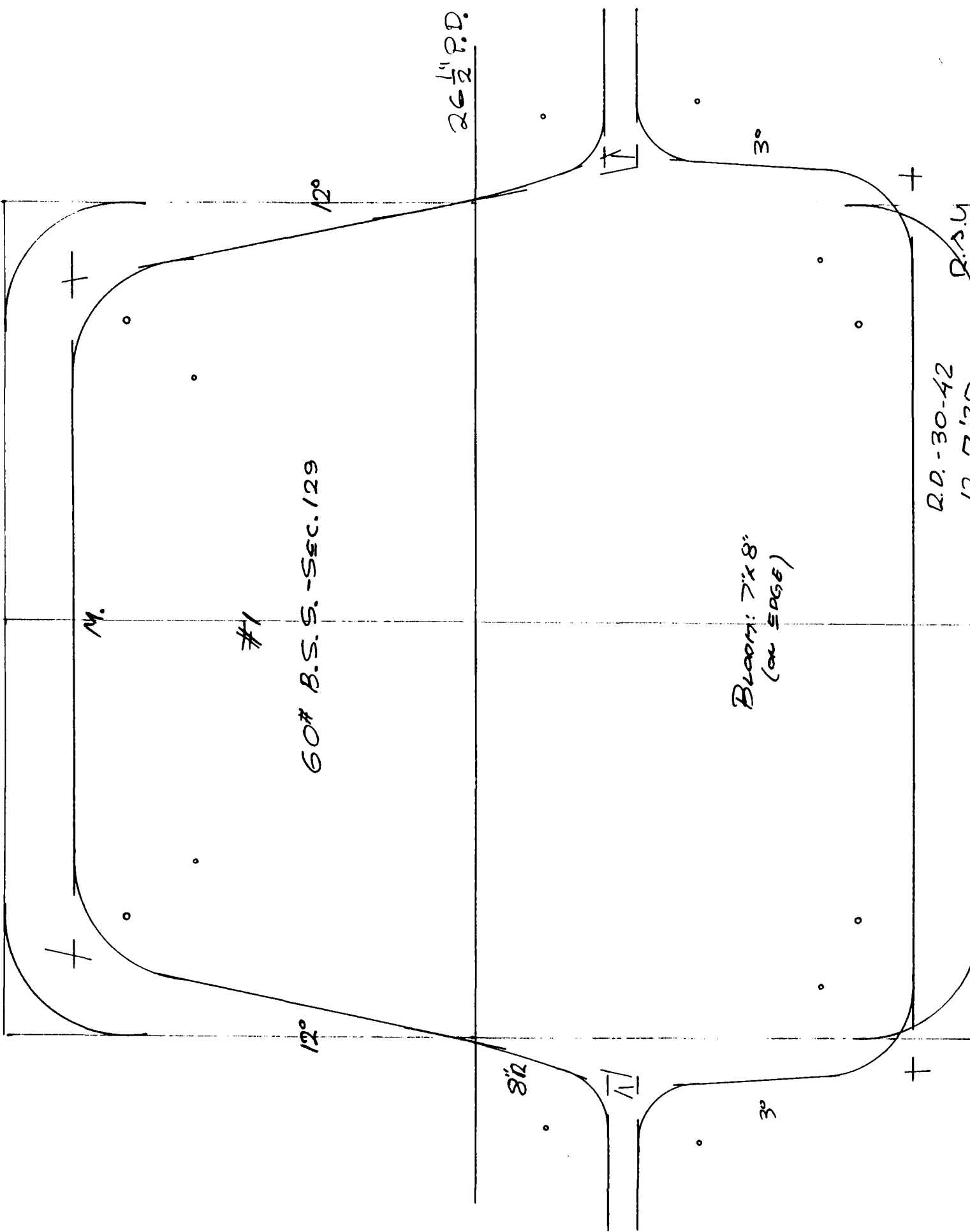
12.7.37

R.S.V.
18-III-63



R.D. - 30-42
12-7-37

R.S.V.
18-III-63



60# B.S.S. - SEC. 129

#1

Bloom: 7'x8"
(on edge)

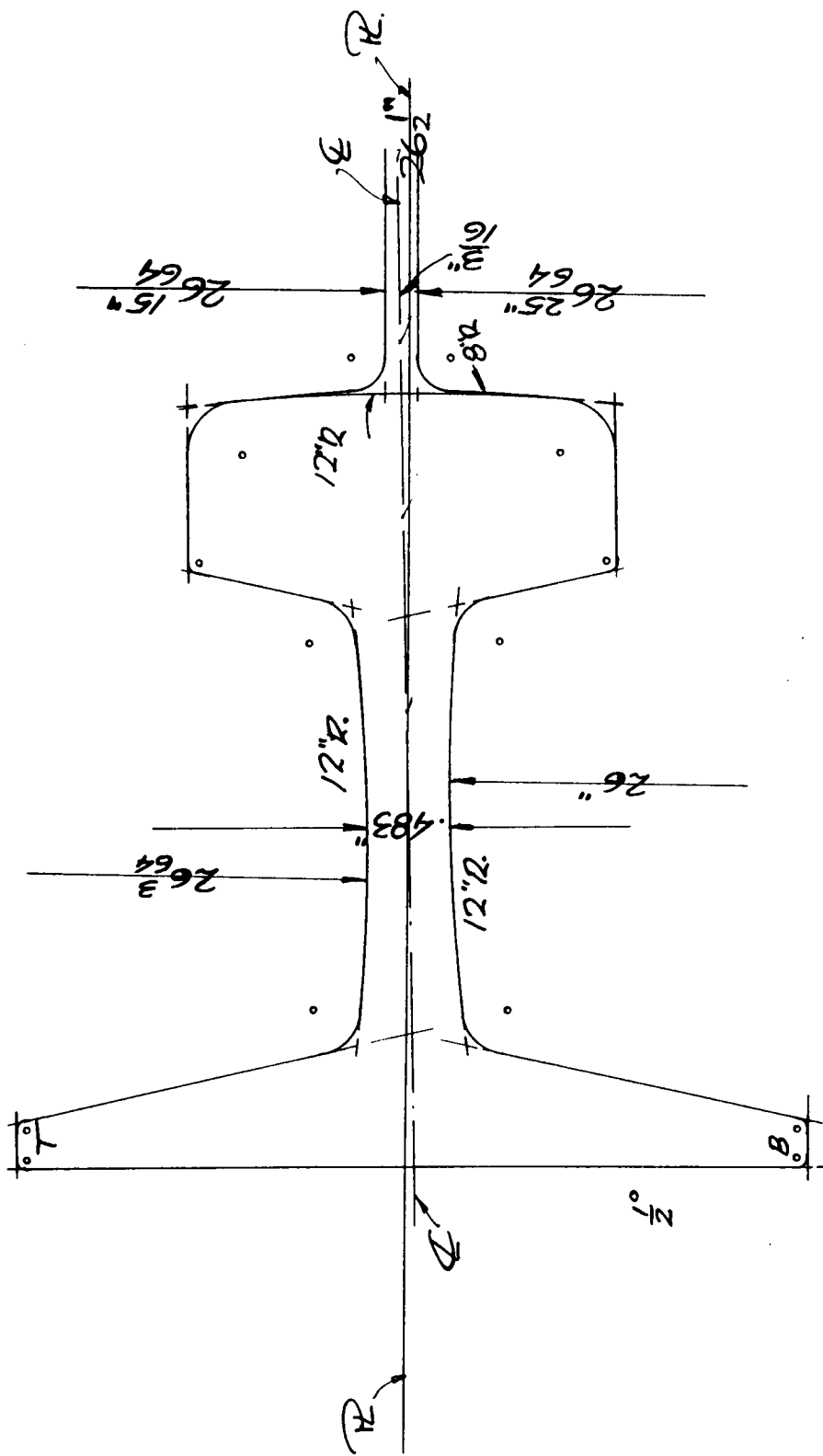
R.D. - 30-42
12-7-37

R.S.U.

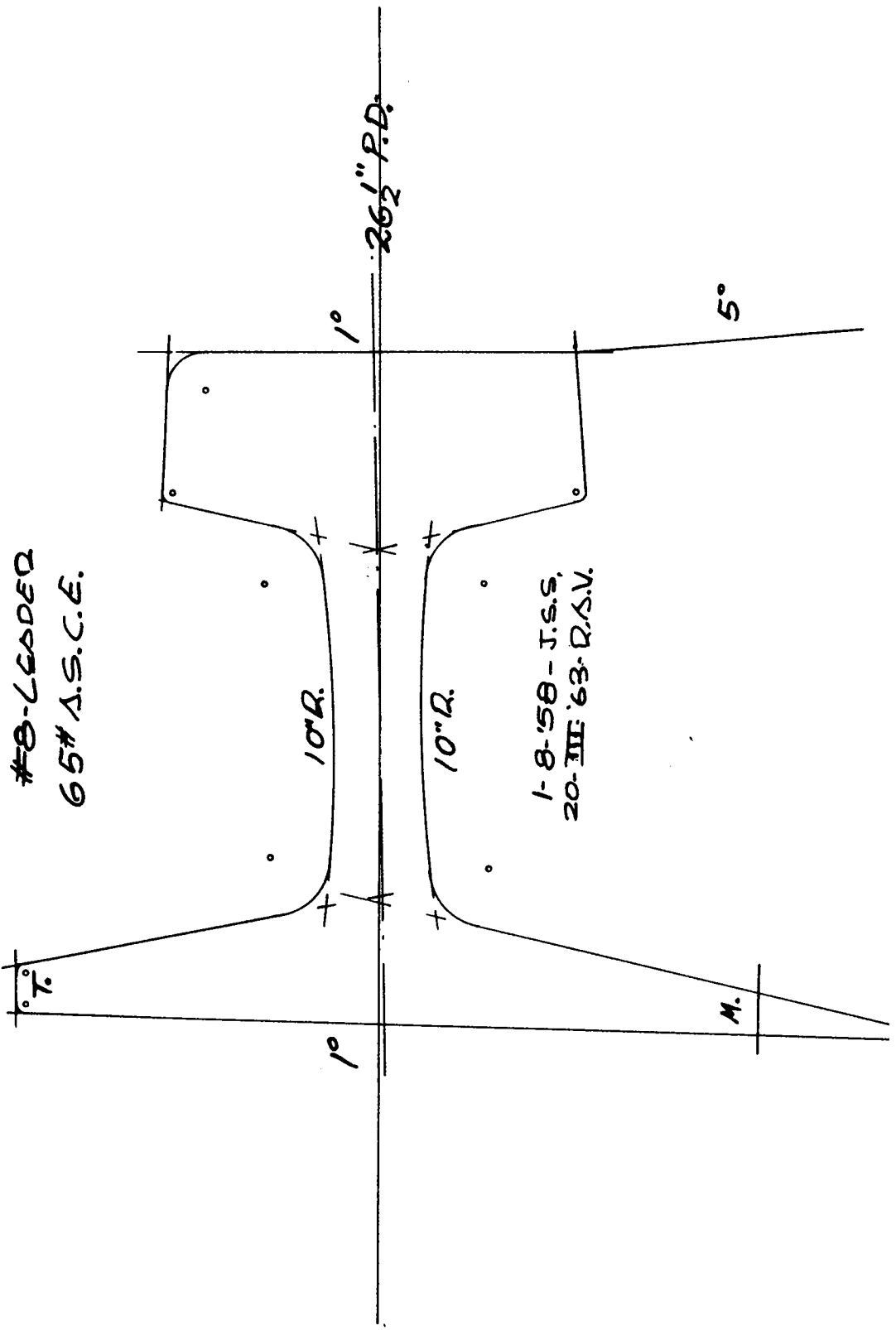
Ejemplo de calibrado 2.2.3

Riel de 65 lb/yd (32,3 kg/m) ASCE

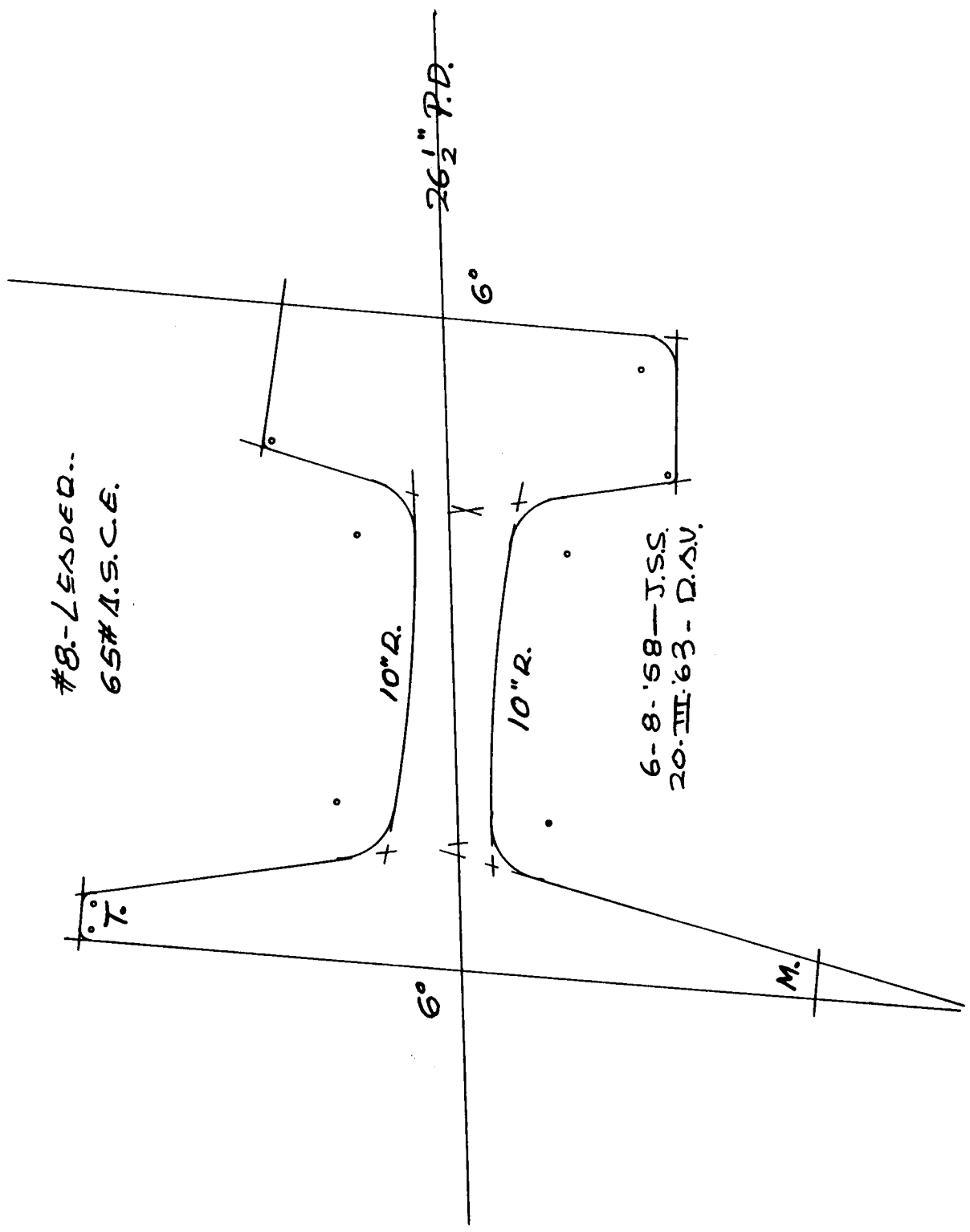
#9 - FINISHER.
65# A.S.C.E.



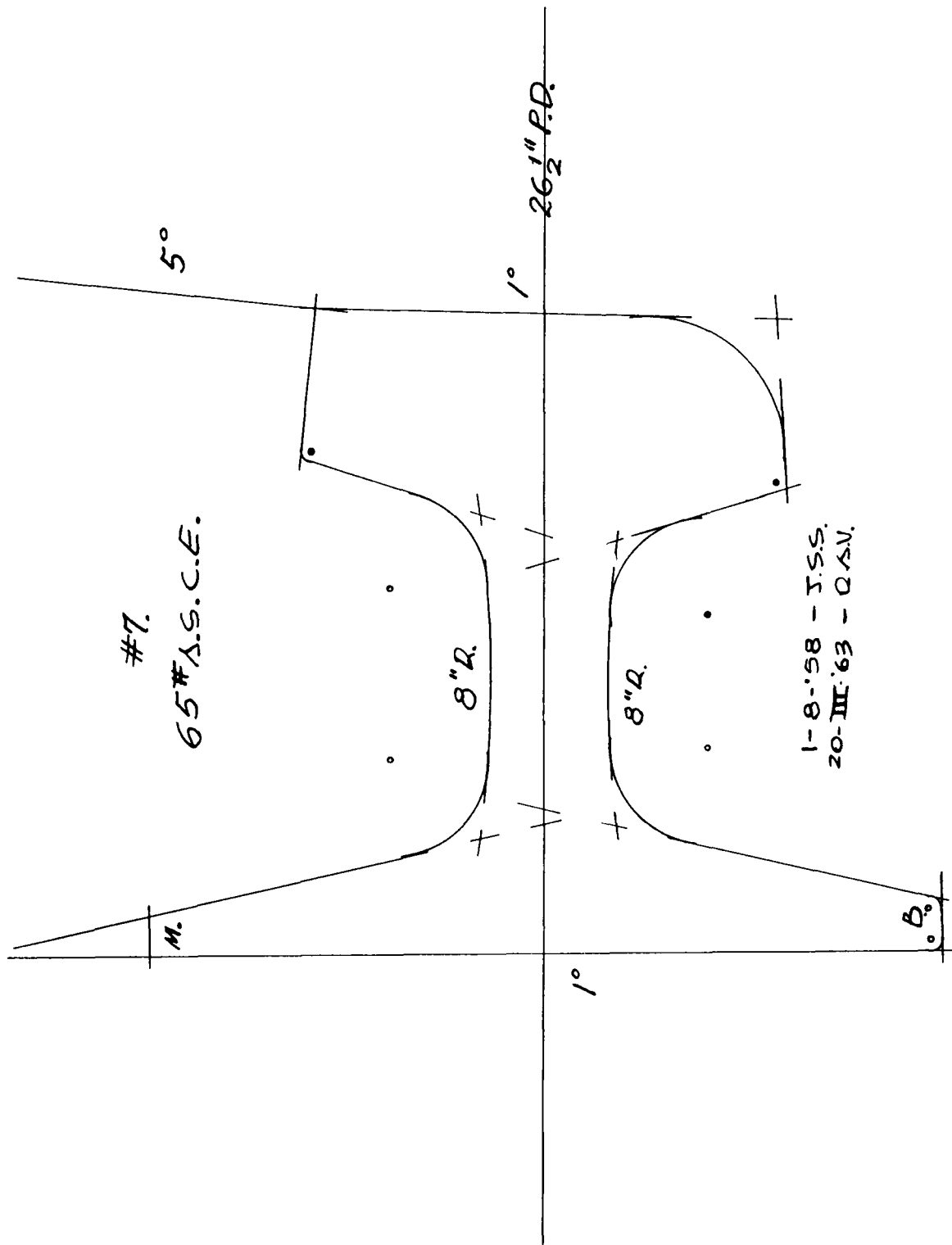
1-8-58 - J.S.S.
20-III '63 - Q.S.V.

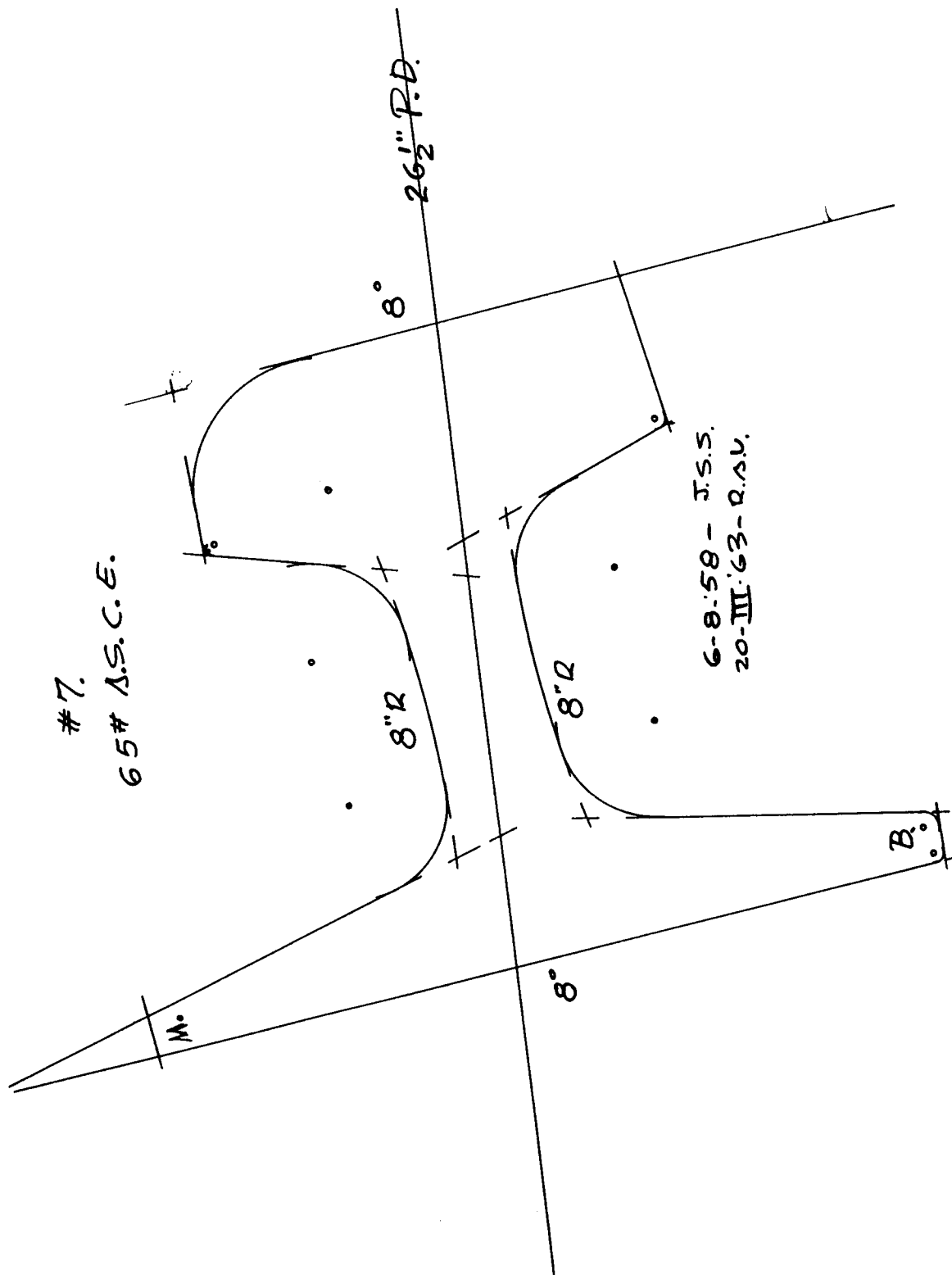


#8-LEADED...
65# A.S.C.E.



6-8-'58-J.S.S.
20-III-'63-D.S.V.



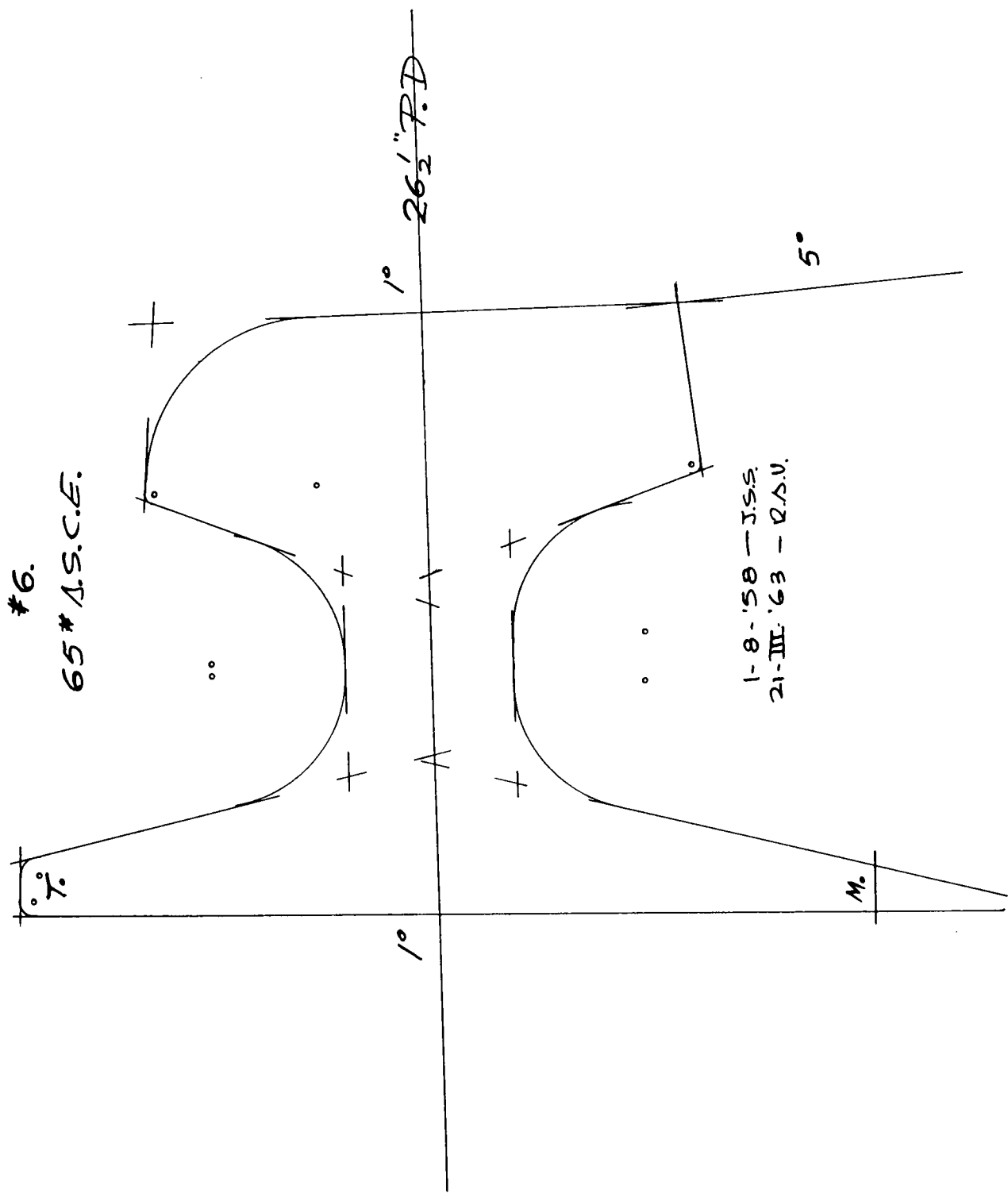


#7.
65# A.S.C.E.

