



*UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO*

PROYECTO FINAL N° 10

INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

AEROGENERADOR EÓLICO

Alumnos:

RUBIO, Emanuel
RAMOS, Sergio

Docentes:

Ing. ALI, Daniel
Ing. FERREYRA, Daniel

Año 2008



Índice

1.	Introducción	4
1.1	Concepto y origen de la energía eólica	4
1.2	Energía eólica en Argentina	5
1.3	Actualidad de los aerogeneradores en Argentina	5
1.4	Potencia Instalada en Argentina	6
2.	Aspectos Generales	7
2.1	Ventajas y Desventajas	7
2.2	Clasificación de los aerogeneradores eólicos	7
2.2.1	Microturbinas (< 3 Kw)	7
2.2.2	Pequeños aerogeneradores (< 50 Kw)	7
2.2.3	Grandes aerogeneradores (< 850 Kw)	8
2.2.4	Aerogeneradores multimegavat (1 y 3 Mw)	8
2.3	Elementos de un sistema eólico	8
2.4	Energía Eólica y Medio Ambiente	9
3.	El Viento, fuente de energía	10
3.1	Energía del Viento	10
3.2	Selección del Lugar para Instalar la Turbina	11
3.3	Vientos en Argentina	12
4.	Diseño del aerogenerador	13
4.1	Principios de aerodinámica	13
4.2	Aerodinámica de las turbinas de eje horizontal	14
4.3	Elección del perfil aerodinámico	16
4.4	Rotor o hélice	16
4.5	Coefficiente de Potencia c_p	17
4.6	Número de palas	18
4.7	Solidez	18
4.8	Tamaño de la hélice	19
4.9	Velocidad de rotación de la hélice	20
4.10	Teoría de la cantidad de movimiento. Límite de Betz	21
4.11	Sistema de control	25
4.12	Sistema de orientación	26
4.13	Generadores de turbinas eólicas	26
4.13.1	Generadores de corriente continua	27
4.13.2	Generadores sincrónicos	27
4.13.3	Generadores asincrónicos	28
4.14	Protección contra el empalamiento	29
4.14.1	Sistema de freno aerodinámico	29
4.14.2	Sistema de freno mecánico	29

5. Desarrollo del proyecto	30
5.1 Diseño del aerogenerador	30
5.2 Determinación de la distribución de Rayleigh	31
5.3 Determinación del tamaño de la hélice	33
5.4 Potencia disponible	33
5.5 Potencia captada	33
5.6 Velocidad de rotación	34
5.7 Cálculo de la forma geométrica	35
5.8 Fuerza sustentadora, resistencia y momento	37
5.9 Sistema de orientación	38
5.10 Sistema de regulación y freno	38
5.11 Cálculo del generador	39
5.12 Cargador de baterías	46
5.13 Baterías	46
5.14 Inversor	46
5.15 Cálculo de la torre	47

Datos técnicos del equipo	66
Bibliografía	67

6. Planos

7. Catálogos e información adicional

La primera data de este aparato fue usado en Persia para moler granos. El eje de rotación era vertical y su estructura estaba hecha con troncos de árboles. Un muro construido a su alrededor servía para orientar el flujo de aire. Posteriormente se desarrollaron especialmente en Holanda, donde su aplicación se extendió al bombeo de agua. Holanda y Dinamarca fueron los países que más explotaron la utilización industrial de estos aparatos y lo introdujeron en América en la época de la colonia. Con el correr del tiempo, el que más se difundió en América fue el molino bombeador de agua utilizado en el campo para extraer aguas subterráneas, alimentando los bebederos de animales y también el pequeño cargador de baterías de menos de 1 kW, que fundamentalmente proveía la energía eléctrica para los aparatos de radio. La industria de estos aparatos fue creciendo significativamente hasta la aparición del motor de explosión y de la máquina de vapor. Estos motores permitían la obtención de energía a menores costos, gracias a los combustibles baratos, desalentando a los constructores de molinos.

Las fuentes de energía renovables comenzaron a ser estudiadas con un renovado interés ya que su mayor costo de otros tiempos no lo eran ahora con los consecutivos incrementos del precio de los combustibles líquidos. De estas energías renovables, la eólica es particular, se encuentra en ventajosas condiciones para competir en precio y confiabilidad.

Para la República Argentina, tomando en cuenta solamente la velocidad de los vientos y las áreas posibles de utilizar, pero sin entrar en consideraciones de factibilidad técnico económica, ni posibilidad de aprovechamiento de la electricidad generada, se estima que podría haber para la región de la Patagonia un recurso de origen eólico del orden de 300.000 MW. Si bien el potencial económicamente viable, es altamente probable que no alcance esos valores, los mismos indican la importancia del recurso eólico en el país.

1. Introducción en Argentina

1.1 Concepto y origen de la energía eólica.

La energía eléctrica es un componente esencial en el estilo de vida moderno, pero la generación de energía eléctrica es también una gran generadora de contaminantes y desechos tóxicos. La energía eólica ofrece un modo de satisfacer las necesidades de la economía y el ambiente proveyendo una fuente limpia y competitiva de electricidad.

Se conoce como energía eólica al aprovechamiento por el hombre de la energía del viento. La fuente de energía eólica es el viento, o mejor dicho, la energía mecánica que, en forma de energía cinética transporta el aire en movimiento.

Es una fuente de energía renovable, es decir, llega de forma continua a la tierra y es inagotable. Además de la energía eólica, entre las distintas fuentes de energías renovables encontramos: solar, mareomotriz, hidráulica y biomasa.

La primera información con que se cuenta sobre la construcción de un molino de viento data de 200 años a.C. Este aparato fue usado en Persia para moler granos. El eje de rotación era vertical y su estructura estaba hecha con troncos de árboles. Un muro construido a su alrededor servía para orientar el flujo de aire. Posteriormente aparecieron los primeros molinos de eje horizontal con unos diez rayos de madera que sostenían las velas. Los molinos eran utilizados principalmente para moler granos y su uso se extendió en el Siglo XI sobre todo Oriente Medio y apareció en Europa en el Siglo XII traído por quienes volvían de las Cruzadas.

Se desarrollaron especialmente en Holanda, donde su aplicación se extendió al bombeo de agua. Holanda y Dinamarca fueron los países que más explotaron la utilización industrial de estos aparatos y lo introdujeron en América en la época de la colonia. Con el correr del tiempo, el que más se difundió en América fue el molino bombeador de agua utilizado en el campo para extraer aguas subterráneas, alimentando los bebederos de animales y también el pequeño cargador de baterías de menos de 1 kW, que fundamentalmente proveía la energía eléctrica para los aparatos de radio.

La industria de estos aparatos fue creciendo significativamente hasta la aparición del motor de explosión y de la máquina de vapor. Estos motores permitían la obtención de energía a menores costos, gracias a los combustibles baratos, desalentando a los constructores de molinos.

Las fuentes de energía renovables comenzaron a ser estudiados con un renovado interés ya que su mayor costo de otros tiempos no lo eran ahora con los consecutivos incrementos del precio de los combustibles líquidos. De estas energías renovables, la eólica en particular, se encontraba en ventajosas condiciones para competir en precio y confiabilidad.

Para la República Argentina, tomando en cuenta solamente la velocidad de los vientos y las áreas posibles de utilizar, pero sin entrar en consideraciones de factibilidad técnico económica, ni posibilidad de aprovechamiento de la electricidad generada, se estima que podría haber para la región de la Patagonia un recurso de origen eólico del orden de 300.000 MW. Si bien el potencial económicamente viable, es altamente probable que no alcance esos valores, los mismos indican la importancia del recurso eólico en el país.

1.2 Energía eólica en Argentina.

En la República Argentina la historia de los molinos de viento comienza en 1858, en la Exposición Agrícola Rural realizada en la residencia de Rosas en Palermo donde Gervasio Posadas presenta un artefacto para extraer agua denominada “Torno Argentino”.

En 1861, Pedro Binet registra como invención una “rueda hidráulica movida por el viento” y un año después Carlos Dartis patenta una “máquina para utilizar el viento alzando agua principalmente”. En ninguno de estos dos casos se describen sus principios de funcionamiento.

En 1895 la Exposición de Palermo presenta el “Aeromotor” de Agar Cross con una torre de 12 y 15 metros y también se exhiben en Buenos Aires, otros modelos entre los que figuran uno de fabricación nacional “El Argentino” de los ingenieros Spínola y Noceti.

En 1900 se importa el molino de acero “Dandy” de Estados Unidos y se lo conoce aquí con el nombre de Elite y desde 1952 es fabricado en Argentina.

Entre 1961 y 1967 en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires se construyó un molino de viento para bombear agua. Era de eje horizontal, con una torre reticulada soportando una hélice de madera de 3 palas de 18 m de diámetro. Fue instalada en las afueras de Buenos Aires hacia fines de 1967 donde funcionó solamente dos días y la rotura de una pala de hélice determinó el fin del proyecto.

En 1980, en el Servicio Naval de Investigación y Desarrollo, con el apoyo de la Secretaría de Ciencia y Técnica, R. Bastianón y sus colaboradores diseñaron y construyeron la primera turbina eólica nacional denominada “Austral”. La turbina generaba corriente alterna en 220 y 380 voltios, y tenía una hélice de dos palas de 11,5 m de diámetro ubicada detrás de una torre de 10 m de altura.

1.3 Actualidad de los aerogeneradores en Argentina.

El 53% de las centrales Argentinas produce energía primaria, derivada de combustibles fósiles, y la organización ambientalista Green Peace ya advirtió que “el aumento de molinos de viento en la Argentina ocurre en un mercado absolutamente adverso, donde el precio del gas natural resulta determinante, y sin ningún tipo de políticas gubernamentales destinadas a promover el desarrollo eólico”.

Green Peace enfatiza la necesidad de alcanzar una potencia eólica instalada de 3.000 MW en el año 2010. Esa meta alcanzaría para cubrir el 7% de la electricidad a escala nacional. Para el desarrollo de esa meta se estima necesario que grandes compañías de energía se vuelquen al desarrollo de la energía del viento. Por esta razón busca que Shell ingrese en el desarrollo de la energía eólica, con vistas a desarrollar dos proyectos en Chubut: uno en Rada Tilly (con una potencia proyectada de 50 MW) y otro en Puerto Madryn (con una potencia proyectada de 60 MW).

En la Argentina existen nueve parques eólicos, que como se indicó anteriormente, en total tienen instalada una potencia de 25.520 kW.

Han sido las cooperativas, de gran presencia en el mercado distribuidor del interior, quienes experimentan en serio.

1.4 Potencia Instalada en Argentina.

- Neuquén y Desventajas. 400 kW.
- Chubut 18.220 kW.
- Buenos Aires 5.700 kW.
- Santa Cruz 1.200 kW.

- Los inconvenientes de la energía eólica provienen directamente de las características del viento: el aire es un fluido de pequeño peso específico lo que implica fabricar máquinas grandes y en consecuencia caras. Por otra parte, el viento es variable y por tanto hay que adaptar los aparatos a esta fuente aleatoria de energía, en particular estudiar el almacenamiento de la energía producida.

2.2 Clasificación de los aerogeneradores eólicos.

Los aerogeneradores se pueden clasificar de acuerdo a su potencia nominal en:

2.2.1 Microturbinas (< 3 Kw)

Son usadas por pequeños consumidores de energía (sistemas aislados de telecomunicaciones, viviendas aisladas, cabañas, barcos, etc.), generalmente producen electricidad que sirve para la carga de baterías de almacenamiento.

El generador eléctrico es de imanes permanentes y se acciona directamente por la turbina eólica sin que haya caja multiplicadora de velocidad.

Son eólicas rápidas de eje horizontal preferentemente de tres palas, con pequeños diámetros (del orden de 1 a 5 m), que trabajan a velocidad de rotación elevada y variable. La velocidad de la punta de la pala puede alcanzar valores del orden de 100 a 120 m/s.

La electricidad producida en forma de corriente alterna de frecuencia variable es rectificadas y almacenadas en baterías para posteriormente ser convertida de nueva de corriente continua a alterna a frecuencia constante (50 Hz) mediante un inversor de estado sólido. Finalmente un transformador eleva la tensión a la requerida por el servicio (230 V).

2.2.2 Pequeños aerogeneradores (< 50 Kw)

Este rango de aerogeneradores cubre el mismo tipo de demanda que los anteriores, pero con mayor potencia. Además se usan para abastecer núcleos de población aislados. Estos sistemas combinan la energía eólica con algún otro tipo por ej. grupos electrógenos diesel, solar fotovoltaica o la propia red eléctrica que facilita energía de apoyo.

2. Aspectos Generales.

2.1 Ventajas y Desventajas.

- *Ventajas esenciales de la energía extraída del viento: La primera es perfectamente conocida: la energía eólica es inagotable e independiente de cualquier relación comercial o de la política exterior. La segunda es igualmente importante: la energía se obtiene en forma mecánica y por tanto es directamente utilizable. En cuanto a la transformación en electricidad, ésta se realiza con un rendimiento excelente.*
- *Los inconvenientes de la energía eólica provienen directamente de las características del viento: el aire es un fluido de pequeño peso específico lo que implica fabricar máquinas grandes y en consecuencia caras. Por otra parte, el viento es variable y por tanto hay que adaptar los aparatos a esta fuente aleatoria de energía, en particular estudiar el almacenamiento de la energía producida.*

2.2 Clasificación de los aerogeneradores eólicos.

Los aerogeneradores se pueden clasificar de acuerdo a su potencia nominal en:

2.2.1 Microturbinas (< 3 Kw)

Son usadas por pequeños consumidores de energía (sistemas aislados de telecomunicaciones, viviendas aisladas, cabañas, barcos, etc.), generalmente producen electricidad que sirve para la carga de baterías de almacenamiento.

El generador eléctrico es de imanes permanentes y se acciona directamente por la turbina eólica sin que haya caja multiplicadora de velocidad.

Son eólicas rápidas de eje horizontal preferentemente de tres palas, con pequeños diámetros (del orden de 1 a 5 m), que trabajan a velocidad de rotación elevada y variable. La velocidad de la punta de la pala puede alcanzar valores del orden de 100 a 120 m/s.

La electricidad producida en forma de corriente alterna de frecuencia variable es rectificadora y almacenada en baterías para posteriormente ser convertida de nuevo de corriente continua a alterna a frecuencia constante (50 Hz) mediante un inversor de estado sólido. Finalmente un transformador eleva la tensión a la requerida por el servicio (230 V)

2.2.2 Pequeños aerogeneradores (< 50 Kw)

Este rango de aerogeneradores cubre el mismo tipo de demanda que los anteriores, pero con mayor potencia. Además se usan para abastecer núcleos de población aislados. Estos sistemas combinan la energía eólica con algún otro tipo por ej.: grupos electrógenos diesel, solar fotovoltaica o la propia red eléctrica que facilita energía de apoyo.

A partir de la gama de alta potencia, 10 Kw, se introducen cajas de engranajes entre el eje del rotor y el del generador eléctrico con relaciones de hasta 50 veces. En estas condiciones, los aerogeneradores suelen trabajar en régimen de velocidad de rotación constante.

- 1- Hélice
- 2- Eje del Rotor
- 3- Caja de Engranajes
- 4- Freno
- 5- Distribuidor Eléctrico
- 6- Regulador de Velocidad
- 7- Regulador de Velocidad
- 8- Eje del Generador
- 9- Batería
- 10- Batería
- 11- Batería

2.2.3 Grandes aerogeneradores (< 850 Kw)

Su función es la de producción de electricidad para su inyección a la red. Son aerogeneradores rápidos de eje horizontal preferentemente con rotor tripala. Los diámetros de estos aerogeneradores van de 25 a 55 m. En general el rotor gira a velocidad constante (entre 15 y 50 rpm), y la velocidad de punta de la pala no supera los 65 a 70 m/s para limitar la emisión de ruido y la acción de la fuerza centrífuga. Van dotados de caja multiplicadora. Las palas van provista de algún sistema de regulación, mediante el que se controla la potencia del rotor en función de la velocidad del viento. Estos aerogeneradores son los más usados en los parques eólicos instalados en la década 1990.

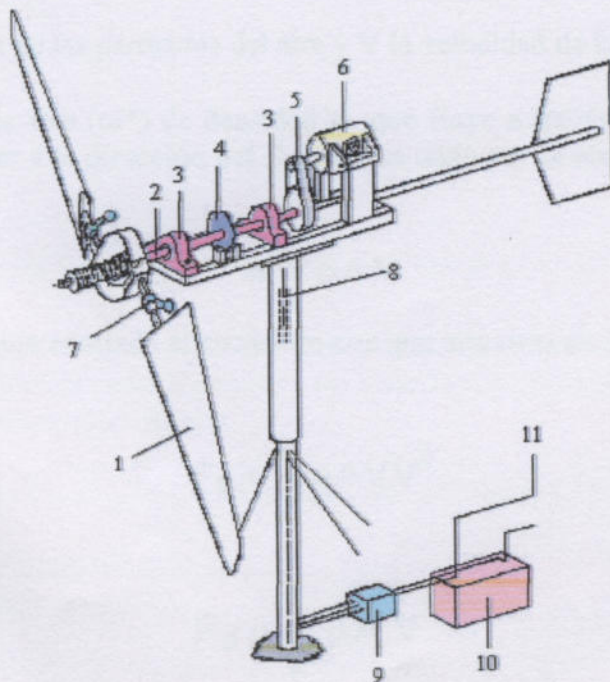
2.2.4 Aerogeneradores multimegavat (1 y 3 Mw)

Con diámetros en el rango de unos 50 a 90 m y una altura de entre 60 y 100 m, son grandes máquinas que han iniciado su introducción comercial en instalaciones marítimas.

Se espera que integren los parques eólicos que se construyan a inicios del siglo XXI.

2.3 Elementos de un sistema eólico.

En la figura se muestra esquemáticamente los principales elementos de un aerogenerador de eje horizontal para la producción de electricidad.



3 El Viento, fuente de energía.

Referencias:

- | | |
|-----------------------------|---|
| 1-Rotor o hélice. | 7-Regulador de Velocidad. |
| 2-Eje del Rotor. | 8-Distribuidor Eléctrico. |
| 3-Cojinetes. | 9-Regulador para el distribuidor eléctrico. |
| 4-Freno. | 10-Batería. |
| 5-Mecanismo de transmisión. | 11-Conexión a la carga. |
| 6-Generador Eléctrico. | |

2.4 Energía Eólica y Medio Ambiente.

La energía eólica tiene muchas facetas ambientales positivas. Es limpia, renovable y un medio de generación sustentable.

La generación de electricidad a partir del viento no produce gases tóxicos, ni contribuye al efecto invernadero, ni a la lluvia ácida. No origina productos secundarios peligrosos ni residuos contaminantes.

Algunos impactos ambientales del aprovechamiento de la energía eólica son los factores visuales y paisajista, ruido y efecto materiales sobre la flora y la fauna.

3.1 Energía del Viento.

La energía del viento es una consecuencia de la energía cinética de las partículas del aire en movimiento. La energía cinética es igual a:

$$E_c = \frac{1}{2} m V^2$$

Donde m es la masa de las partículas del aire y V la velocidad de las mismas.

El caudal másico de aire (m^*) de densidad ρ que fluye a través de una superficie de área A perpendicular a la dirección del flujo viene dado por la ecuación de la mecánica de fluidos:

$$m^* = \rho A V$$

La potencia disponible asociada al caudal de aire que atraviesa dicha sección es:

$$P_d = \frac{1}{2} \rho A V V^2$$

$$P_d = \frac{1}{2} \rho A V^3$$

3 El Viento, fuente de energía.

El viento es el resultado del movimiento del aire atmosférico. Este movimiento es causado principalmente por la radiación solar, la cual es absorbida y reflejada en forma distinta por las diferentes capas de la atmósfera y por los diferentes tipos de superficies existentes sobre la tierra. De este modo, la atmósfera se calienta en forma desigual, originando circulación por convección.

Este hecho se manifiesta a nivel planetario, con un mayor calentamiento del aire en las zonas tropicales que lo hace ascender y su lugar es ocupado por aire más frío proveniente de los polos. Esta acción se combina con la rotación de la tierra y la fuerza de la gravedad contribuyendo a la formación de los vientos.

El estudio del viento se limita a una porción de la atmósfera, donde funcionan las turbinas eólicas. En esta región, la fricción origina una variación significativa de la velocidad con la altura y esta variación depende fuertemente de la rugosidad del terreno circundante, por lo que resulta importante una adecuada elección del sitio donde se instala la turbina.

Para la explotación energética de una zona, se debe tener en cuenta además del valor medio de la velocidad, su distribución anual, conjuntamente con la duración de los periodos de calma, dirección predominante del viento, intensidad de las ráfagas y sus variaciones diarias y estacionales.

3.1 Energía del Viento.

La energía del viento es una consecuencia de la energía cinética de las partículas del aire en movimiento. La energía cinética es igual a:

$$E_c = \frac{1}{2} m V^2$$

Donde:

V = Velocidad del viento

Donde m es la masa de las partículas del aire y V la velocidad de las mismas.

El caudal másico de aire (m^*) de densidad ρ que fluye a través de una superficie de área A perpendicular a la dirección del flujo viene dado por la ecuación de la mecánica de fluidos:

3.2 Selección del Lugar para turbinas

La potencia disponible asociada al caudal de aire que atraviesa dicha sección es:

$$P_d = \frac{1}{2} \rho A V^3$$

Si existen edificios de una altura h deberá tenerse en cuenta que el aparato deberá instalarse:

- a más de 10 h, detrás del edificio;
- a más de 2 h, delante del edificio

$$P_d = \frac{1}{2} \rho A V^3$$

La expresión anterior nos indica que la potencia eólica disponible es proporcional a la densidad de aire, al área expuesta perpendicularmente al flujo de viento y al cubo de la velocidad del mismo. Esta potencia es la máxima que podíamos extraer al viento si pudiésemos convertir toda su energía cinética en energía útil.

Se puede observar que cuando la velocidad se duplica, la potencia aumenta 8 veces. Debido a que la velocidad está elevada al cubo, su efecto sobre la potencia es considerable y mucho cuidado debe observarse en su medición y análisis.

En el estudio del viento para su aprovechamiento energético, interesa conocer fundamentalmente, la velocidad media anual y su distribución o frecuencia de ocurrencia.

La velocidad media es un primer indicador del potencial eólico y debe complementarse con la duración anual de velocidades del viento de diferentes magnitudes, es decir, cuantas horas por año sopla a una determinada velocidad. Normalmente la velocidad del viento se registra con un instrumental que permite obtener valores medios horarios. Estos valores son agrupados por rangos de velocidades con los que se grafican los histogramas de velocidades de viento, que representan las distribuciones de frecuencia de las velocidades medias horarias a intervalos regulares, de un determinado lugar.

La curva permite visualizar como se distribuye la intensidad del viento y que rango de velocidades ocurren con mayor frecuencia.

Esta distribución anual de la velocidad del viento, es importante para poder evaluar la energía eólica disponible de un lugar. Con el valor de la velocidad media se puede estimar, aproximadamente, la distribución de velocidades por medio de la curva de Rayleigh, cuya ecuación es:

$$R[V] = \frac{\pi}{2} \frac{V e^{-k}}{(V_m)^2}$$

Donde:

V = Velocidad del viento

V_m = Velocidad media del viento

$$k = \frac{\pi}{4} \left(\frac{V}{V_m} \right)^2$$

3.2 Selección del Lugar para Instalar la Turbina.

La instalación de una turbina debe ser cuidadosamente estudiada, pues su eficiente funcionamiento depende estrechamente de cuánto es afectada por obstáculos u ondulaciones del terreno circundante.

Si existen edificios de una altura h en la zona, deberá tenerse en cuenta que el aparato deberá instalarse:

- a más de 10 h, detrás del edificio;
- a más de 2 h, delante del edificio.

En caso de barreras de árboles, el aparato deberá ubicarse a una distancia delante del comienzo de la barrera a más de 5 h, y en caso de ubicarse detrás de la barrera, deberá instalarse a más de 15 h.

En todos los casos deberá evitarse la turbulencia producida por obstáculos alejándose del mismo o elevando la altura de la torre unas dos veces por encima del obstáculo próximo, como para poder ubicar toda la hélice fuera del área turbulenta.

3.3 Vientos en Argentina.

La región Patagónica es conocida por sus intensos y persistentes vientos. Dado que el aprovechamiento eólico intensivo es relativamente reciente, las mediciones del Servicio Meteorológico Nacional, no han sido orientadas para la evaluación del potencial energético.