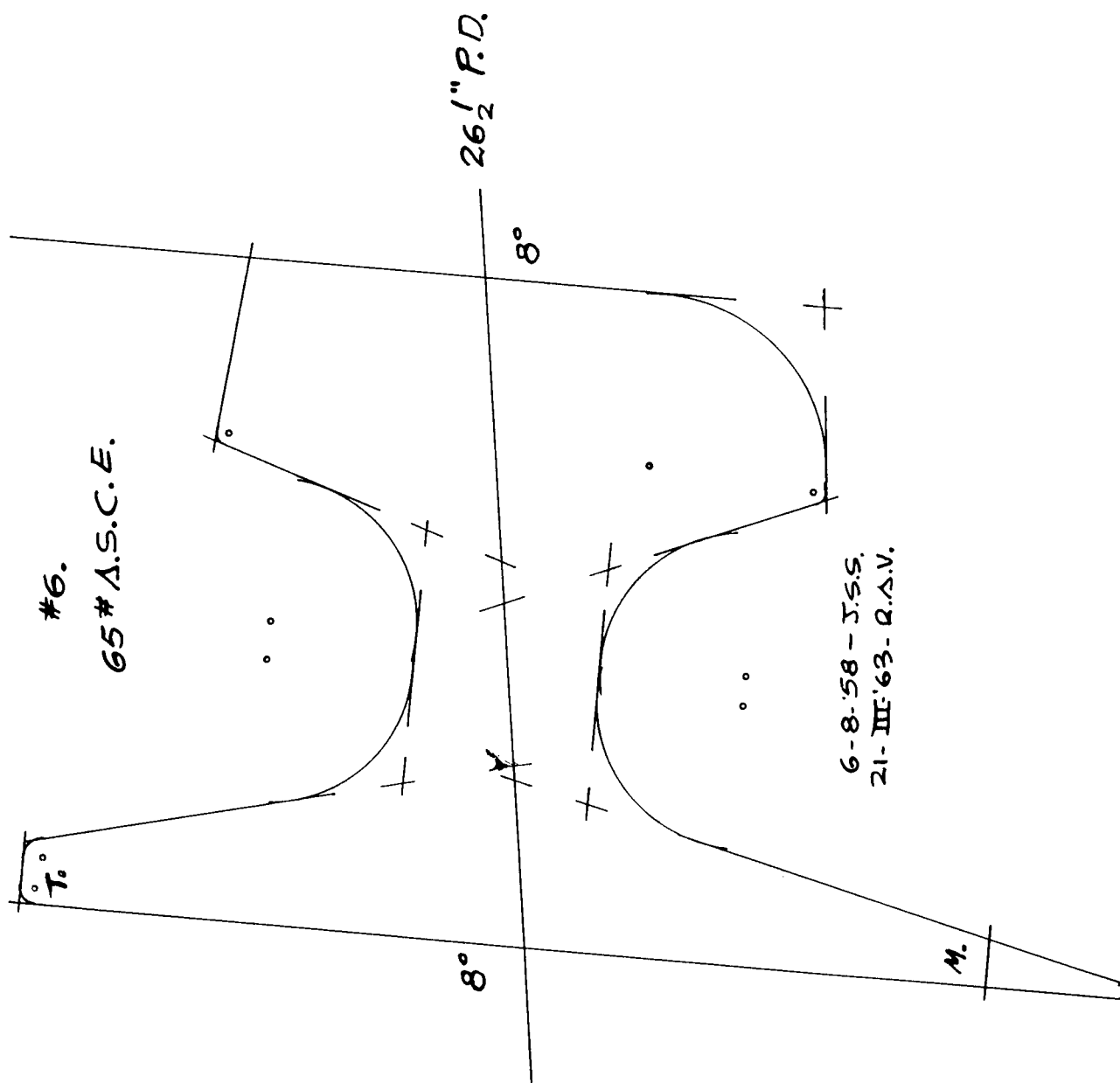
6-8-58 - J.S.S.
20-III-63 - R.S.V.

#6.

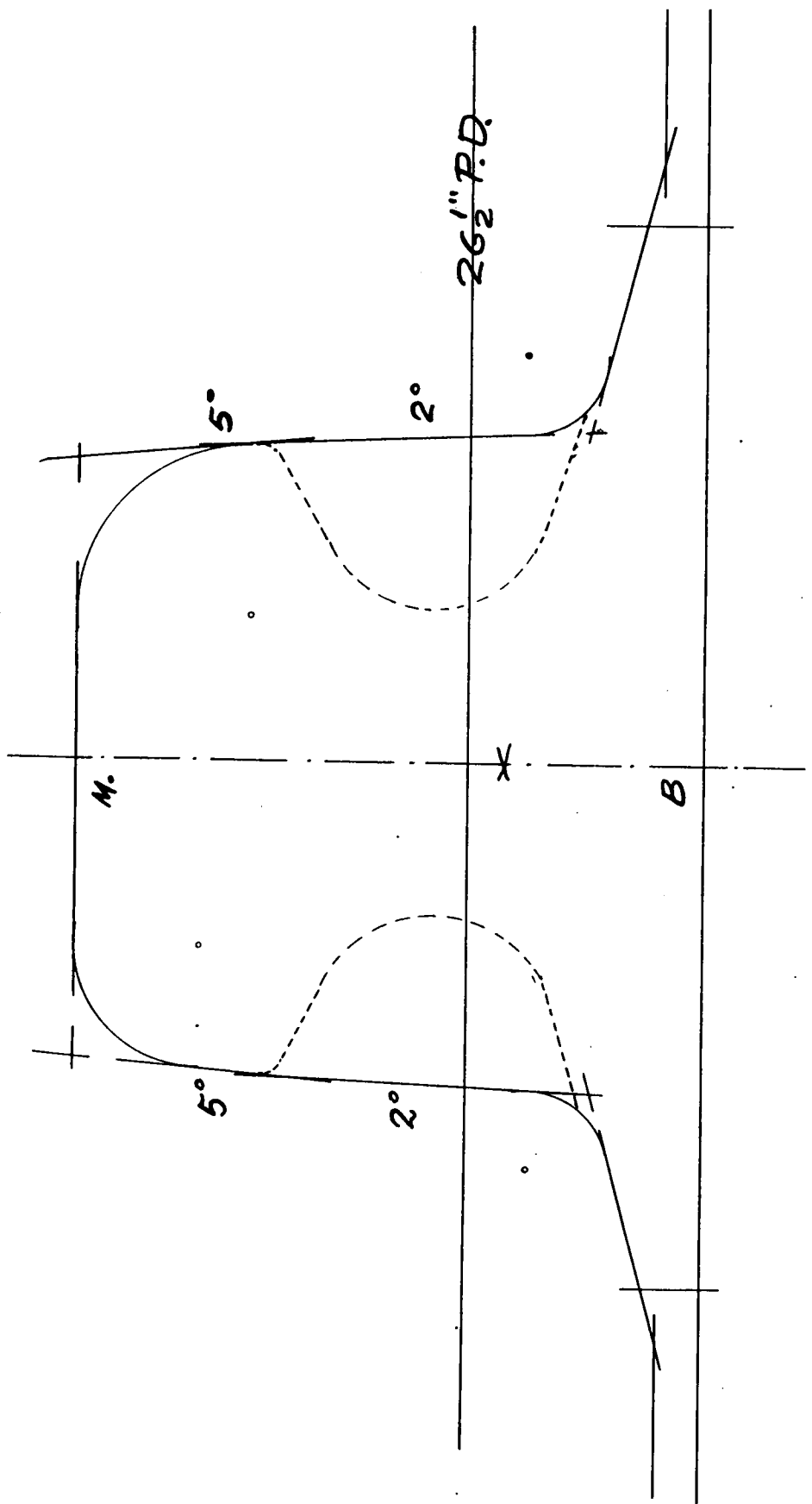
65# A.S.C.E.



1-8-'58-JSS
21-III-'63-Q.S.V.

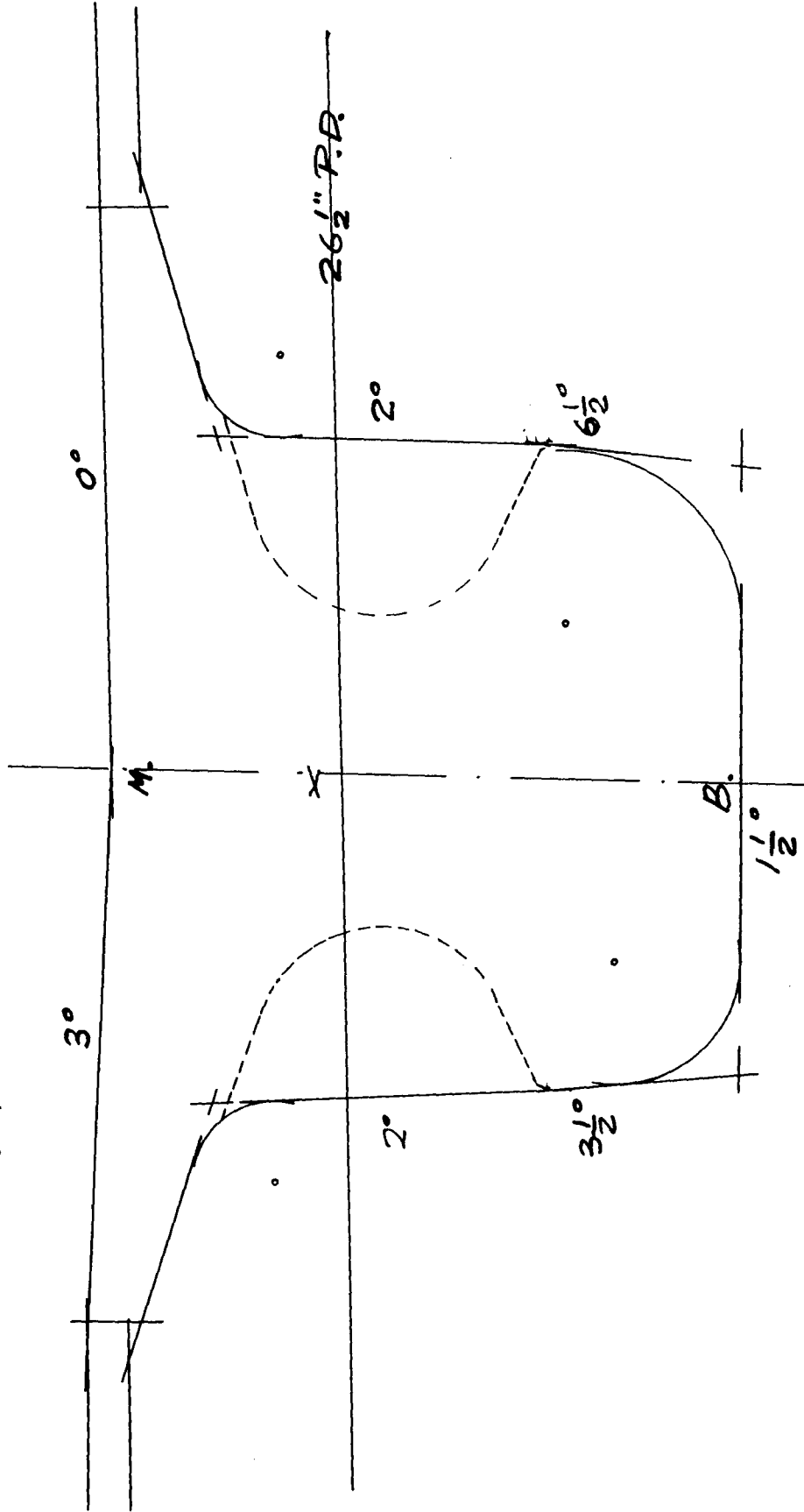


#5.- 65# A.S.C.E.

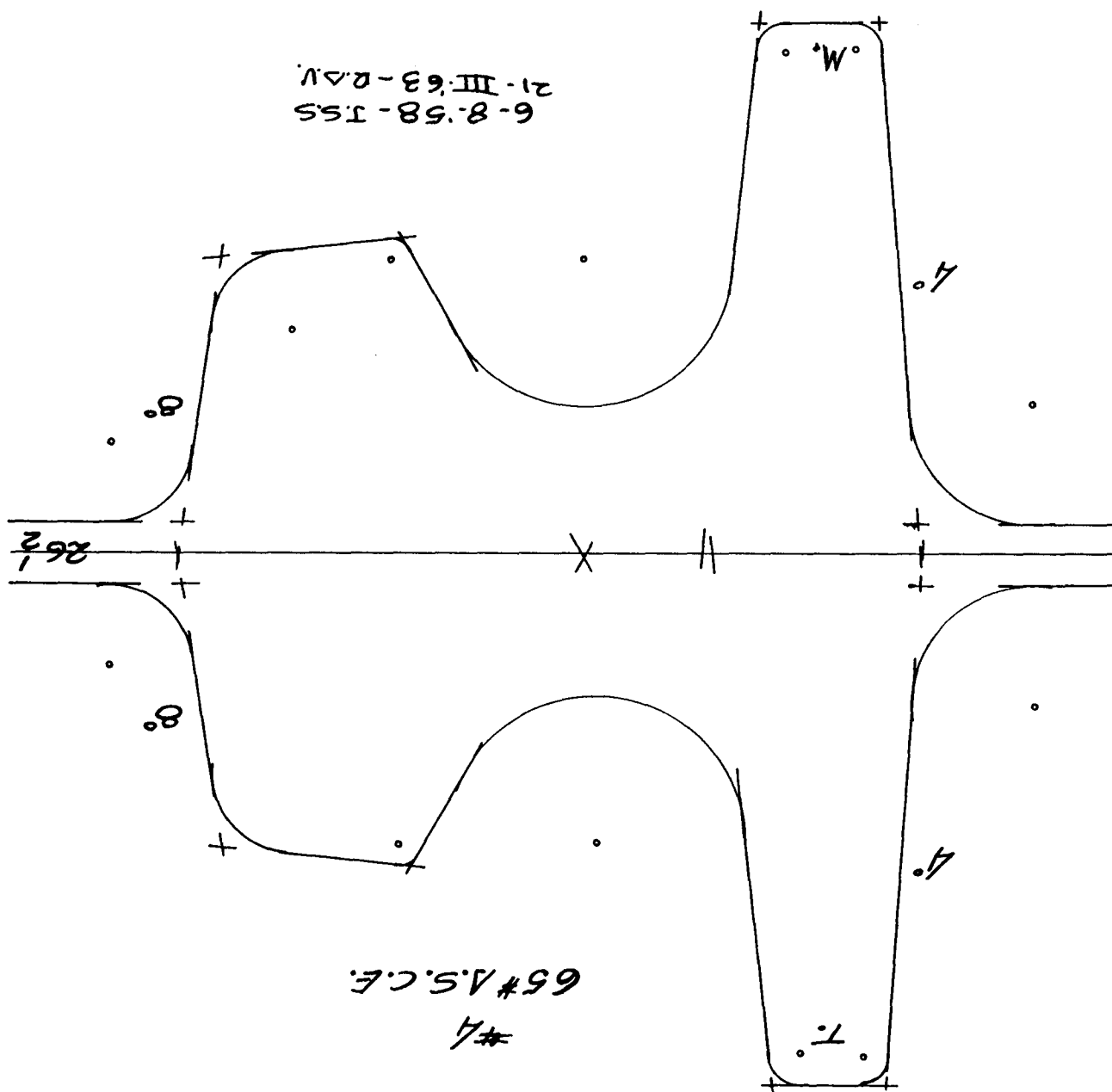


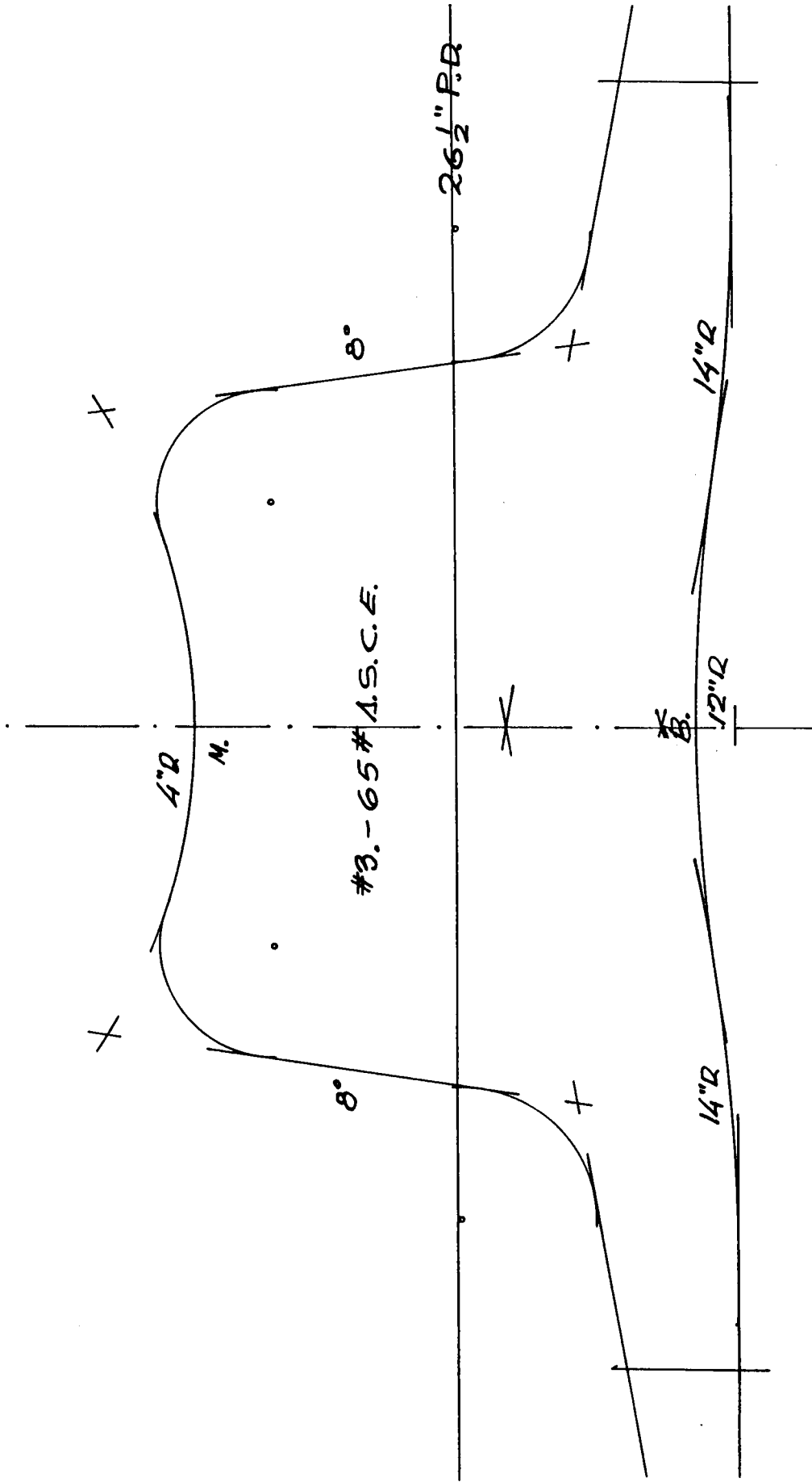
2-8-58 - J.S.S.
21-III-63 - D.A.V.

#5.- 65# A.S. C.E. (DIAGONAL)

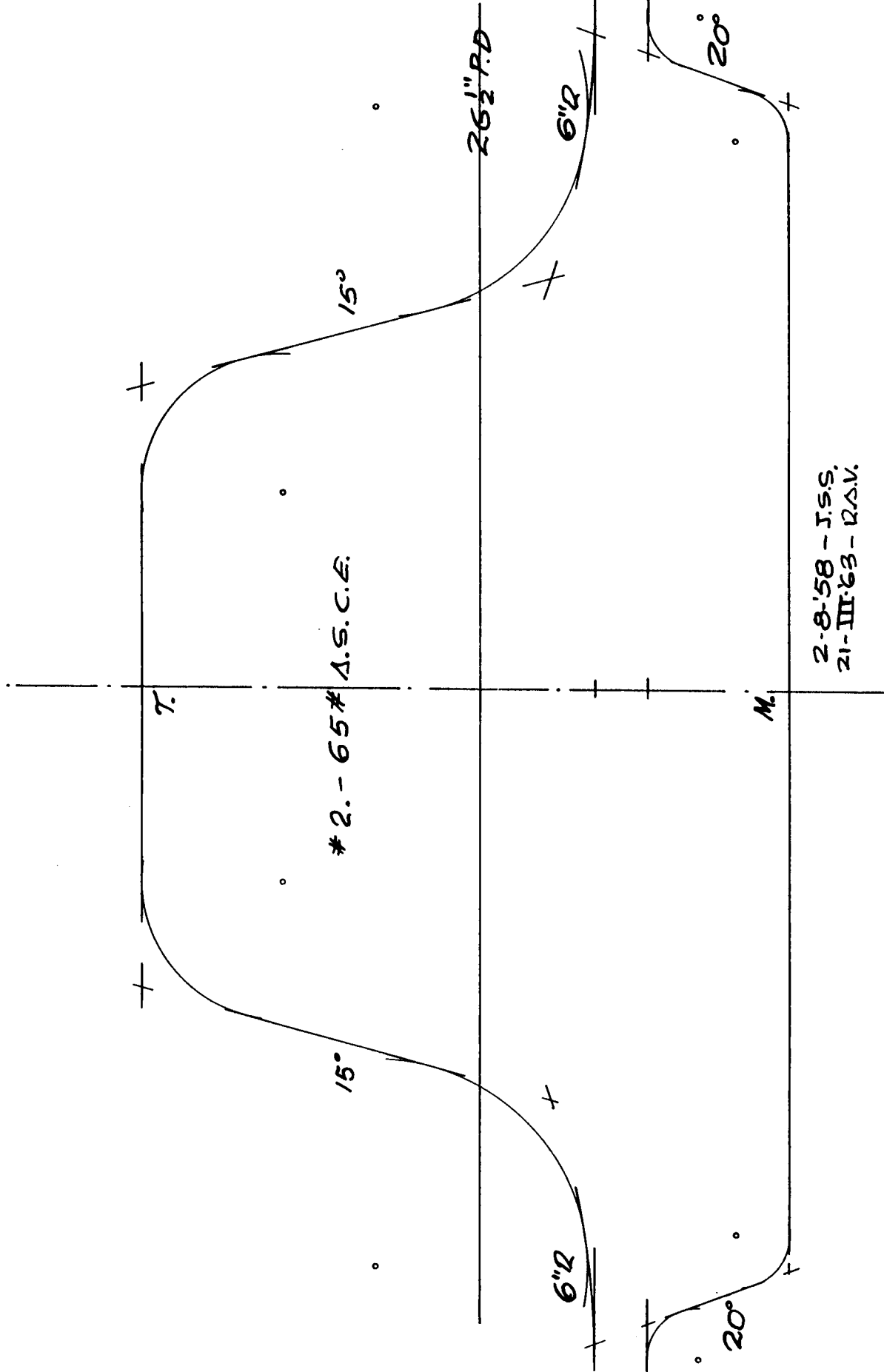


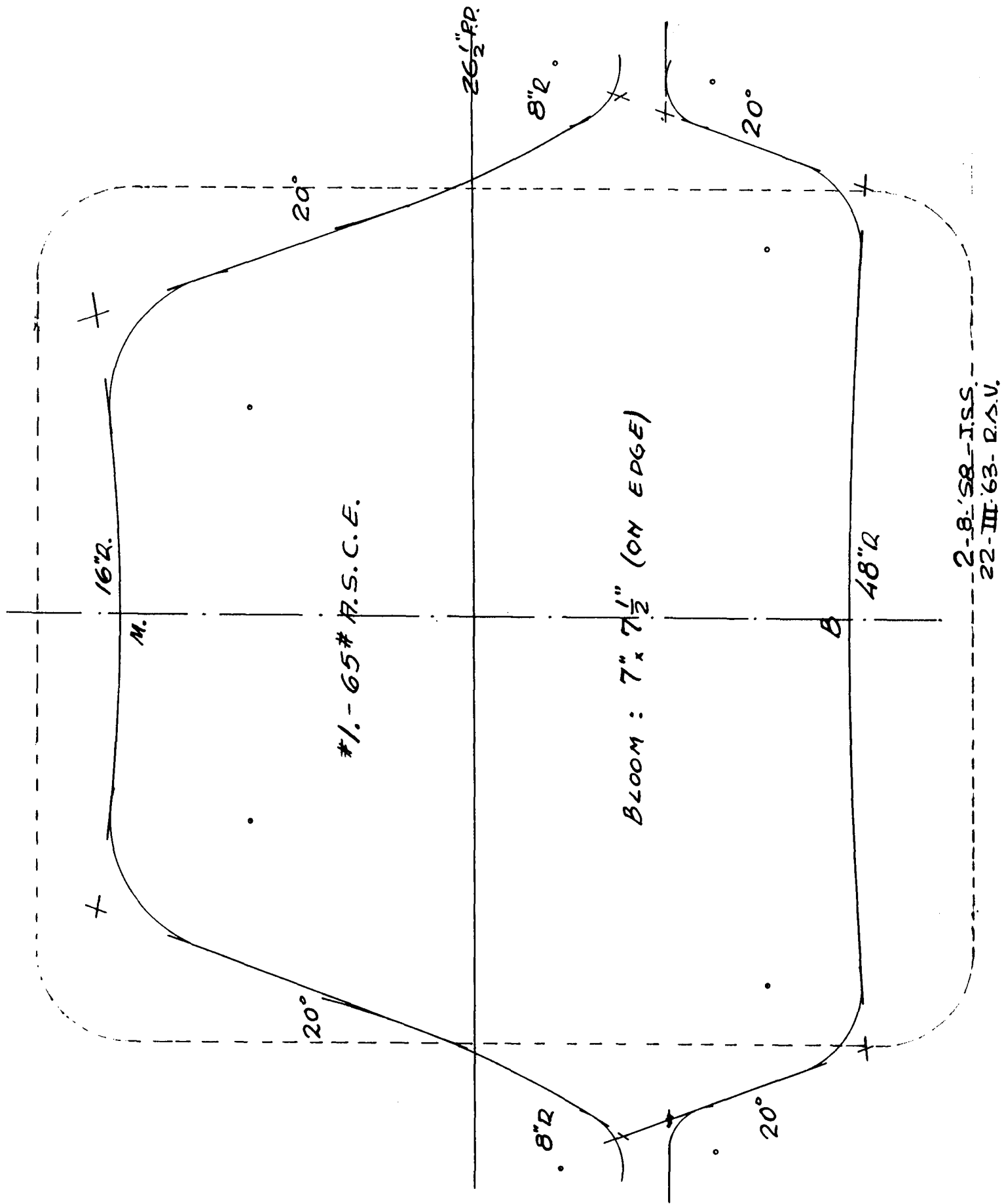
6-8-58-J.S.S.
21-III-63-R.A.V.





2-8-'58-J.S.S.
19-III-'63-R.A.V.





2-8-58-ISS.
22-III-63-R.S.V.

Ejemplo de calibrado 2.2.4

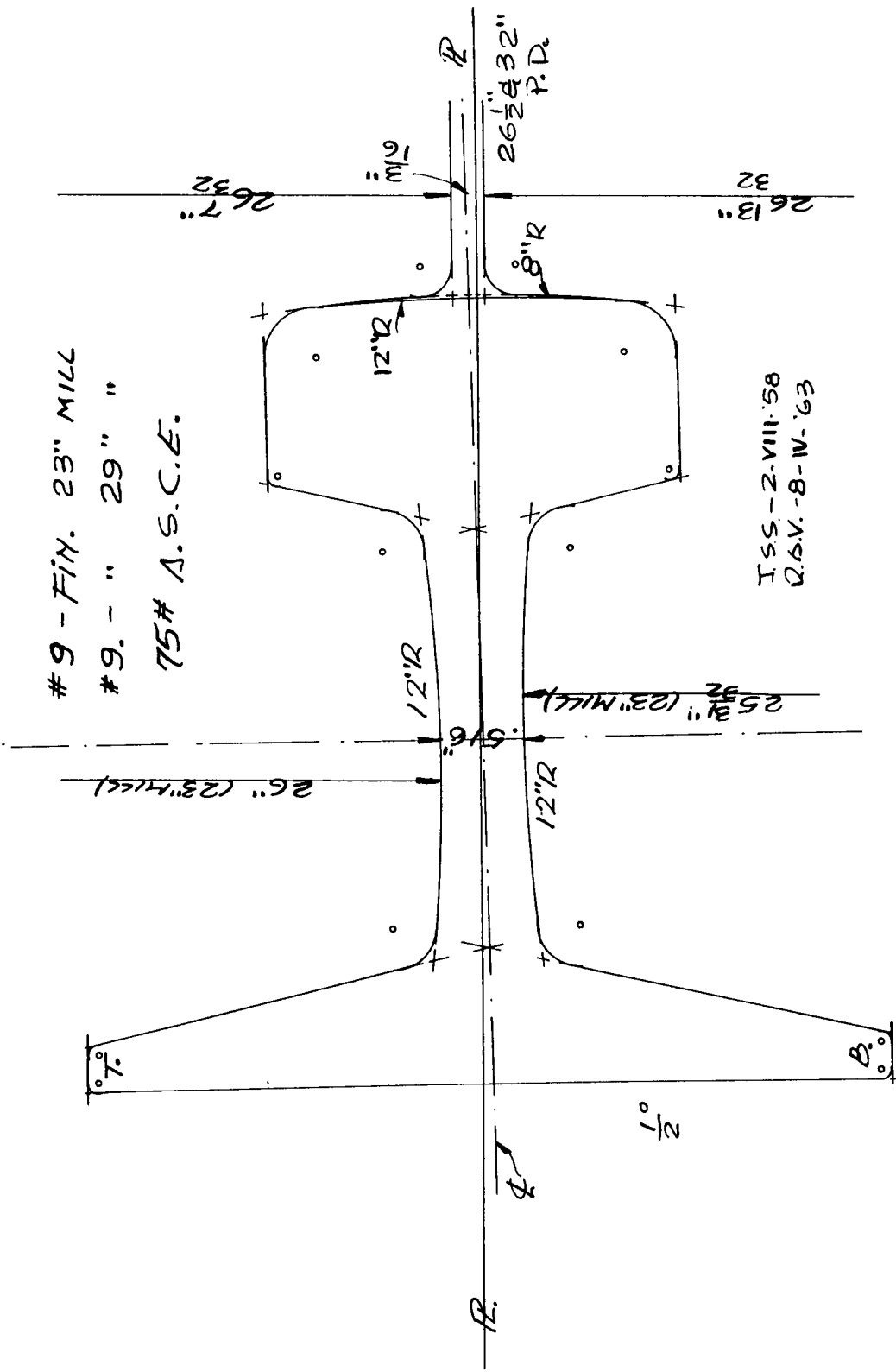
Riel de 75 lb/yd (37,2 kg/m) ASCE

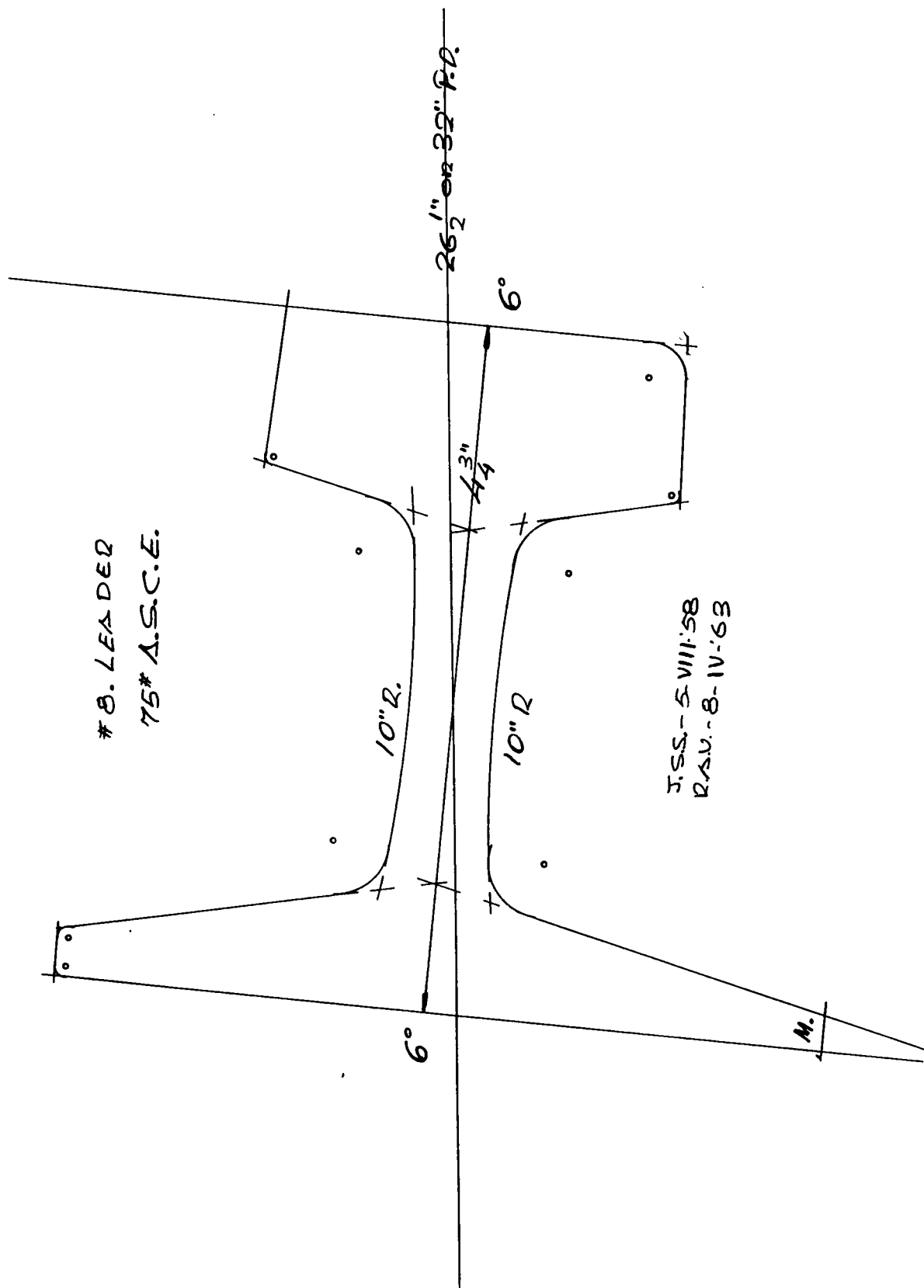
#9 - FIN. 23" MILL

#9. - " 29" "

75# A.S.C.E.

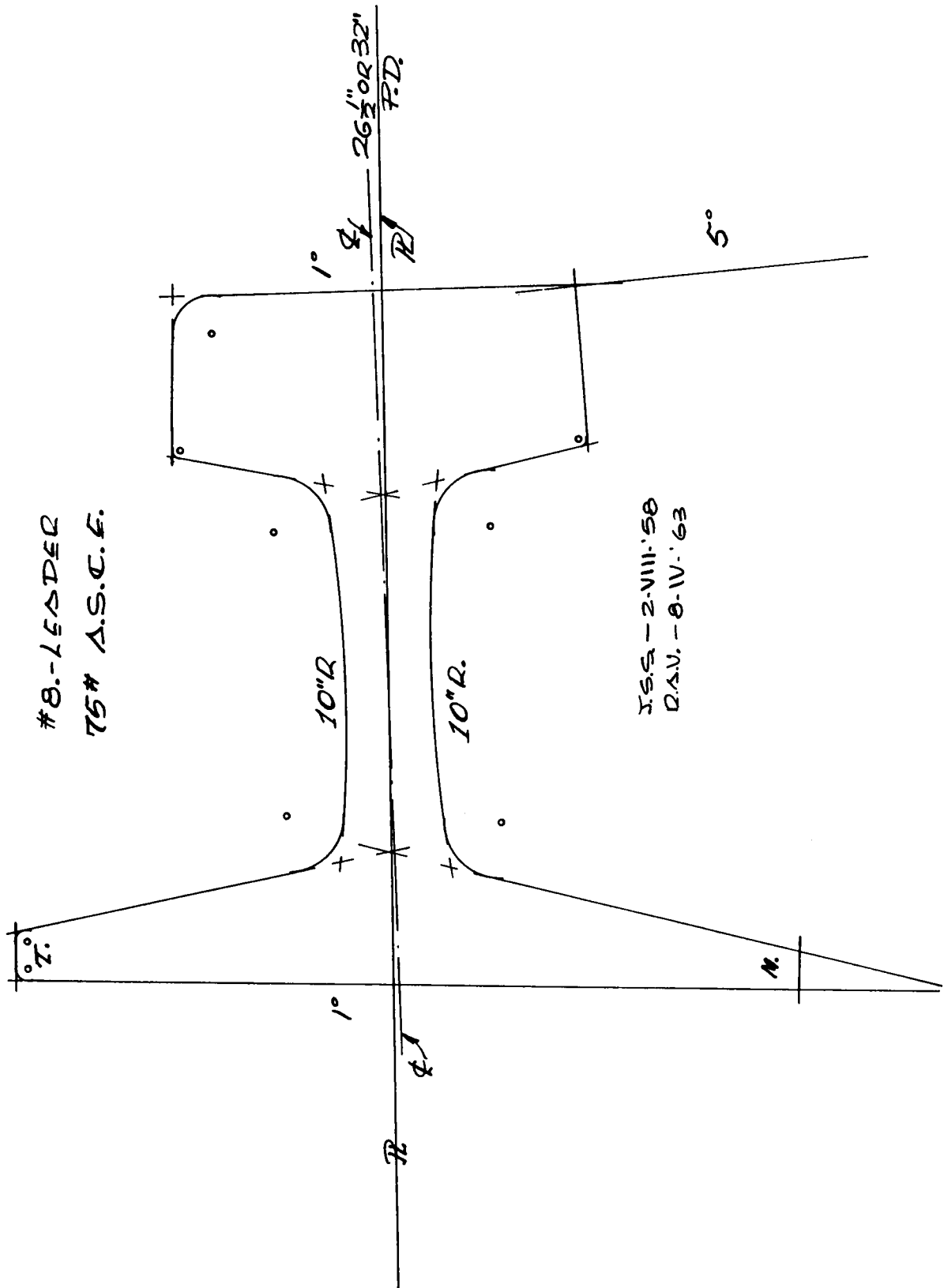
ISS-2-VIII-58
Q.S.V.-8-IV-63





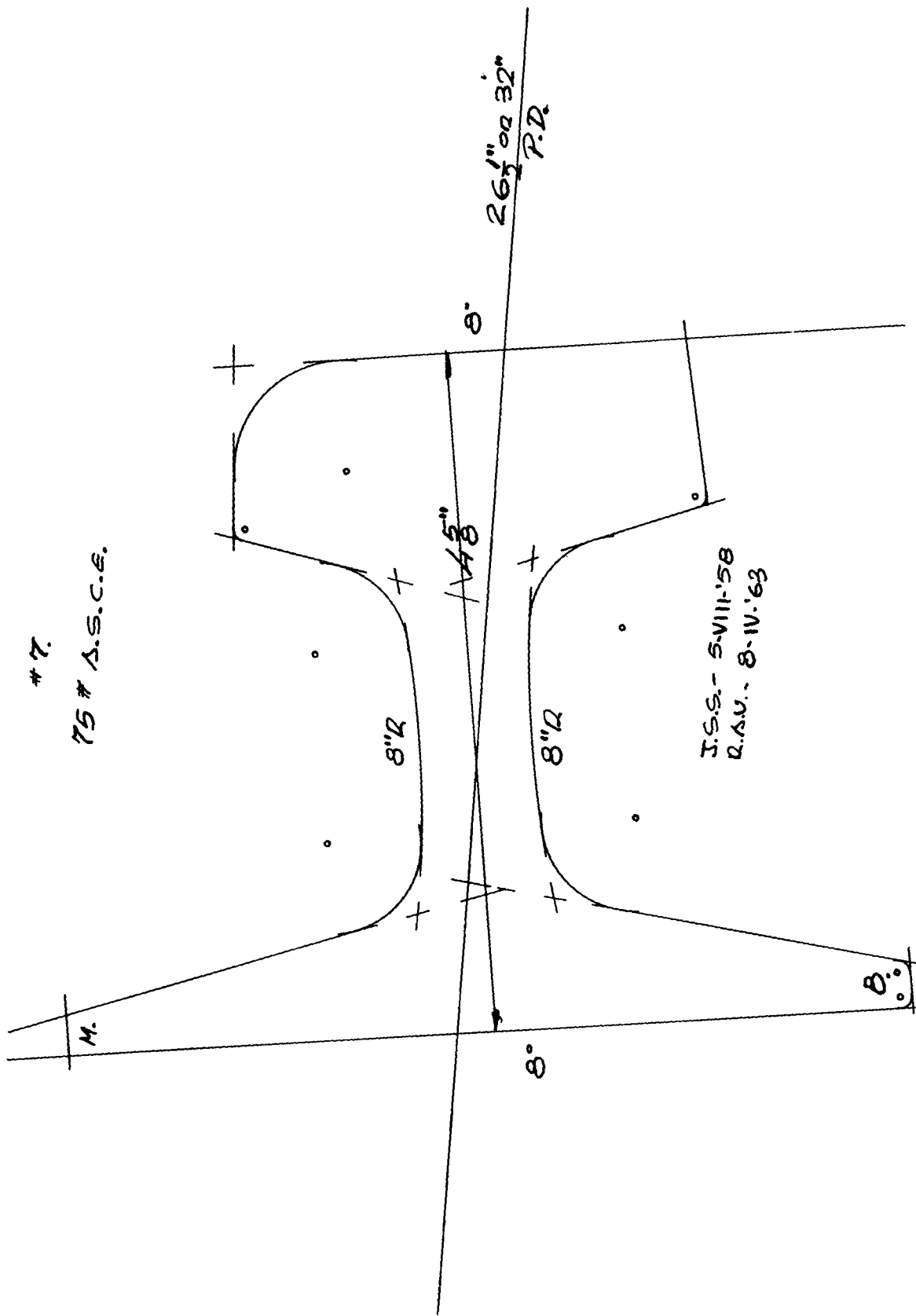
#8.-1E5D5R

75# A.S.C.C.



#7.

75 # A.S.C.E.



#7.

75# A.S.C.E.

5°

8" R.

26 1/2" or 32"
P.D.

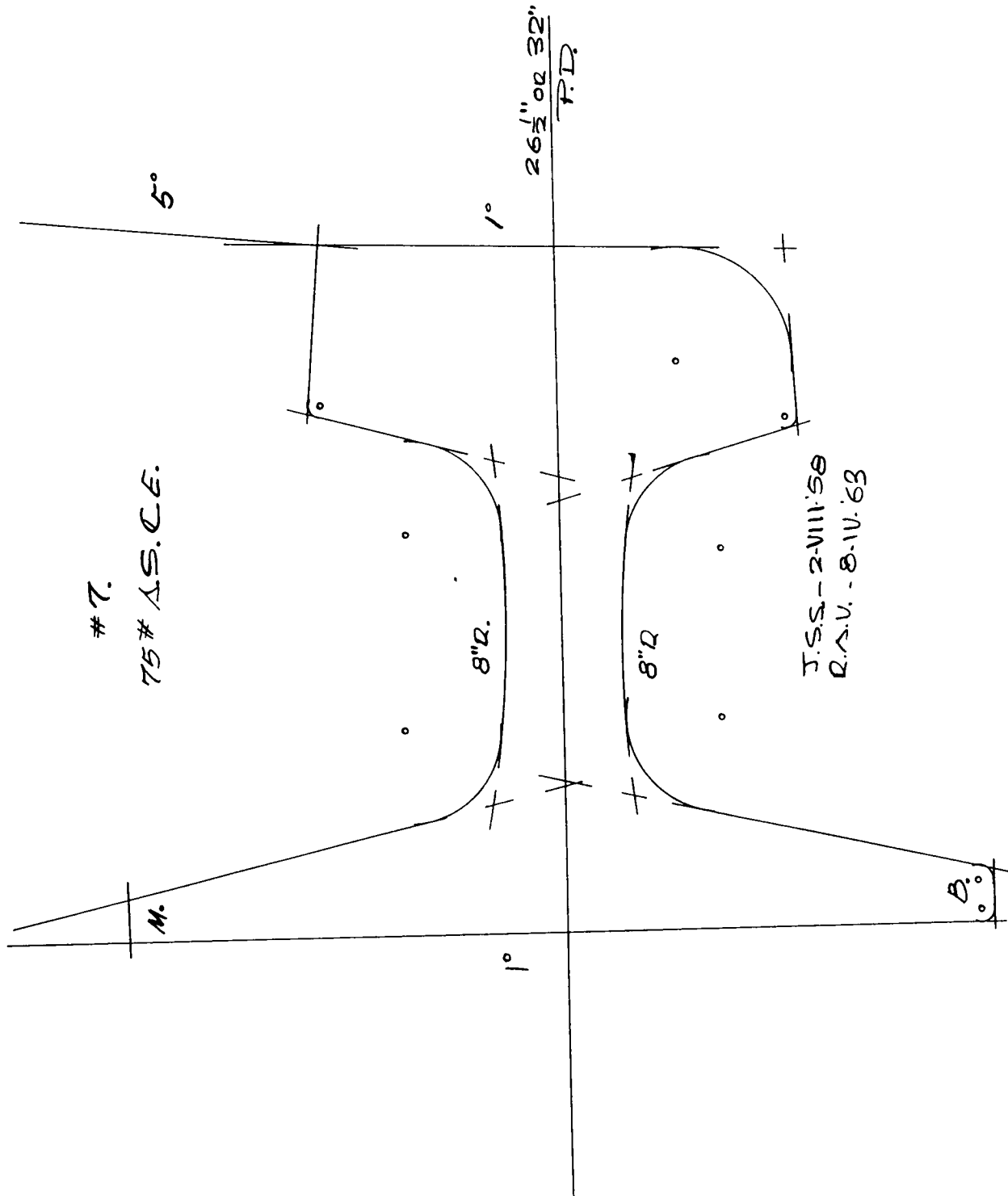
1°

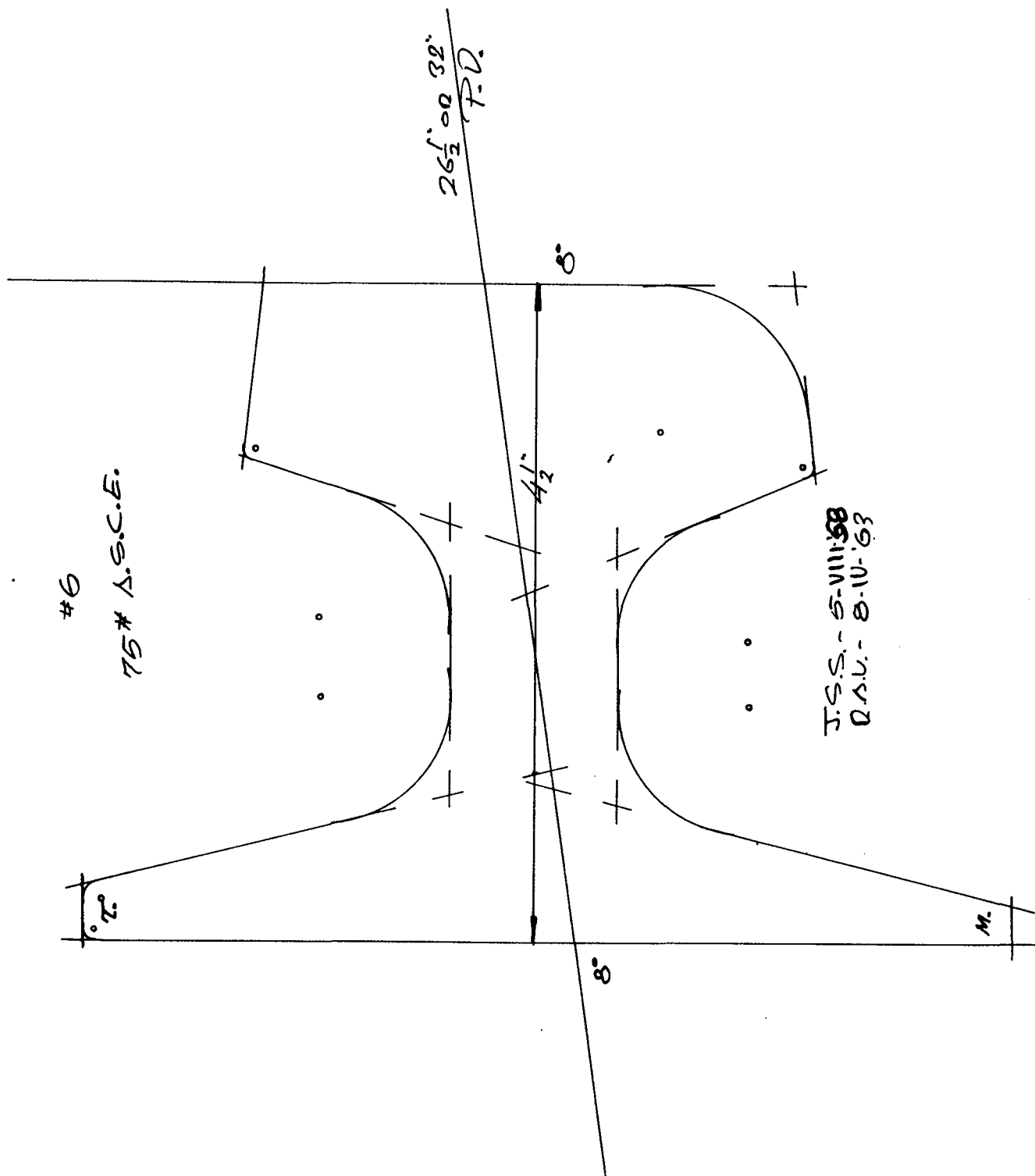
8" R

J.S.S. - 2-VIII-58
R.A.V. - 8-IV-63

B.