Cuando un perfil de estas características, con una asimetría respecto a su cuerda, se enfrenta a una corriente de aire y circula a través de ella, ésta última experimenta una aceleración mayor sobre el extradós que en el intradós generándose, de acuerdo a la ecuación general de la energía de un fluido o en su forma reducida a la ecuación de Bernoulli, una baja presión sobre el primero y una alta respecto a la corriente libre de aire sobre el segundo.

Integrando las presiones ejercidas sobre el perfil tenemos como resultado una fuerza de presión. Esta se sumará vectorialmente a la fuerza surgida del efecto de la viscosidad del aire sobre el material de la acroforma, es decir, la fuerza originada por el rozamiento de sus superficies sobre la superficie del perfil, para obtener finalmente una fuerza resultante o acción aerodinámica total, R.



La resultante R de ambas fuerzas puede separarse en sus componentes normal y paralela a la dirección de la velocidad V de la corriente libre. La componente normal L, se denomina sustentación y la paralela D, se denomina resistencia.

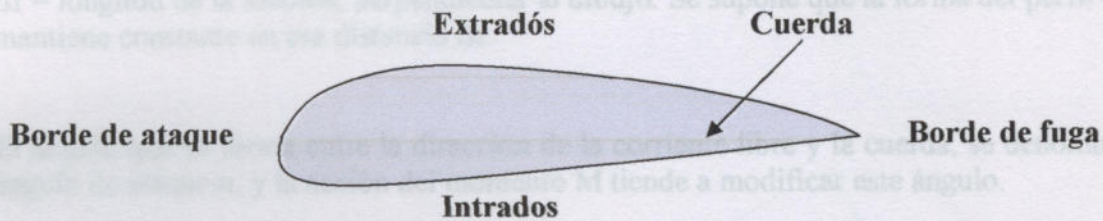
$$L = C_L \cdot q \cdot S$$

$$D = C_D \cdot q \cdot S$$

4 Diseño del aerogenerador.

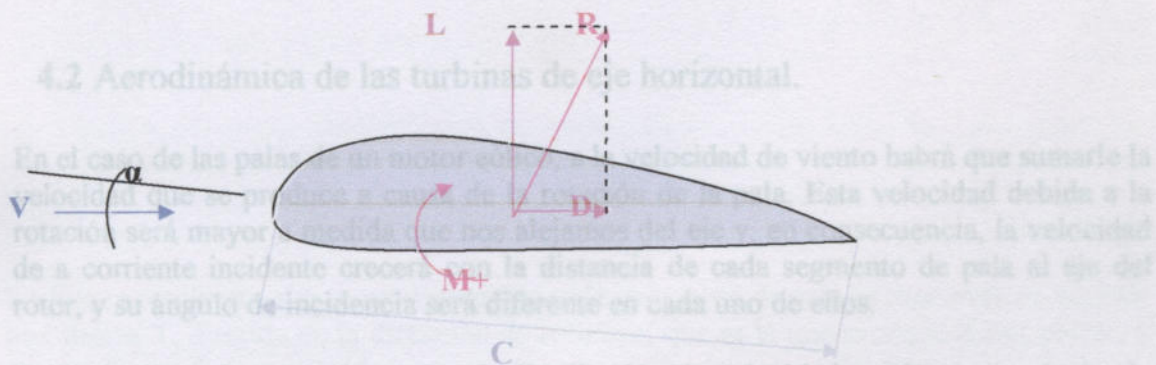
4.1 Principios de aerodinámica.

Existen una gran variedad de diseños de perfiles aerodinámicos, si bien la geometría básica es generalmente la misma; un borde anterior redondeado llamado “borde de ataque” y un borde posterior agudo llamado “borde de fuga”. La cuerda del perfil es la recta que pasa por los puntos mencionados anteriormente.



Cuando un perfil de estas características, con una asimetría respecto a su cuerda, se enfrenta a una corriente de aire y circula a través de ella, ésta última experimenta una aceleración mayor sobre el extradós que en el intradós generándose, de acuerdo a la ecuación general de la energía de un fluido o en su forma reducida a la ecuación de Bernoulli, una baja presión sobre el primero y una alta respecto a la corriente libre de aire sobre el segundo.

Integrando las presiones ejercidas sobre el perfil tenemos como resultado una fuerza de presión. Esta se sumará vectorialmente a la fuerza surgida del efecto de la viscosidad del aire sobre el material de la aeroforma, es decir, la fuerza originada por el rozamiento de sus partículas sobre la superficie del perfil, para obtener finalmente una fuerza resultante o acción aerodinámica total, R .



La resultante R de ambas fuerzas puede separarse en sus componentes normal y paralela a la dirección de la velocidad V de la corriente libre. La componente normal L , se denomina sustentación y la paralela D , se denomina resistencia.

$$L = C_L q S$$

$$D = C_D q S$$

Donde:

C_L = Coeficiente de sustentación.

C_D = Coeficiente de resistencia.

$q = \frac{1}{2} \rho V^2$, presión aerodinámica.

ρ = densidad del aire.

V = velocidad relativa entre el perfil y el aire.

$S = C \Delta r$ superficie proyectada de la sección del perfil.

C = cuerda o distancia entre el borde de ataque y el borde de fuga del perfil.

Δr = longitud de la sección, perpendicular al dibujo. Se supone que la forma del perfil se mantiene constante en esa distancia Δr .

El ángulo que se forma entre la dirección de la corriente libre y la cuerda, se denomina ángulo de ataque α , y la acción del momento M tiende a modificar este ángulo.

$$M = C_m q S C$$

Para determinar las características aerodinámicas de un perfil se pueden graficar los coeficientes C_L , C_D y C_m en función del ángulo de ataque.

Para un determinado tipo de perfil, los coeficientes C_L y C_D crecen linealmente a medida que aumenta el ángulo de ataque, hasta que alcanzan un valor en el que sufren una brusca variación. A este fenómeno se lo conoce por “entrar en pérdida” y se manifiesta por una repentina pérdida de sustentación y un rápido incremento de la resistencia.

La entrada en pérdida se produce debido al desprendimiento de la corriente de aire de la superficie del ala y a la formación de turbulencias en su parte posterior.

En las palas de un rotor eólico, la entrada en pérdida no supone ningún problema, e incluso puede ser positivo para evitar una aceleración excesiva cuando la velocidad del viento es muy elevada.

4.2 Aerodinámica de las turbinas de eje horizontal.

En el caso de las palas de un motor eólico, a la velocidad de viento habrá que sumarle la velocidad que se produce a causa de la rotación de la pala. Esta velocidad debida a la rotación será mayor a medida que nos alejamos del eje y, en consecuencia, la velocidad de la corriente incidente crecerá con la distancia de cada segmento de pala al eje del rotor, y su ángulo de incidencia será diferente en cada uno de ellos.

En la siguiente figura podemos ver la distribución de velocidades sobre una pala de eje horizontal que gira por el viento.

Donde:

F = fuerza aerodinámica.

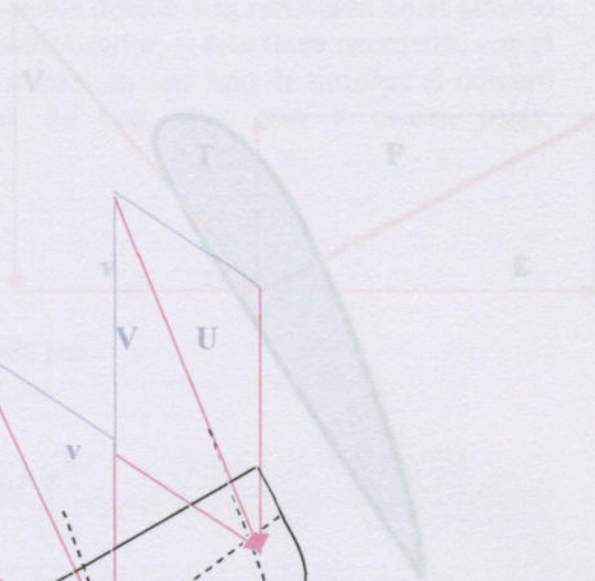
T = fuerza motriz.

E = empuje aerodinámico.

v = velocidad del viento.

Y = Velocidad de la corriente.

U = velocidad debida a la rotación.



Composición de velocidades que inciden sobre un segmento de pala, y de las fuerzas aerodinámicas que se generan sobre ella.

Si queremos que cada segmento trabaje con un ángulo de ataque óptimo que haga máxima la fuerza motriz T, debemos que variar la pala con diferente ángulo en cada segmento, para compensar la variación en el ángulo de incidencia de la corriente. Esto es lo que se logra cuando las palas se construyen con torsión. Sin embargo, a veces es preferible variar la pala sin variar el ángulo de cada segmento, para evitar las dificultades de fabricación de una pala con torsión, a pesar de que el rendimiento aerodinámico disminuya.



4.3 Elección del perfil aerodinámico.

La elección del perfil aerodinámico se inicia seleccionando aquellos que posean un elevado coeficiente de sustentación y simultáneamente un bajo coeficiente de resistencia. Luego y según la aplicación para la cual será utilizado, se deberá considerar otras propiedades relacionadas con la forma en que C_L y C_D varían con el ángulo de ataque.

La fuerza resultante que se produce sobre cada segmento de pala se descompone aquí en una fuerza T, dirigida en la dirección de rotación, que es la que produce el par motor, y en otra fuerza E, que se traduce en un empuje inútil sobre el eje del rotor.

4.4 Rotor a hélice.

La función del rotor a hélice de la turbina es transformar la energía cinética que posee la corriente de aire en energía mecánica en el eje del mismo.

Las turbinas eólicas pueden tener en el rotor diferentes números de palas. La regla general, en principio, es un menor número de palas en el rotor permite mayor velocidad de giro en el eje del mismo.

Donde:

F = fuerza aerodinámica.

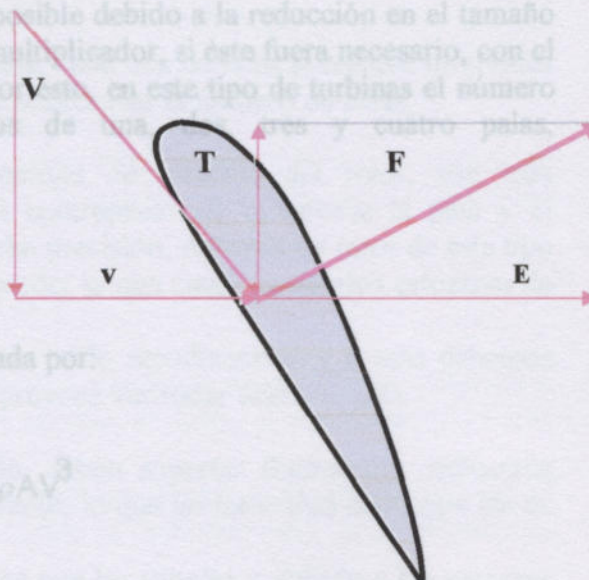
T = fuerza motriz.

E = empuje aerodinámico.

v = velocidad del viento.

V = Velocidad de la corriente.

U = velocidad debida a la rotación.



4.5 Coeficiente de Potencia C_p

La potencia disponible en el viento P_d está dada por:

$$P_d = \frac{1}{2} \rho A V^3$$

Donde:

Composición de velocidades que inciden sobre un segmento de pala, y de las fuerzas aerodinámicas que se generan sobre ella.

ρ = densidad del aire

V = velocidad del viento

A = superficie perpendicular a la dirección del viento.

Si queremos que cada segmento trabaje con un ángulo de ataque óptimo que haga máxima la fuerza motriz T, tendremos que diseñar la pala con diferente ángulo en cada segmento, para compensar la variación en el ángulo de incidencia de la corriente. Esto es la causa de que frecuentemente las palas se construyan con torsión. Sin embargo, a veces es preferible diseñar la pala sin variar el ángulo de cada segmento, para evitar las dificultades de fabricación de una pala con torsión, a pesar de que el rendimiento aerodinámico disminuye.

4.3 Elección del perfil aerodinámico.

La elección del perfil aerodinámico se inicia seleccionando aquellos que posean un elevado coeficiente de sustentación y simultáneamente un bajo coeficiente de resistencia. Luego y según la aplicación para la cual será utilizado, se deberá considerar otras propiedades relacionadas con la forma en que C_L y C_D varían con el ángulo de ataque.

Se debe buscar aquel perfil cuyo coeficiente C_L alcanza su valor máximo en forma suave, dado que la caída abrupta de la sustentación produce violentas vibraciones.

4.4 Rotor o hélice.

La función del rotor o hélice de la turbina es transformar la energía cinética que posee la corriente de aire en energía mecánica en el eje del mismo.

Las turbinas eólicas pueden tener en el rotor diferentes números de palas. La regla general, en principio, es: un menor número de palas en el rotor permite mayor velocidad de giro en el eje del mismo.

En el diseño de turbinas eólicas para la generación de electricidad es aconsejable que el rotor gire al mayor número de revoluciones posible debido a la reducción en el tamaño y peso del generador eléctrico y del sistema multiplicador, si éste fuera necesario, con el consiguiente abaratamiento de la máquina. Por esto, en este tipo de turbinas el número de palas es bajo, encontrándose modelos de una, dos, tres y cuatro palas, denominándose turbinas rápidas.

4.5 Coeficiente de Potencia C_p .

La potencia disponible en el viento P_d está dada por:

$$P_d = \frac{1}{2} \rho A V^3$$

Donde:

ρ = densidad del aire

V = velocidad del viento.

A = superficie perpendicular a la dirección del viento.

De esta potencia disponible, sólo una parte puede ser captada por la hélice y el grado de eficiencia de ésta, es medido por el coeficiente de potencia c_p . La potencia captada es entonces:

$$P_c = c_p \frac{1}{2} r V^3 A$$

4.7 Solidez.

El coeficiente de potencia c_p permite representar las principales características de las hélices, en combinación con otro importante parámetro adimensional l . Este último establece la relación entre la velocidad de la punta de la pala y la velocidad del viento.

l combina las variables más importantes del diseño, de modo tal que las performances de cualquier hélice quedan totalmente definidas al representarse el coeficiente de potencia c_p en función de la relación de velocidades l .

Los valores de c_p max representan el rendimiento aerodinámico máximo de la hélice. A su vez, los altos valores de l , se hacen significativos cuando se debe generar electricidad, ya que por la característica propia de las máquinas eléctricas, requieren elevada velocidad de giro.

La curva de c_p en función de l , que caracteriza el comportamiento de una hélice, depende de la forma y las dimensiones geométricas de ella.

El perfil aerodinámico usado, la longitud de las palas y el número de estas, el alabeo y la variación de la cuerda en función del radio son elementos que determinan en forma sensible las performances de la hélice.

r = radio

D = diámetro de la hélice

$A_f = \pi r^2$ = área frontal barrida

4.6 Número de palas.

Las turbinas pueden ser de una, dos ó tres palas, cada una de ellas presentan diferentes características que debemos saber a la hora de seleccionar el número de palas.

Las turbinas **monopalas** aumentan la velocidad de rotación del rotor, son más económicas, pero sin embargo requieren un contrapeso que compense la pala y el balanceo de la misma debe realizarse con mucha precisión. Además un rotor de éste tipo tiene un desequilibrio aerodinámico muy atenuado, lo que causa complejos esfuerzos de fatiga y complicadas construcciones.

La desventaja principal es el elevado nivel de ruido aerodinámico y a esto debemos sumarle perturbación visual en el paisaje que provoca ver rodar una sola pala.

Las turbinas **bipalas**, según su configuración, deben soportar fluctuantes esfuerzos dinámicos que se originan por la fuerza del viento, lo que las hace mas caras que las de tres palas por ser mas resistentes.

En cuanto a las vibraciones, son mas sensibles que las tripalas y debido a las mayores velocidades en punta de pala con las que operan se eleva el nivel de ruido respecto a éstas.

4.8 Tamaño de la hélice.

Las turbinas **tripalas**, tienen como característica fundamental mayor suavidad de funcionamiento respecto a las anteriores.

Por otro lado, al ser sus velocidades de rotación relativamente bajas, los son también las de punta de pala, lo que constituye una gran ventaja respecto a las monopalas y bípalas debido a la reducción de nivel de ruido que esto conlleva.

Asimismo, de manera diferente a las hélices mono y bipala, las de tres palas gozan de una gran aceptación pública en cuanto al impacto visual que ocasionan.

4.7 Solidez.

Se denomina solidez a la relación entre la superficie ocupada por las palas y la superficie frontal barrida por la hélice.

$$S = \frac{A_p}{A_{fb}}$$

$$A_p = N \int c \, dr$$

(La integración es desde la raíz hasta la punta de la pala)

Donde:

S = solidez

N = número de palas

c = cuerda

r = radio

D = diámetro de la hélice

Afb = πr^2 = área frontal barrida.

Si se tiene alta solidez, se tiene una fuerte cupla de arranque y velocidad baja. Por esta razón estas máquinas son buenas para molinos bombeadores de agua.

A medida que disminuye la solidez, la hélice puede girar a mayor velocidad y la cupla se reduce.

Estas máquinas son buenas para generar energía eléctrica.

Esta propiedad es importante pues la potencia es igual a la cupla por la velocidad angular y por lo tanto, para una misma cupla, la potencia aumenta con la velocidad angular.

$$P = C w$$

Las exigencias para lograr perfiles aerodinámicos óptimos, conducen normalmente a perfiles muy delgados, razón por la cual la solidez es baja, con valores de cuerda reducidos y por lo tanto más frágiles.

Es necesario que sean capaces de resistir considerables esfuerzos mecánicos, razón por la cual, deberá realizarse un compromiso entre la aerodinámica y la resistencia estructural.

4.8 Tamaño de la hélice.

Para determinar el tamaño de la hélice es necesario conocer la potencia eléctrica requerida por el usuario y los rendimientos de los distintos elementos que integran la turbina.

Para lograr un alto número de revoluciones se debe incorporar un multiplicador de velocidades, el rendimiento máximo que se puede obtener para un multiplicador con engranajes es del 90%.

Para generadores eléctricos los rendimientos varían según la potencia, para máquinas mayores a 10 kW encontramos rendimientos del 92%, mientras que para potencias menores se encuentran rendimientos cercanos al 50%.

c_p es el coeficiente de potencia, el cual tiene un valor máximo teórico de 0,59 (límite de Betz). Una buena hélice tiene un rendimiento cercano al 42%.

Podemos definir de esta manera el rendimiento total de la máquina, siendo el mismo:

$$\eta_t = c_p \cdot \eta_m \cdot \eta_G$$

La potencia eléctrica que puede salir de un aerogenerador será:

$$P_e = \eta_t \cdot \frac{1}{2} \rho V_1^3 A_{fb}$$

$$A_{fb} = \frac{2P_e}{\eta_t \rho V_1^3}$$

Para una turbina de eje horizontal, el área fronta barrida es: una turbina sin sufrir daños es V_r , en valores prácticos esta velocidad no debe superar los 60 m/s, considerada velocidad de supervivencia (V_s)

Si V_1 es 10 m/s,

$$A_{fb} = \pi r^2 = \frac{2P_e}{\eta_t \cdot \rho V_1^3}$$

$$r = \sqrt{\frac{2P_e}{\eta_t \cdot \pi \cdot \rho V_1^3}}$$

$$V_t = \sqrt{V_r^2 - V_1^2}$$

$$V_t = \sqrt{60^2 - 10^2}$$

Para potencia eléctrica media:

$$V_t = 59 \frac{m}{s}$$

$$r = \sqrt{\frac{2P_e}{\eta_t \cdot \pi \cdot \rho \cdot 1.91 V_1 m^3}}$$

Debido al cálculo efectuado anteriormente, el diseño de la turbina se efectúa considerando $V_1 = 60$ m/s.

4.10 Teoría de la cantidad de movimiento. Límite de Betz.

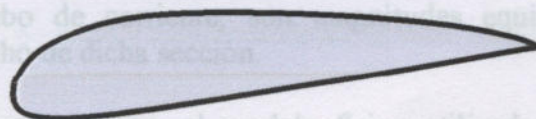
Esta teoría se establece bajo las siguientes hipótesis:

4.9 Velocidad de rotación de la hélice. a - El fluido es ideal, es decir, no tiene viscosidad, en todo el campo fluido, excepto en las proximidades muy cercanas al plano del rotor.

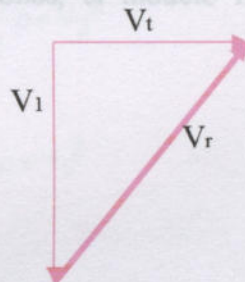
b - El movimiento en todo el campo fluido es subsonico y a muy bajas velocidades de flujo. c - El rotor es un disco rígido que gira a una velocidad constante. d - El rotor debe en cuenta la rotación del rotor en V_1 de su estela.

e - Contempla el rotor como un disco poroso al cual se llegaría colocando infinitos alabes infinitamente delgados.

f - Las magnitudes empleadas para representar las variables en una sección recta determinada del tubo de flujo, son las equivalentes de su perfil de distribución a lo ancho de dicha sección.



Bajo estas fuertes restricciones, el modelo físico utilizado en esta teoría es el que muestra la figura.



$$V_r = \sqrt{V_1^2 + V_t^2}$$

La máxima velocidad del viento que debe soportar una turbina sin sufrir daños es V_r , en valores prácticos esta velocidad no debe superar los 60 m/s, considerada velocidad de supervivencia (V_s)

Si ahora consideramos que V_1 es 10 m/s;

$$V_t = \sqrt{V_r^2 - V_1^2}$$

$$V_t = \sqrt{60^2 - 10^2}$$

$$V_t = 59 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Nomenclatura:

V_1 = velocidad del viento aguas arriba del rotor;

V_4 = velocidad del viento aguas abajo del rotor;

Debido al cálculo efectuado anteriormente, el diseño de la turbina se efectúa considerando $V_t = 60$ m/s.

p = presión;

F = fuerza sobre el aire de la hélice;

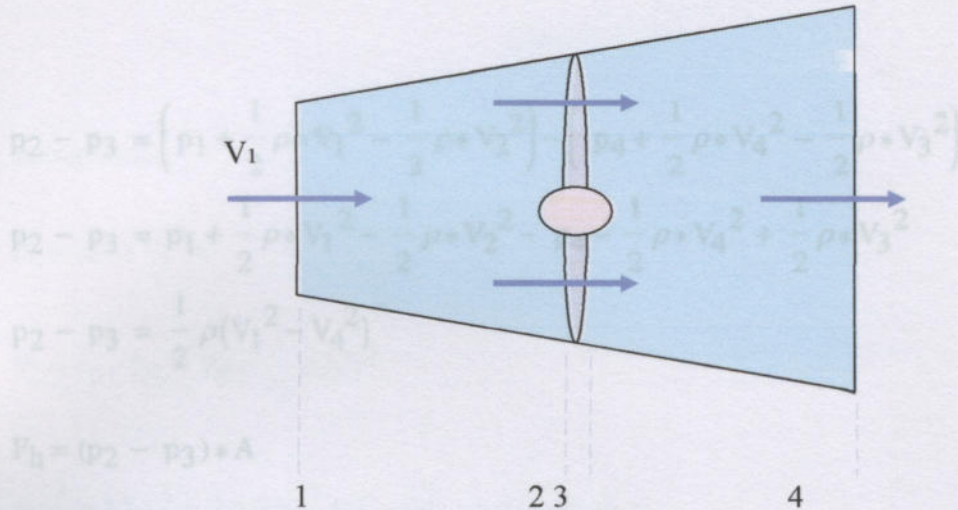
4.10 Teoría de la cantidad de movimiento. Límite de Betz.

A = superficie que envuelve al volumen de control;

Esta teoría se establece bajo las siguientes hipótesis:

- a** - Supone el aire como un fluido ideal sin viscosidad, en todo el campo fluido, excepto en las proximidades muy cercanas al plano del rotor.
- b** - El movimiento en todo el campo fluido es subsónico y a muy bajos números de Mach, con lo cual se puede considerar a éste como incompresible.
- c** - El movimiento del fluido es estacionario o permanente, es decir que no depende del tiempo.
- d** - No tiene en cuenta la rotación del rotor ni la de su estela.
- e** - Contempla el rotor como un disco poroso al cual se llegaría colocando infinitos alabes infinitamente delgados.
- f** - Las magnitudes empleadas para representar las variables en una sección recta determinada del tubo de corriente, son magnitudes equivalentes de su perfil de distribución a lo ancho de dicha sección.

Bajo estas fuertes restricciones, el modelo físico utilizado en esta teoría es el que muestra la figura.