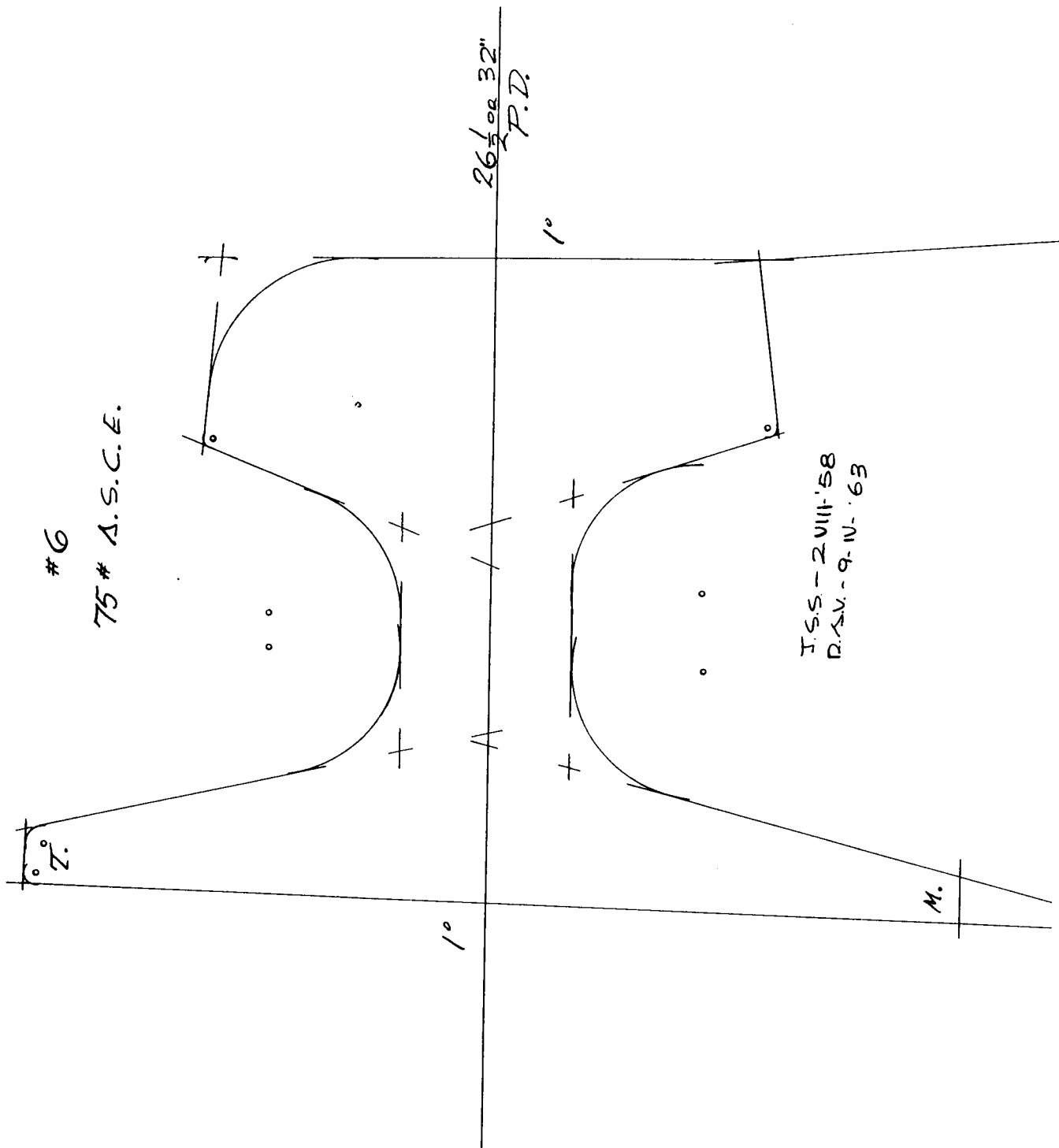
1°





#6

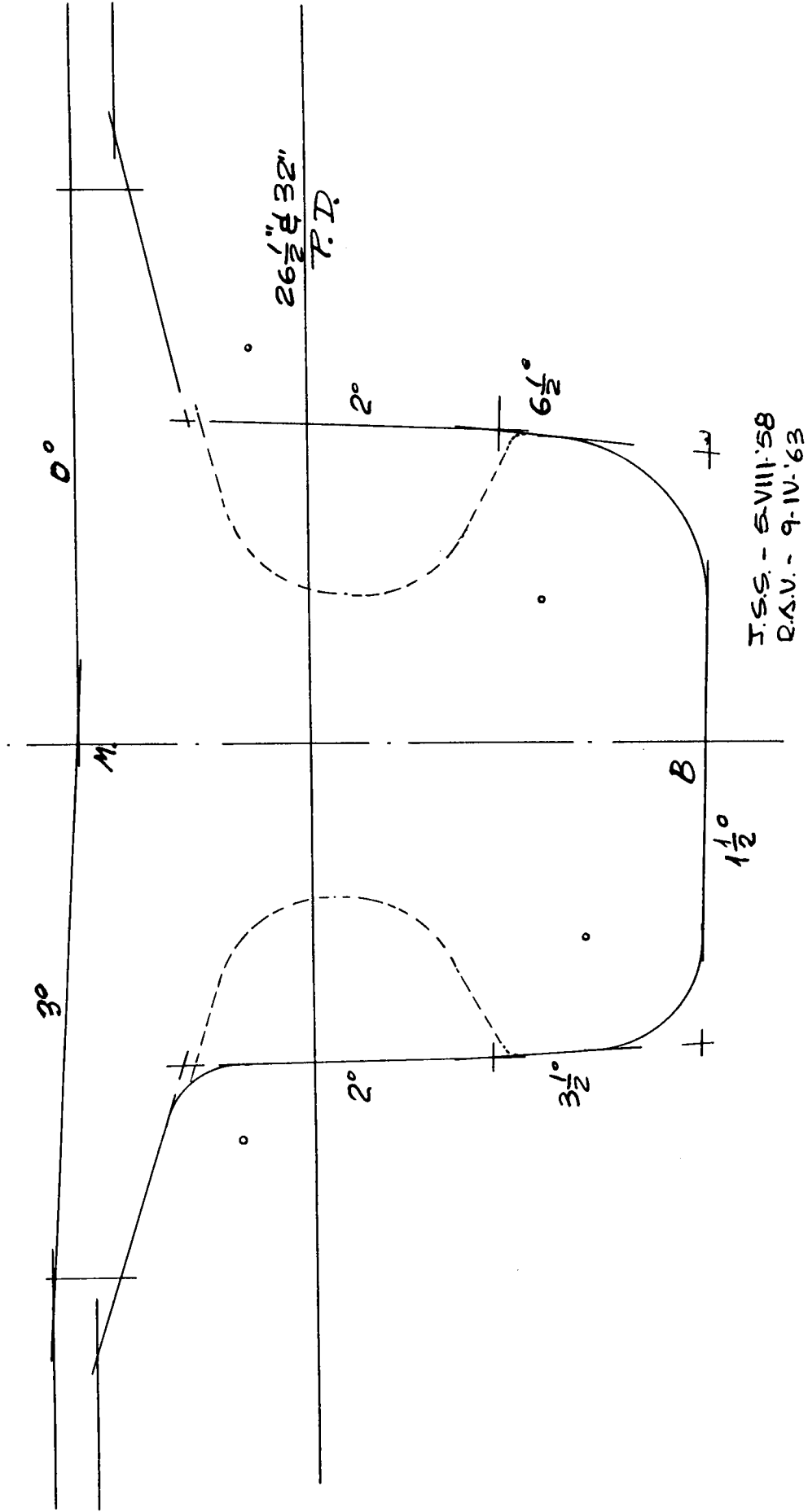
75 # A.S.C.E.

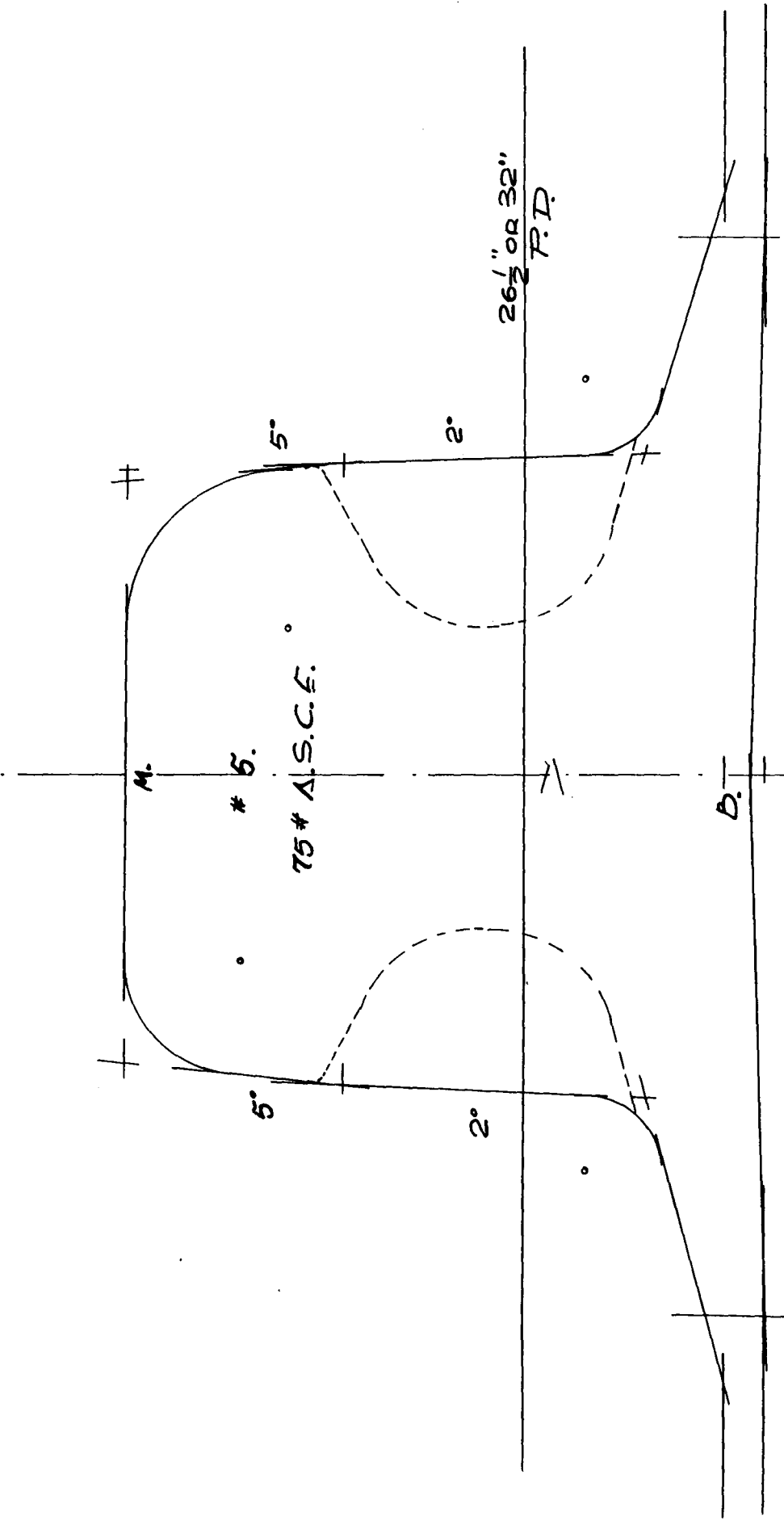


I.S.S. - 2 VIII '58
D.A.V. - 9. IV. '63

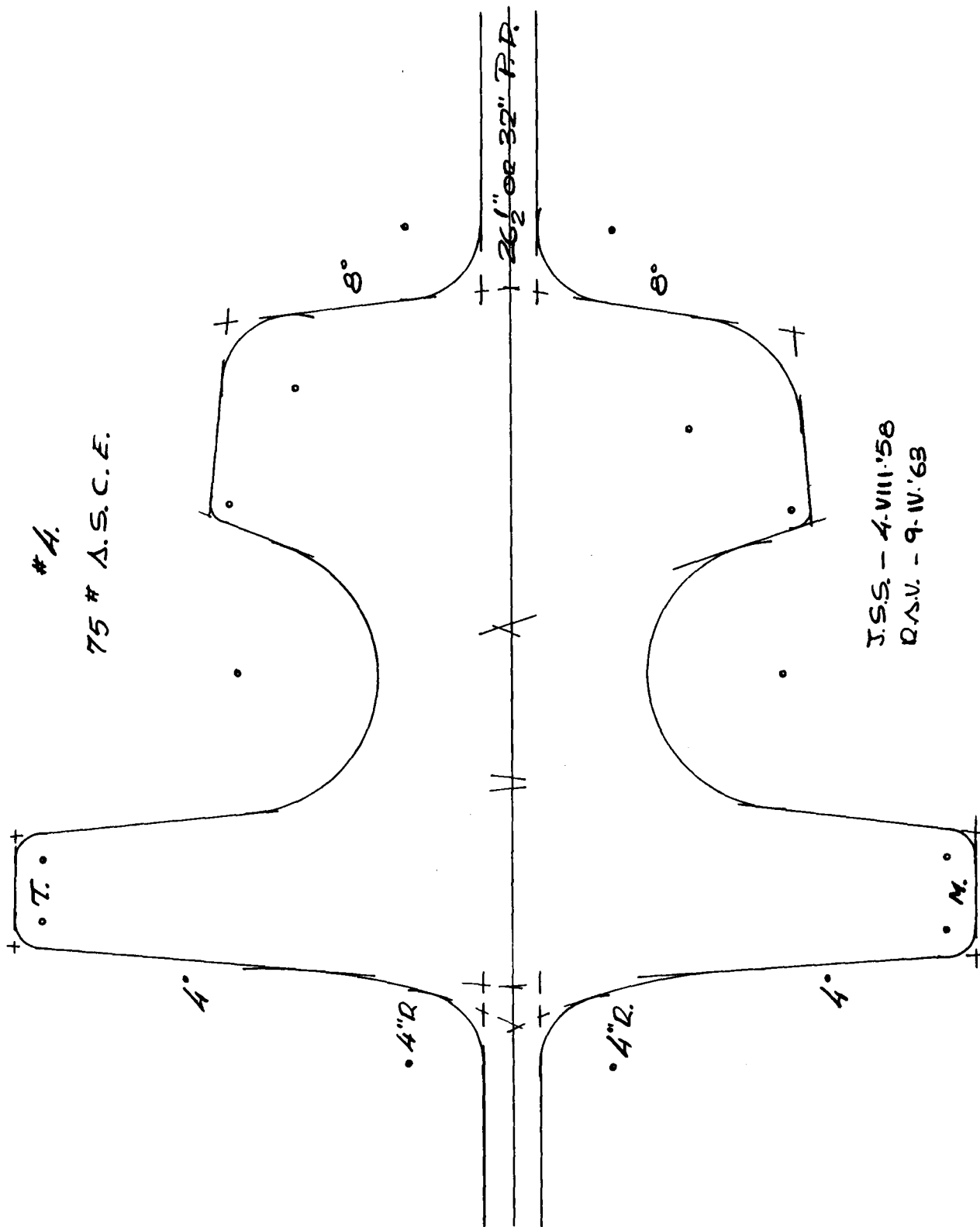
#5

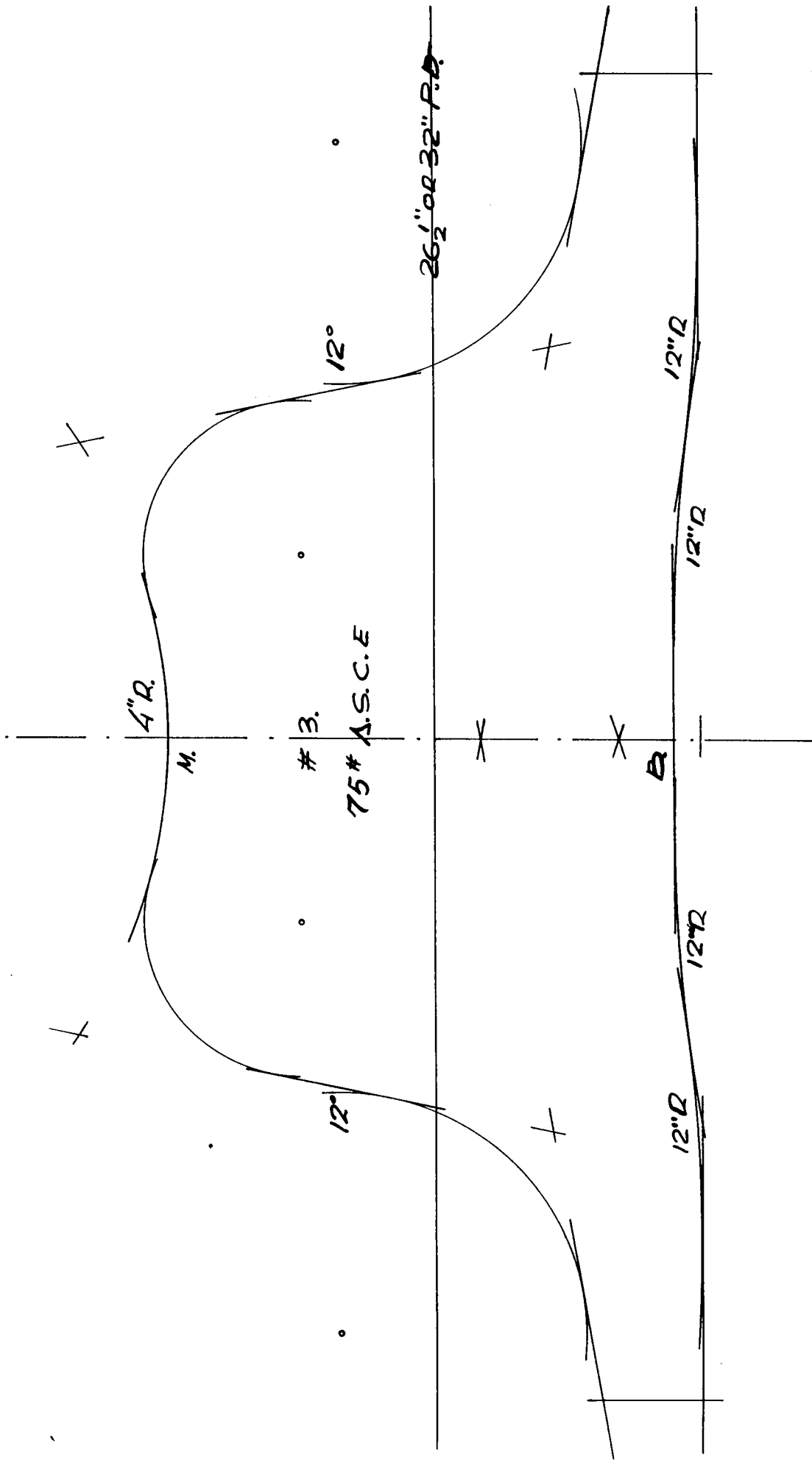
75# A.S.C.E. (DIAGONAL)



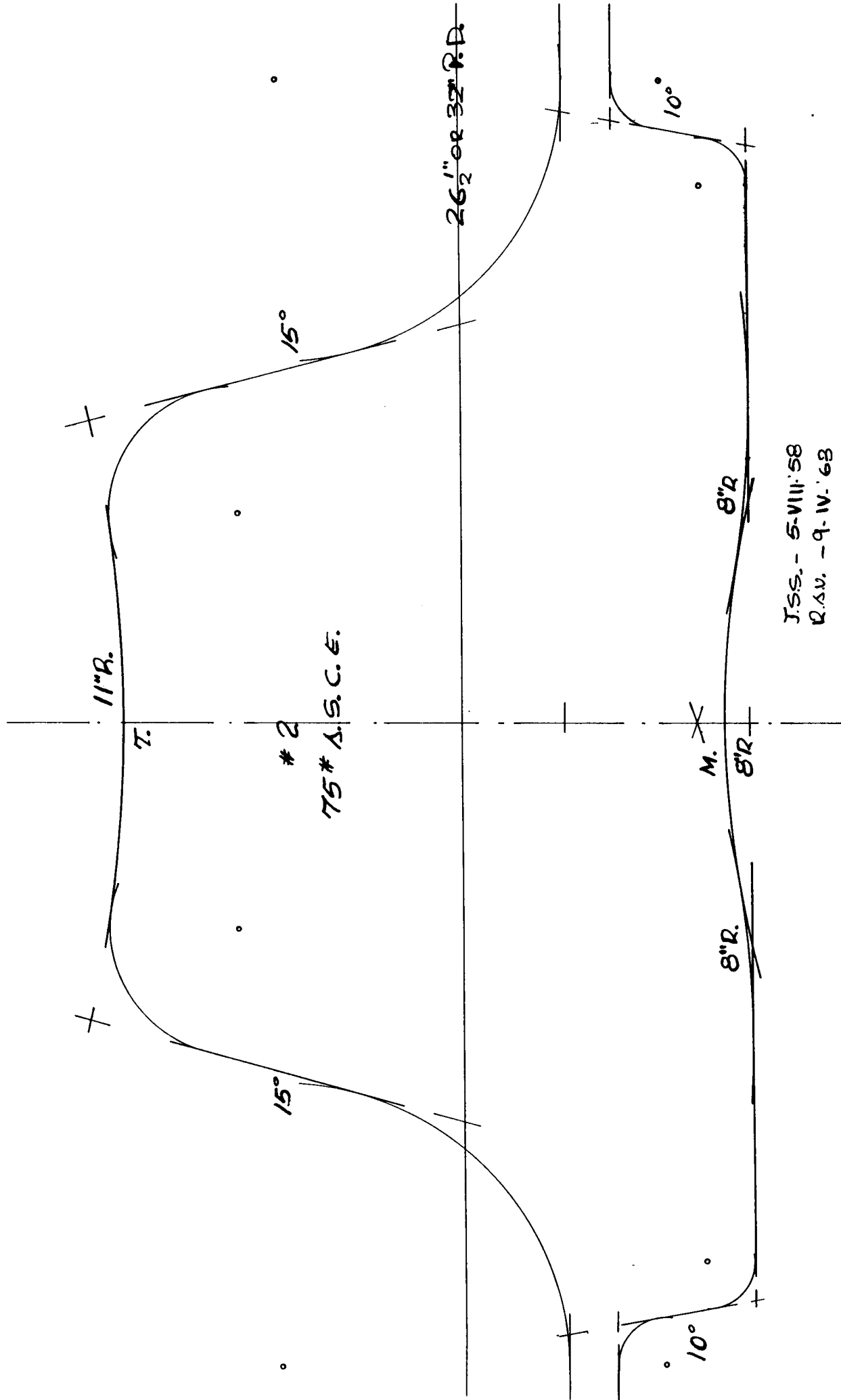


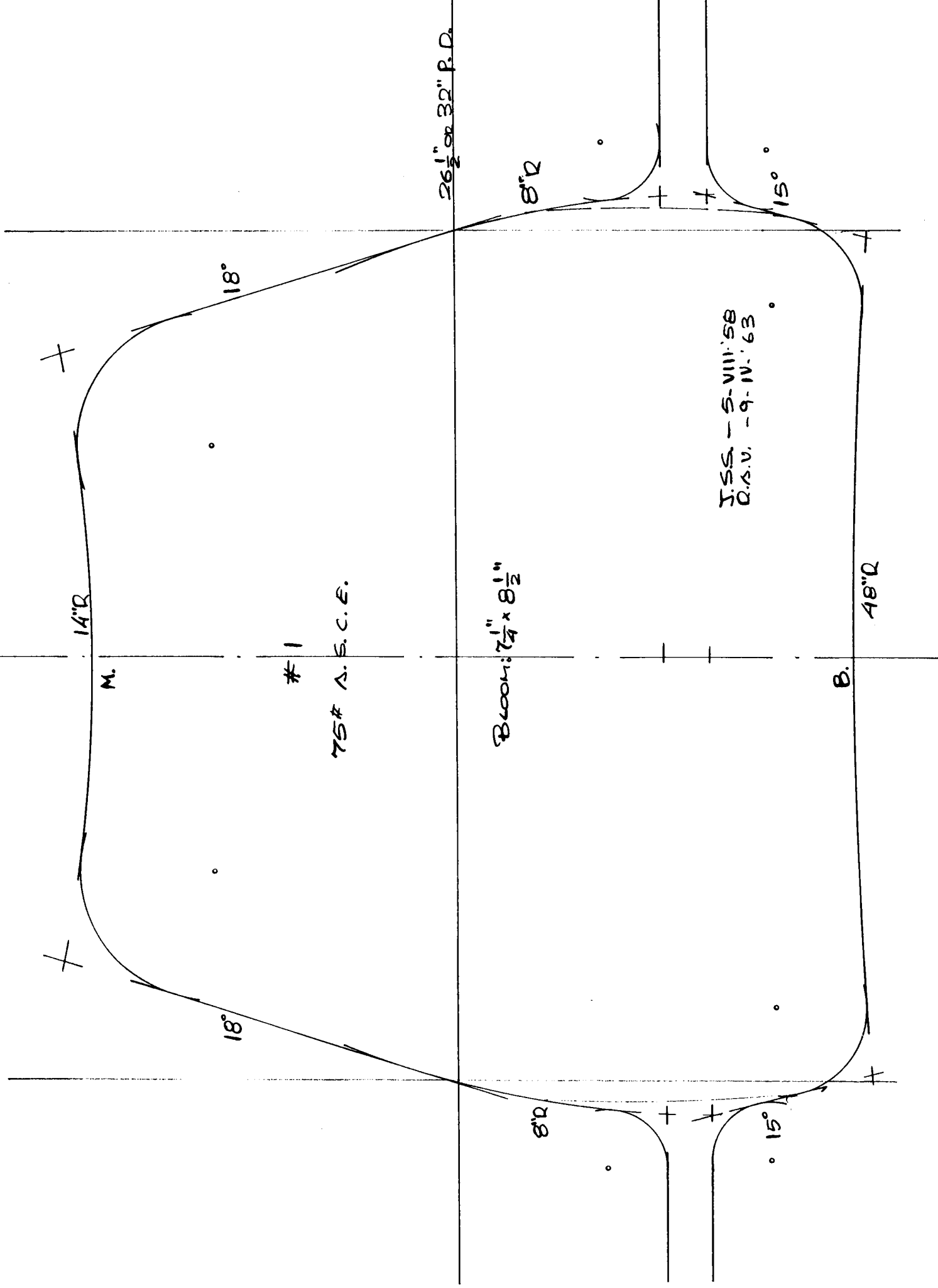
J.S.S. - 4 VIII '58
D.A.V. - 9 IV '63





J.S.S. - 5-VIII-58
 D.S.U. - 9-IV-'63

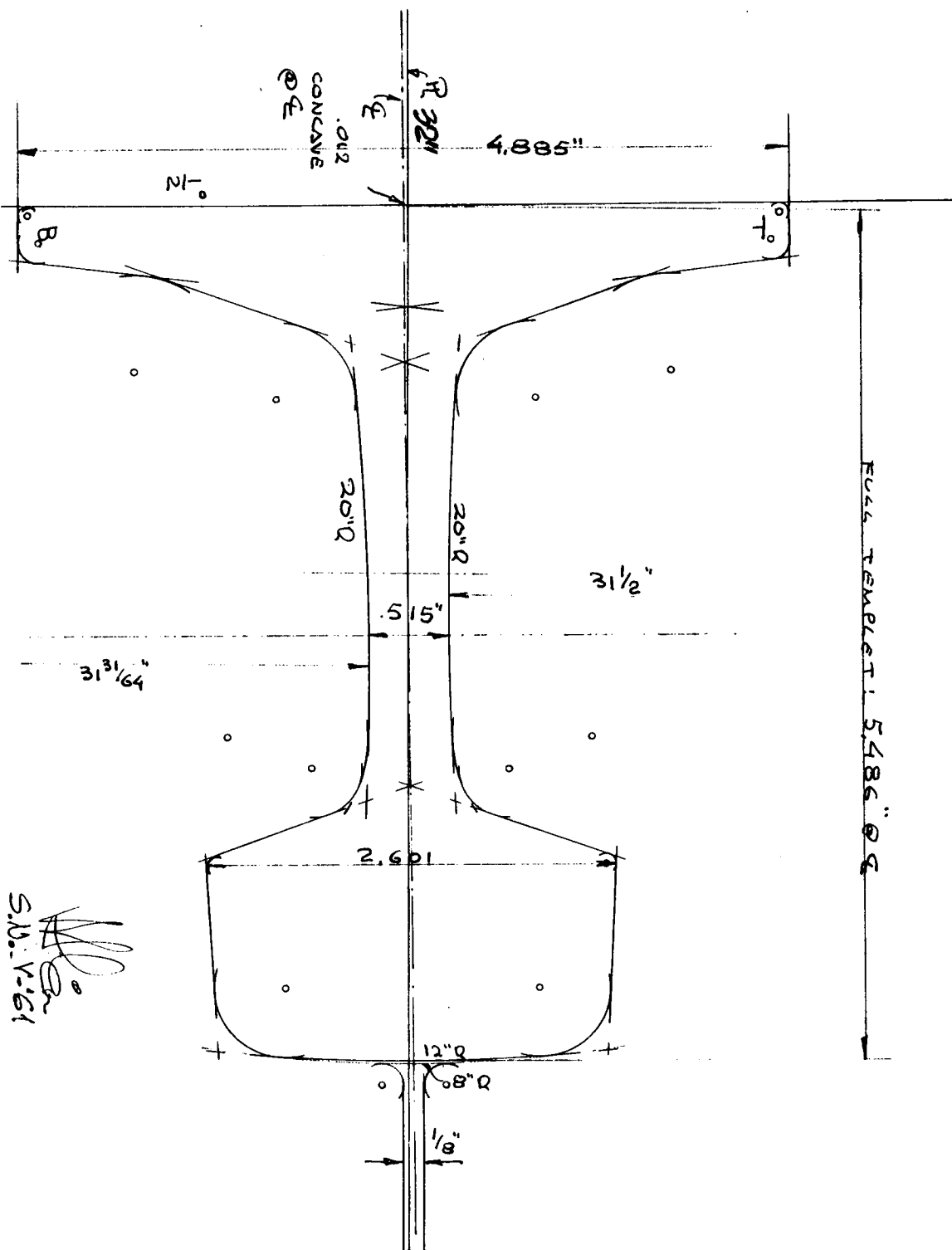




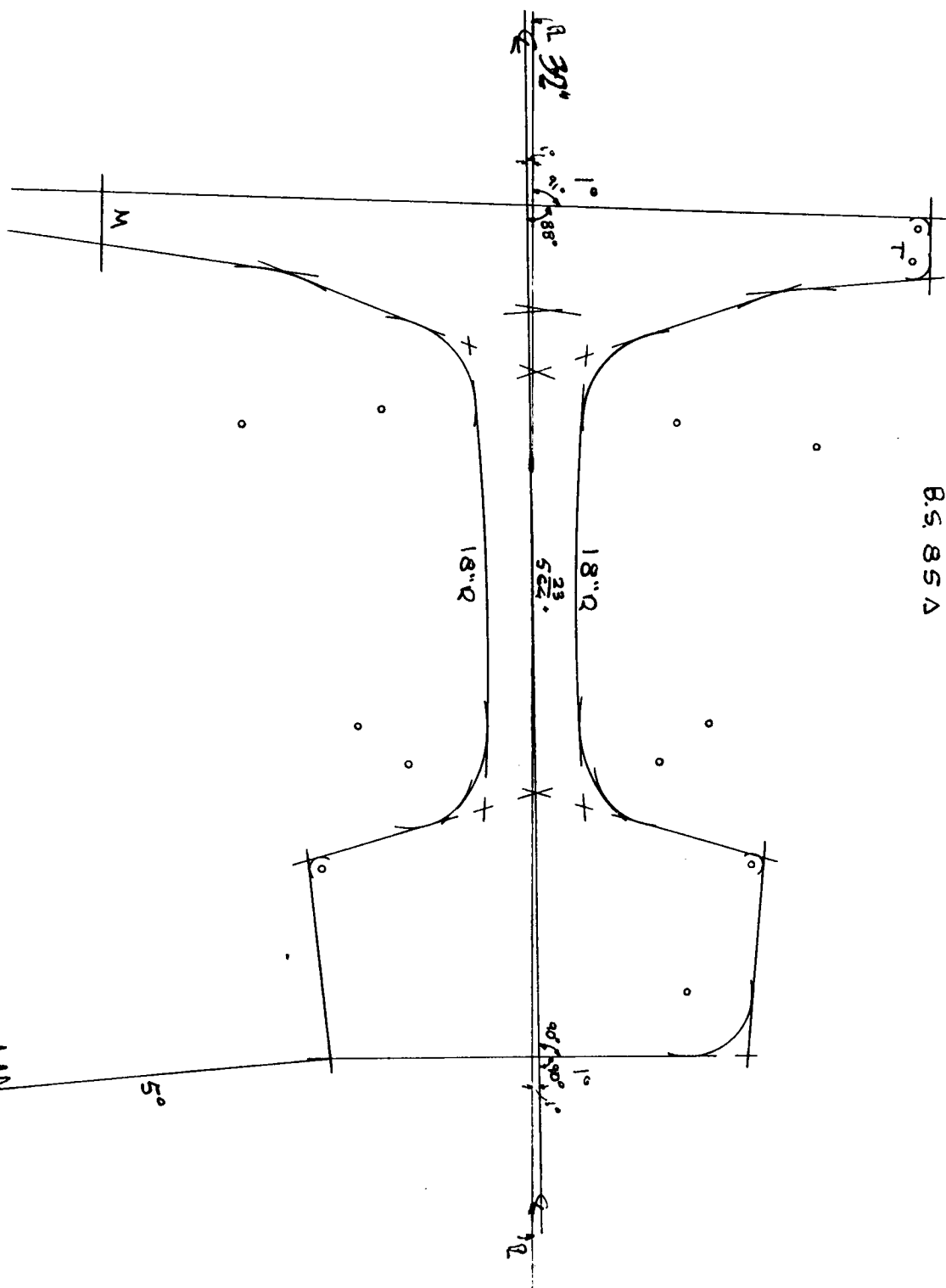
Ejemplo de calibrado 2.2.5

Riel de 85 lb/yd (42,2 kg/m) BS-85A

PASS # 11. FINISHED. BS-85A



Paso N° 10
 L. 220062
 B. 5.85 Δ



Handwritten signature and date: 11/10/11

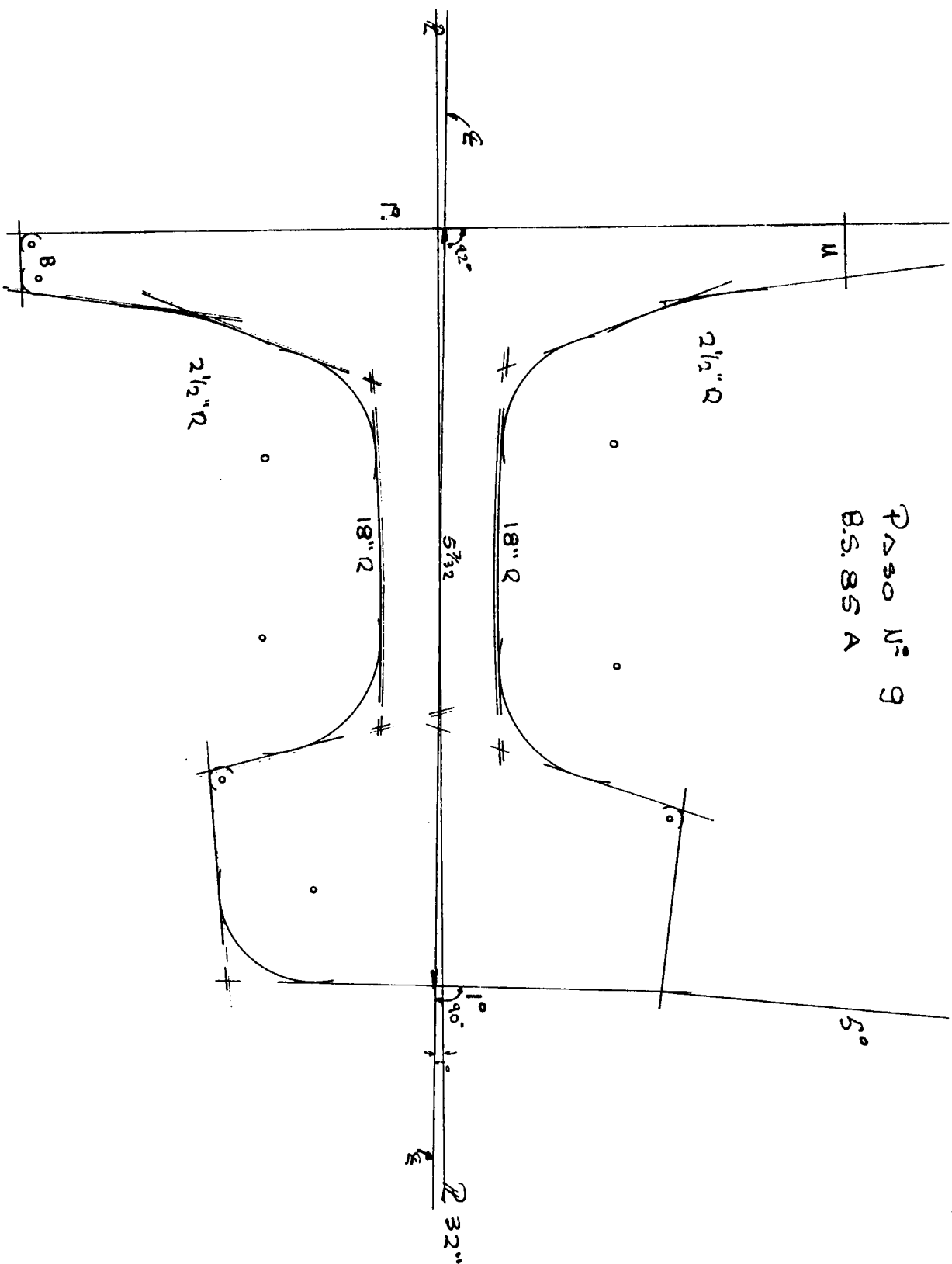
$\angle E \Delta O \in Q$
 $B.S. N^{\circ} 85 \Delta$

$18^{\circ} 2'$
 $5 \frac{23}{55}$
 $18^{\circ} 2'$
 4°
 4°
 10°
 10°
 10°
 10°

S. I. C. 1

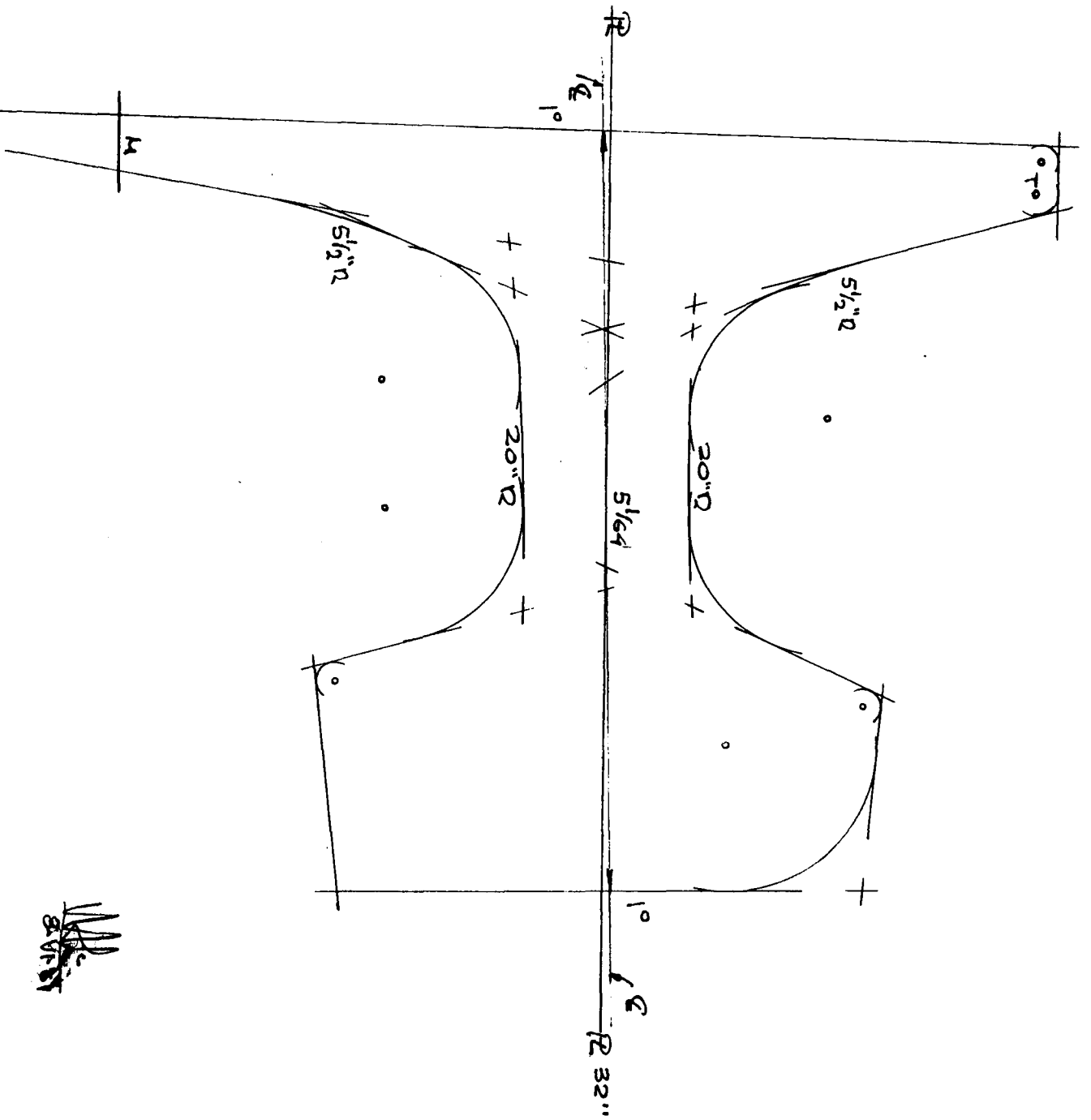
S. H. T. G.

PA 30 N° 9
B.S. 85 A



11/10/51
S.M. 3-VI-51

Pass #8
B.S. 85A



[Handwritten signature]
B.S. 85A

Ejemplo de calibrado 2.2.6

Riel de 100 lb/yd (49,6 kg/m) AREA

100# A.R.E.-A.

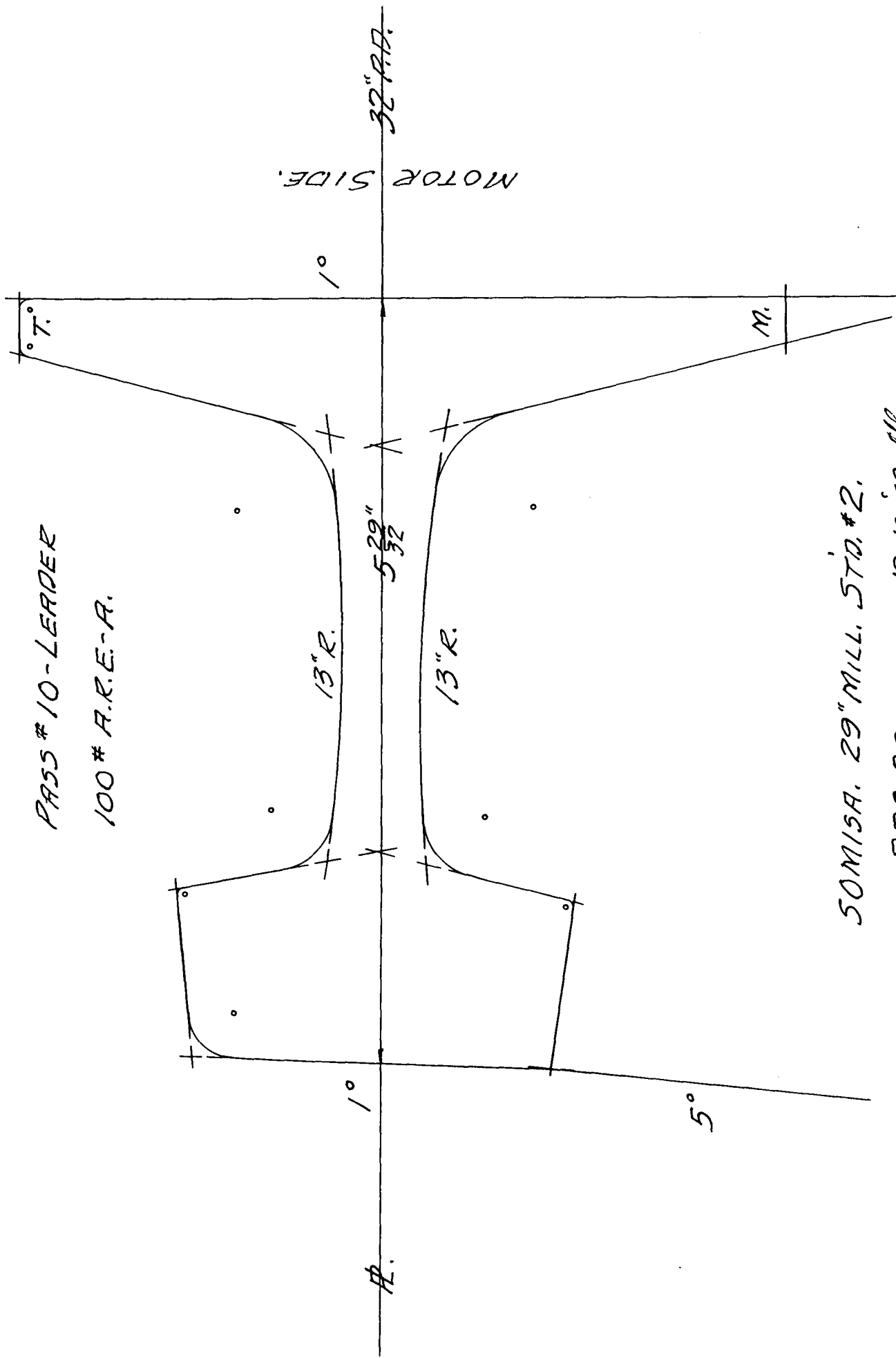


19-10-62, J.S.

DDC: 29-

PASS #10-LEADER

100# A.R.E.-A.



50M15A. 29" MILL. STD. #2.

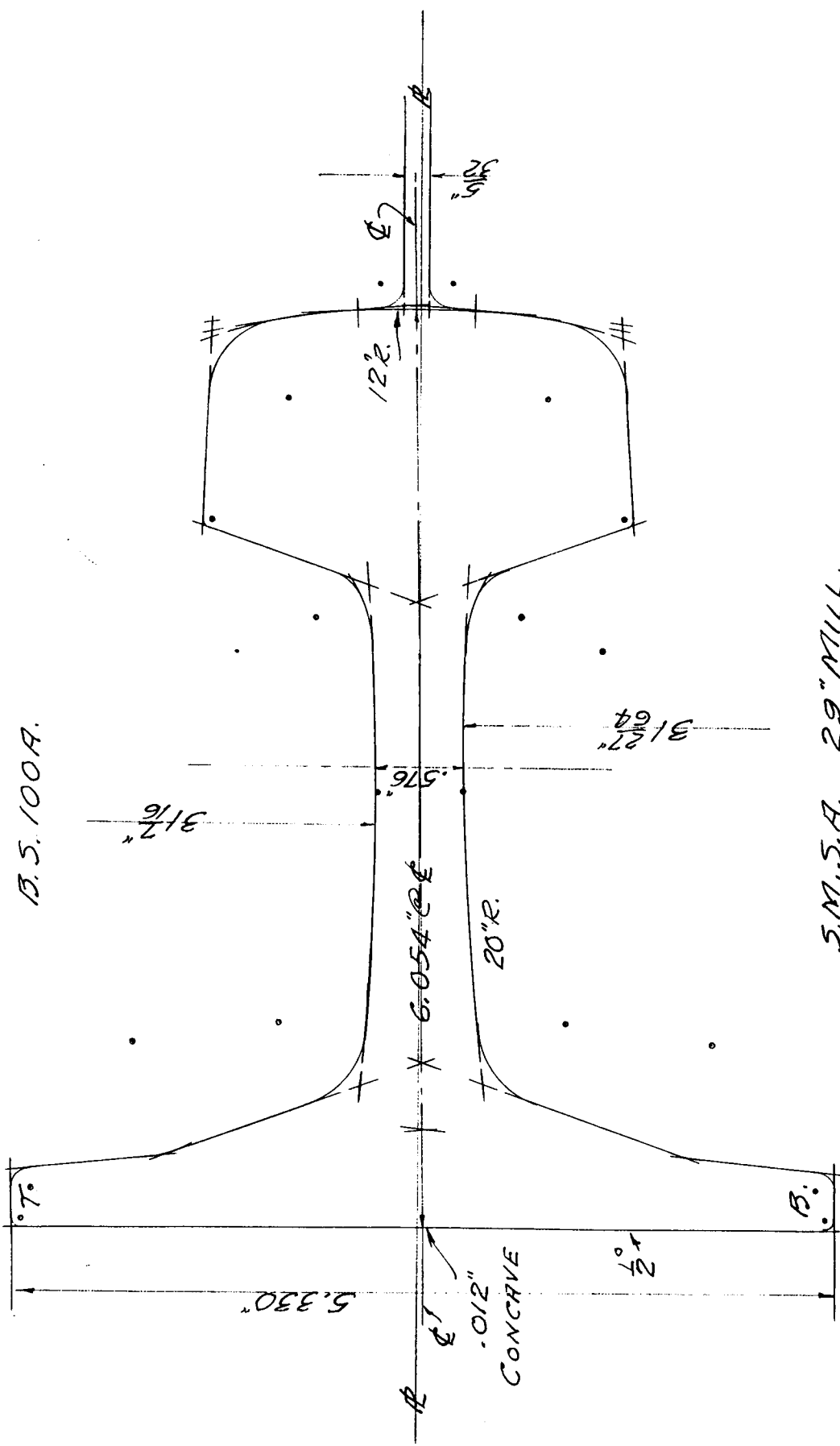
DDC. 29- 19-10-62. JH.