Nomenclatura:

- V_1 = velocidad del viento aguas arriba del rotor;
- V_4 = velocidad del viento aguas abajo del rotor;
- $V = V_2 = V_3$ = velocidad incidente en el plano del rotor;
- ρ = densidad del aire;
- p = presión;
- F = fuerza sobre el aire de la hélice;
- F_h = fuerza del aire sobre la hélice;
- A = superficie que envuelve al volumen de control;

Iguando (3) con (4):

$$V_2 = V = V_3 \quad ; \quad p_1 = p_4$$

$$p_1 + \frac{1}{2} \rho * V_1^2 = p_2 + \frac{1}{2} \rho * V_2^2 \quad (1)$$

$$p_3 + \frac{1}{2} \rho * V_3^2 = p_4 + \frac{1}{2} \rho * V_4^2 \quad (2)$$

Despejando p_2 de (1), p_3 de (2) y luego haciendo la diferencia, tenemos :

$$p_2 = p_1 + \frac{1}{2} \rho * V_1^2 - \frac{1}{2} \rho * V_2^2$$

$$p_3 = p_4 + \frac{1}{2} \rho * V_4^2 - \frac{1}{2} \rho * V_3^2$$

$$p_2 - p_3 = \left(p_1 + \frac{1}{2} \rho * V_1^2 - \frac{1}{2} \rho * V_2^2 \right) - \left(p_4 + \frac{1}{2} \rho * V_4^2 - \frac{1}{2} \rho * V_3^2 \right)$$

$$p_2 - p_3 = p_1 + \frac{1}{2} \rho * V_1^2 - \frac{1}{2} \rho * V_2^2 - p_4 - \frac{1}{2} \rho * V_4^2 + \frac{1}{2} \rho * V_3^2$$

$$p_2 - p_3 = \frac{1}{2} \rho (V_1^2 - V_4^2)$$

$$F_h = (p_2 - p_3) * A$$

$$F_h = \frac{1}{2} \rho (V_1^2 - V_4^2) * A \quad (3)$$

Por la ecuación de la cantidad de movimiento axial para flujo estacionario:

$$F_h = \rho AV(V_1 - V_4) \quad (4)$$

Igualando (3) con (4);

$$\frac{1}{2} \rho (V_1^2 - V_4^2) * A = \rho AV(V_1 - V_4) \rightarrow \frac{1}{2} (V_1^2 - V_4^2) = V(V_1 - V_4)$$

$$V = \frac{(V_1 - V_4)(V_1 + V_4)}{2(V_1 - V_4)} = \frac{V_1 + V_4}{2}$$

$$V = V_1(1 - a)$$

$$2V = V_1 + V_4 \rightarrow V_4 = 2V - V_1$$

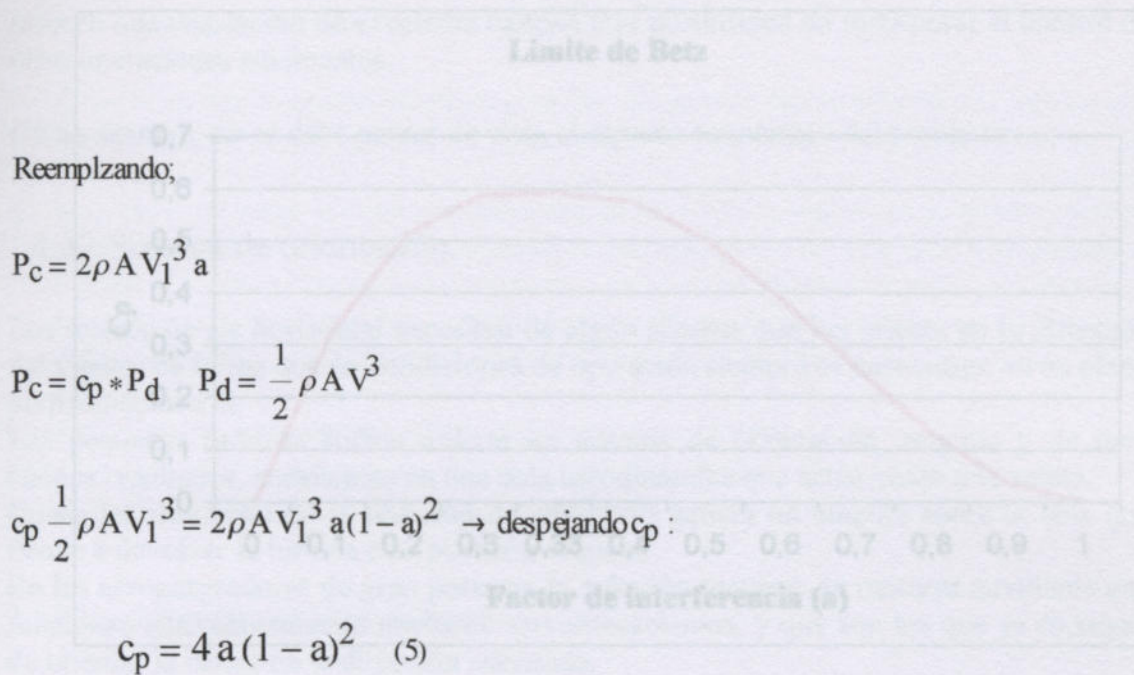
$$V_4 = 2V_1(1 - a) - V_1$$

$$V_4 = V_1(1 - 2a)$$

$$P = F * V = F_h * V$$

$$P_C = \rho AV(V_1 - V_4) * V$$

0	0
0,1	0,324
0,2	0,512
0,3	0,588
0,3333	0,593
0,4	0,576
0,5	0,5
0,6	0,384
0,7	0,252
0,8	0,128
0,9	0,036
1	0



El valor máximo de c_p , se produce cuando $a \approx 1/3$ y

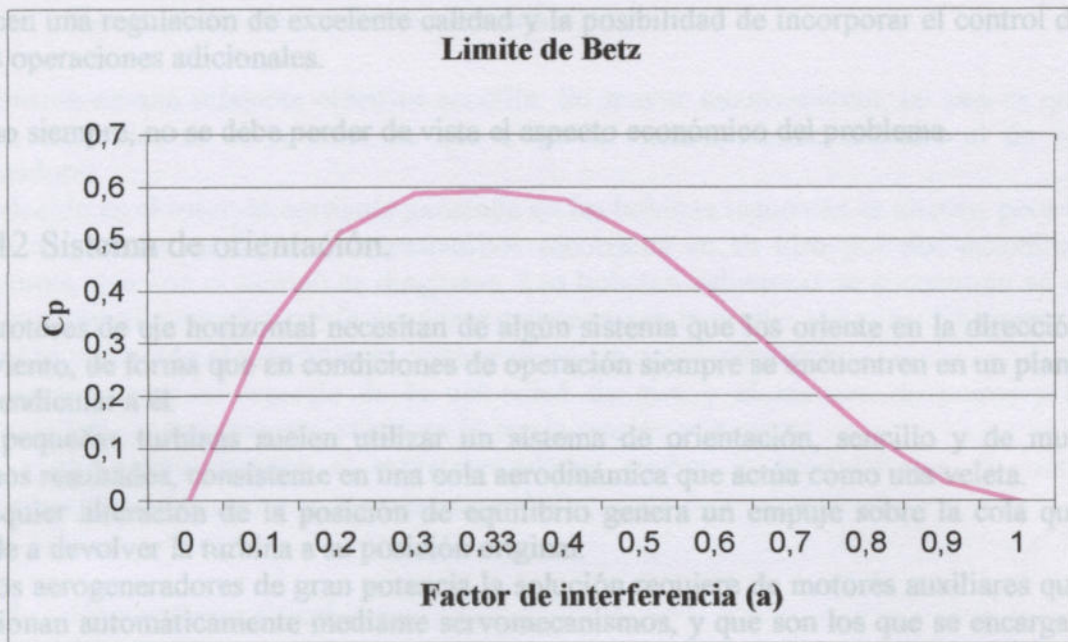
Donde (a) es un factor de interferencia.

Dándole valores a “a”, veremos en una gráfica como se comporta c_p .

Esta última expresión es el denominado Límite de Betz y expresa “La máxima potencia que se puede obtener, en teoría, de una corriente de aire con una aeroturbina ideal nunca puede superar al 59,3% de la potencia del viento incidente”.

a	c_p
0	0
0,1	0,324
0,2	0,512
0,3	0,588
0,3333	0,593
0,4	0,576
0,5	0,5
0,6	0,384
0,7	0,252
0,8	0,128
0,9	0,036
1	0

Existen sistemas mecánicos que actúan por la acción de la fuerza centrífuga y otros sistemas que cambian el plano de rotación de la hélice para reducir la captación de energía del viento. Existen también aquellos que actúan aerodinámicamente por medio de alerones y los hay hidráulicos y también electrónicos. Los sistemas mecánicos son más simples y los más seguros, pero su regulación también es la más grosera. En el otro extremo, se encuentran los sistemas de control electrónico, mucho más complejos pero



El valor máximo de c_p se produce cuando $a = 1/3$ y

$$C_{pmax} = 0.593$$

Esta última expresión es el denominado Límite de Betz y expresa “La máxima potencia que se puede obtener, en teoría, de una corriente de aire con una aeroturbina ideal nunca puede superar al 59,3% de la potencia del viento incidente”.

4.11 Sistema de control.

Como se ha mencionado, la potencia captada por el rotor aumenta con el cubo de la velocidad del viento y el par según una ley cuadrática respecto al mismo parámetro.

Toda turbina eólica necesita un sistema de control que permita, por un lado, detener la máquina y limitar su velocidad por razones de seguridad y por el otro optimizar el funcionamiento y en el caso de generación eléctrica a frecuencia constante es necesario mantener la velocidad de giro del rotor dentro de ciertos límites para obtener un rendimiento elevado en el generador.

El sistema de control limita la velocidad de giro de la turbina. Si la fuerza centrífuga, que aumenta con el cuadrado de esta velocidad supera la resistencia de la raíz de la pala, esta se desprenderá.

Existen sistemas mecánicos que actúan por la acción de la fuerza centrífuga y otros sistemas que cambian el plano de rotación de la hélice para reducir la captación de energía del viento. Existen también aquellos que actúan aerodinámicamente por medio de alerones y los hay hidráulicos y también electrónicos. Los sistemas mecánicos son más simples y los más seguros, pero su regulación también es la más grosera. En el otro extremo, se encuentran los sistemas de control electrónico, mucho más complejos pero

ofrecen una regulación de excelente calidad y la posibilidad de incorporar el control de otras operaciones adicionales.

Como siempre, no se debe perder de vista el aspecto económico del problema.

El inducido es el rotor, la corriente generada en las bobinas inducidas es alterna, pero la

4.12 Sistema de orientación.

Los rotores de eje horizontal necesitan de algún sistema que los oriente en la dirección del viento, de forma que en condiciones de operación siempre se encuentren en un plano perpendicular a él.

Las pequeñas turbinas suelen utilizar un sistema de orientación, sencillo y de muy buenos resultados, consistente en una cola aerodinámica que actúa como una veleta.

Cualquier alteración de la posición de equilibrio genera un empuje sobre la cola que tiende a devolver la turbina a su posición original.

En los aerogeneradores de gran potencia la solución requiere de motores auxiliares que funcionan automáticamente mediante servomecanismos, y que son los que se encargan de orientar la hélice en la dirección adecuada.

Los generadores sincrónicos son los alternadores clásicos que reciben la corriente de excitación en forma de corriente continua.

El estator y actúan como reguladores de intensidad, por efecto de la saturación, por lo que no permiten el paso de

4.13 Generadores de turbinas eólicas.

El sistema eléctrico de una aeroturbina está condicionado por las características de operación del rotor, es decir, si opera a vueltas constantes o a vueltas variables, y por el sistema de aprovechamiento de la energía obtenida, ya sea con conexión directa a la red o con alguna forma de almacenamiento.

El inconveniente de utilizar los sistemas de vueltas variables para producir electricidad es la dificultad de conseguir frecuencias estabilizadas.

Existen dos métodos de utilizar sistemas eólicos de vueltas variables para generar corriente alterna con frecuencia estable, aunque resultan bastante complicados. Posiblemente, la solución más práctica es generar corriente continua, almacenarla en baterías y, en todo caso, transformarla después en alterna mediante un convertidor cc/ca. Uno consiste en modular el campo de excitación del generador en función de la variación en las revoluciones del eje del motor, mediante sistemas electrónicos.

El otro consiste en utilizar corriente alterna en la excitación del generador y hacer girar el inductor a altas velocidades. La corriente de salida tendría una alta frecuencia estabilizada, que una vez modulada podría ser adecuada para conectarla a la red.

La mayoría de los aerogeneradores funcionan en régimen de vueltas constantes, dado que las soluciones para obtener corrientes estables en los sistemas de vueltas variables no son, por el momento, demasiado prácticas.

Las turbinas que funcionan con velocidad de régimen fija suministran una corriente de salida con una frecuencia estable, debido a los sistemas de regulación y control de las revoluciones del eje motor.

Los generadores transforman la energía mecánica en eléctrica, éstos pueden ser dinamos o alternadores, los cuales pueden ser de excitación (sincrónicos) o de inducción (asincrónicos).

Los generadores sincrónicos ofrecen ciertas dificultades en su conexión con la red, son particularmente adecuados para su uso aislado, donde la exactitud de la frecuencia no es crítica como en aplicaciones para iluminación, calefacción y algunos motores cuya velocidad de rotación pueda variar dentro de cierto rango. En estos casos

4.13.1 Generadores de corriente continua.

La dinamo es una máquina eléctrica sencilla. Su mayor inconveniente, tal vez es que utiliza escobillas en el colector, lo que exige un mantenimiento superior al de los alternadores.

El inducido es el rotor; la corriente generada en las bobinas inducidas es alterna, pero la salida se obtiene mediante dos semianillos recorridos en su giro por dos escobillas colectoras, que con el tiempo se desgastan. Las bobinas inductoras se encuentran en el estator y son alimentadas por la corriente generada por la propia máquina. El arranque se realiza utilizando el magnetismo remanente en los polos inductores.

La tensión generada depende de la velocidad de giro y el número de polos, y la intensidad de la corriente está relacionada con la tensión y la carga.

Para evitar sobretensiones o sobreintensidades suelen ir acompañadas de unos reguladores tanto de tensión como de intensidad.

4.13.2 Generadores sincrónicos.

Los generadores sincrónicos son los alternadores clásicos que reciben la corriente de excitación en forma de corriente continua.

Los devanados del inducido se encuentran en el estator y actúan como reguladores de intensidad, por efecto de la autoinducción, por lo que no permiten el paso de sobreintensidades. Si necesitan regulador de tensión que evite los fuertes incrementos del voltaje que se produciría en caso de embalamiento de la turbina.

Los generadores de este tipo suministran una corriente con una frecuencia que depende de la velocidad de rotación de la máquina, por lo que si se desean frecuencias estabilizadas habrá que disponer de un sistema de regulación muy preciso. En caso de conexión a la red, el sistema de control debe realizar la conexión en el momento en que la turbina haya alcanzado la velocidad de sincronismo, y la corriente de salida sea igual a la de la red. La turbina sólo puede funcionar a esa velocidad, puesto que para velocidades de giro menores actuaría como un motor, absorbiendo potencia de la red.

Aplicaciones.

La turbina eólica con alternador sincrónico puede utilizarse para proveer energía a usuarios aislados o para entregar electricidad a la red de distribución.

Para esta segunda aplicación y antes que un generador individual pueda ser conectado a la red, es necesario que alcance la velocidad de sincronismo.

Una vez conectada, si la máquina tiende a girar más rápido que la velocidad de sincronismo, no podrá hacerlo por la enorme inercia de la red pero estará empujando, entregando energía al sistema y actuará como un generador. Si por el contrario carga el sistema, tendiendo a frenarlo, actuará como un motor tomando energía de la red.

En caso de vientos muy intensos, la cupla producida por la hélice puede ser suficientemente elevada como para producir la pérdida del sincronismo. La tensión producida por el generador se desfasa con respecto a la de la red y una corriente excesiva circula por el estator en el momento en que ambas se colocan en oposición de fase con el peligro de recalentamiento.

Si bien los generadores sincrónicos ofrecen ciertas dificultades en su conexión con la red, son particularmente adecuados para su uso aislado, donde la exactitud de la frecuencia no sea crítica como en aplicaciones para iluminación, calefacción y algunos motores cuya velocidad de rotación pueda variar dentro de cierto rango. En estos casos

la conexión puede efectuarse directamente. Para aquellos que requieran una frecuencia constantes, la electricidad generada deberá rectificarse, almacenarse y luego por medio de un inversor generar corriente alterna a la frecuencia requerida.

4.14. Protección contra el embalamiento.

4.13.3 Generadores asincrónicos.

Este tipo de alternadores recibe la corriente de excitación de una fuente exterior, que puede ser la red o algún generador auxiliar, pero en cualquier caso se trata de una corriente alterna, que crea un campo magnético alterno de la misma frecuencia en el inductor.

La frecuencia de la corriente generada depende de la frecuencia de excitación, y su intensidad de la caída de velocidad de giro respecto a la de sincronismo, que es la velocidad de giro del rotor cuando gira libremente sin ceder o absorber potencia eléctrica. Estos generadores son por tanto muy adecuados para obtener frecuencias estables.

Los sistemas de control de los generadores de inducción deben efectuar la conexión a la red cuando la velocidad de giro del rotor sea algo superior a la velocidad de sincronismo.

Los generadores asincrónicos tienen la ventaja de que utilizan un rotor de jaula de ardilla, muy robusto, que no necesita de anillos ni escobillas. Sin embargo, el hecho de depender de la red para obtener su corriente de excitación limita su aplicación, y hay que prever los efectos de posibles fallos en la alimentación o sobretensiones, que ocurren con relativa frecuencia en las redes rurales.

Como bien se puede apreciar, cuando la velocidad de rotación es menor que la de sincronismo n_s , la máquina consume energía eléctrica de la red y funciona como motor. Cuando supera dicha velocidad, la máquina entrega electricidad y su funcionamiento corresponde al de un generador.

Aplicaciones.

El generador asincrónico o de inducción es un equipo robusto y pesado que para igual régimen de vientos produce menos energía que un generador sincrónico.

Sin embargo, ofrece significativas ventajas cuando se lo debe utilizar conectado a la red. Su conexión es simple y la frecuencia de rotación la mantiene la línea que con su inercia impide al generador girar a otra revolución que no sea la establecida por la frecuencia de la red. Si hay mucho viento la hélice tratará de girar más rápido pero la enorme inercia de la línea se lo impedirá resultando una mayor entrega de energía pero siempre a la misma frecuencia. Si por el contrario, hay poco viento, el generador tenderá a disminuir sus revoluciones pero la corriente de la línea lo mantiene girando a su frecuencia operando como motor y consumiendo energía. Para que esto no ocurra, un dispositivo electrónico aísla al sistema de la red a la que está conectado y sólo vuelve a conectarlo cuando las condiciones se hayan establecido.

Este tipo de generador no puede utilizarse en regiones aisladas, pues el estator necesita estar conectado a una fuente capaz de mantener su tensión.

4.14 Protección contra el embalamiento.

Es fundamental que un aerogenerador se pare automáticamente en caso de un mal funcionamiento de alguno de los componentes críticos. Por ejemplo, si hay un sobrecalentamiento del generador o se desconecta de la red eléctrica dejará de frenar al rotor y, en cuestión de segundos, el rotor empezaría a acelerarse rápidamente.

En un caso así es esencial disponer de un sistema de protección contra el embalamiento. Algunas marcas llevan dos mecanismos de freno independientes a prueba de fallos para detener la turbina.

4.14.1 Sistema de freno aerodinámico.

El sistema de frenado primario de la mayoría de aerogeneradores modernos es el sistema de frenado aerodinámico, que básicamente consiste en girar las palas del rotor unos 90 grados alrededor del eje longitudinal o en girar 90 grados la punta de las palas del rotor.

Estos sistemas suelen estar accionados mediante resortes con el fin de que, incluso en caso de fallo de suministro eléctrico, sigan funcionando, y son automáticamente activados si el sistema hidráulico de la turbina pierde presión. Una vez que la situación de peligro ha pasado el sistema hidráulico de la turbina suele devolver las palas, o la punta de las palas, a su posición original.

La experiencia demuestra que los sistemas de freno aerodinámico son extremadamente seguros. Frenarán la turbina en cuestión de un par de vueltas como mucho. Además, ofrecen una forma muy suave de frenar la turbina, sin ningún esfuerzo, desgaste o rotura importante en la torre ni en la maquinaria.

	150	360	64.8
Iluminación	154	210	32.34
Lavavertices	800	60	48
		Total	2496.48

4.14.2 Sistema de freno mecánico.

El freno mecánico es utilizado como sistema de apoyo del sistema de freno aerodinámico, como freno de estacionamiento, una vez que la turbina ha sido parada, en el caso de una turbina de regulación por pérdida aerodinámica.

Las turbinas de regulación por cambio del ángulo de paso no suelen necesitar activar el freno mecánico (excepto en trabajos de mantenimiento), dado que el rotor apenas si puede moverse cuando las palas del rotor están giradas 90 grados.

Por lo tanto la energía consumida en toda el año es 2496.48 Kw.Hs.

En condiciones normales la turbina genera anualmente una energía E_g , la cual se considera equivalente a la de la misma turbina, operando a la potencia nominal durante 3000 horas por año, es decir, un 34.34 %.

5 Desarrollo del proyecto.

Después podemos saber entonces la potencia nominal:

5.1 Diseño del aerogenerador.

La instalación del aerogenerador tendrá como finalidad suministrar energía eléctrica a una vivienda aislada de la zona urbana, donde no tiene el servicio de electricidad.

Se elige una turbina de eje horizontal, basado en el mayor rendimiento de la hélice de eje horizontal y en la disponibilidad de mayor información y conocimiento de estas hélices.

Para determinar la potencia necesaria para satisfacer los requerimientos específicos del usuario se debe determinar la potencia en wats de cada equipo, instrumento o luces que se deseen conectar. Esto es fácilmente realizable observando la placa que cada equipo posee, donde se indica la potencia, tensión y otras características. Luego, debe estimarse cuantas horas por mes está encendido cada equipo, haciendo un promedio entre los meses de mayor y menor consumo. Multiplicando la potencia por tiempo, se tendrá aproximadamente la energía requerida.

El consumo de una vivienda familiar tipo es:

	Potencia [w]	Tiempo [Hs]	Energía [Kw.hs/Mes]
Televisor 20"	85	120	20.4
Heladera	180	360	64.8
Iluminación	154	210	32.34
Lavarropas	800	60	48
Equipo de Audio	75	60	4.5
Horno Microondas	800	10	8
Pequeños consumos	500	60	30

Total	208.04
--------------	---------------

Por lo tanto le energía consumida en todo el año es 2496.48 Kw.Hs.

En condiciones normales la turbina genera anualmente una energía E_g , la cuál se considera equivalente a la de la misma turbina, operando a la potencia nominal durante 3000 horas por año, es decir, un 34.24 %.

$$E_g = P_n \cdot 3000 \text{ hs}$$

De acá podemos saber entonces la potencia nominal;

$$P_n = \frac{E_g}{3000 \text{ hs}} \quad P_n = 0.832 \text{ Kw}$$

De esta manera queda definida la potencia requerida, la cual se estima a 1.5 Kw.

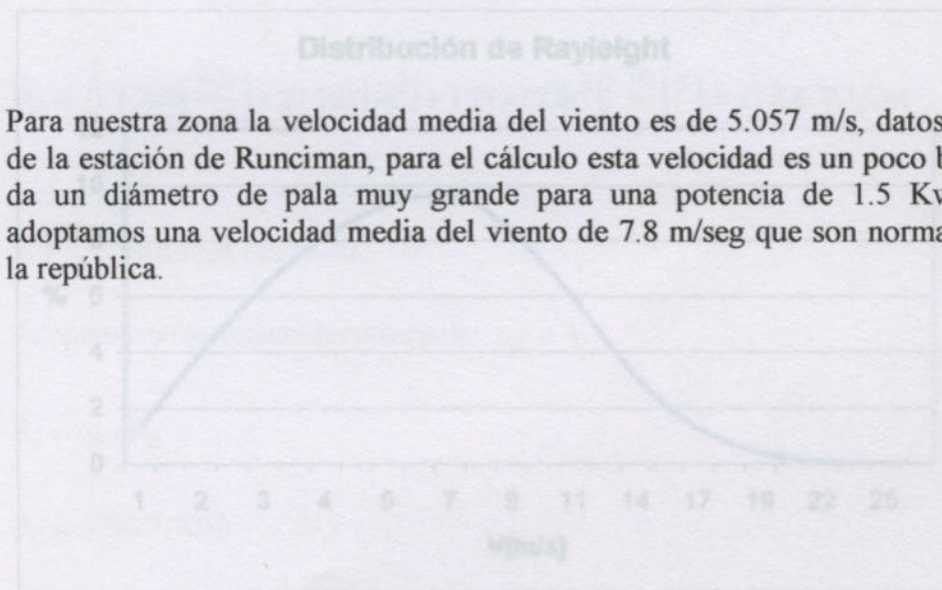
5.2 Determinación de la distribución de Rayleigh.