Ejemplo de calibrado 2.2.7

Riel de 100 lb/yd (49,6 kg/m) BS-100A

PASS #11. FINISHER.

B.S. 100A.



S.M.S.A. 29" MILL.

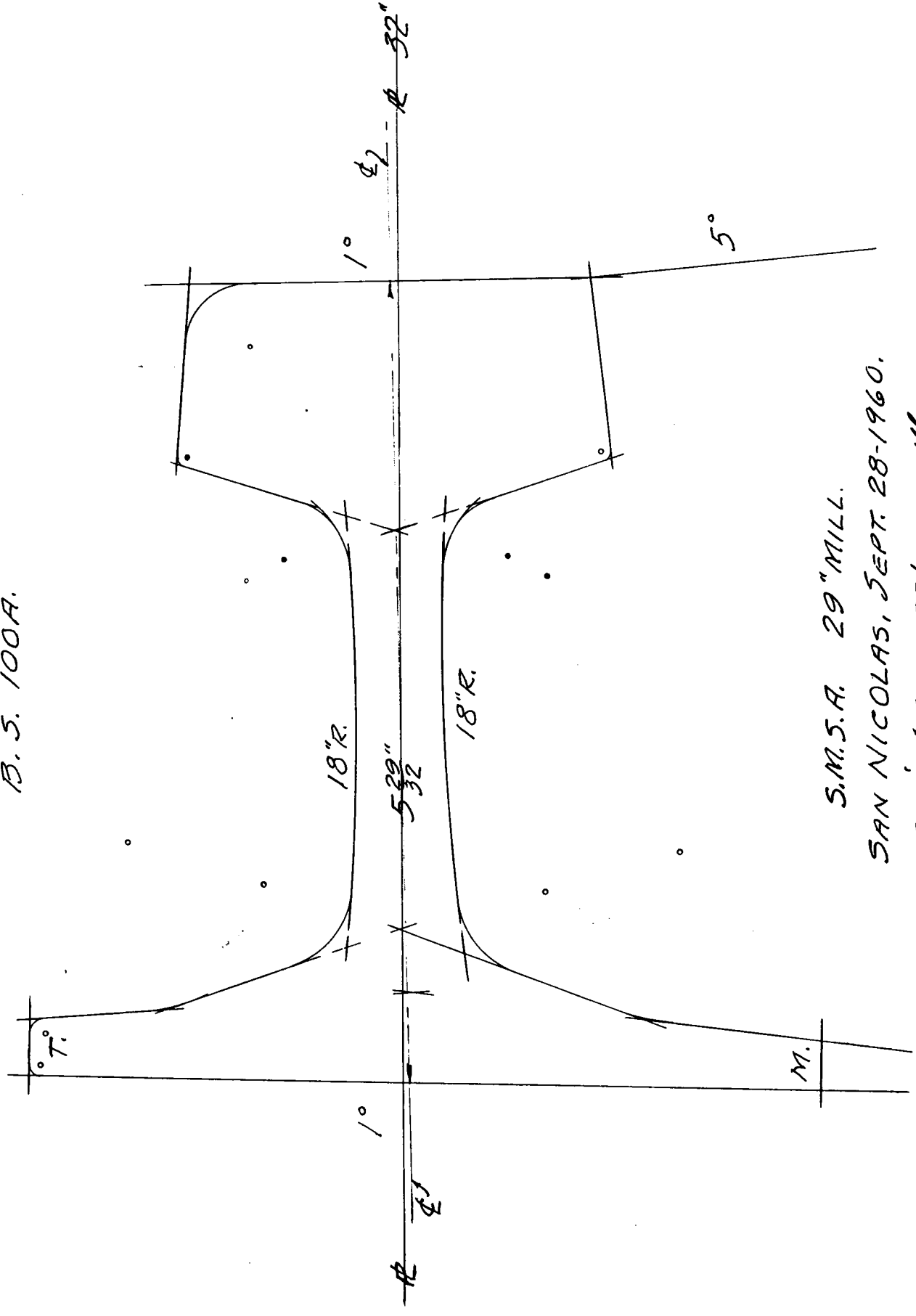
SAN NICOLAS, SEPT. 27-1960.

DRWG. No-DDC. 29/

ff.

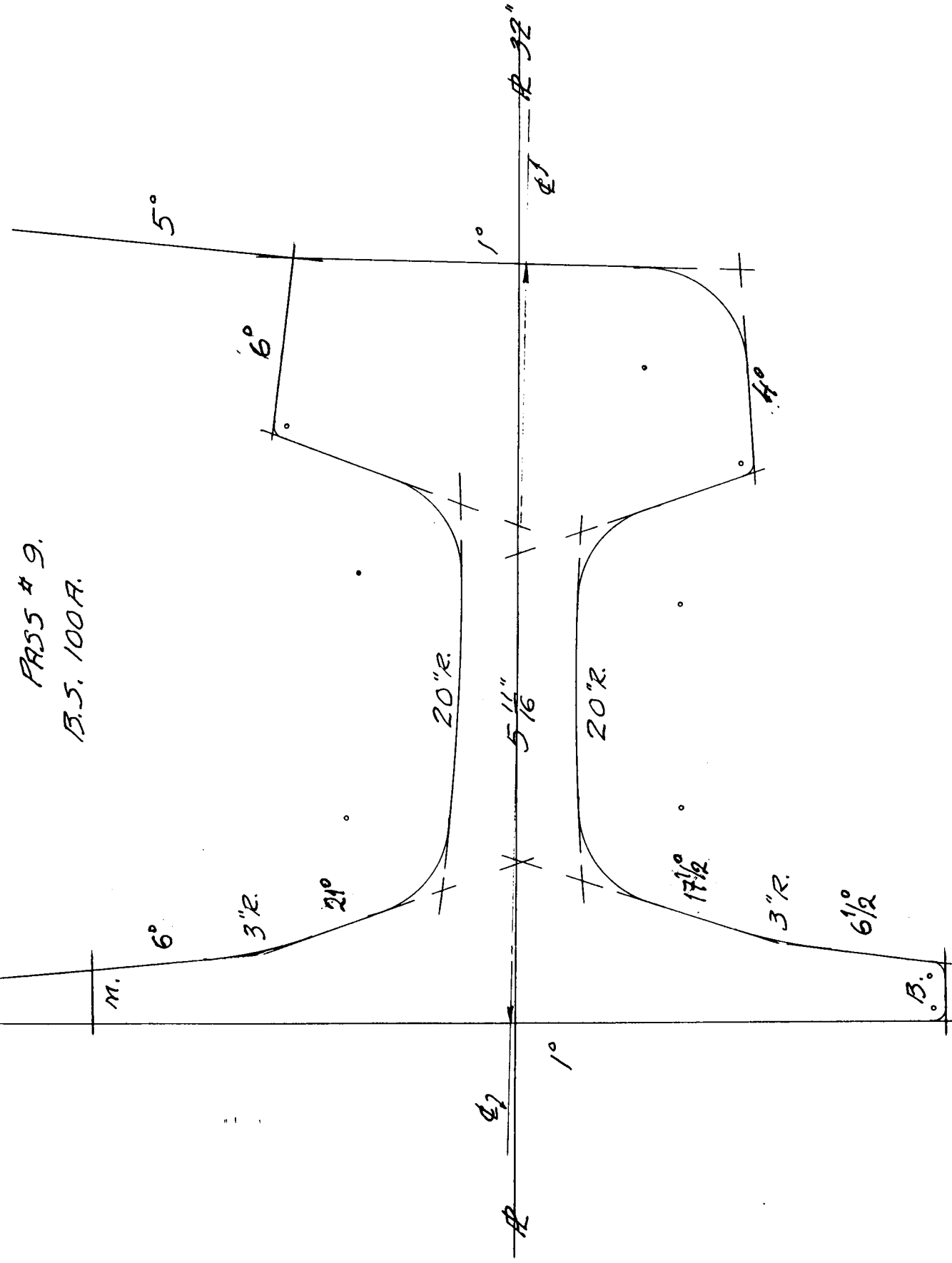
PASS #10-LEADER.

B. S. 100A.



S.M.S.A. 29" MILL.
SAN NICOLAS, SEPT. 28-1960.
DRAW'G. #DDC. 29/ J.H.

PA35 # 9.
B.S. 100A.



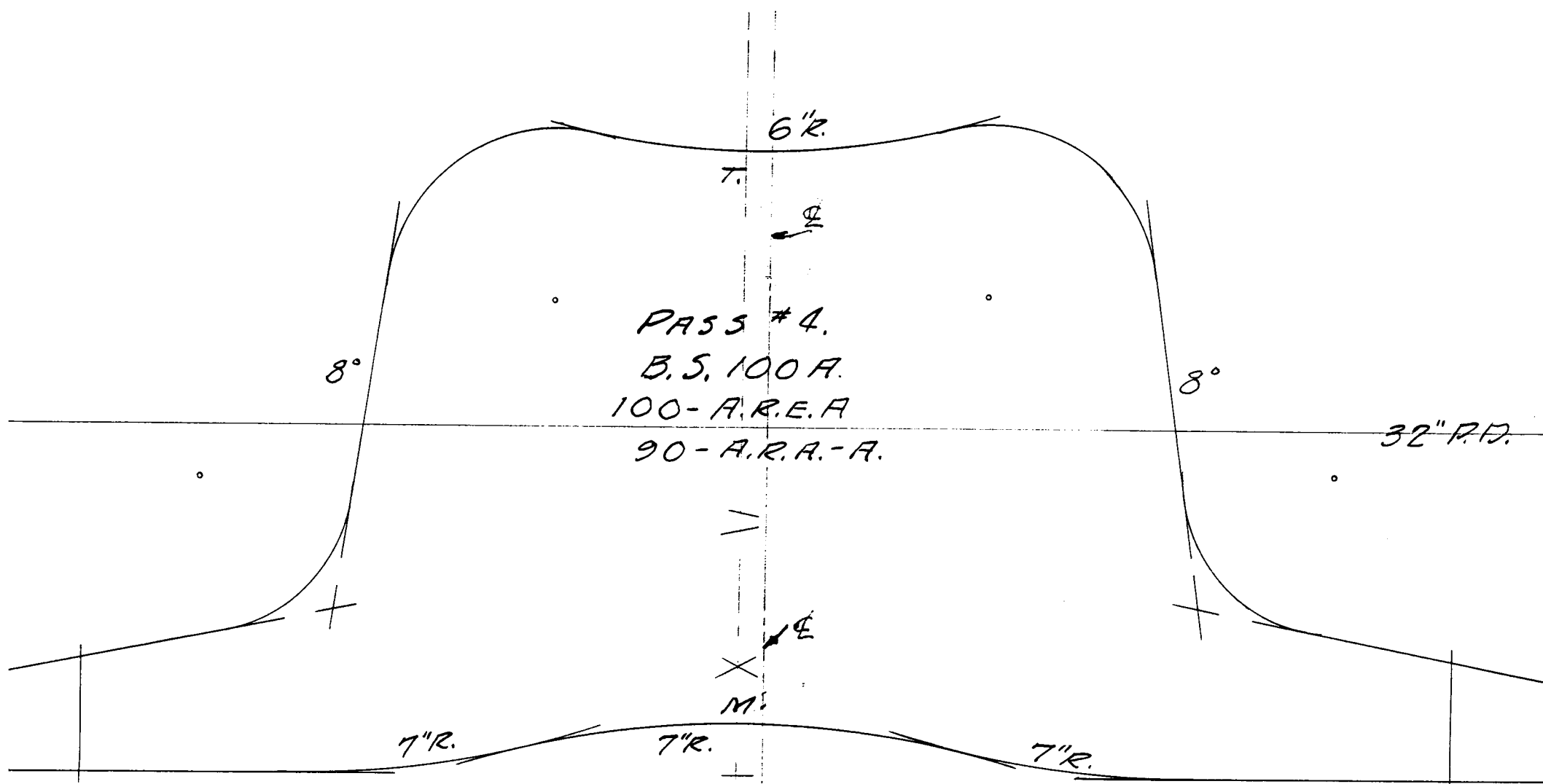
S.M.S.A. 29" MILL.
SAN NICOLAS, SEPT. 28-1960.
DRWG. # DDC. 29/ *ff.*

RIEL B.S. 100 Q

8" x 9 $\frac{1}{2}$ / 10" PASO #0

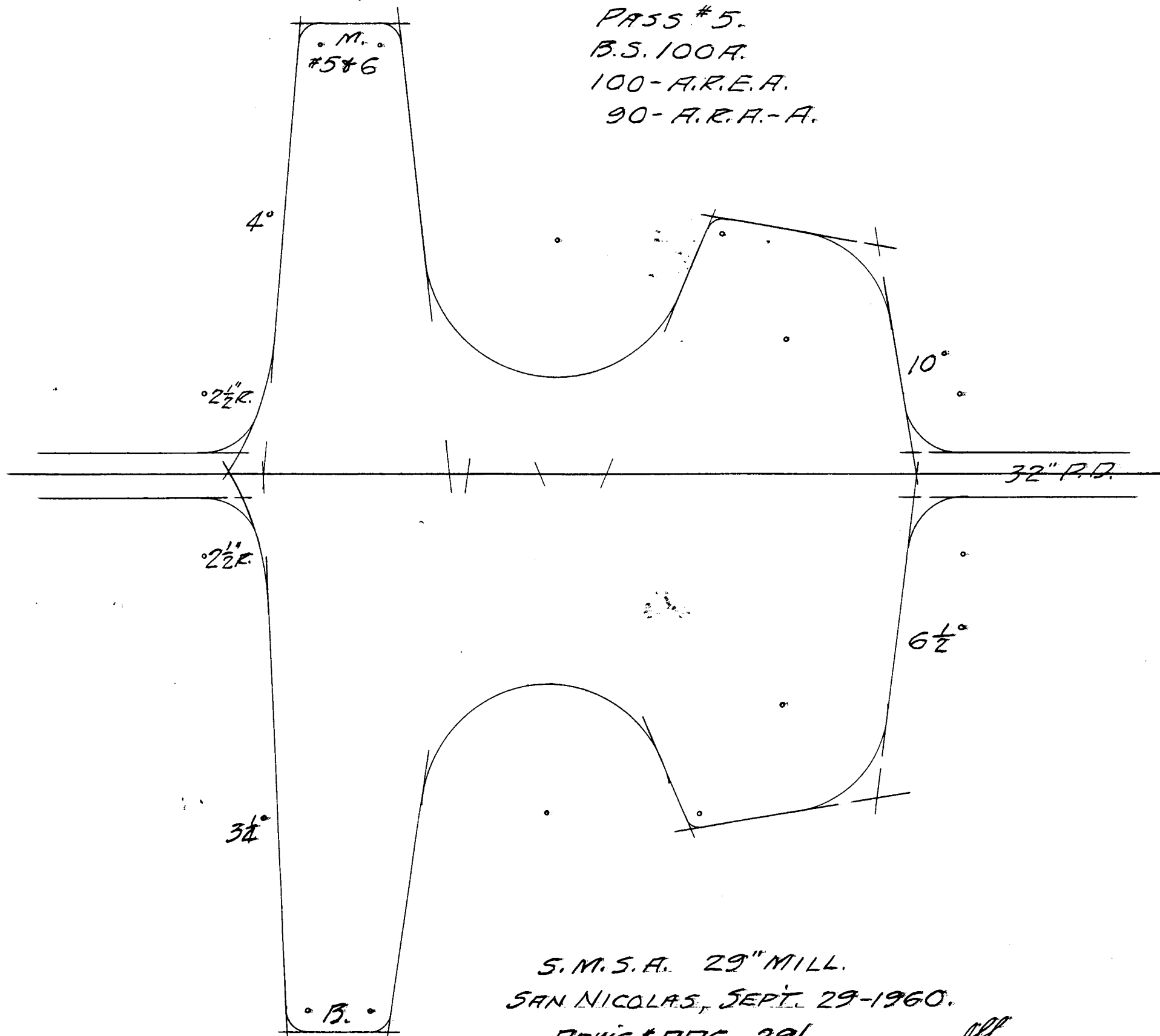
AREA: 502 cm²

WLC.
29-VIII-55



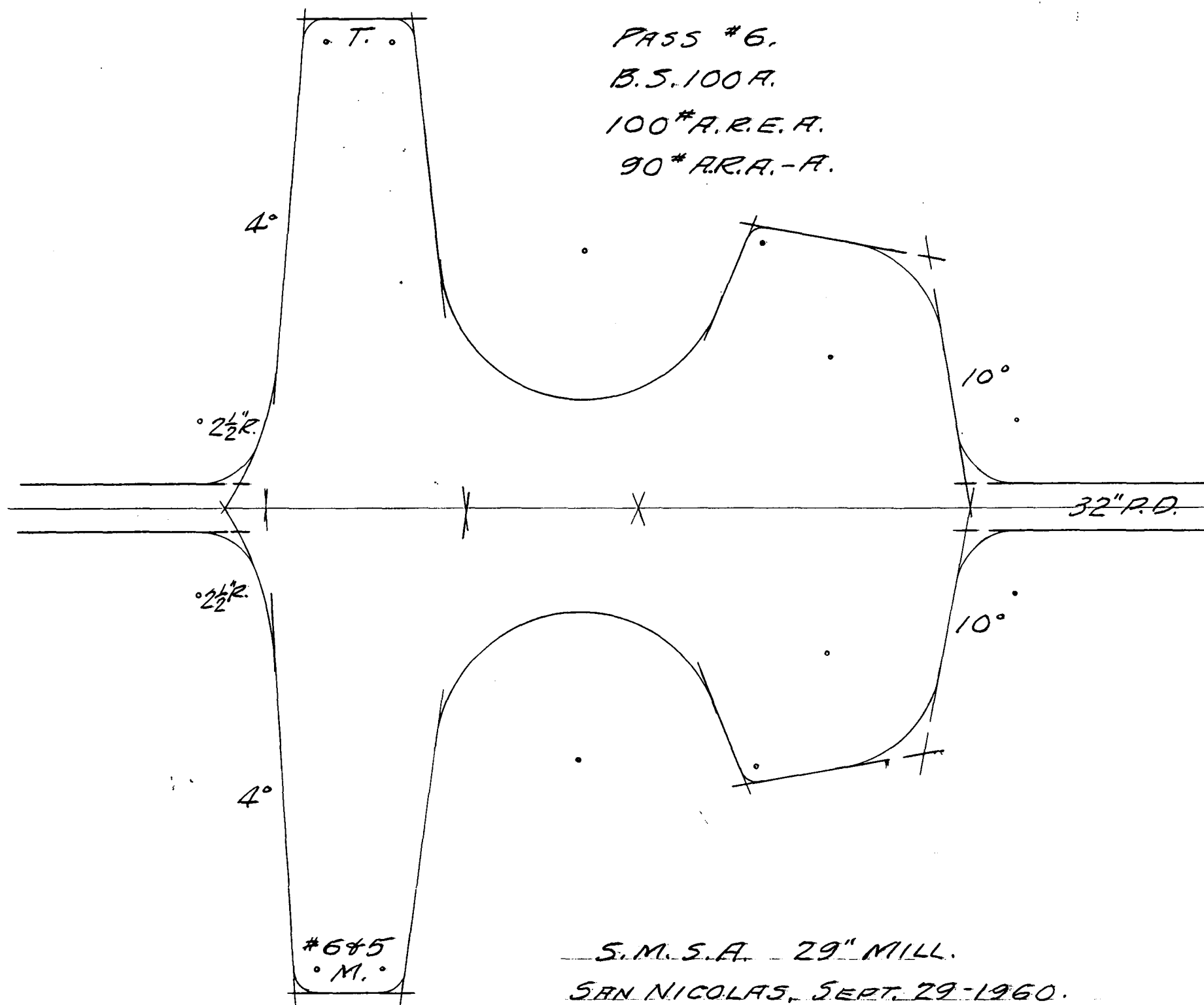
S.M.S.A. 29" MILL, SAN NICOLAS, SEPT. 29-1960.
 DRWG. # DDC. 29/ *YH.*

PASS #5.
 B.S. 100A.
 100-A.R.E.A.
 90-A.R.A.-A.



S.M.S.A. 29" MILL.
 SAN NICOLAS, SEPT. 29-1960.
 DRWG. # DDC. 29/

[Signature]



PASS #6.

B.S. 100 A.

100* A.R.E.A.

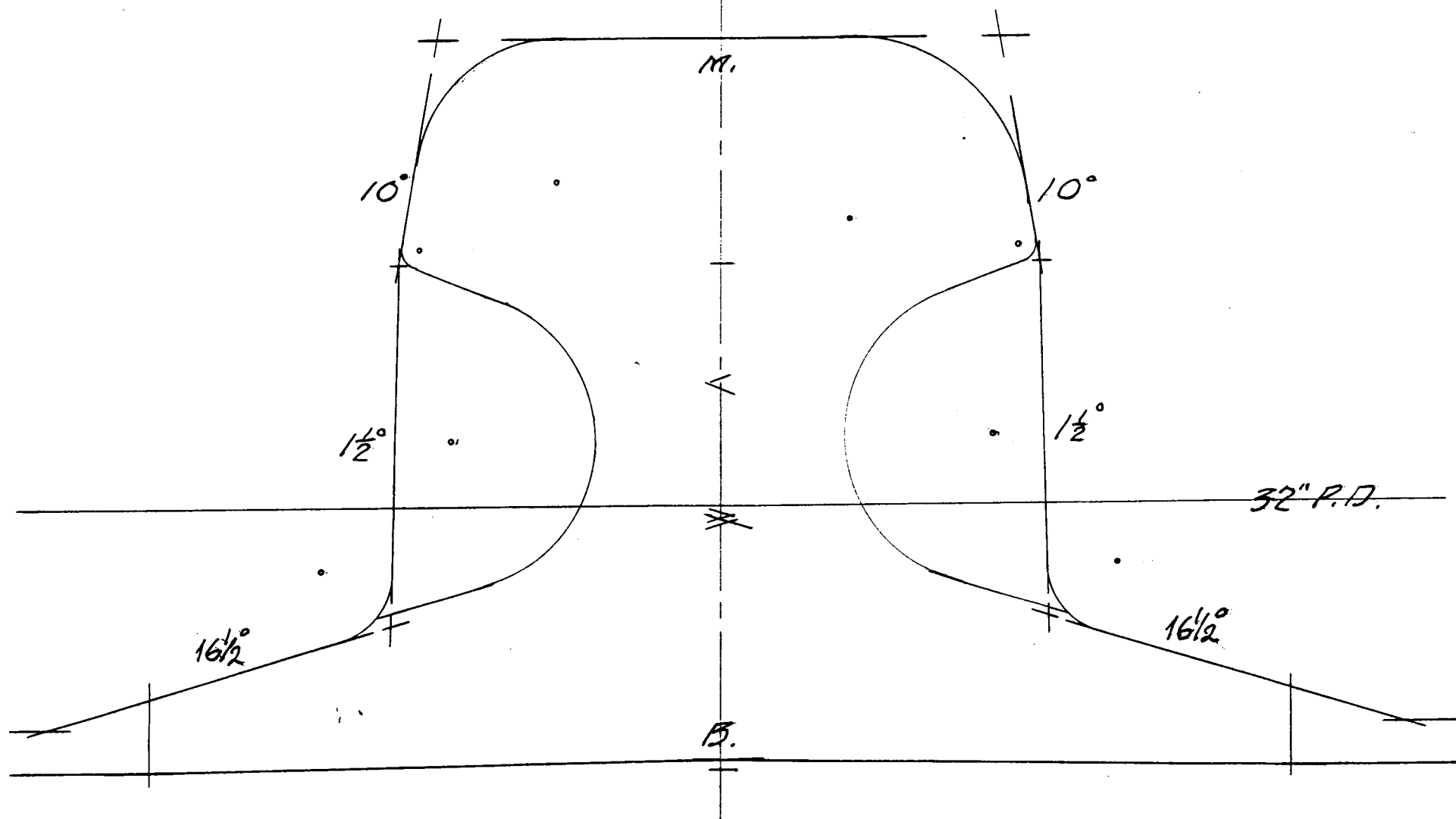
90* A.R.A. - A.

S.M.S.A. 29" MILL.

SAN NICOLAS, SEPT. 29-1960.

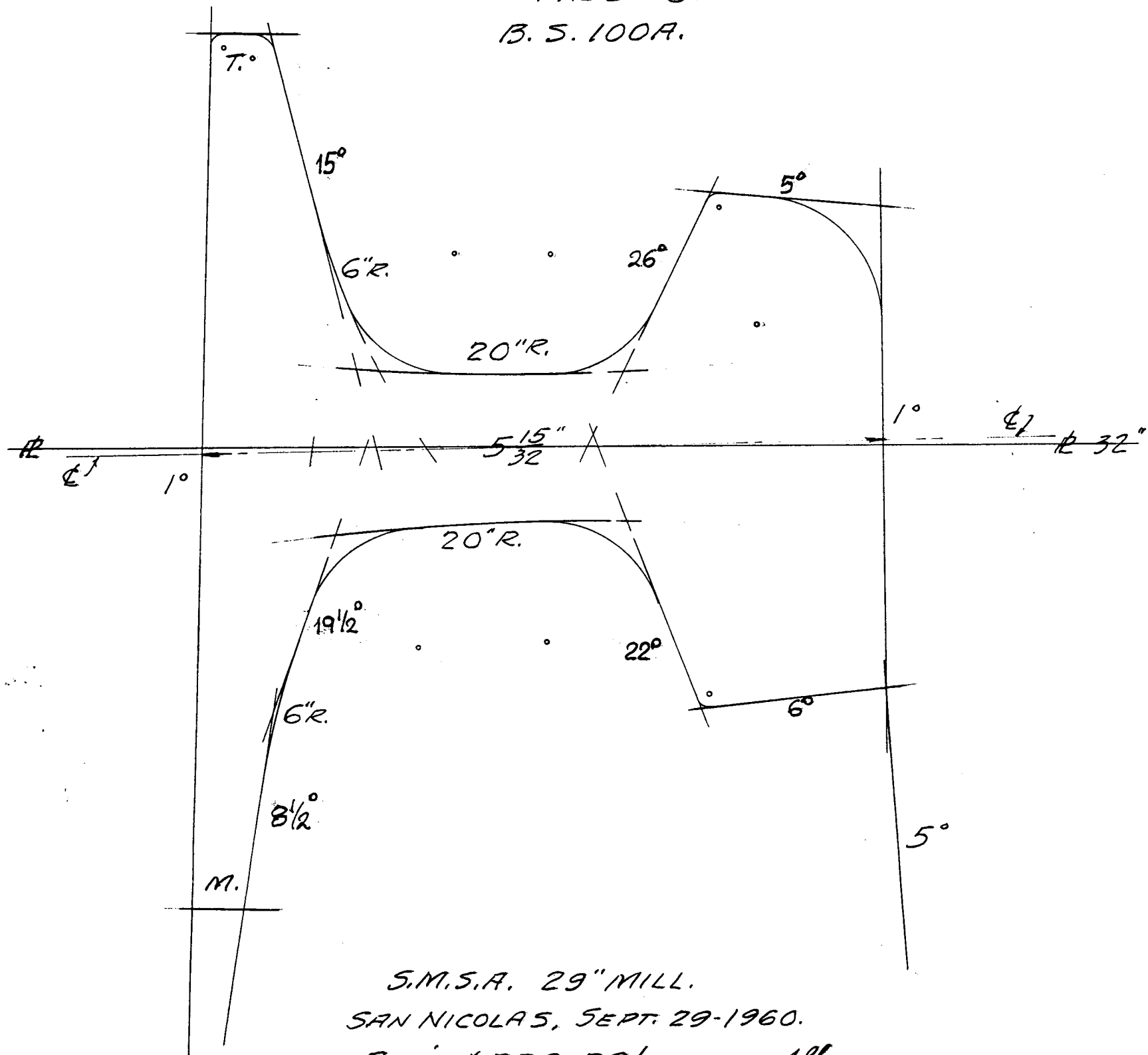
DRWG. # DDC 29/ JH.

#7. - B.S. 100A.
100-A.R.E.A.



S.M.S.A. 29" MILL. SAN NICOLAS, SEPT. 29-1960.
DRWG. # DDC. 29/ *JS.*

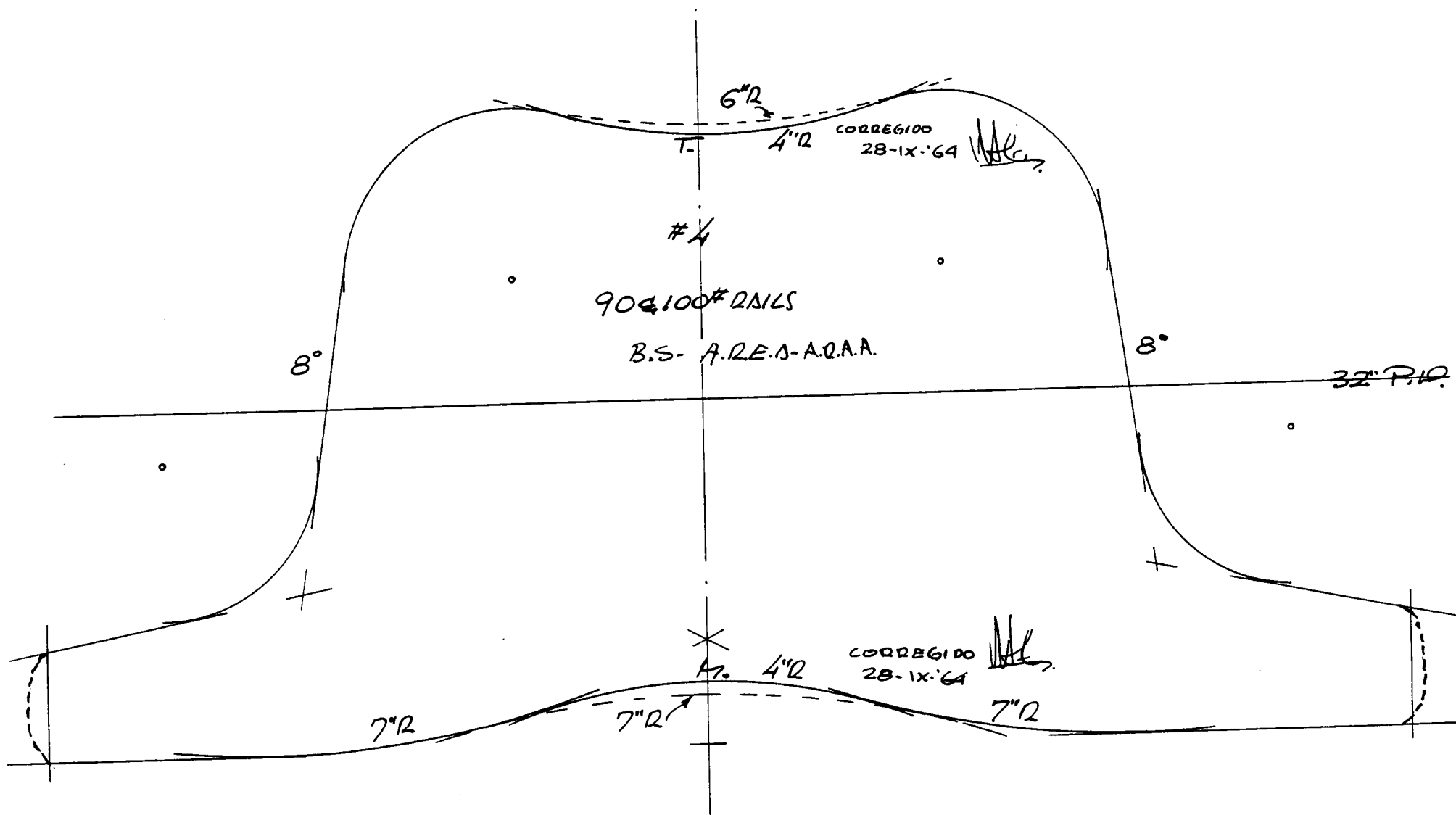
PASS # 8.
B. S. 100A.



S.M.S.A. 29" MILL.
SAN NICOLAS, SEPT. 29-1960.
DRWG. # DDC. 29f. *J.H.*

Ejemplo de calibrado 2.2.8

Riel de 100 lb/yd (49,6 kg/m) BS-100R



SOLISA- 29" HILL-

STD. #1

24-6-63 *phh*

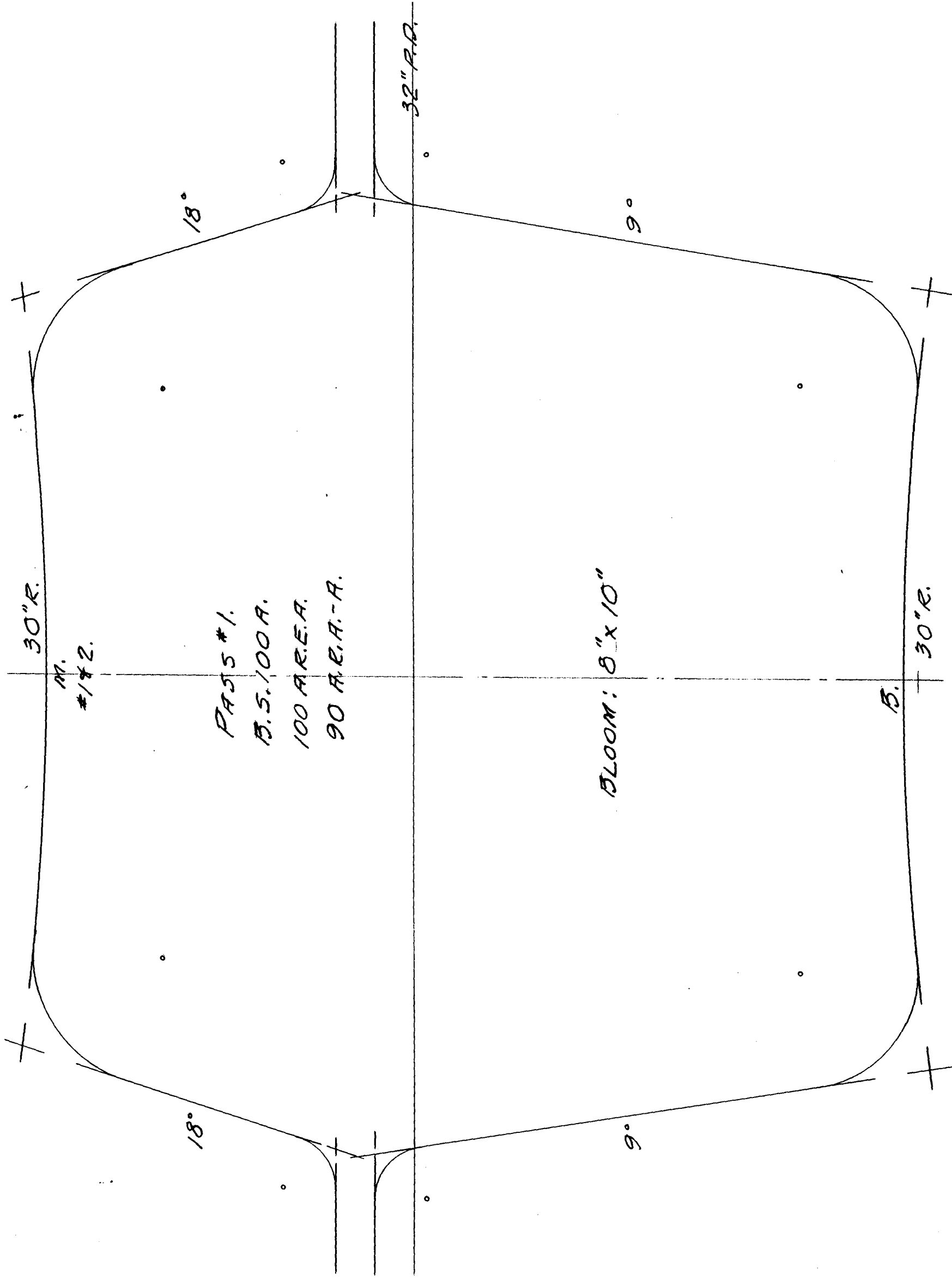
AREA = 208.0 cu²
% Red. = 19.4

RIEL B.S. 100 R

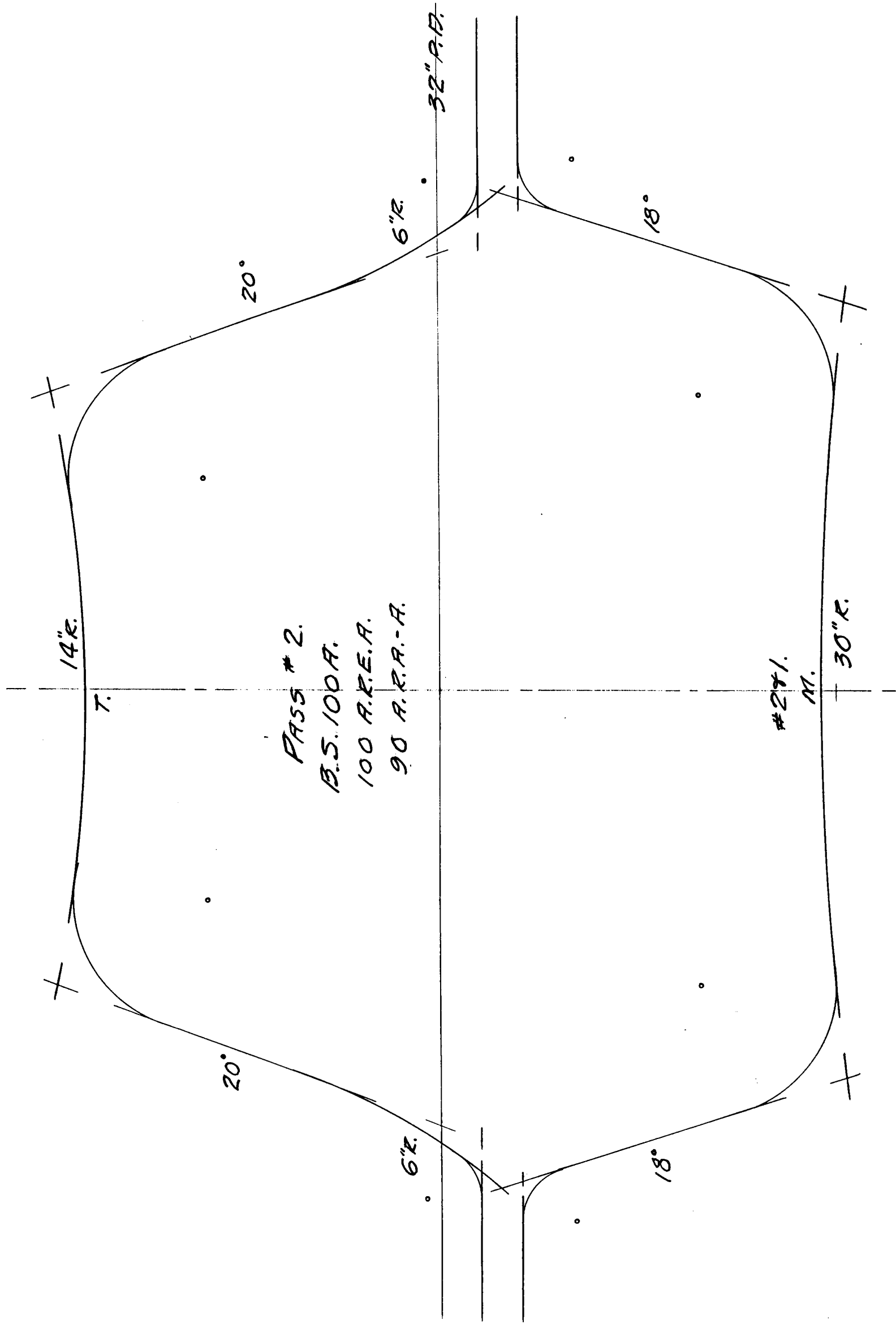
8" x 9 $\frac{1}{2}$ / 10" PASSO * 0

AREA: 502 cm²

W.L.
29.VIII.55



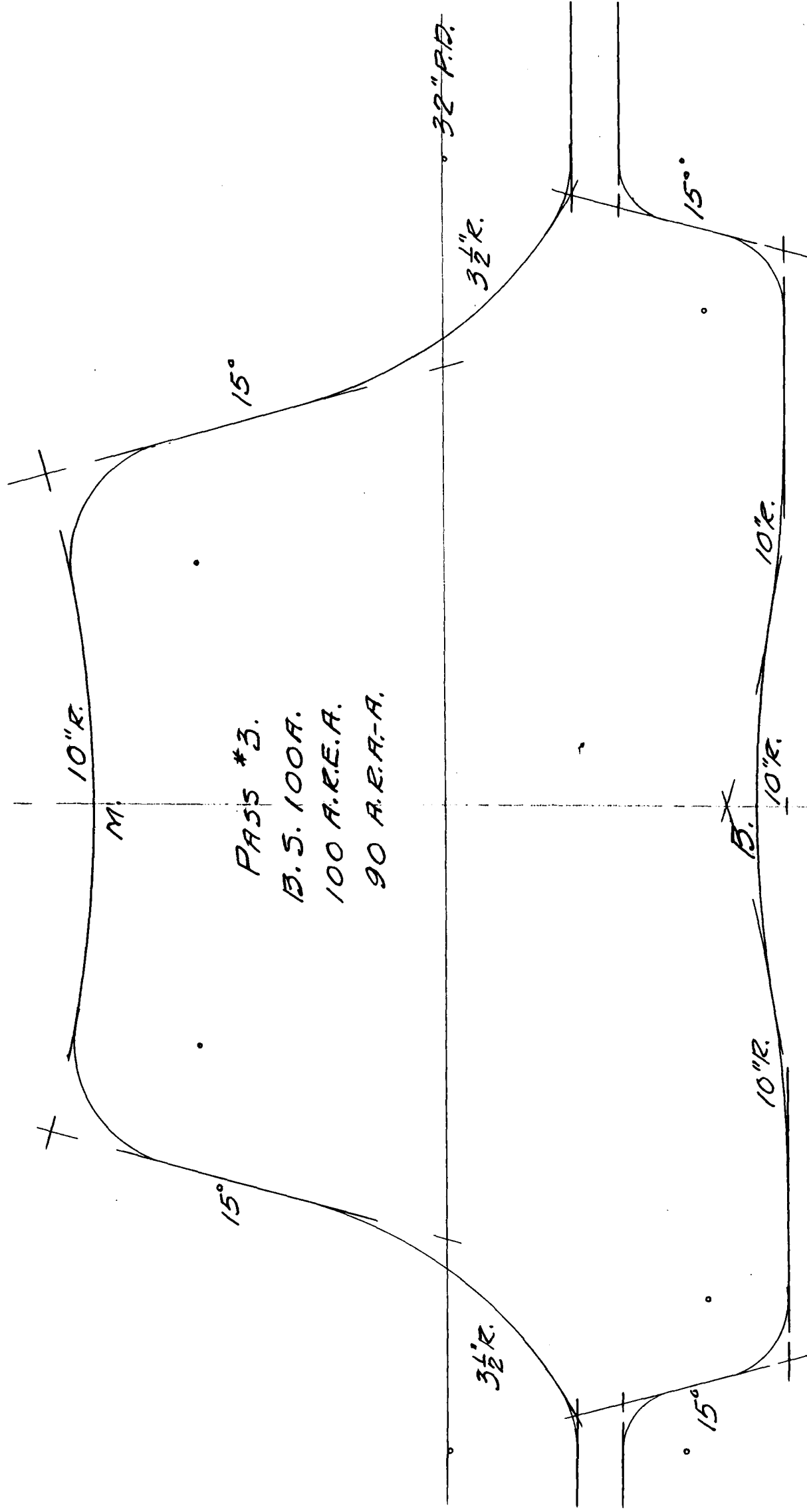
S.M.S.A. 29" MILL, SAN NICOLAS, SEPT. 29-1960.
 DWG. # DDC. 29/ JH.



S.M.S.A. 29" MILL, SAN NICOLAS, SEPT. 29-1960.

DRAWG. # DDC. 29/

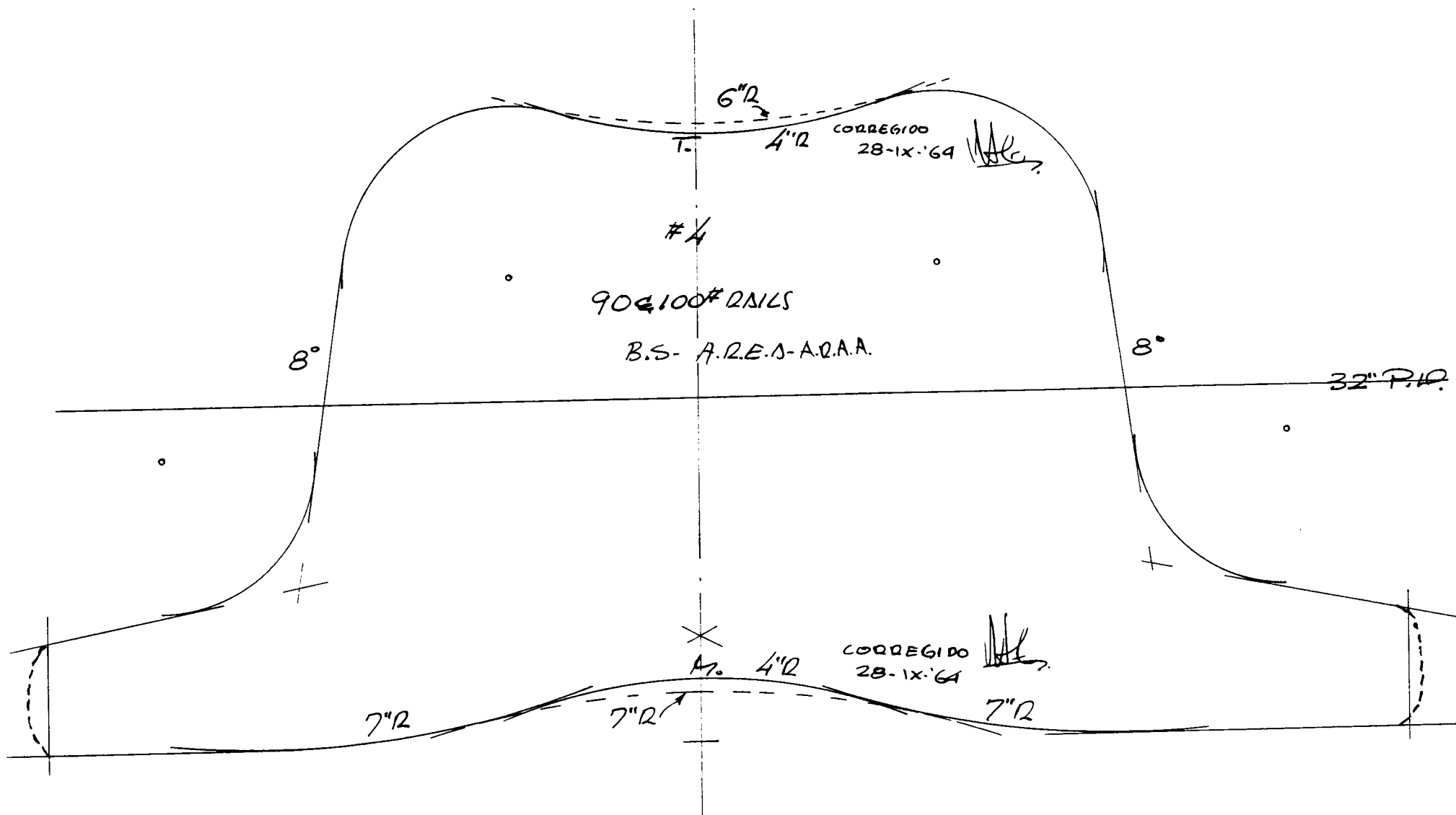
44.



S.M.S.A. 29" MILL, SAN NICOLAS, SEPT. 29-1960.

DEWG. # DDC. 29/

JM.



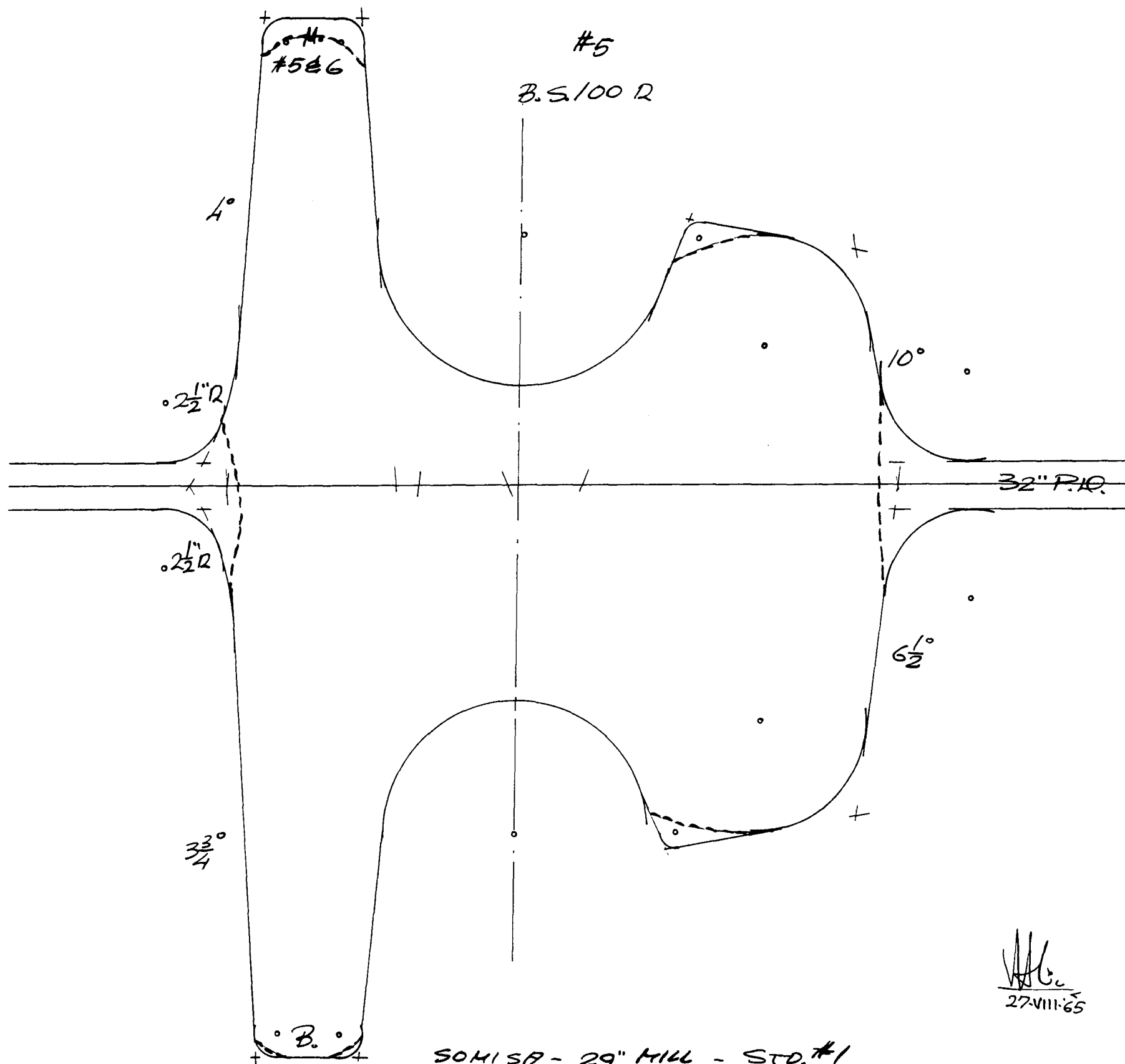
SOLISA- 29" MILL.