Permite visualizar como se distribuye la intensidad del viento y que rango de velocidades ocurren con mayor frecuencia.

Esta distribución anual del viento, es importante para poder evaluar la energía eólica disponible de un lugar. Teniéndose el valor de la velocidad media se puede estimar aproximadamente la distribución de velocidades por medio de la ecuación de Rayleigh.

$$R[V] = \frac{\pi}{2} \frac{V e^{-k}}{(V_m)^2}$$

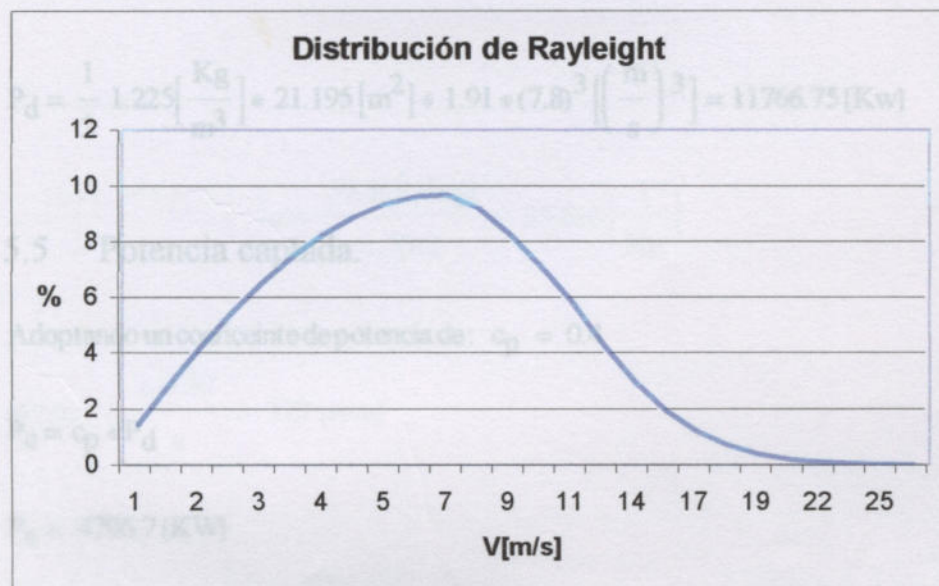
$$k = \frac{\pi}{4} \left(\frac{V}{V_m} \right)^2$$



Para nuestra zona la velocidad media del viento es de 5.057 m/s, datos reales tomados de la estación de Runciman, para el cálculo esta velocidad es un poco baja, lo cual nos da un diámetro de pala muy grande para una potencia de 1.5 Kw, por lo tanto adoptamos una velocidad media del viento de 7.8 m/seg que son normales en el sur de la república.

V [Km/h]	V [m/s]	V/ Vm	k	R[m]	%
2	0,556	0,0712	0,0040	0,0143	1,4279
4	1,111	0,1425	0,0159	0,0282	2,8219
6	1,667	0,2137	0,0358	0,0415	4,1494
8	2,222	0,2849	0,0637	0,0538	5,3805
10	2,778	0,3561	0,0996	0,0649	6,4888
12	3,333	0,4274	0,1434	0,0745	7,4528
14	3,889	0,4986	0,1951	0,0826	8,2563
16	4,444	0,5698	0,2549	0,0889	8,8886
18	5,000	0,6410	0,3226	0,0935	9,3451
20	5,556	0,7123	0,3982	0,0963	9,6268
24	6,667	0,8547	0,5735	0,0970	9,6954
28	7,778	0,9972	0,7805	0,0920	9,1956
32	8,889	1,1396	1,0195	0,0828	8,2756
36	10,000	1,2821	1,2903	0,0710	7,1015
40	11,111	1,4245	1,5929	0,0583	5,8299
45	12,500	1,6026	2,0160	0,0430	4,2959
50	13,889	1,7806	2,4889	0,0297	2,9747
55	15,278	1,9587	3,0116	0,0194	1,9401
60	16,667	2,1368	3,5841	0,0119	1,1940
65	18,056	2,3148	4,2063	0,0069	0,6943
70	19,444	2,4929	4,8783	0,0038	0,3818
75	20,833	2,6709	5,6001	0,0020	0,1988
80	22,222	2,8490	6,3717	0,0010	0,0980
85	23,611	3,0271	7,1931	0,0005	0,0458
90	25,000	3,2051	8,0642	0,0002	0,0203

$$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = 21,195 \text{ m}^2$$



5.3 Determinación del tamaño de la hélice.

5.6 Velocidad de rotación

Datos:

La máxima velocidad del viento que puede soportar una turbina sin sufrir daños, es de $V_m = 7.8 \text{ m/seg}$ esta velocidad es considerada velocidad de supervivencia.

Cuando sopla a una velocidad nominal V_1 , el rotor gira al número de revoluciones nominales. En estas condiciones:

$\eta_t = 38\%$ el rotor es capaz de tolerar velocidades de 60 m/s y por lo tanto V_r es

$P_e = 1500 \text{ W}$ se deduce que para la punta de pala.

$$r = \sqrt{\frac{2P_e}{\eta_t \cdot \pi \cdot \rho \cdot 1.91 V_m^3}}$$

$$r = 1.5 \text{ m}$$

$$D = 2 \cdot r$$

$$V_r = 60 \text{ m/Seg} ; V_1 = 7.8 \text{ m/Seg}$$

$$D = 3 \text{ m}$$

$$V_1 = \sqrt{60^2 - 7.8^2}$$

5.4 Potencia disponible

$$P_d = \frac{1}{2} \rho A 1.91 V_m^3$$

De esta manera se puede calcular el valor de la velocidad angular y consecuentemente el número de revoluciones por minuto

$$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = 21.195 \text{ m}^2$$

$$P_d = \frac{1}{2} 1.225 \left[\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right] * 21.195 [\text{m}^2] * 1.91 * (7.8)^3 \left[\left(\frac{\text{m}}{\text{s}} \right)^3 \right] = 11766.75 [\text{Kw}]$$

$$\omega = \frac{V_1}{r} = \frac{59.9 \text{ m/Seg}}{1.5 \text{ m}} = 39.933 \left[\frac{1}{\text{Seg}} \right]$$

5.5 Potencia captada.

Adoptando un coeficiente de potencia de: $c_p = 0.4$

$$P_c = c_p * P_d = 379 \text{ [rpm]}$$

$$P_c = 4706.7 [\text{KW}]$$

5.7 – Cálculo de la forma geométrica.

5.6 Velocidad de rotación.

Determinación de la relación de velocidades λ .

La máxima velocidad del viento que puede soportar una turbina sin sufrir daños, es de 60 m/s, esta velocidad es considerada velocidad de supervivencia.

Cuando el viento sopla a una velocidad nominal V_1 , el rotor gira al número de revoluciones nominales. En estas condiciones:

Como se indico el rotor es capaz de tolerar velocidades de 60 m/s y por lo tanto V_r es 60 m/s de donde se deduce que para la punta de pala:

V_t = Velocidad tangencial de la pala

V_1 = Velocidad del viento

$$V_t = \sqrt{V_r^2 - V_1^2}$$

$$V_r = 60 \text{ m/Seg} ; V_1 = 7.8 \text{ m/Seg}$$

$$V_t = \sqrt{60^2 - 7.8^2}$$

Como $\lambda < 10$, entonces la solidez será:

$$V_t = 59.5 \text{ m/Seg}$$

$$S = \frac{0.0283}{\lambda} = 0.086$$

$$S = 0.0283$$

De esta manera se puede calcular el valor de la velocidad angular y consecuentemente, el número de revoluciones por minuto.

Determinación de la cuerda media del perfil c_m

$$V_t = \omega * r$$

$$\omega = \frac{V_t}{r} \quad \omega = \frac{59.5 \text{ [m/Seg]}}{1.5 \text{ [m]}} = 39.666 \left[\frac{1}{\text{Seg}} \right]$$

$$0.0283 * r = 1.5 \text{ m}$$

$$n[\text{rpm}] = \frac{\omega * 30}{\pi} = 379 \text{ [rpm]}$$

$$c_m = 0.0666 \text{ [m]}$$

5.7 Cálculo de la forma geométrica.

Determinación de la relación de velocidades λ ;

$$\lambda = \frac{V_t}{V_1};$$

Donde:

V_t = Velocidad tangencial de la pala

V_1 = Velocidad del viento

Cuerda de punta de pala: $c_{pp} = c_m - 0.025 * L$

$$\lambda = \frac{59.5}{7.8} = 7.628$$

Cuerda de raíz: $c_{rz} = c_m + 0.025 * L$

Como $\lambda < 10$, entonces la solidez será:

$$S = \frac{0.872}{\lambda} - 0.086$$

$$S = 0.0283$$

Determinación de la cuerda media del perfil c_m

NOMENCLATURA DE PERFILES NACA-4 CIFRAS.

$c_m = \frac{S \pi r}{N}$ La primera cifra tiene un significado geométrico, e indica la máxima flecha de la línea media de la cuerda en %, proporcionando la máxima curvatura.

La segunda cifra tiene un significado geométrico, e indica su posición, es decir, la distancia desde el borde de ataque hasta la posición de la máxima flecha de la línea media o máxima curvatura.

Las dos últimas cifras indican el espesor relativo máximo del perfil en % respecto a la cuerda.

$$c_m = \frac{0.0283 * \pi * 1.5 \text{ m}}{2}$$

El perfil NACA2415, tiene un 2% de altura máxima de la línea media, situada a un 40% del borde de ataque, con un espesor relativo del 15%.

Para una construcción simple se utiliza cuerda constante, igual al valor de la cuerda media y para una hélice mejor, se puede lograr variación lineal entre la punta de pala c_{pp} y la cuerda raíz c_{raiz} . Estas se calculan aproximadamente por:

El radio inútil es; $r_i = 0.05 * r$

$$r_i = 0.075 \text{ [m]}$$

El largo útil de la pala es; $L = r - r_i$

$$L = 1.425 \text{ [m]}$$

Cuerda de punta de pala; $c_{pp} = c_m - 0.025 * L$

$$c_{pp} = 0.031 \text{ [m]}$$

Cuerda de raíz; $c_{raiz} = c_m + 0.025 * L$

$$c_{raiz} = 0.102 \text{ [m]}$$

En general, los tipos de perfiles utilizados en las máquinas eólicas rápidas son de la serie NACA (National Advisory Committee of Aeronautics), y vienen determinados por un conjunto de cifras que definen su geometría.

NOMENCLATURA DE PERFILES NACA-4 CIFRAS.

- La primera cifra tiene un significado geométrico, e indica la máxima flecha de la línea media de la cuerda en %, proporcionando la máxima curvatura.
- La segunda cifra tiene un significado geométrico, e indica su posición, es decir, la distancia desde el borde de ataque hasta la posición de la máxima flecha de la línea media o máxima curvatura
- Las dos últimas cifras indican el espesor relativo máximo del perfil en % respecto a la cuerda.

El perfil se obtiene mediante dos parábolas tangentes en el punto de máxima línea media.

Ejemplo: El perfil NACA2415, tiene un 2% de altura máxima de la línea media, situada a un 40% del borde de ataque, con un espesor relativo del 15%.

Perfil adoptado:

El perfil aerodinámico adoptado para éste proyecto es el **NACA 4415** con las siguientes características:

Valores adoptados:

- **Cuerda media = 100 mm**
- **Cuerda punta de pala = 64 mm**
- **Cuerda de raíz = 135 mm**
- **Espesor máximo = 15mm**
- **Longitud = 1500 mm**
- **Flecha máx. de la línea media = 4 mm**
- **Distancia del borde de ataque a la flecha máx. = 4 mm**

5.8 Fuerza Sustentadora, resistencia y momento.

Según gráfica de perfil NACA 4415, los coeficientes de sustentación, arrastre y momento, para un ángulo de ataque optimo de 15°, son respectivamente:

$$C_l = 1.22$$

$$C_d = 0.1$$

$$C_m = 0.082$$

Ver forma detallada en planos.

$$L = C_l * \frac{1}{2} \rho V_1^2 * S_{sp}$$

$$D = C_d * \frac{1}{2} \rho V_1^2 * S_{sp}$$

$$M = C_m * \frac{1}{2} \rho V_1^2 * S_{sp} * c_m$$

Donde S_{sp} es el área de la sección del perfil.

$$S_{sp} = c_m * r$$

$$S_{sp} = 0.1[m] * 1.5[m] = 0.15 m^2$$

$$L = 1.22 * \frac{1}{2} * 1.225 * 7.8^2 * 0.15 = 6.82 \text{ [N]}$$

$$D = 0.1 * \frac{1}{2} * 1.225 * 7.8^2 * 0.15 = 0.56 \text{ [N]}$$

$$M = 0.082 * \frac{1}{2} * 1.225 * 7.8^2 * 0.15 * 0.1 = 0.0458 \text{ [J]}$$

La fuerza aerodinámica total es:

$$F = \sqrt{L^2 + D^2}$$

$$F = \sqrt{6.82^2 + 0.56^2} = 6.84 \text{ [N]}$$

El material que se adopta para la construcción del perfil es *Epoxy reforzado con fibra de vidrio*, que es el más utilizado en la actualidad.

En carpetas adjuntas al proyecto se muestra los procesos de fabricación y proporciones adecuadas para obtener un producto final aceptable.

5.9 Sistema de orientación.

El sistema de orientación adoptado consiste en una cola aerodinámica que actúa como una veleta, la cual es la más común y la que mejor se adapta a estos equipos.

Ver forma detallada en planos.

5.10 Sistema de regulación y freno.

Para poder adoptar un sistema debemos saber que momento tórgor tenemos en el eje del rotor, para esto se toma la fuerza sustentadora a un 70% del largo de la pala trabajando en las peores condiciones climáticas.

Velocidad del viento máxima de 120 Km/h.

Por lo tanto:

$$L = 1.22 * \frac{1}{2} * 1.225 * 33.33^2 * 0.15 = 124.5 \text{ [N]}$$

Entonces el momento tórgor será:

$$T = \frac{124.5 \text{ [N]} * 1.5 \text{ [m]}}{\sqrt{3} * 220 \text{ [V]} * 0.8} = 4.92 \text{ [A]}$$

$$M_{t.m\acute{a}x} = N * L * 0.7 * r$$

$$M_{t.m\acute{a}x} = 2 * 124.5[N] * 0.7 * 1.5[m] = 261.45 [Nm]$$

Donde N es el número de palas del aerogenerador.

Se adopta un sistema de regulación automática; mediante un freno hidráulico que actúa cuando la velocidad de rotación supera las 380 rpm, así pues podemos aprovechar al máximo los días de mucho viento.

El freno va acoplado directamente al eje del rotor.

Adoptamos Freno Hidráulico Marca WHITE DRIVE Serie SB código 315.

Torque de 315 [Nm]

5.11 Cálculo del generador.

El generador que se calcula es sincrónico trifásico de imanes permanentes (colocados en el rotor) de las siguientes características:

- Potencia: 1500 W
- Tensión: 220 V
- Frecuencia: 50 Hz
- Cos Ø = 0.8
- Velocidad de rotación = 378 rpm

Cálculo del número de polos.

$$P_p = \frac{60 * f}{n}$$

$$P_p = \frac{60 * 50}{378} = 7.9 \text{ pares de polo}$$

Adoptamos 8 pares de polos, o sea, 16 polos.

Cálculo de la corriente nominal.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * U * \text{Cos}\varphi}$$

$$I = \frac{1500 [W]}{\sqrt{3} * 220 [V] * 0.8} = 4.92 [A]$$

Diámetro y longitud del rotor.

Para poder calcular el diámetro y largo del rotor, primero adoptaremos los imanes que aportarán el flujo magnético necesario.

Los imanes utilizados son de tierras raras (Neodino, Hierro y Boro), los cuales poseen una inducción magnética que es 7 a 10 veces superior a los materiales magnéticos tradicionales.

Las características geométricas y magnéticas de los imanes utilizados son las siguientes:

$$P_{max} = 1589.12W$$

Longitud: 60 mm

Espesor: 15 mm

Ancho: 20 mm

Largo: 60 mm

Producto de (B-H) máxima: 279 kJ/m³

Remanencia: 11700 - 12100 Gauus

Temperatura máxima de trabajo: < 80 °C

Densidad: 7.5 Kg/m³

Fuerza Campo Coercitivo: 860 – 955 KA/m

Estas características permiten determinar la energía máxima que los imanes pueden suministrar cuando son colocados en el generador por medio de la siguiente ecuación:

$$\tau_p = \frac{\pi \cdot D}{2P_p}; \quad D: \text{ es el diámetro del inducido en el entrehierro}$$

$$E_{m\acute{a}x} = \frac{(B - H)_{m\acute{a}x} \cdot V \cdot N}{2}$$

$$\tau_p = \frac{\pi \cdot 152 [cm]}{16} = 2.98 [cm]$$

Donde:

N: número de imanes

V: volumen de un imán

Reemplazando las características del imán seleccionado se obtiene:

$$V = \frac{\pi \cdot D^3}{60}$$

$$E_{m\acute{a}x} = \frac{279 KJ/m^3 (0.06 \cdot 0.02 \cdot 0.015) m^3 \cdot 16}{2} = 40.17J$$

La potencia máxima que se puede producir resulta de multiplicar la energía máxima de los imanes por la velocidad angular a la cual se encuentra girando.

Adoptamos 24 ranuras para el estator, por lo tanto, la cantidad de ranura por polo y por fase será.

$$P_{\text{máx}} = E_{\text{máx}} * \omega$$

$$\omega = \frac{\pi * n}{30} \rightarrow \omega = \frac{\pi * 378}{30} = 39.56 \text{ 1/Seg}$$

$$P_{\text{máx}} = 40.17 \text{ J} * 39.56 \text{ 1/Seg}$$

$$P_{\text{máx}} = 1589.12 \text{ W}$$

De esta manera quedan definidas las medidas del rotor, que son:

Diámetro: 150 mm

Largo: 60 mm

Diámetro de entrehierro.

$$D = 15.2 \text{ [cm]}$$

Cálculo del paso polar.

$$\tau_p = \frac{\pi * D}{2P_p}; \quad D : \text{ es el diámetro del inducido en el entrehierro}$$

$$\tau_p = \frac{\pi * 15.2 \text{ [cm]}}{16} = 2.98 \text{ [cm]}$$

Velocidad periférica.

$$V = \frac{\pi * D * n}{60}$$

$$V = \frac{\pi * 0.15 \text{ [m]} * 378}{60} = 2.97 \left[\frac{\text{m}}{\text{seg}} \right]$$

Ranuras por polo y por fase.

Adoptamos 24 ranuras para el estator, por lo tanto, la cantidad de ranura por polo y por fase será:

$$n_{p.f.} = \frac{N}{m \cdot 2P_p}$$

$$Z_n = \frac{24}{3 \cdot 16} = 46 \text{ [cond./ranura]} + 0.92 \text{ (factor de apilamiento)} = 42.32 \text{ [cond./ranura]}$$

$$n_{p.f.} = \frac{24}{3 \cdot 16} = 1/2$$

Probamos colocando 32 conductores por ranura y verificamos.

Dimensión de los conductores.

Conductores totales.

Proponemos como densidad de corriente 3.2 A/mm².

$$S_c = \frac{I_f}{\Delta}; 24 = 768 \text{ cond}$$

Cantidad de chapas del estator.

$$S_c = \frac{4.92 \text{ A}}{3.2 \text{ A/mm}^2} = 1.53 \text{ mm}^2$$

L. Longitud del inducido

$$S_c = \frac{\pi \cdot \phi^2}{4} \rightarrow \phi = \sqrt{\frac{S_c \cdot 4}{\pi}}$$

$$N_{Chapas} = \frac{60 \text{ mm}}{0.30 \text{ mm}} \cdot 0.98 = 196 \text{ chapas}$$

$$\phi = \sqrt{\frac{1.53 \cdot 4}{\pi}} = 1.39 \text{ mm}$$

Adoptamos alambre de cobre de 1.5 mm de diámetro, por lo tanto, la densidad de corriente real será:

$$\Delta = \frac{I_f}{S_c} = \frac{4.92 \text{ A}}{\left(\frac{\pi \cdot 1.5^2}{4}\right)} = 2.78 \text{ A/mm}^2$$

Conductores por ranura.

Debido a la falta de información, no podemos adoptar valores absurdos, por lo tanto calculamos la sección transversal de la ranura y luego evaluamos la cantidad de conductores que pueden entrar y por último verificamos.

$$Vol = \frac{\pi}{4} (2^2 - 1.5^2) \cdot [(8 \cdot 6) - (1 \cdot 6)] + 24 = 0.61 \text{ dm}^3$$

(Ver plano N 23)

$$A_{ran} = \frac{\pi \cdot 4^2}{2} + [(8 \cdot 6) - (1 \cdot 6)] + \frac{\pi \cdot 3^2}{2} = 81.25 \text{ mm}^2$$

Por lo tanto;

$$Z_n = \frac{81.25 \text{ mm}^2}{\left(\frac{\pi * 1.5^2}{4} \right)} = 46 [\text{cond/ranura}] * 0.92 (\text{factor de apilamiento}) = 42.32 [\text{cond/ranura}]$$

Probamos colocando 32 conductores por ranura y verificamos.

Conductores totales.

$$Z = Z_n * n$$

$$Z = 32 * 24 = 768 \text{ cond.}$$

Cantidad de chapas del estator.

$$N^{\circ} \text{Chapas} = \frac{L}{e} * f_{\text{apil}}$$

L: Longitud del inducido

e: Espesor de la chapa, (adoptamos chapa 0.3 mm)

$$N^{\circ} \text{Chapas} = \frac{60 \text{ mm}}{0.30 \text{ mm}} * 0.98 = 196 \text{ chapas}$$

Cálculo de los AV/cm.

$$AV/cm = \frac{I_f * Z_n}{\pi * \phi}; \quad \phi: \text{ es el diámetro a } 1/3 \text{ de la ranura} = 17.8 \text{ cm}$$

$$AV/cm = \frac{4.92 \text{ A} * 32 \text{ Vuelt.}}{\pi * 17.8 \text{ cm}} = 2.82 \text{ AV/cm}$$

Cálculo del peso del estator.

$$P_{\text{est.}} = \delta [\text{Kg/dm}^3] * Vol [\text{dm}^3]; \quad \delta = 7.65 [\text{Kg/dm}^3]$$

$$Vol = \frac{\pi * 0.6 \text{ dm}}{4} (2^2 - 1.52^2) - (0.012842 \text{ dm}^2 * 0.6 \text{ dm}) * 24 = 0.61 \text{ dm}^3$$

$$P_{\text{est.}} = 7.65 [\text{Kg/dm}^3] * 0.61 [\text{dm}^3] = 4.66 [\text{Kg}]$$

Perdidas en el hierro del estator.

Donde:

La pérdida magnética máxima para chapa de acero al silicio espesor 0.3 mm es de 0.97 [W/Kg]

Por lo tanto:

$$P_{Fe} = 0.97[\text{W/Kg}] * 4.66[\text{Kg}] = 4.52[\text{W}]$$

Perdidas en el cobre del estator.

Primero calcularemos la resistencia en c.c., la resistencia en c.a. y luego las pérdidas en el cobre.

$$R_{cc} = \frac{\rho * L}{S_{cond}}; \quad \rho : \text{resistividad} = 0.0211 \left[\frac{\Omega * \text{mm}^2}{\text{m}} \right]$$

$$L = (0.06 + 0.10) [\text{m}] * 768 = 122.9 [\text{m}]$$

$$R_{cc} = \frac{0.0211 \left[\frac{\Omega * \text{mm}^2}{\text{m}} \right] * 122.9 [\text{m}]}{1.766 [\text{mm}^2]} = 1.47 [\Omega]$$

Como sabemos, la resistencia en c.a. es mayor que en c.c., por lo tanto adoptaremos un 20% más que en c.c.

$$R_{ca} = 1.76 [\Omega]$$

$$P_{Cu} = I^2 * R_{ca}$$

$$P_{Cu} = (4.92 \text{ A})^2 * 1.76 \Omega = 42.6 [\text{W}]$$

Peso del cobre.

$$P = 0.0159 [\text{Kg/m}] * 122.9 [\text{m}] = 1.95 [\text{Kg}]$$

Cálculo de la Fem.

$$E = 4.44 * f * n_{pf} * (\xi * Z_n) (D * L) * B_{\delta}$$

Por lo tanto el máximo de vías en // es 4.