STD. #1

24-6-'63 *ph.*

AREA = 208,0 cu ft

% Red. = 19,4

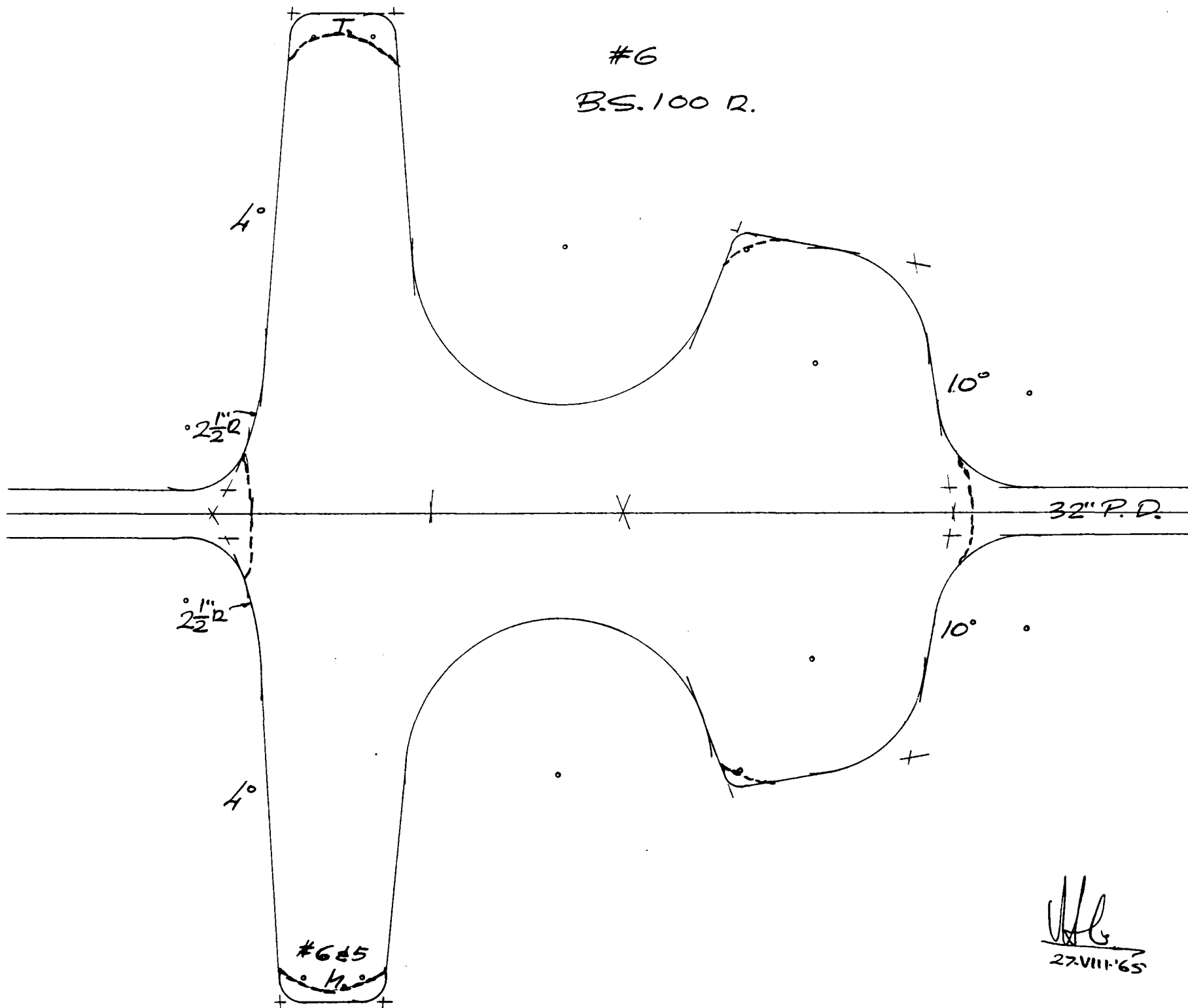


[Signature]
27-VIII-65

SOMISA - 29" MILL - STD. #1

AREA = 169.3 cm²
% Rec. = 18.6

24-6-63. *[Signature]*

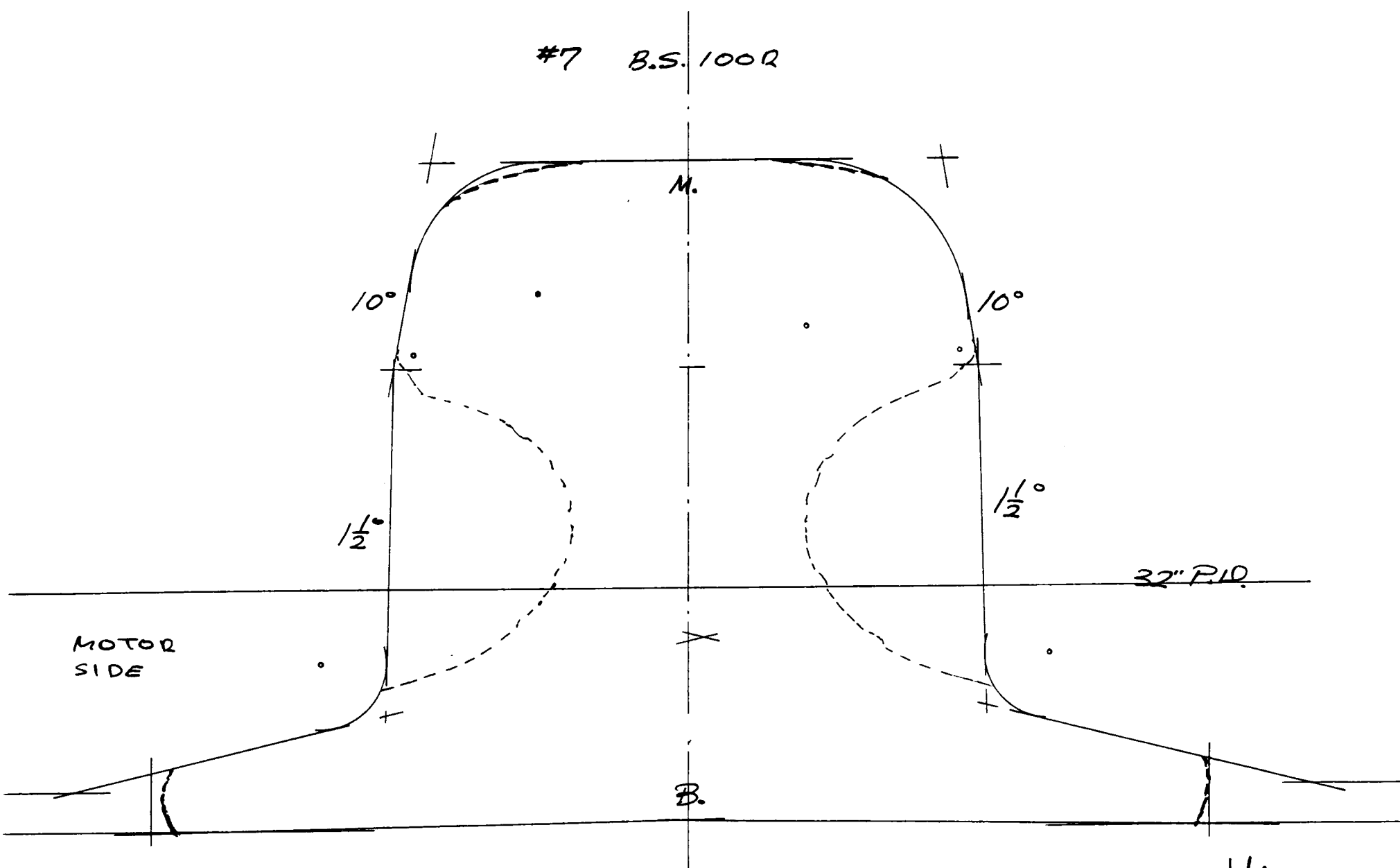


SOMISA - 29" MILL. STD. #1

24-6-63 jhd.

AREA = 139.8 cm²
% Red. = 17.4

#7 B.S. 100R



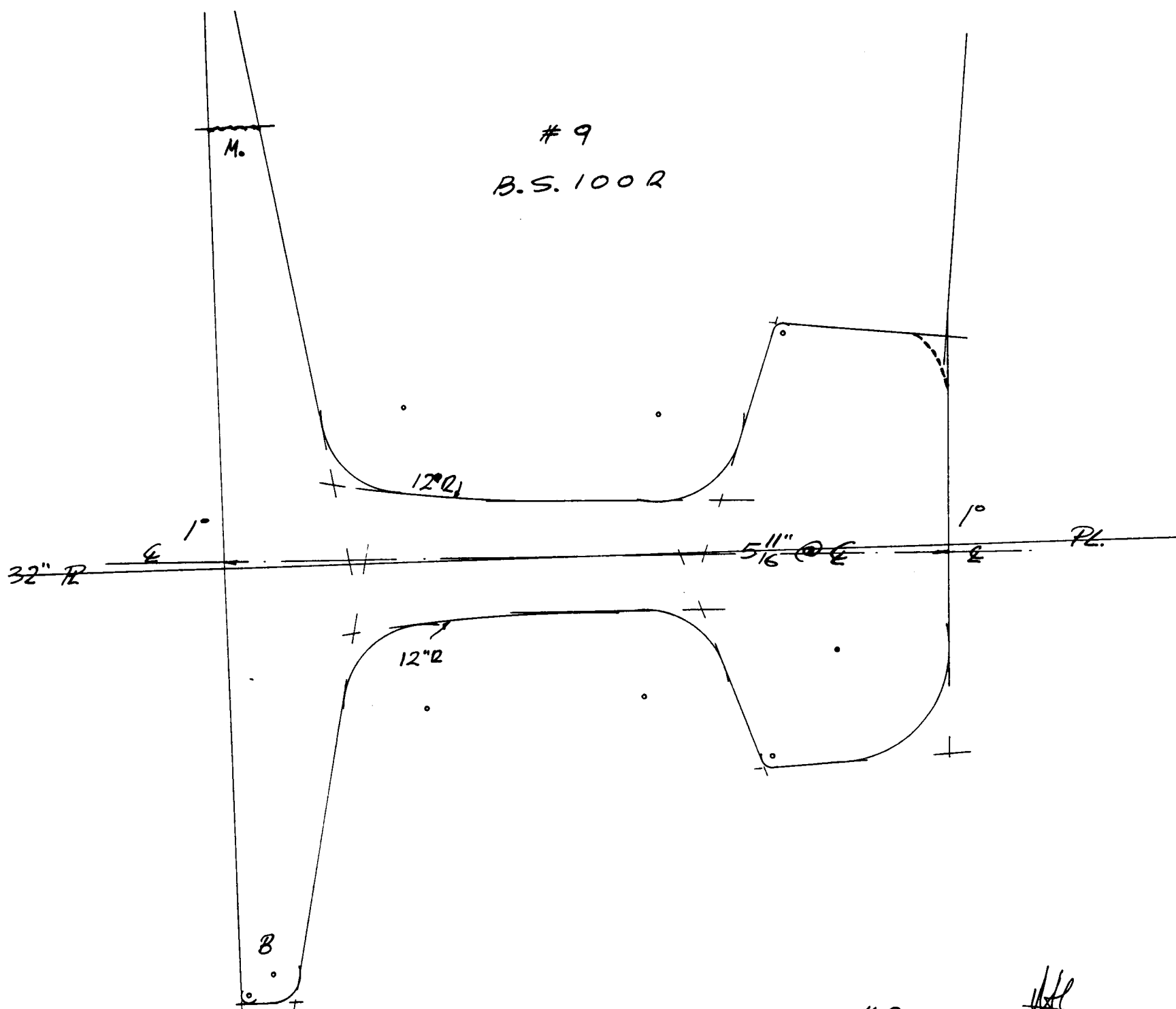
SOMISA 29" HILL

STND #2

W.L.
27.VIII.65

AREA = 127.0 cm² ; % Def. = 9.4

24-6-'63 *ph.*



SOMISA - 29" HILL - STD #2

D.D.C. 29

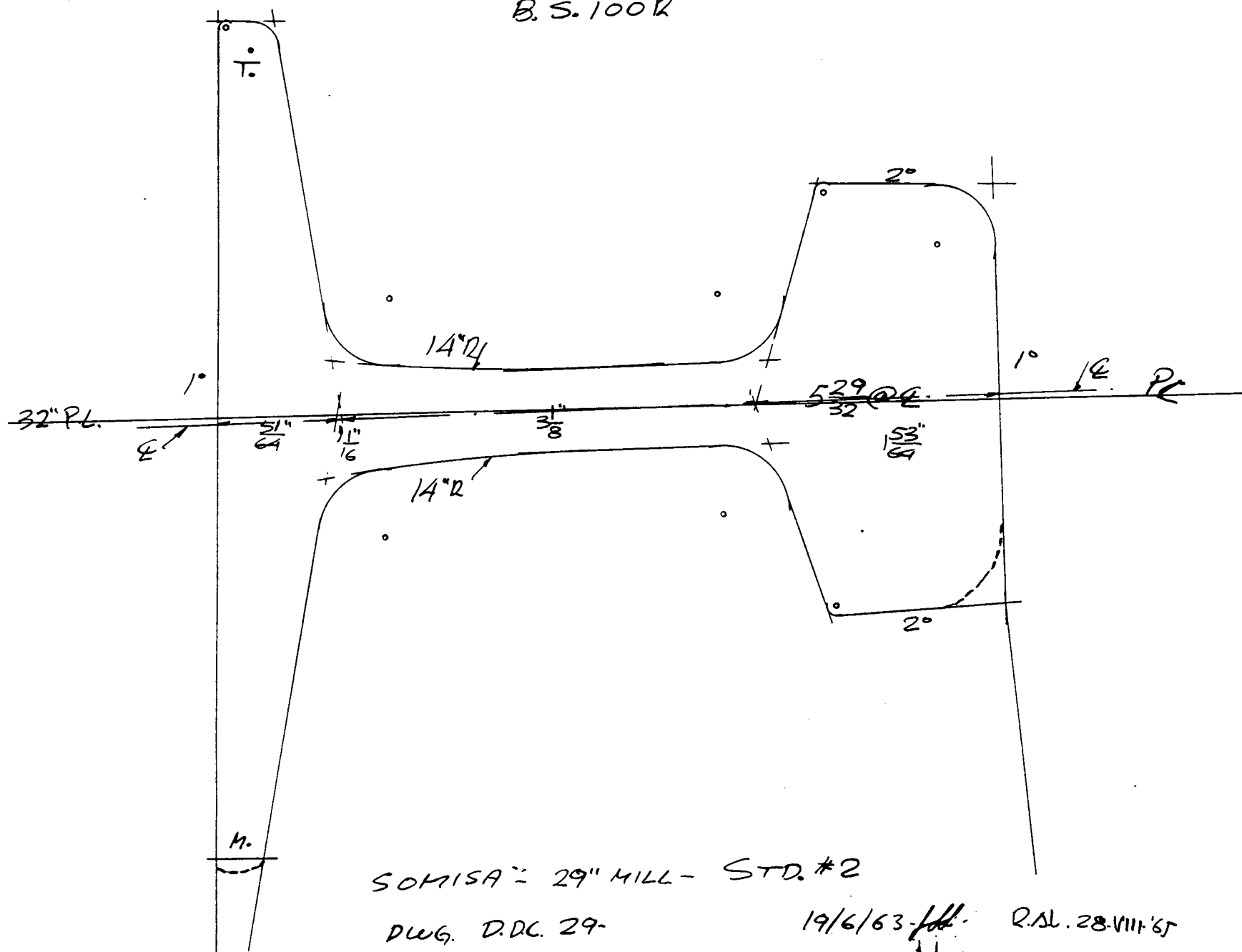
21/6/63 *ph*

AREA = 85,5 cm²; % Red. = 32,3

ph
28.VIII.65

#10-LEADER

B.S. 100R



SOMISA: 29" MILL - STD. #2

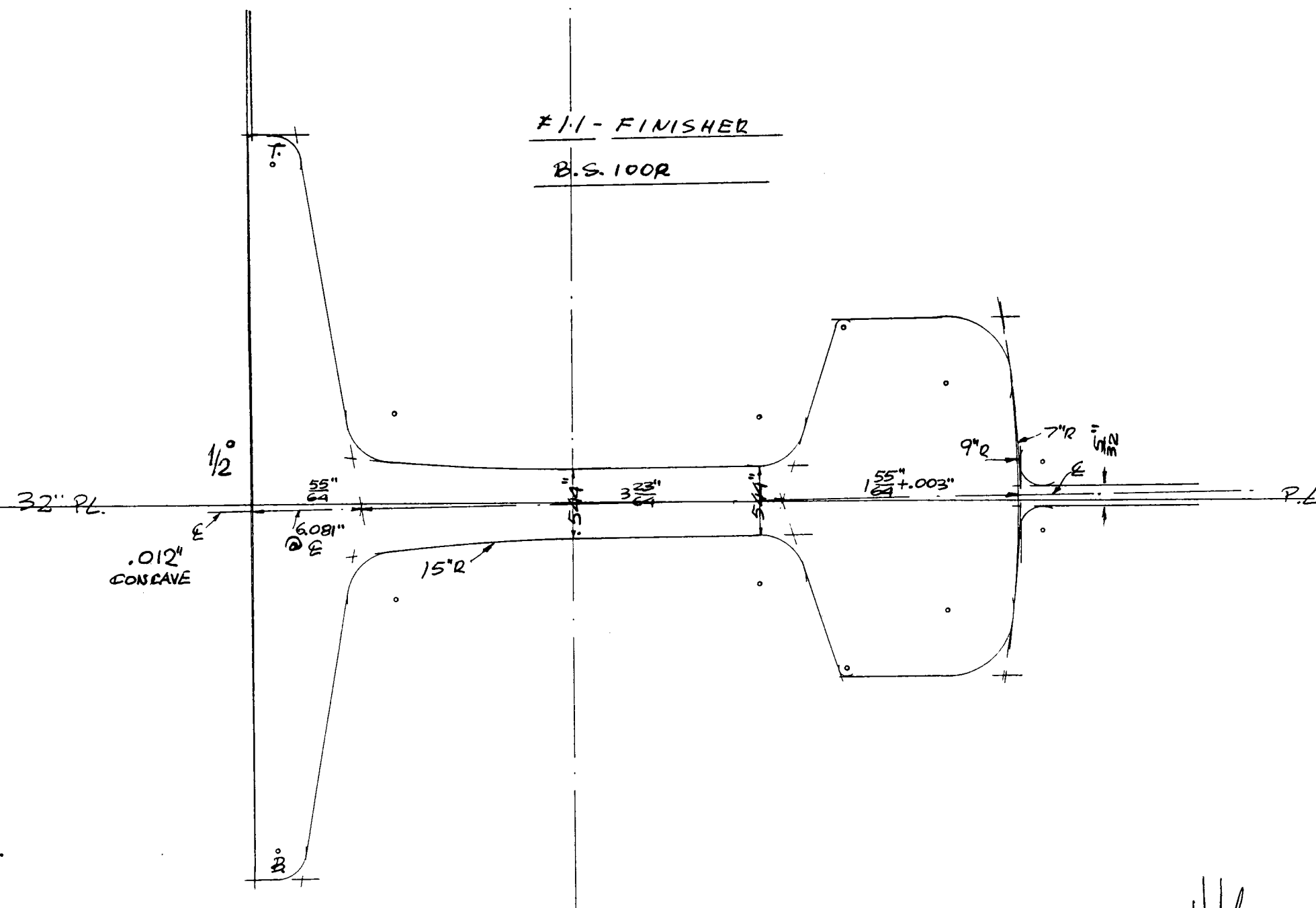
DWG. D.D.C. 29-

19/6/63 *[Signature]*

R.A.L. 28.VIII.65

AREA = 71.8 cm²; % Red. = 16.0

[Signature]
26.VIII.65



SOMISA 29" MILL STD #3

DDC 29-

JUNE 19-1963. J.P.

AREA = 65.8 cm^2 ; % Def. = 8.4

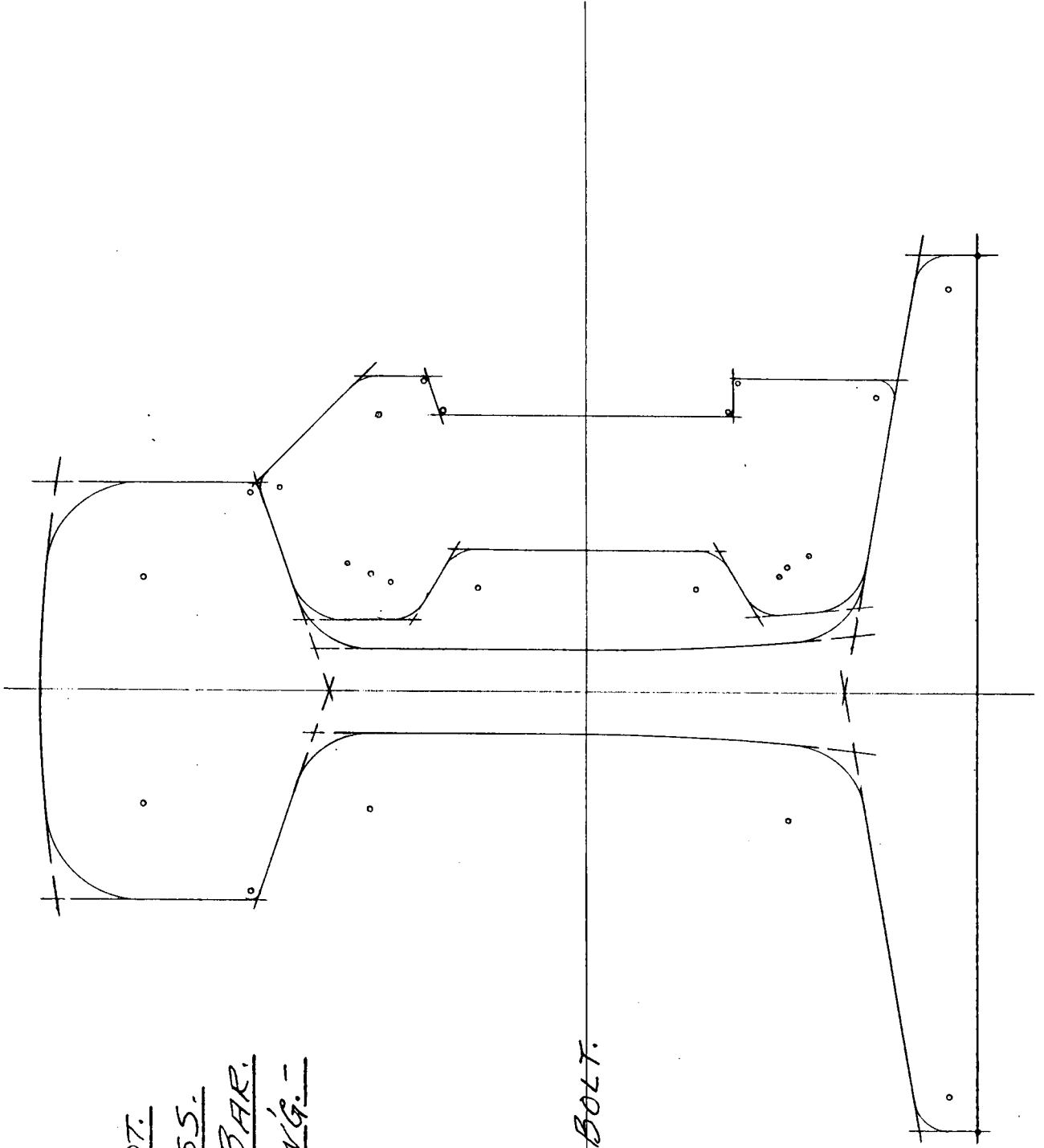
W.C.
28.VIII.65

Ejemplo de calibrado 2.2.9

Rieles de 100 lb/yd (49,6 kg/m)

(Secciones terminadoras unitarias)

B.S. 100R. HOT.
FINISHING PASS.
FOR SPLICE-BAR.
F.N.G.R. DRWG.-
49V. 563.



RAIL SECTION 100 LB. A.R.E.A.