Donde: ξ entre ranuras vale;

- f: frecuencia
- n_{pf} : ranuras por polo y por fase
- ξ : factor de bobinado (adoptamos 0.9)
- Z_n : conductores por ranura
- B_δ : inducción máxima en el entrehierro (tomamos 0.8 T) y esquema de conexiones.

$$E = 4.44 * 50 * 0.5 * (0.9 * 32) (15.2 * 6) * 0.8 = 233.23 \text{ [V]}$$

Se adopta un cargador de baterías marca Phoenix Modelo 24/16 con las características:

El bobinado será fraccionario en una capa sin ranuras muertas, verificaremos las condiciones de simetría.

El número de ranuras por polo y por fase es:

$$n_{pf} = \epsilon + \frac{\alpha}{\beta}$$

Las condiciones de simetría para este bobinado son:

$$\frac{\beta}{3} \neq \text{Entero}$$

$$p\beta = \frac{p}{\beta} = \text{Entero}$$

Para nuestro caso tenemos;

$$n_{pf} = \frac{1}{2} \rightarrow \alpha = 1 \text{ y } \beta = 2 \quad \frac{2}{3} \neq \text{Entero} \text{ y } \frac{8}{2} = 4 = \text{Entero}$$

Por lo tanto verifica la condición de simetría.

El número máximo de vías en // por fase es igual a;

$p\beta$ si $(\beta * n_{pf})$ es impar

$2p\beta$ si $(\beta * n_{pf})$ es par

$$\beta * n_{pf} = 2 * \frac{1}{2} = 1 \text{ es impar}$$

Por lo tanto el máximo de vías en // es 4.

El ángulo entre ranuras vale;

$$\gamma = \frac{360^\circ}{\left(\frac{n}{p}\right)} = \frac{360^\circ}{\left(\frac{24}{8}\right)} = 120^\circ \text{ magnéticos}$$

En el plano N 24 se muestra la estrella de ranuras y esquema de conexiones.

5.12 Cargador de baterías.

Se adopta un cargador de baterías marca Phoenix Modelo 24/16 con las siguientes características:

- Tensión de alimentación: 90 – 265 V CA
- Frecuencia: 45 – 65 Hz
- Voltaje de mantenimiento: 26.4 V CC
- Corriente de salida: 16 A
- Temperatura de funcionamiento: -20 a +60 °C

5.13 Baterías.

Adoptamos baterías marca Enerbat con las siguientes características:

- Código: E 200-12
- Tensión nominal: 12 V
- Capacidad: 200 Ah
- Intensidad de carga máxima: 60 A

5.14 Inversor.

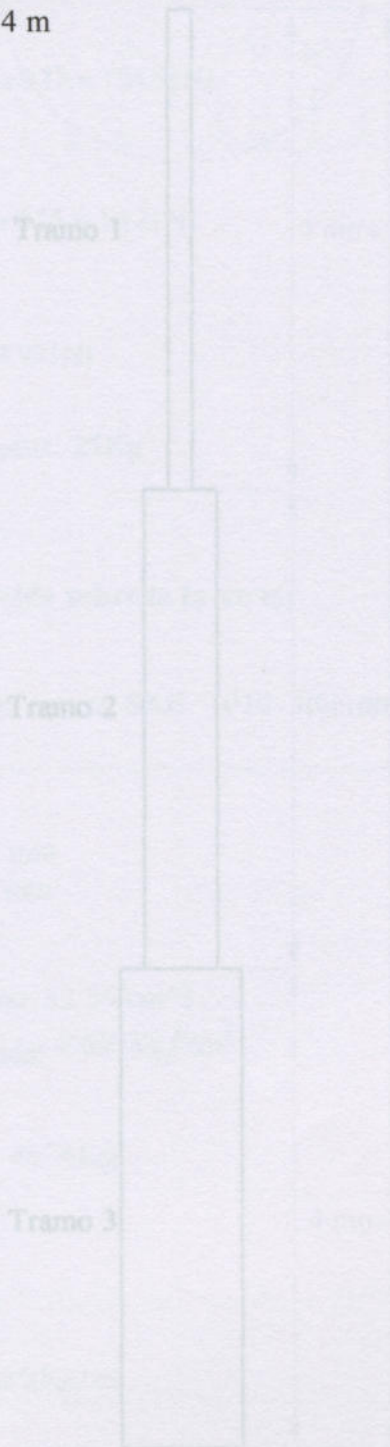
Adoptamos Inverso Phoenix Serie C-24/1600 con las siguientes características:

- Tensión de alimentación: 9.5 – 66 V CC
- Potencia permanente a 25 °C: 1600 VA
- Potencia máx. Instantánea: 2300 W
- Tensión de salida: 230 V CA +/- 2%
- Frecuencia: 50 Hz +/- 0.2%

5.15 Cálculo de la torre.

Adoptamos una torre del tipo tubular auto soportada, en tres tramos de cuatro metro cada uno con diámetro creciente hacia la base. El cálculo lo hacemos para las peores condiciones climáticas; este incluye: la torre, la base, tornillos necesarios para fijar la base, y soldaduras correspondientes.

- Altura de la torre $H = 12 \text{ m}$
- Altura libre $H_L = 10.5 \text{ m}$
- Altura de tramo 1, 2 y 3 = 4 m



Analizaremos cada tramo en particular y adoptaremos la sección correspondiente.
 Los datos técnicos de tubos son de la empresa Simfines Fas.

Calculo del tramo 1.

Velocidad del viento máxima es 120 Km/h.
 El peso del equipo se estima en 50 Kg.

Por lo tanto calculamos la fuerza resultante para este viento

$$L = 1.22 * \frac{1}{2} * 1.225 * 33.33^2 * 0.15 = 124.5 \text{ [N]}$$

$$D = 0.1 * \frac{1}{2} * 1.225 * 33.33^2 * 0.15 = 10.2 \text{ [N]}$$

$$F = \sqrt{124.5^2 + 10.2^2} = 124.92 \text{ [N]}$$

$$F * 2 \text{ palas} = 249.84 \text{ [N]} \approx \text{aprox. } 25 \text{ Kg}$$

La fuerza del viento ejercida sobre la torre es:

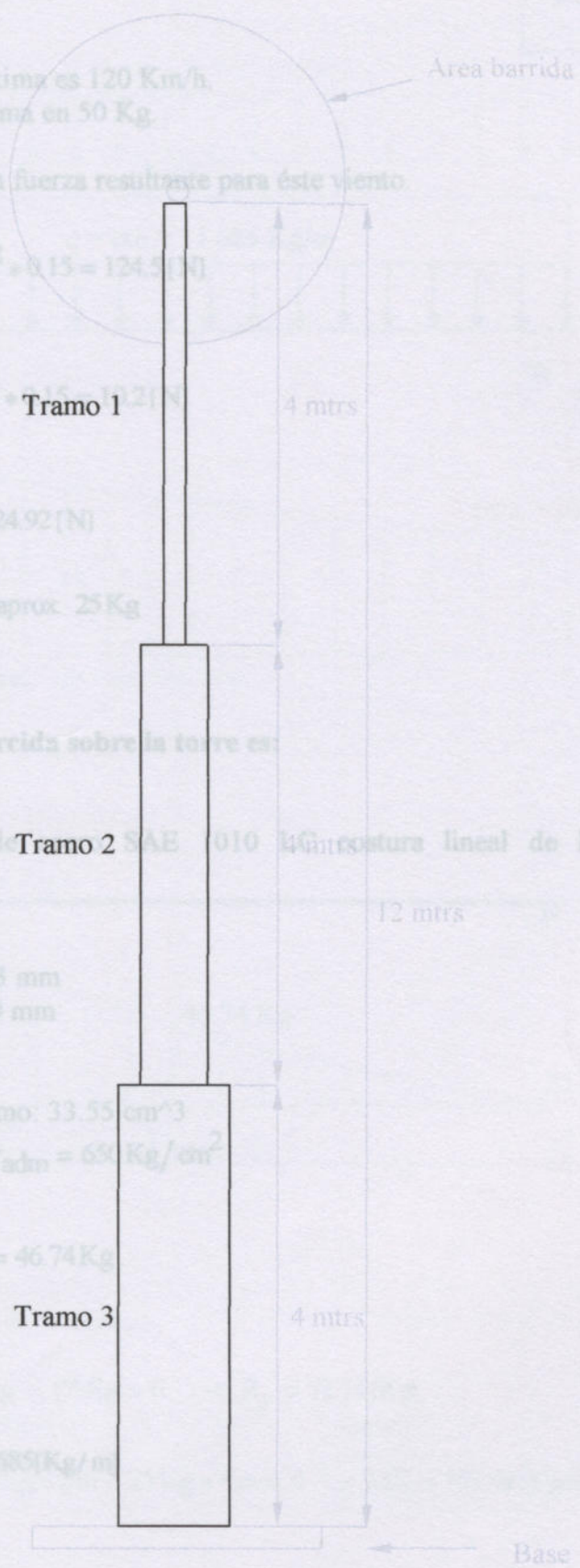
Proponemos un tubo de Tramo 2 SAE 1010 con estructura lineal de las siguientes características:

- Diámetro exterior = 168.3 mm
- Diámetro interior = 161.9 mm
- Espesor = 3.2 mm
- Peso = 13.04 Kg/m
- Momento resistente mínimo: 33.55 cm³
- $\sigma_{adm} = 1300 \text{ Kg/cm}^2$; $\tau_{adm} = 650 \text{ Kg/cm}^2$

$$F_v = \frac{33.33^2}{16} * 4 * 0.1683 = 46.74 \text{ Kg}$$

Por lo tanto el q_1 (Kg/m) es

$$q_1 = \frac{46.74 \text{ Kg}}{4 \text{ m}} = 11.685 \text{ Kg/m}$$



Analizaremos cada tramo en particular y adoptaremos la sección correspondiente.
 Los datos técnicos de tubos son de la empresa Sinfines Fas.

Calculo del tramo 1.

Velocidad del viento máxima es 120 Km/h.

El peso del equipo se estima en 50 Kg.

Por lo tanto calculamos la fuerza resultante para éste viento.

$$L = 1.22 * \frac{1}{2} * 1.225 * 33.33^2 * 0.15 = 124.5 [N]$$

$$D = 0.1 * \frac{1}{2} * 1.225 * 33.33^2 * 0.15 = 10.2 [N]$$

$$F = \sqrt{124.5^2 + 10.2^2} = 124.92 [N]$$

$$F * 2 \text{ palas} = 249.84 [N] = \text{aprox } 25 \text{ Kg}$$

Diagrama de cuerpo libre.

La fuerza del viento ejercida sobre la torre es:

Proponemos un tubo de acero SAE 1010 LC costura lineal de las siguientes características:

Diámetro exterior = 168.3 mm

Diámetro interior = 161.9 mm

Espesor = 3.2 mm

Peso = 13.04 Kg/m

Momento resistente mínimo: 33.55 cm³

$\sigma_{adm} = 1300 \text{ Kg/cm}^2$; $\tau_{adm} = 650 \text{ Kg/cm}^2$

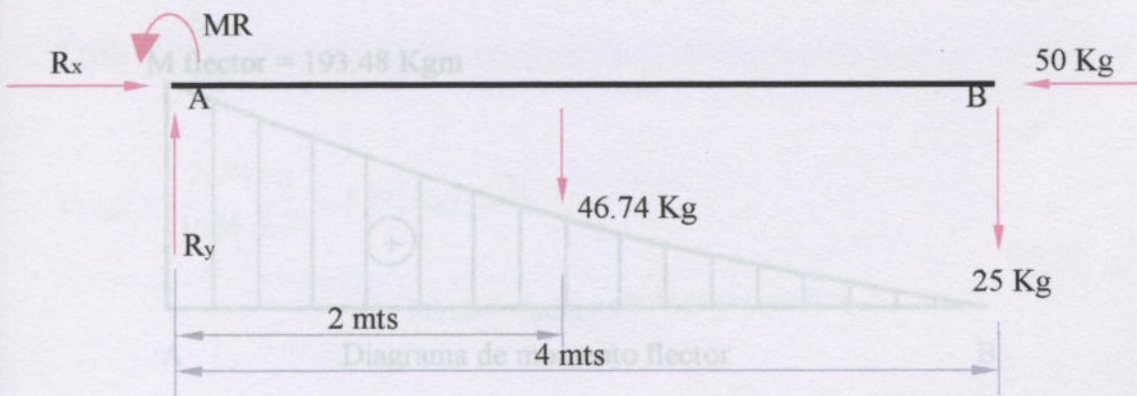
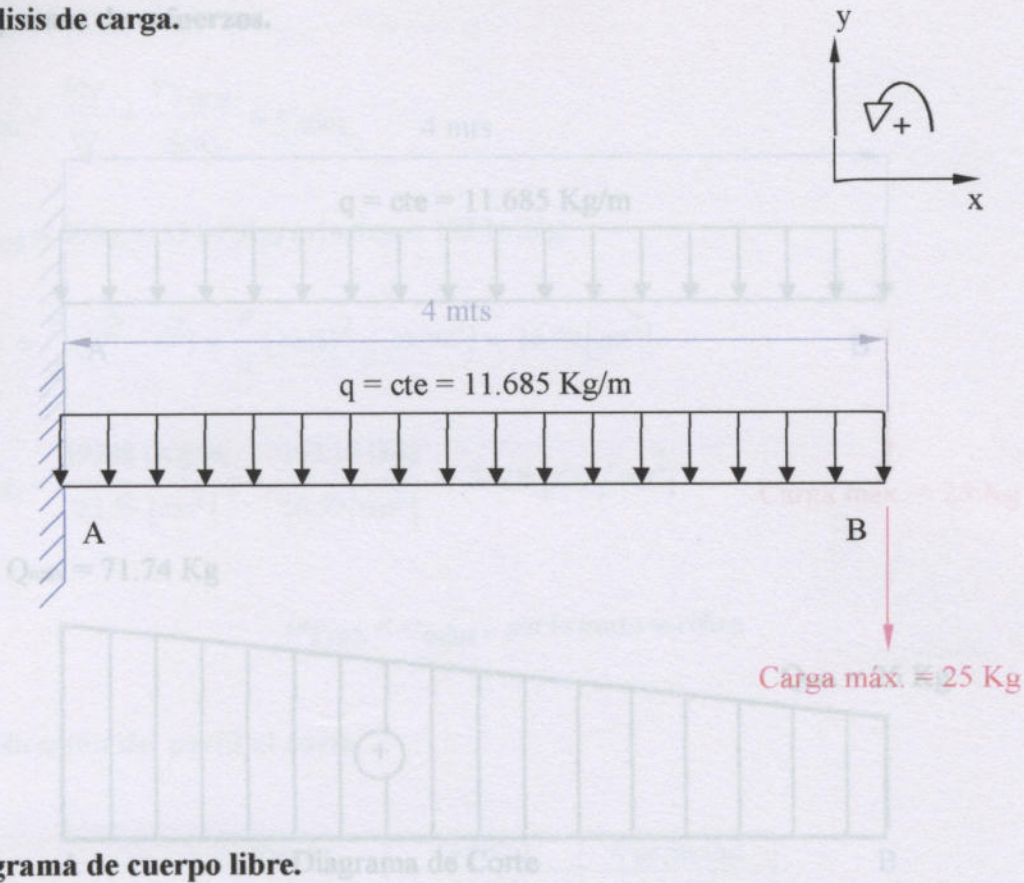
$$F_v = \frac{33.33^2}{16} * 4 * 0.1683 = 46.74 \text{ Kg}$$

Por lo tanto el q₁ [Kg/m] es :

$$\sum F_y = 0 = R_y - 46.74 \text{ Kg} - 25 \text{ Kg} = 0 \rightarrow R_y = 71.74 [Kg]$$

$$\sum M_A = 0 = MR - 46.74 \text{ Kg} * 2 \text{ m} - 25 \text{ Kg} * 4 \text{ m} = 0 \rightarrow MR = 193.48 [Kg\cdot m]$$

Análisis de carga.



Planteo de ecuaciones:

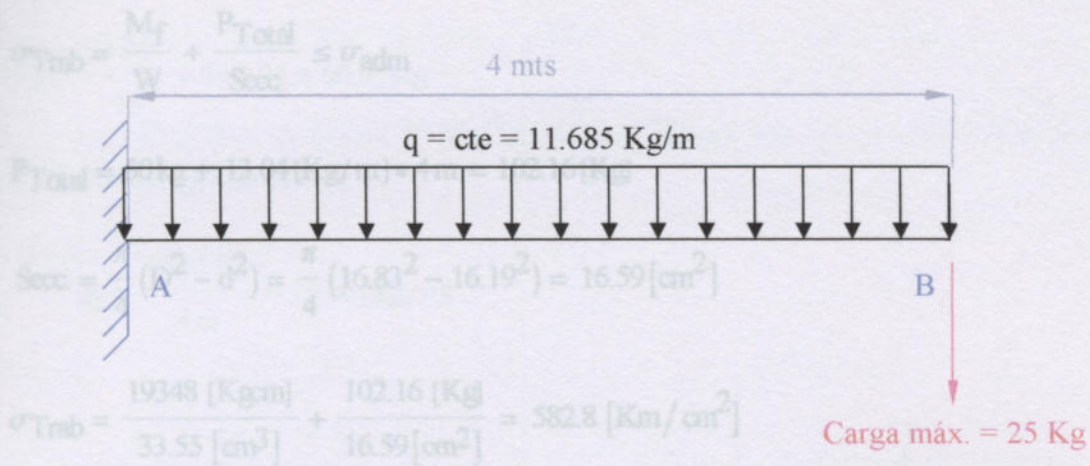
Verificación del perfil a la flexión.

$$\sum F_y = 0 = R_y - 46.74 \text{ Kg} - 25 \text{ Kg} = 0 \rightarrow R_y = 71.74 [\text{Kg}]$$

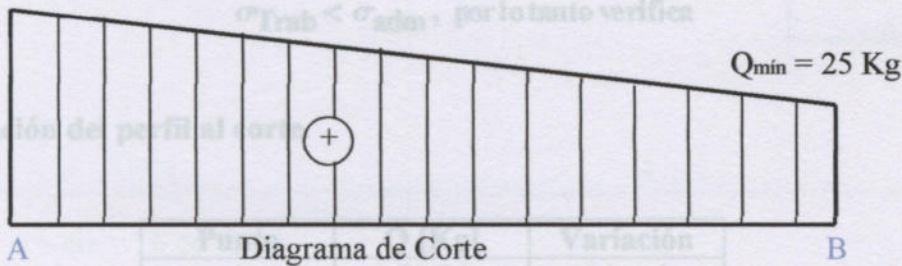
$$\sum M_A = 0 = MR - 46.74 \text{ Kg} * 2 \text{ m} - 25 \text{ Kg} * 4 \text{ m} = 0 \rightarrow MR = 193.48 [\text{Kgm}]$$

Punto	Mf [Kgm]	Variación
A	193.48	Cuadrática

Diagramas de esfuerzos.



$Q_{m\acute{a}x} = 71.74 \text{ Kg}$



$M \text{ flector} = 193.48 \text{ Kgm}$



Cálculo del tramo 2.

Para este caso debemos sumarle la fuerza ejercida por el viento en el segundo tramo.
Verificación del perfil a la flexión. acero SAE 1010 LC costura lineal de las siguientes características:

	Punto	Mf [Kgm]	Variación
Diámetro exterior = 24	A	193.48	Cuadrática
Diámetro interior = 23.5	B	0	Cuadrática

Esposor = 3.2 mm

Peso = 18.7 Kg/m

Momento resistente mínimo: 69.41 cm³

La tensión de trabajo es:

$$\sigma_{Trab} = \frac{M_f}{W} + \frac{P_{Total}}{Secc.} \leq \sigma_{adm}$$

$$P_{Total} = 50 \text{ kg} + 13.04 [\text{Kg/m}] * 4 \text{ m} = 102.16 [\text{Kg}]$$

$$Secc. = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) = \frac{\pi}{4} (16.83^2 - 16.19^2) = 16.59 [\text{cm}^2]$$

$$\sigma_{Trab} = \frac{19348 [\text{Kgcm}]}{33.55 [\text{cm}^3]} + \frac{102.16 [\text{Kg}]}{16.59 [\text{cm}^2]} = 582.8 [\text{Kg/cm}^2]$$

Análisis de carga.

$\sigma_{Trab} < \sigma_{adm}$, por lo tanto verifica

Verificación del perfil al corte.

Punto	Q [Kg]	Variación
A	71.74	Lineal
B	25	Lineal

$$\tau_{Trab.} = \frac{Q_{m\acute{a}x}}{Secc.}$$

$$\tau_{Trab.} = \frac{71.74 \text{ Kg}}{16.59 \text{ cm}^2} = 4.32 [\text{Kg/cm}^2]$$

Diagrama de cuerpo libre.

$\tau_{Trab} < \tau_{adm}$, por lo tanto verifica

Cálculo del tramo 2.

Para este caso debemos sumarle la fuerza ejercida por el viento en el segundo tramo, para esto, adoptamos un tubo de acero SAE 1010 LC costura lineal de las siguientes características:

Diámetro exterior = 240 mm

Diámetro interior = 233.6mm

Espesor = 3.2 mm

Peso = 18.7 Kg/m

Momento resistente mínimo: 69.41 cm³

$\sigma_{adm} = 1300 \text{ Kg/cm}^2$; $\tau_{adm} = 650 \text{ Kg/cm}^2$

$\sum R_y = 0 \rightarrow R_y - 66.65 \text{ Kg} - 46.74 \text{ Kg} - 25 \text{ Kg} = 0 \rightarrow R_y = 138.39 \text{ [Kg]}$

$\sum M_A = 0 = MR - 66.65 \text{ Kg} \cdot 2 - 46.74 \text{ Kg} \cdot 6 - 25 \text{ Kg} \cdot 8 \text{ m} = 0 \rightarrow MR = 613.74 \text{ [Kg·m]}$

Por lo tanto el $q_2 \text{ [Kg/m]}$ es :

$q_2 = \frac{66.65 \text{ Kg}}{4 \text{ m}} = 16.66 \text{ [Kg/m]}$

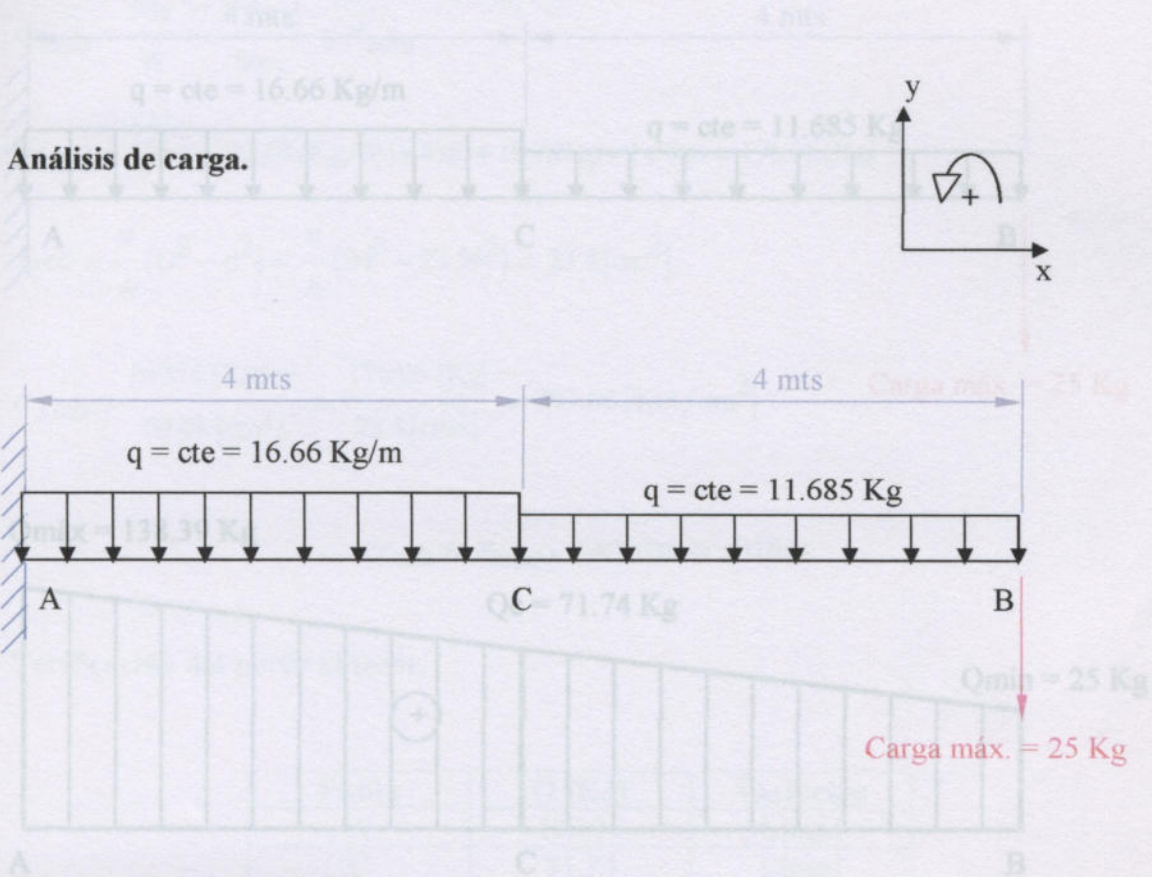


Diagrama de cuerpo libre.

Diagrama de corte

$M \text{ flector} = 613.74 \text{ Kg·m}$

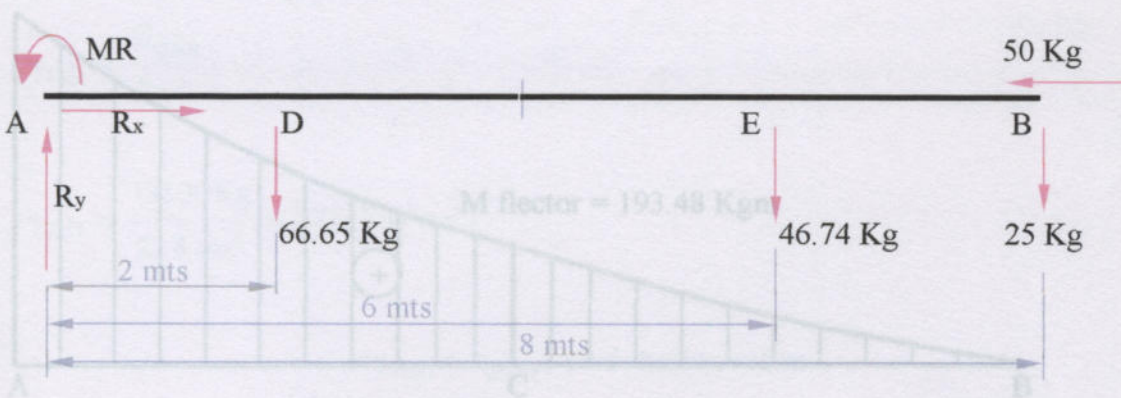


Diagrama de momento flector

Planteo de ecuaciones: a la flexión.

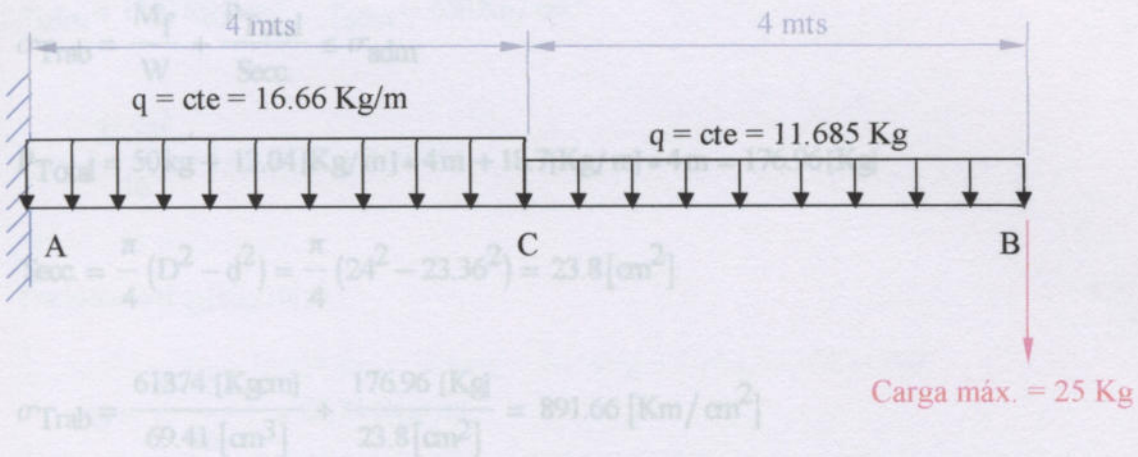
$$\sum F_y = 0 = R_y - 66.65 \text{Kg} - 46.74 \text{Kg} - 25 \text{Kg} = 0 \rightarrow R_y = 138.39 \text{[Kg]}$$

$$\sum M_A = 0 = MR - 66.65 \text{Kg} * 2 - 46.74 \text{Kg} * 6\text{m} - 25 \text{Kg} * 8\text{m} = 0 \rightarrow MR = 613.74 \text{[Kgm]}$$

Punto	Mf [Kgm]	Variación
A	613.74	Cuadrática
B	0	Cuadrática

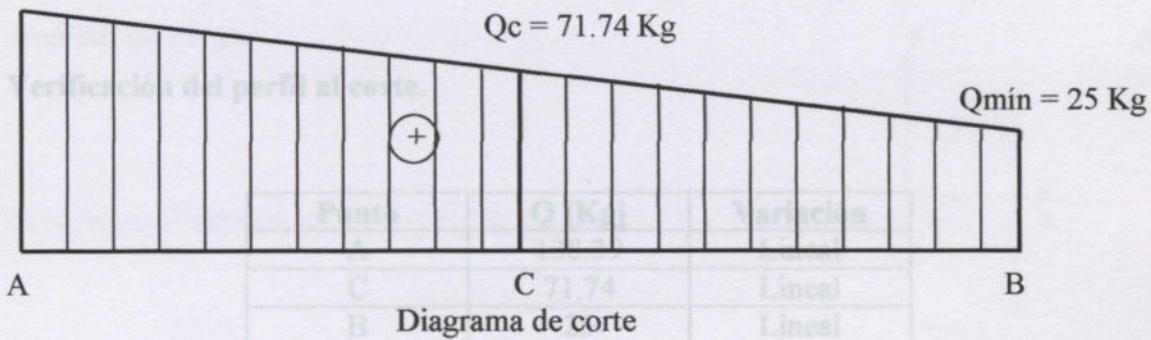
Diagrama de esfuerzos.

La tensión de trabajo es:

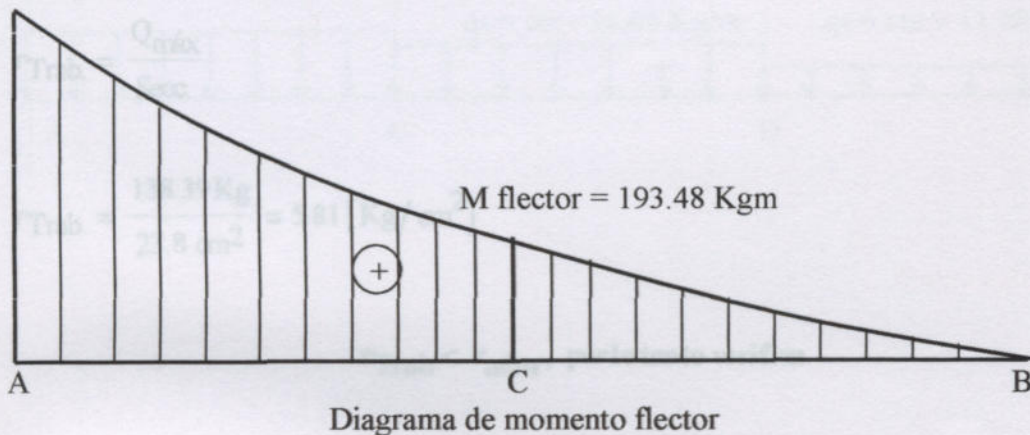


$Q_{\text{máx}} = 138.39 \text{ Kg}$

$\sigma_{\text{Trab}} < \sigma_{\text{adm}}$, por lo tanto verifica



$M_{\text{flector}} = 613.74 \text{ Kgm}$



Verificación del perfil a la flexión.

Punto	Mf [Kgm]	Variación
A	613.74	Cuadrática
C	193.48	Cuadrática
B	0	Cuadrática

La tensión de trabajo es:

$$\sigma_{Trab} = \frac{M_f}{W} + \frac{P_{Total}}{Secc} \leq \sigma_{adm}$$

$$P_{Total} = 50\text{kg} + 13.04[\text{Kg/m}] * 4\text{m} + 18.7[\text{Kg/m}] * 4\text{m} = 176.96[\text{Kg}]$$

$$Secc = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) = \frac{\pi}{4} (24^2 - 23.36^2) = 23.8[\text{cm}^2]$$

$$\sigma_{Trab} = \frac{61374 [\text{Kgcmm}]}{69.41 [\text{cm}^3]} + \frac{176.96 [\text{Kg}]}{23.8 [\text{cm}^2]} = 891.66 [\text{Kg/cm}^2]$$

$\sigma_{Trab} < \sigma_{adm}$, por lo tanto verifica

Análisis de carga.

Verificación del perfil al corte.

Punto	Q [Kg]	Variación
A	138.39	Lineal
C	71.74	Lineal
B	25	Lineal

$$\tau_{Trab} = \frac{Q_{m\acute{a}x}}{Secc}$$

$$\tau_{Trab} = \frac{138.39\text{Kg}}{23.8 \text{ cm}^2} = 5.81 [\text{Kg/cm}^2]$$

$\tau_{Trab} < \tau_{adm}$, por lo tanto verifica

Cálculo del tramo 3.

Operando de la misma manera, y adoptando un tubo de acero SAE 1010 LC costura lineal de las siguientes características:

Diámetro exterior = 323.8 mm

Diámetro interior = 315.8 mm

Espesor = 4 mm

Peso = 31.57 Kg/m

Momento resistente mínimo: 158.41 cm³

$\sigma_{adm} = 1300 \text{ Kg/cm}^2$; $\tau_{adm} = 650 \text{ Kg/cm}^2$

$$F_v = \frac{33.33^2}{16} * 4 * 0.3238 = 89.92 \text{ Kg}$$

Planteo de ecuaciones.

Por lo tanto el q_3 [Kg/m] es :

$$\sum F_x = 0 = R_x - 126.28 \text{ Kg} - 74.8 \text{ Kg} - 52.16 \text{ Kg} - 50 \text{ Kg} = 303.24 \text{ [Kg]}$$

$$q_3 = \frac{89.92 \text{ Kg}}{4 \text{ m}} = 20.73 \text{ [Kg/m]}$$

$$\sum F_y = 0 = R_y - 89.92 \text{ Kg} - 66.65 \text{ Kg} - 46.74 \text{ Kg} - 25 \text{ Kg} = 0 \rightarrow R_y = 228.31 \text{ [Kg]}$$

$$\sum M = 0 = MR - 89.92 \text{ Kg} * 2 \text{ m} - 66.65 \text{ Kg} * 6 \text{ m} - 46.74 \text{ Kg} * 10 \text{ m} - 25 \text{ Kg} * 12 \text{ m} = 0$$

Análisis de carga.

$$MR = 1347.14 \text{ [Kgm]}$$

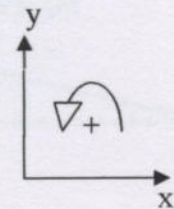
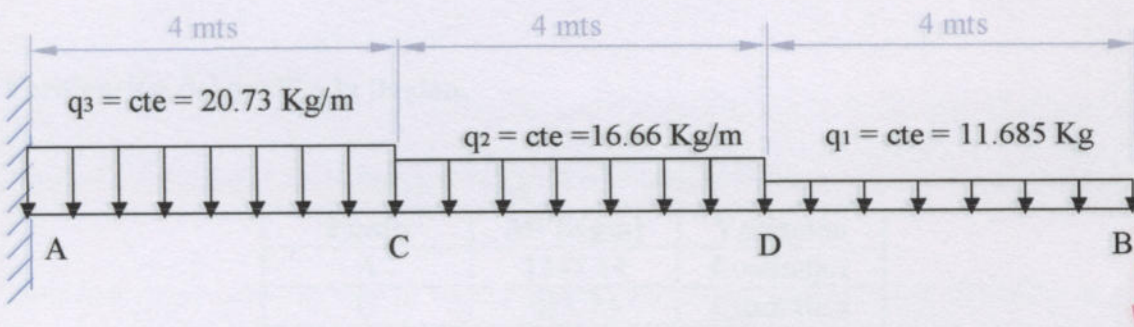
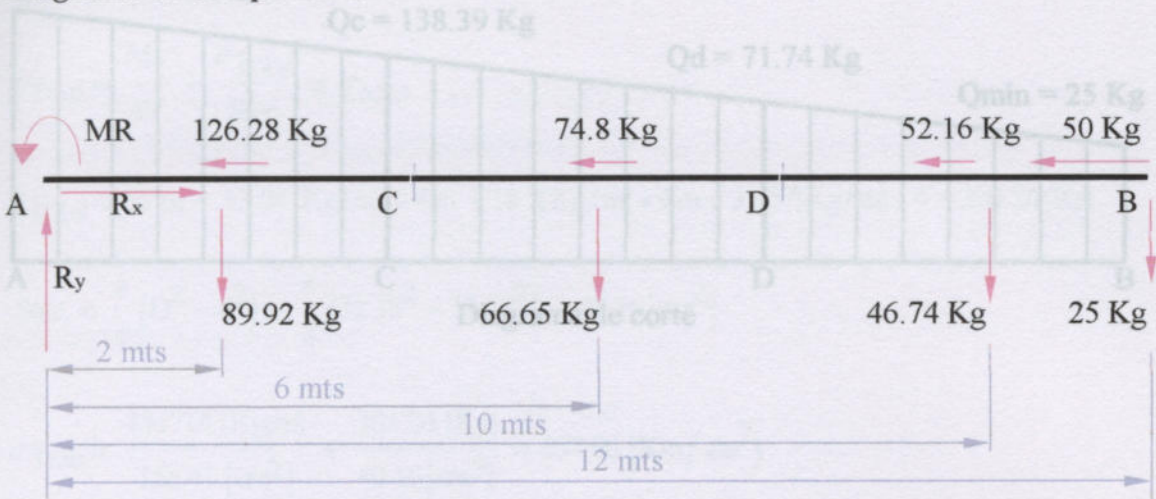


Diagrama de esfuerzos.



Carga máx. = 25 Kg

Diagrama de cuerpo libre.



Mflector máx = 1347.14 Kgm

Planteo de ecuaciones:

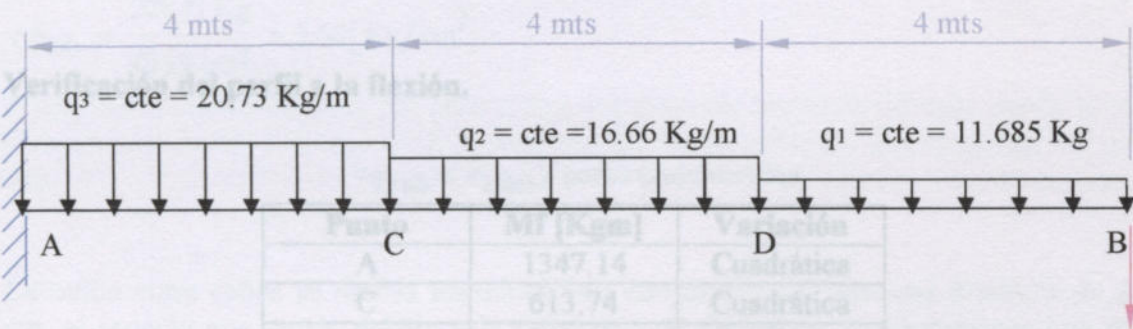
$$\sum F_x = 0 = R_x - 126.28 \text{ Kg} - 74.8 \text{ Kg} - 52.16 \text{ Kg} - 50 \text{ Kg} = 303.24 [\text{Kg}]$$

$$\sum F_y = 0 = R_y - 89.92 \text{ Kg} - 66.65 \text{ Kg} - 46.74 \text{ Kg} - 25 \text{ Kg} = 0 \rightarrow R_y = 228.31 [\text{Kg}]$$

$$\sum M = 0 = MR - 89.92 \text{ Kg} * 2 \text{ m} - 66.65 \text{ Kg} * 6 \text{ m} - 46.74 \text{ Kg} * 10 \text{ m} - 25 \text{ Kg} * 12 \text{ m} = 0$$

$$MR = 1347.14 [\text{Kgm}]$$

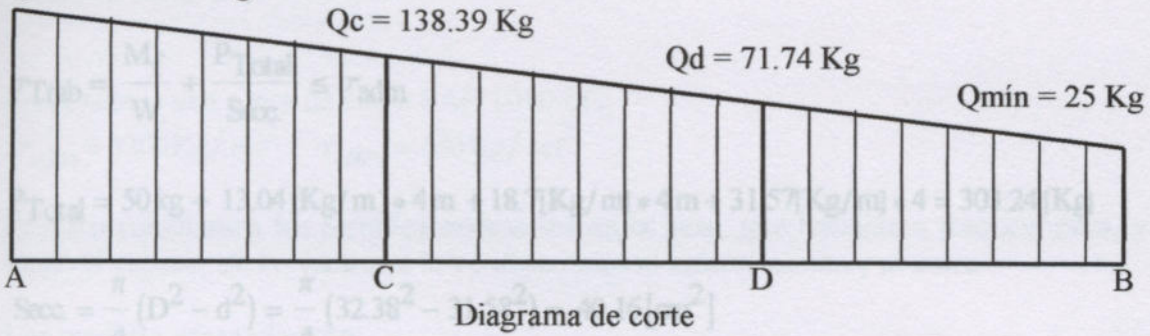
Diagrama de esfuerzos.



Punto	Mf [Kgm]	Variación
A	1347.14	Cuadrática
C	613.74	Cuadrática
D	193.48	Cuadrática
B	0	Cuadrática

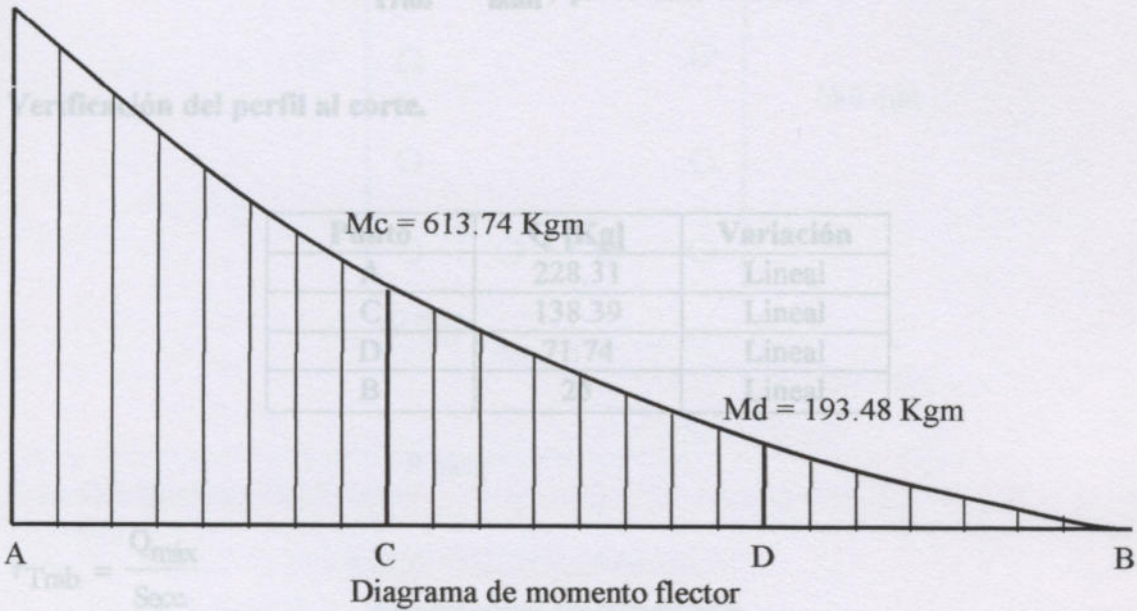
Carga máx. = 25 Kg

$Q_{\max} = 228.31 \text{ Kg}$



$$\sigma_{\text{Trab}} = \frac{134714 \text{ [Kgcm]}}{158.41 \text{ [cm}^3\text{]}} + \frac{303.24 \text{ [Kg]}}{40.16 \text{ [cm}^2\text{]}} = 857.96 \text{ [Kg/cm}^2\text{]}$$

$M_{\text{flector máx}} = 1347.14 \text{ Kgcm}$



Punto	Mf [Kgcm]	Variación
A	1347.14	Cuadrática
C	613.74	Cuadrática
D	193.48	Cuadrática
B	0	Cuadrática

Verificación del perfil a la flexión.

Punto	Mf [Kgcm]	Variación
A	1347.14	Cuadrática
C	613.74	Cuadrática
D	193.48	Cuadrática
B	0	Cuadrática

La tensión de trabajo es:

$$\sigma_{Trab} = \frac{M_f}{W} + \frac{P_{Total}}{Secc.} \leq \sigma_{adm}$$

$$P_{Total} = 50\text{kg} + 13.04[\text{Kg/m}] * 4\text{m} + 18.7[\text{Kg/m}] * 4\text{m} + 31.57[\text{Kg/m}] * 4 = 303.24 [\text{Kg}]$$

$$Secc. = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) = \frac{\pi}{4} (32.38^2 - 31.58^2) = 40.16 [\text{cm}^2]$$

$$\sigma_{Trab} = \frac{134714 [\text{Kgcm}]}{158.41 [\text{cm}^3]} + \frac{303.24 [\text{Kg}]}{40.16 [\text{cm}^2]} = 857.96 [\text{Kg/cm}^2]$$

$\sigma_{Trab} < \sigma_{adm}$, por lo tanto verifica

Verificación del perfil al corte.

Punto	Q [Kg]	Variación
A	228.31	Lineal
C	138.39	Lineal
D	71.74	Lineal
B	25	Lineal

$$\tau_{Trab.} = \frac{Q_{m\acute{a}x}}{Secc.}$$

$$\tau_{Trab.} = \frac{228.31 \text{ Kg}}{40.16 \text{ cm}^2} = 5.68 [\text{Kg/cm}^2]$$

$\tau_{Trab} < \tau_{adm}$, por lo tanto verifica

La unión entre caños se realiza introduciendo uno dentro del otro una distancia de 20 cm, el espacio que queda debido a la diferencia de diámetros, lo ajustaremos con dos aros, los cuales se soldarán primero en el tubo de menor diámetro en todo su perímetro, y el tubo de mayor diámetro se le harán doce agujeros de 12 mm de diámetro para poder soldar en ellos el aro.

Ver detalle en planos

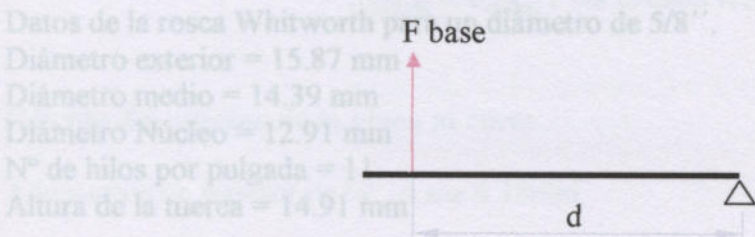
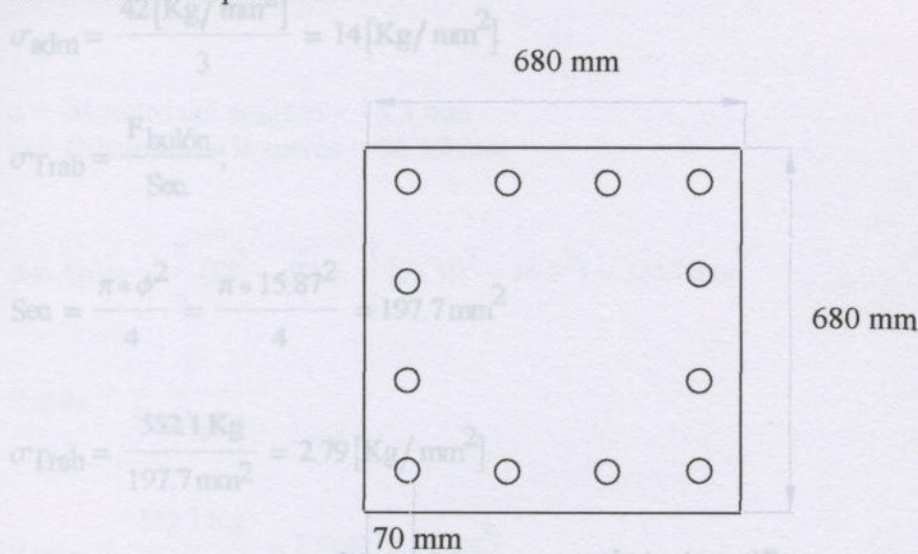
Cálculo de la placa de base.

Proponemos una placa de acero SAE 1010 LC;

$$\sigma_{adm} = 1300 \text{ Kg/cm}^2 ; \tau_{adm} = 650 \text{ Kg/cm}^2$$

Primero calculamos los tornillos necesarios en la base, que trabajan a tracción pura, y luego el espesor de la placa que la verificaremos al aplastamiento y al corte.

Las medidas adoptadas son:



Proponemos cuatro bulones por lado a una distancia del borde de 70 mm, por lo tanto, el momento flector máximo en A genera una fuerza en la base a una distancia “d” que vale:

$$F_{base} = \frac{M_{f.m\acute{a}x}}{d}$$

Para nuestro caso, $d = 680 - 70 = 610 \text{ mm}$

$$F_b = \frac{1347.14 \text{ Kg m}}{0.61 \text{ m}} = 2208.4 \text{ [Kg]}$$

Ésta es la fuerza a tracción que deben soportar los cuatro bulones de un lado en las peores condiciones climáticas.

Por lo tanto la fuerza de cada bulón es:

$$F \text{ bulón} = 552.1 \text{ Kg}$$

Adoptamos bulones de acero ASTM-A307: Resistencia a la tracción de 42 Kg/mm^2

Diámetro de $5/8'' = 15.87 \text{ mm}$

$$\sigma_{adm} = \frac{42 [\text{Kg/mm}^2]}{3} = 14 [\text{Kg/mm}^2]$$

$$\sigma_{Trab} = \frac{F_{bulón}}{Sec.}; \text{ la tuerca} = 26.19 \text{ mm}$$

$$Sec. = \frac{\pi * \phi^2}{4} = \frac{\pi * 15.87^2}{4} = 197.7 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_{Trab} = \frac{552.1 \text{ Kg}}{197.7 \text{ mm}^2} = 2.79 [\text{Kg/mm}^2]$$

$$\sigma_{Trab} < \sigma_{adm}, \text{ por lo tanto verifica}$$

Datos de la rosca Whitworth para un diámetro de $5/8''$.

Diámetro exterior = 15.87 mm

Diámetro medio = 14.39 mm

Diámetro Núcleo = 12.91 mm

Nº de hilos por pulgada = 11

Altura de la tuerca = 14.91 mm

El área de corte sería:

$$\sigma_{Trab} = \frac{F}{2\pi * r_m * n * b};$$

Donde: e es el espesor de la placa.

r_m = Radio medio

n = nº de filetes sometidos = $5.22 \text{ (cm}^2)$

b = Ancho de la sección de la rosca en el radio medio

$$\tau_{trab} = \frac{F}{Acorte} \leq \tau_{adm}$$

$$\sigma_{Trab} = \frac{552.1 \text{ Kg}}{\pi * 14.39 [\text{mm}] * 6.46 * 0.76 [\text{mm}]} = 2.48 [\text{Kg/mm}^2]$$

$$\tau_{trab} = \frac{552.1 \text{ Kg}}{5.22 \text{ cm}^2} = 105.76 [\text{Kg/cm}^2]$$

$$\sigma_{Trab} < \sigma_{adm}, \text{ por lo tanto verifica}$$

$$\tau_{Trab} < \tau_{adm}, \text{ por lo tanto verifica}$$

Cálculo de la sección de la placa al aplastamiento. siguientes medidas: 680 x 680 x 6.35 mm.

La sección de aplastamiento es:



d = diámetro del agujero = 16.5 mm
 D = Diámetro de la tuerca = 26.19 mm

$$\text{Sec. Aplas.} = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) = \frac{\pi}{4} (26.19^2 - 16.5^2) = 324.7 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_{\text{aplas}} = \frac{F}{\text{Sec. Aplas.}}$$

$$\sigma_{\text{aplas}} = \frac{552.1 \text{ Kg}}{3.247 \text{ cm}^2} = 170.03 \text{ [Kg/cm}^2\text{]}$$

$\sigma_{\text{aplas}} < \sigma_{\text{adm}}$, por lo tanto verifica

Cálculo del espesor de la placa al corte.

Adoptamos un espesor de 1/4", o sea 6.35mm.

El área de corte sería: (Para el cálculo el área de soldadura es la mitad del círculo)

$$A_{\text{corte}} = \pi * D * e$$

Donde "e" es el espesor de la placa.

$$A_{\text{corte}} = \pi * 2.619 * 0.635 = 5.22 \text{ [cm}^2\text{]}$$

$$\tau_{\text{trab}} = \frac{F}{A_{\text{corte}}} \leq \tau_{\text{adm}}$$

$$\tau_{\text{trab}} = \frac{552.1 \text{ Kg}}{5.22 \text{ cm}^2} = 105.76 \text{ [Kg/cm}^2\text{]}$$

$\tau_{\text{Trab}} < \tau_{\text{adm}}$, por lo tanto verifica

De esta manera queda definida la placa base con las siguientes medidas: 680 x 680 x 6.35 mm.

Cálculo del cordón de soldadura.

Para aumentar la superficie de soldadura, lo que aremos es agujerear la placa base en el centro con un diámetro suficiente para alojar el tubo y así soldar de ambos lados.

La soldadura se realizara con electrodos AWS E6010 debido a que estos son los más recomendados para la construcción de estructuras metálicas.

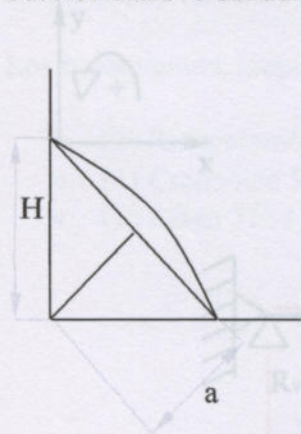
Adoptamos un coeficiente de seguridad igual 3.

Además se agregaran cuatro escuadras de 4.75mm de espesor (3/16"), acero SAE 1010 L.C. alas de 150 mm en la base y 300 mm en el tubo para aumentar la resistencia de la estructura. Estas irán soldadas en el tubo y en la base respectivamente.

Por lo tanto,

$$\sigma_{\text{Sold Adm}} = \frac{3650 \text{ Kg/cm}^2}{3} = 1216.66 [\text{Kg/cm}^2]$$

Sección transversal del cordón



$$a \text{ (garganta de soldadura)} = 2.5 \text{ mm}$$

$$H = 5.6 \text{ mm}$$

(Para el cálculo el área de soldadura es la mitad del círculo)

$$A_{\text{sold}} = a * 2 \left(\frac{\pi * \phi}{2} \right)$$

$$A_{\text{sold}} = 0.25 [\text{cm}] * \pi * 32.38 [\text{cm}] = [25.42 \text{ cm}^2]$$

Calculamos la tensión de trabajo de soldadura.

$$\sigma_{\text{Trab.sold.}} = \frac{F}{A_{\text{sold}}}$$

$$F = \frac{M_{\text{flec.}}}{(\phi/2)} = \frac{134714 [\text{Kgcm}]}{(32.38/2) [\text{cm}]} = 8320.8 [\text{Kg}]$$

$$\sigma_{\text{Trab.sold.}} = \frac{8320.8 [\text{Kg}]}{25.42 [\text{cm}^2]} = 327.33 [\text{kg/cm}^2]$$

La tensión de trabajo es $\sigma_{\text{trab.sold.}} < \sigma_{\text{adm}}$, por lo tanto verifica

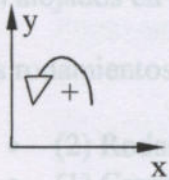
Además se agregarán cuatro escuadras de 4.75mm de espesor (3/16"), acero SAE 1010 LC, alas de 150 mm en la base y 300 mm en el tubo para aumentar la resistencia de la estructura en la base, las cuales irán soldadas en el tubo y en la base respectivamente.

Cálculo del eje de orientación.

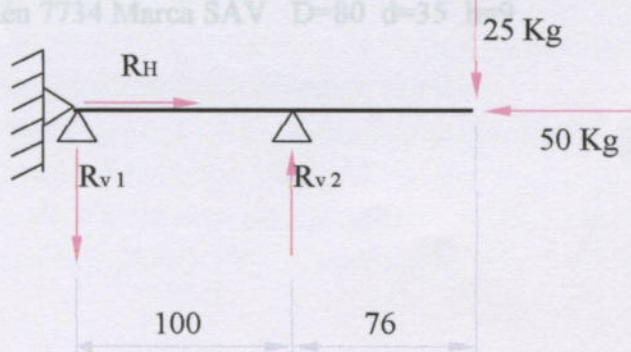
Debido a que entre el generador y la torre deben pasar los cables, el eje lo haremos con un caño de pared gruesa mecanizado, acero SAE 1010.

Este eje se sostendrá con dos rodamientos lineales de bolas y una crapodina, los mismos irán alojados en una carcasa cuyas dimensiones se pueden ver en el plano N° 3

Los rodamientos, crapodina y retén adoptados son:



- (2) Rodamientos 6208 - 2RS Marca ZKF D=80 d=40 h=18
- (1) Crapodina 51108 Marca ZKF D=60 d=40 h=13
- (1) Retén 7734 Marca SAV D=80 d=35 h=9



Planteo de ecuaciones:

$$\sum F_x = 0 = R_H - 50[\text{Kg}] = 0 \rightarrow R_H = 50[\text{Kg}]$$

$$\sum F_y = 0 = -R_{v1} + R_{v2} - 25[\text{Kg}] = 0$$

$$\sum M = 0 = R_{v2} * 100[\text{mm}] - 25[\text{kg}] * 176[\text{mm}] = 0 \rightarrow R_{v2} = 44[\text{Kg}]$$

• Diámetro: 3 m

$$R_{v1} = 19[\text{Kg}]$$

Generador:

La tensión de trabajo es:

$$\tau_{\text{trab}} = \frac{F}{\frac{\pi}{4}(D^2 - d^2)} \leq \tau_{\text{adm}}$$

$$\tau_{\text{trab}} = \frac{44[\text{Kg}]}{\frac{\pi}{4}(42^2 - 3.24^2)} = 10.18[\text{Kg}/\text{cm}^2]$$

$\tau_{\text{Trab}} < \tau_{\text{adm}}$, por lo tanto verifica

Funcionamiento. Velocidad del viento:

Este eje se sostendrá con dos rodamientos lineales de bolas y una crapodina, los mismos irán alojados en una carcasa cuyas dimensiones se pueden ver en el plano N° 8.

Los rodamientos, crapodina y retén adoptados son:

- (2) Rodamientos 6208 – 2RS Marca ZKF D=80 d=40 h=18
- (1) Crapodina 51108 Marca ZKF D=60 d=40 h=13
- (1) Retén 7734 Marca SAV D=80 d=35 h=9

Datos técnicos del equipo.

Rotor:

- Eje Horizontal
- Número de hélices: 2
- Diámetro: 3 m

Generador:

- Sincrónico trifásico de imanes permanentes en el rotor.
- Potencia: 1500 W
- Tensión: 220 V CA
- Frecuencia: 50 Hz

Torre:

- Torre tubular auto-soportada
- Altura: 12 m

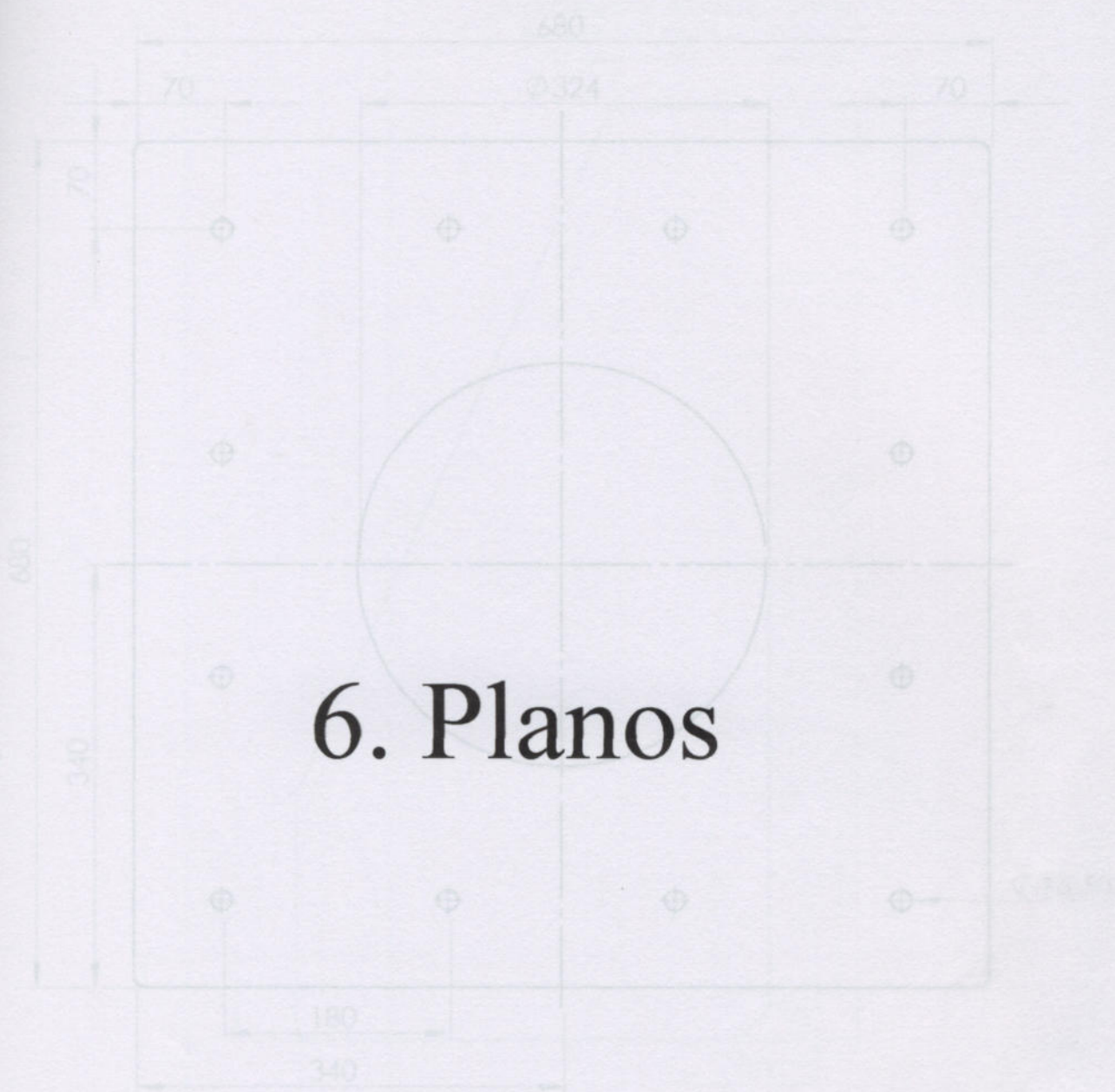
Funcionamiento. Velocidad del viento:

- Arranque: 3.5 m/seg
- Potencia nominal: 7.8 m/seg
- Freno automático: 9.5 m/seg

5. Departamento de Investigación de la Universidad de Buenos Aires. (Las Tesinas de Belgrano) <http://www.ub.edu.ar/investigaciones.php>
6. Energía Eólica. Autor: Villarrubia Miguel Editorial: CEAC Año: 2004
7. Instituto Tecnológico de Buenos Aires Universidad (Diseño, construcción y ensayo de un micro aerogenerador) <http://www.itba.edu.ar/index.php>
8. Aerogeneradores. Equipos cargadores de baterías, baterías, convertidores de c.c. a c.a., etc. Sitio Web:
9. Máquinas Eléctricas Tomo II. Autor: Juan Marcombo SA Año: 1994 Capítulo I, IV y V.
6. Energías renovables. Perfiles aerodinámicos. Universidad Pontificia Madrid. <http://www.upcomillas.es/>
7. Aerogeneradores Casarios. Sitio Web: www.acsaeolica.com
8. Apuntes Vientos intensos en la región norpatagónica. Universidad Nacional de Comahué. Buenos Aires. <http://www.uncoma.edu.ar/secinvestigacion/index.htm>
9. Greenpeace Argentina. Sitio Web: www.greenpeace.org.ar
10. Diseño de Elementos de máquinas. Autor: Moot Robert L. Editorial: Prentice Hall Año: 1995 Capítulo II, III, V y VIII.

Bibliografía

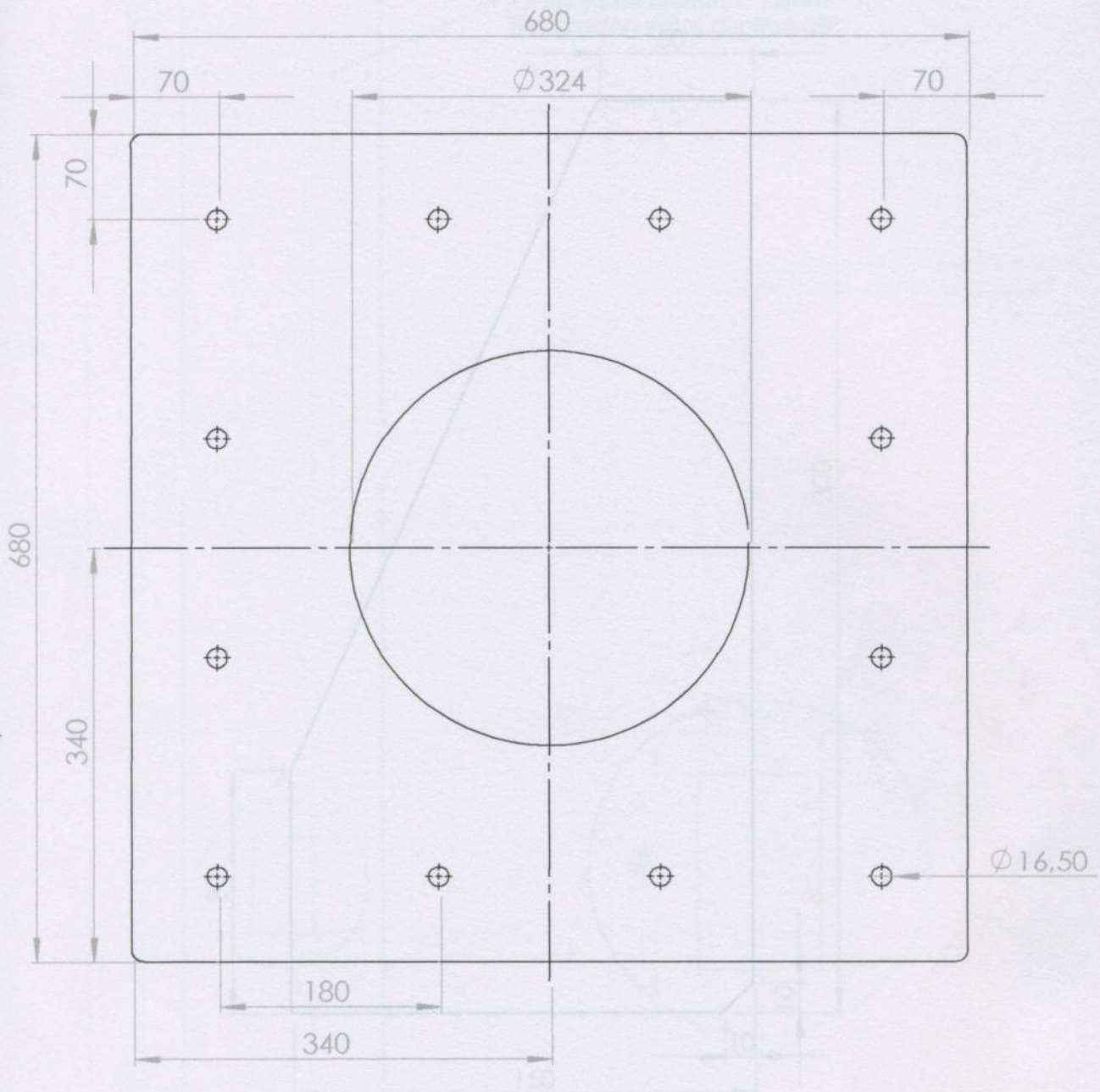
1. Apuntes del Departamento de Investigación de la Universidad de Belgrano de Buenos Aires. (Las Tesinas de Belgrano)
<http://www.ub.edu.ar/investigaciones.php>
2. Energía Eólica. Autor: Villarrubia Miguel Editorial: CEAC Año: 2004
3. Apuntes del Instituto Tecnológico de Buenos Aires Universidad Privada (Diseño, construcción y ensayo de un micro aerogenerador)
<http://www.itba.edu.ar/index.php>
4. J. Bornay. Fabricante de Aerogeneradores. Equipos cargadores de baterías, baterías, convertidores de c.c. a c.a., etc. Sitio Web:
www.bornay.com
5. Cálculo Industrial de Máquinas Eléctricas Tomo II. Autor: Juan Corrales Martín. Editorial: Marcombo SA Año: 1994 Capítulo I, IV y V.
6. Energías renovables. Perfiles aerodinámicos. Universidad Pontificia. Madrid. <http://www.upcomillas.es/>
7. Aerogeneradores Canarios. Sitio Web: www.acsaeolica.com
8. Apuntes Vientos intensos en la región norpatagónico. Universidad Nacional de Comahué. Buenos Aires.
<http://www.uncoma.edu.ar/secinvestigacion/index.htm>
9. Greenpeace Argentina. Sitio Web: www.greenpeace.org.ar
10. Diseño de Elementos de máquinas. Autor: Moot Robert L. Editorial: Prentice Hall Año: 1995 Capítulo II, III, V y VIII.



6. Planos

Nota: Eliminar carlos vivos

		Fecha	Revisión	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO PROYECTO FINAL
Dibujó			E. Rubio	
Revisó				
Aprobó				
Escaló:	Placa Base			Material: Acero SAE 1010 Chapa L.C. Espesor 1/4"
1:5				Cantidad del conjunto: 1
				Plano N° 01

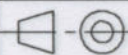


Nota: Eliminar cantos vivos

	Fecha	Nombre
Dibujó		E. Rubio
Revisó		
Aprobó		

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO
PROYECTO FINAL**

Escala:
1:5

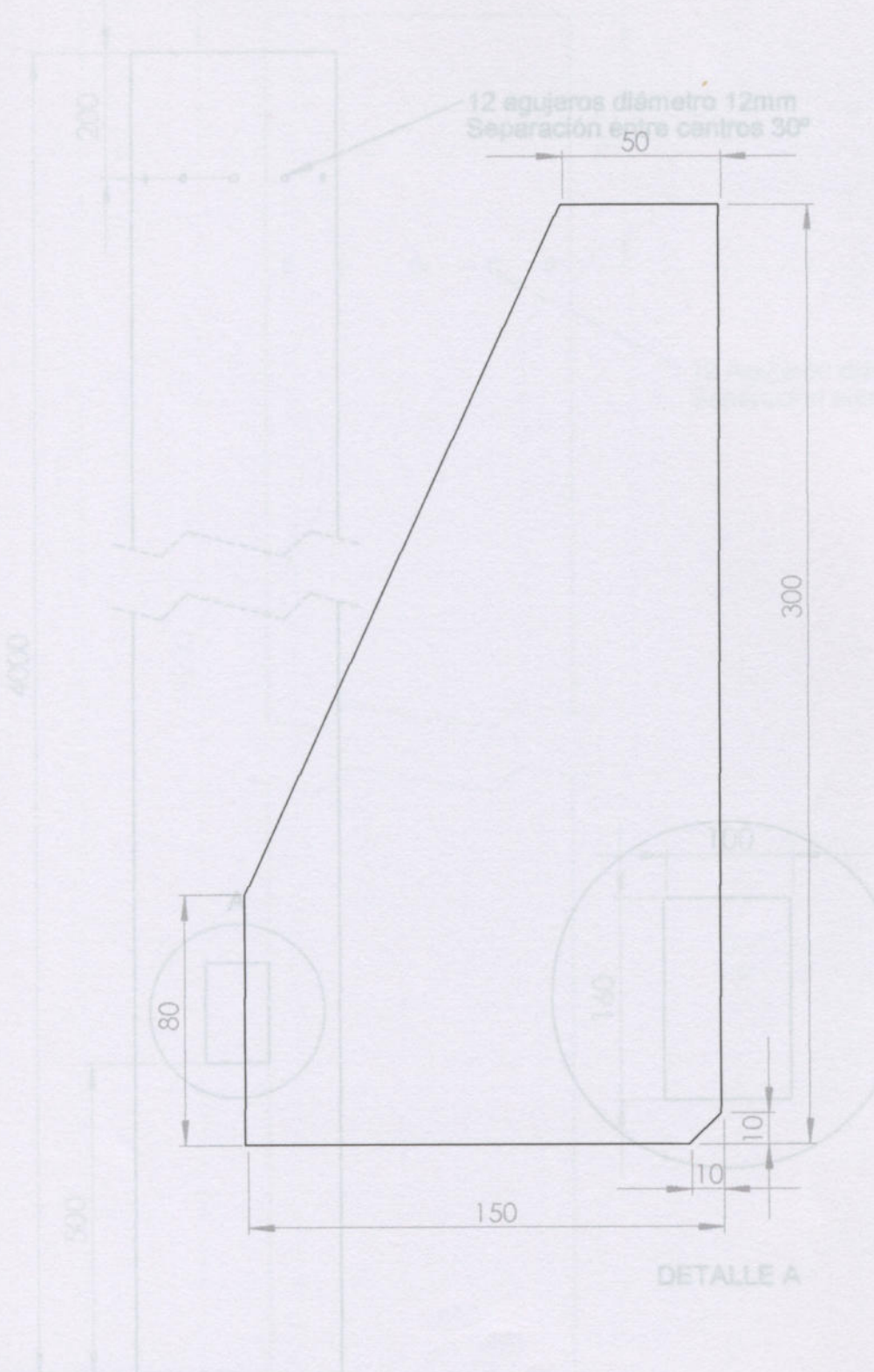


Placa Base

Material: Acero SAE 1010
Chapa L.C. Espesor 1/4"

Cantidad del conjunto: 1

Plano N° 01



Nota: Eliminar cantos vivos

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO
PROYECTO FINAL**

	Fecha	Nombre
Dibujó		E. Rubio
Revisó		
Aprobó		

Escala: 1:2

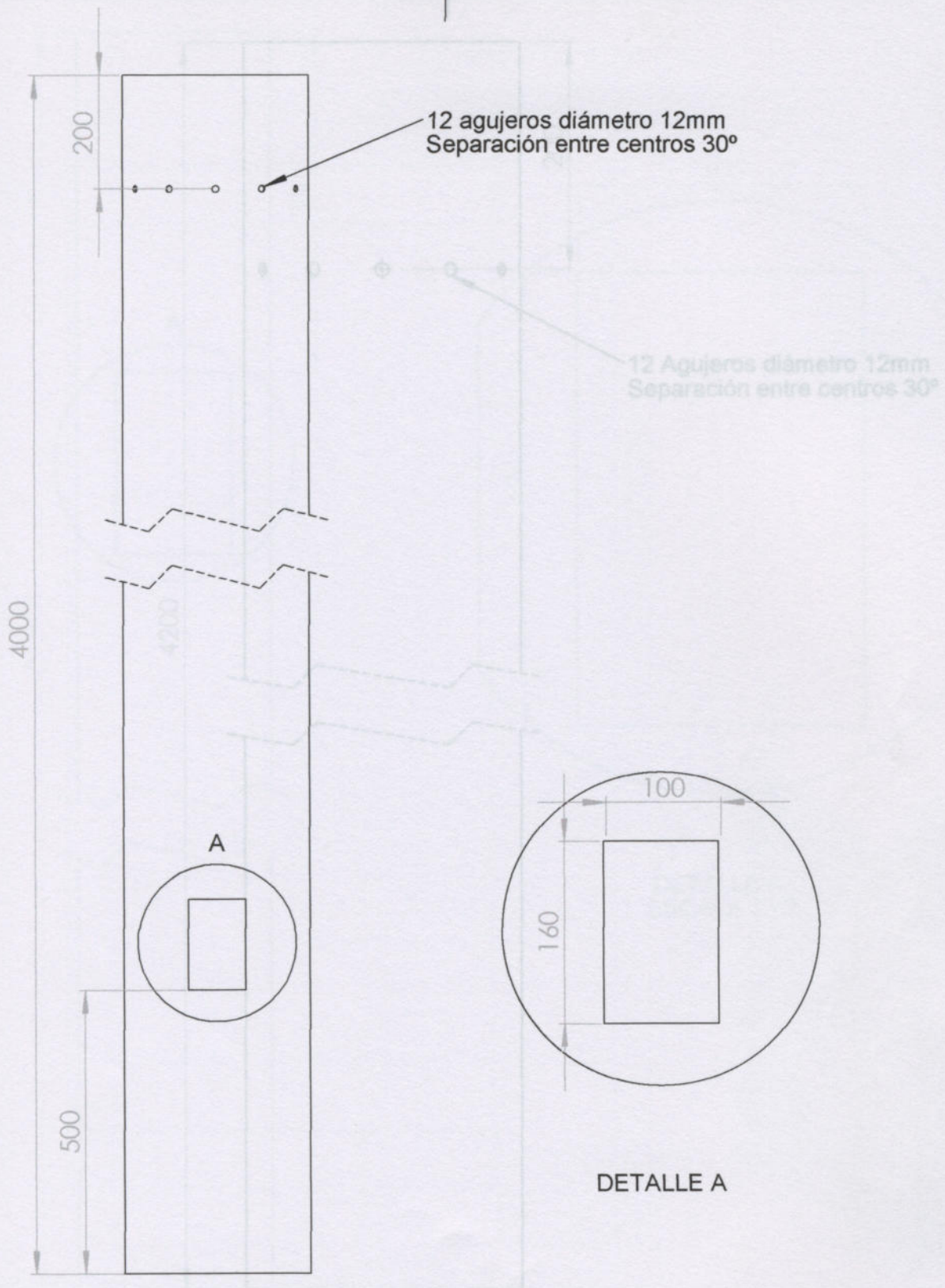
Refuerzo de placa base

Material: Acero SAE 1010
Capa L.C. Esp: 3/16"

Cantidad del conjunto: 4

Plano N° 02

A
B
C
D
E
F



12 agujeros diámetro 12mm
Separación entre centros 30°

12 Agujeros diámetro 12mm
Separación entre centros 30°

A

DETALLE A

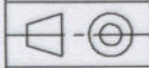
	Fecha	Nombre
Dibujó		E. Rubio
Revisó		
Aprobó		

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO
PROYECTO FINAL**

Escala:
1:20

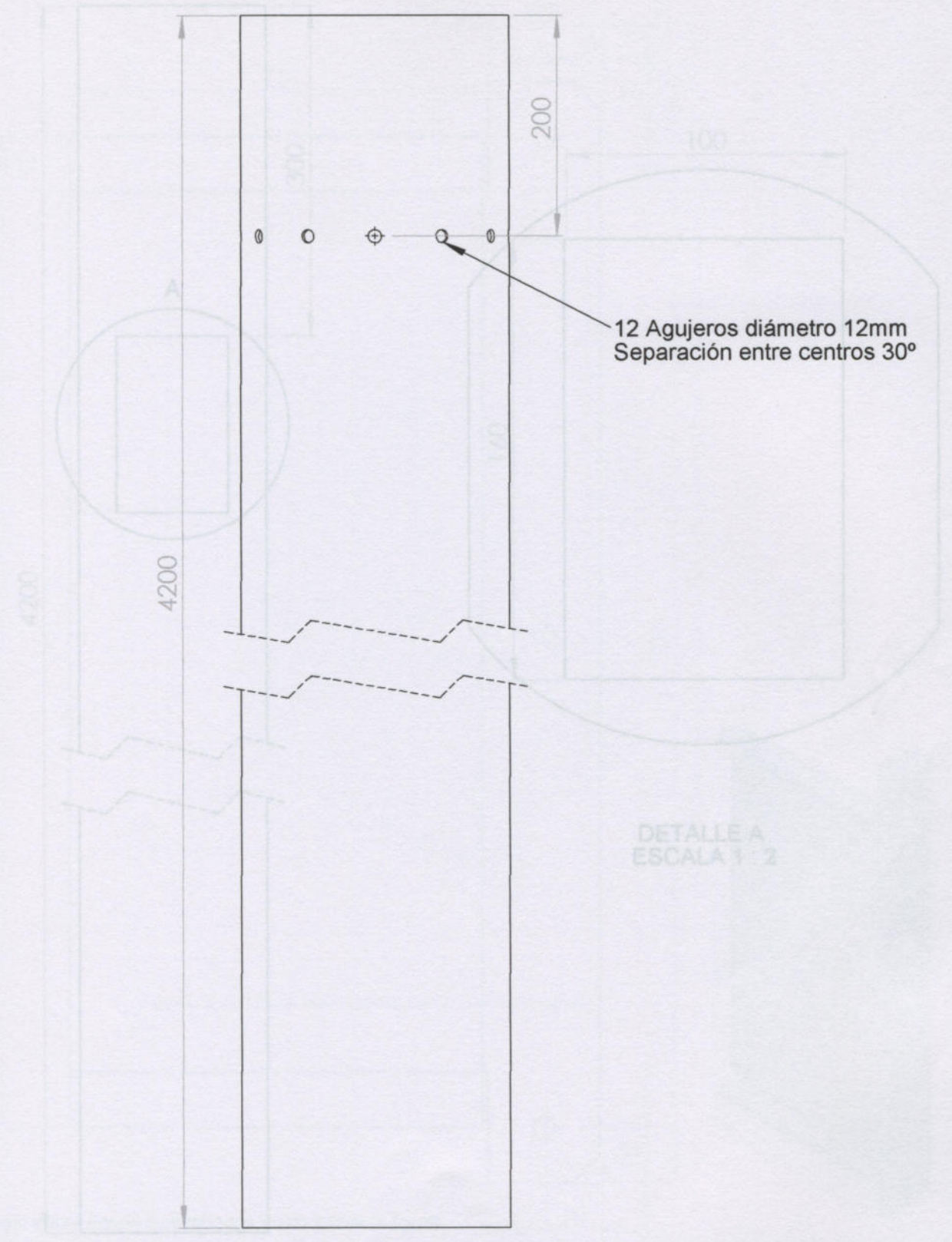
Torre - Tramo 3

Material: Acero SAE 1010
Tubo C.L. Diám.: 362
Esp.: 3.2 mm ~~Esp. 3.2 mm~~



Cantidad del conjunto: 1

Plano N° 03



12 Agujeros diámetro 12mm
Separación entre centros 30°

DETALLE A
ESCALA 1:2

	Fecha	Nombre
Dibujó		E. Rubio
Revisó		
Aprobó		

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO
PROYECTO FINAL**

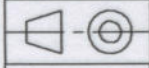
Escala:
1:20

Torre tramo 2

Material: Acero SAE 1010
Tubo LC Cost.lineal
Diám: 240 mm Esp:3.2 mm

Cantidad del conjunto: 1

Plano N° 04



A

B

C

D

E

F

4200

10

300

A

160

100

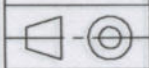
DETALLE A
ESCALA 1 : 2

Plegar sobre líneas discontinuas como indica la figura

	Fecha	Nombre
Dibujó		E. Rubio
Revisó		
Aprobó		

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO
PROYECTO FINAL**

Escala:
1:20



Torre tramo 1

Caja de inspección
Parte derecha e izquierda

Material: Acero SAE 1010
Tubo LC Costura Lineal
Diám: 168 mm Esp: 3.2 mm

Cantidad del conjunto: 1

Plano N° 05

A

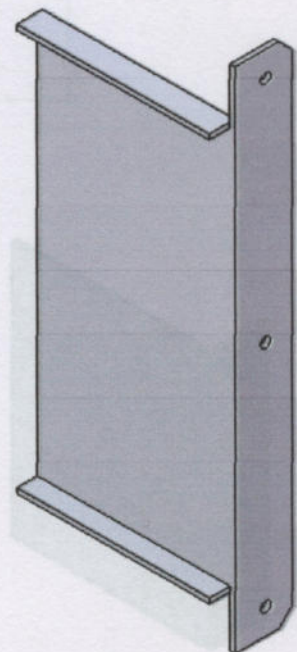
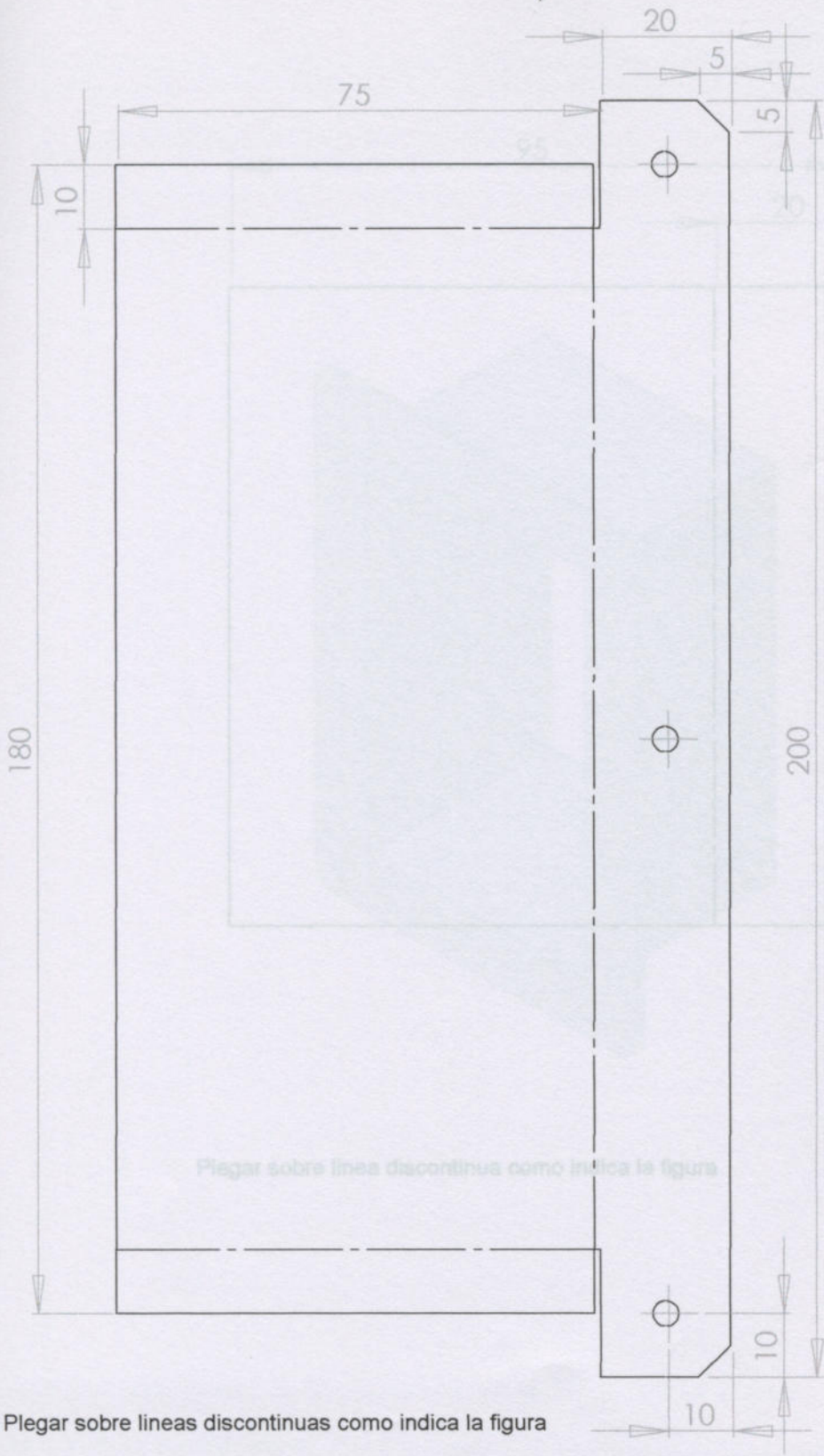
B

C

D

E

F



Plegar sobre líneas discontinuas como indica la figura

	Fecha	Nombre
Dibujó		E. Rubio
Revisó		
Aprobó		

**UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO
PROYECTO FINAL**

Escala:
1:2

**Caja de inspección
Parte derecha e izquierda**

Material: Acero SAE 1010
Chapa L.F. Esp: 2 mm

Cantidad del conjunto: 4

Plano N° 06.1

A

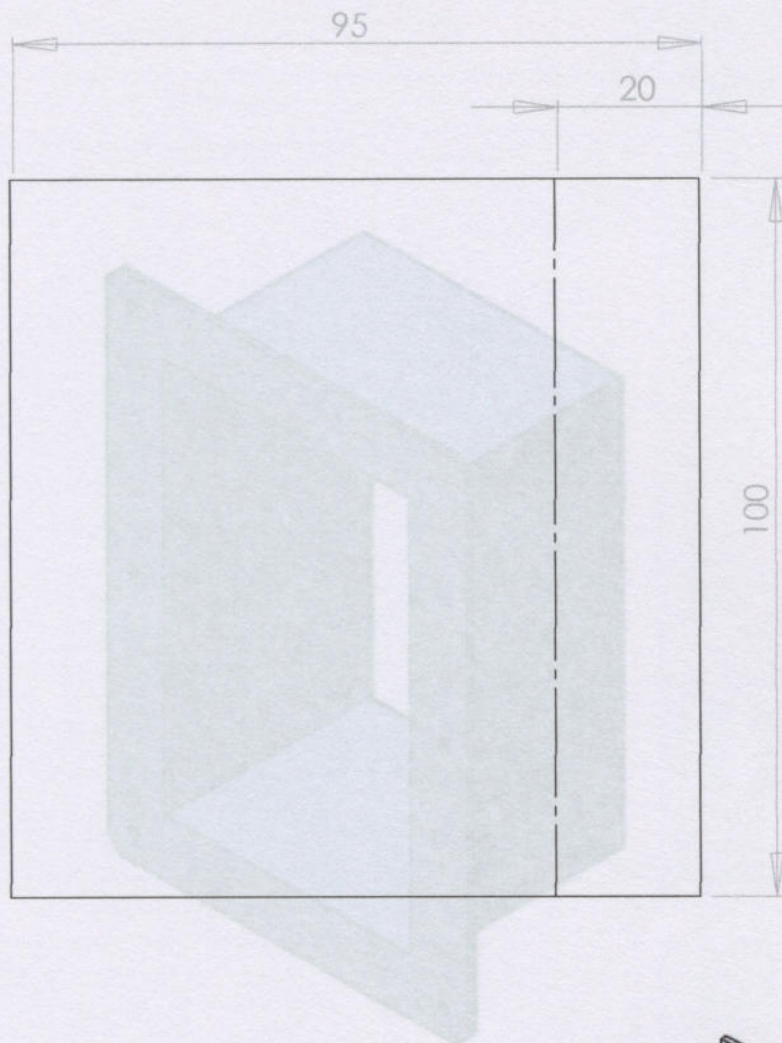
B

C

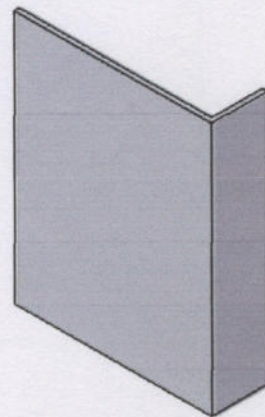
D

E

F



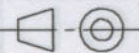
Plegar sobre línea discontinua como indica la figura



	Fecha	Nombre
Dibujó		E. Rubio
Revisó		
Aprovó		

**UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO
PROYECTO FINAL**

Escala:
1:1

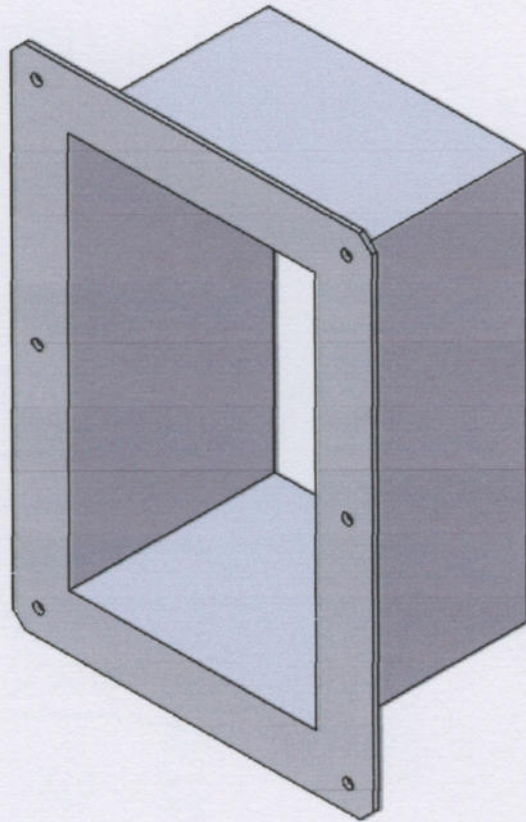


**Caja de inspección
Parte superior e inferior**

Material: Acero SAE 1010
Chapa L.F. Esp: 2 mm

Cantidad del conjunto: 4

Plano N° 06.2



Nota: Eliminar cantos vivos

	Fecha	Nombre
Dibujó		E. Rubio
Revisó		
Aprovó		

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO
PROYECTO FINAL**

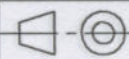
Escala:
1:2

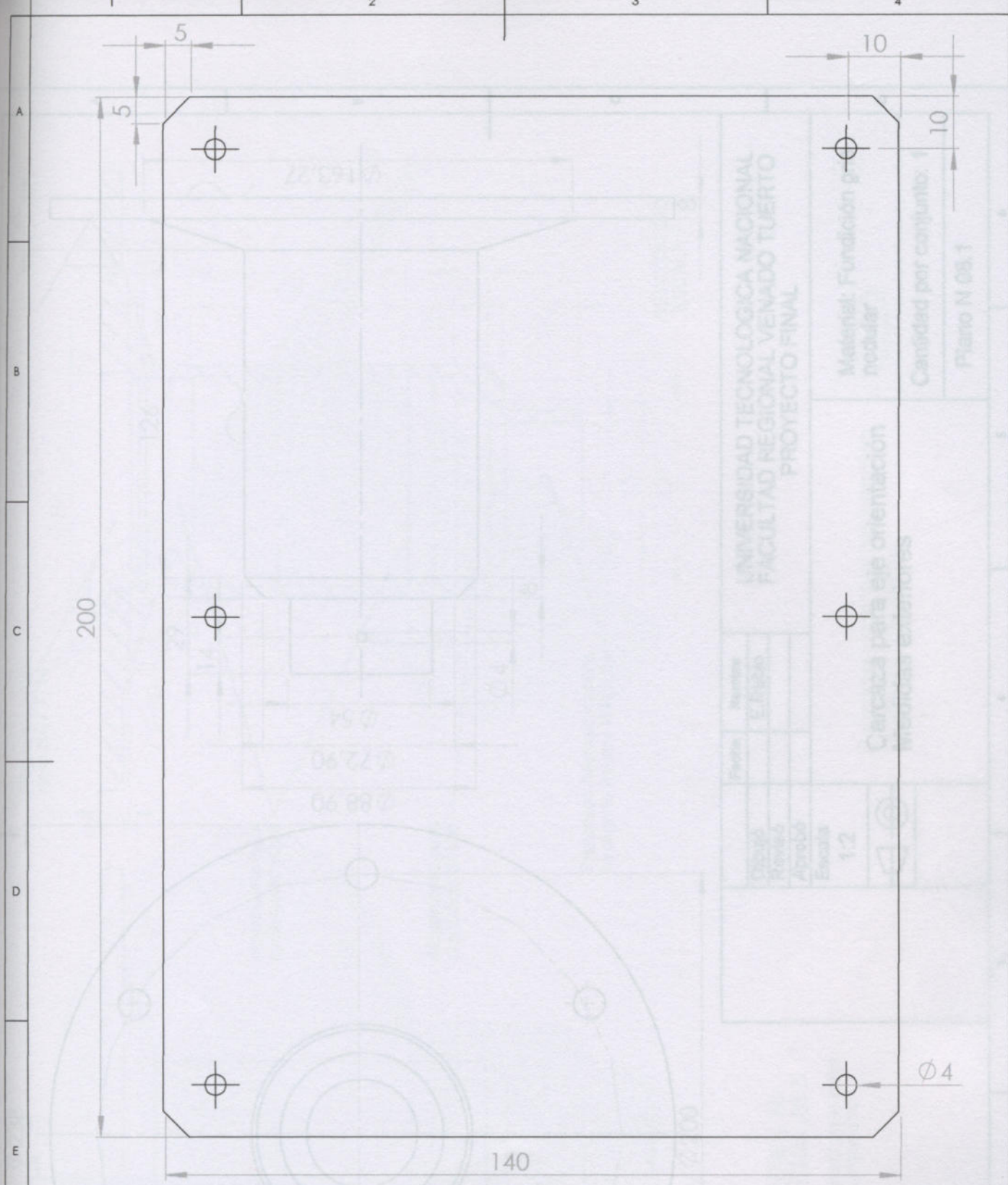
**Caja de inspección
Ensamble de las partes**

Material: Acero SAE 1010
Chapa L.F. Esp: 2 mm

Cantidad del conjunto: 2

Plano N° 06.3





Nota: Eliminar cantos vivos

	Fecha	Nombre
Dibujó		E. Rubio
Revisó		
Aprobó		

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO
PROYECTO FINAL**

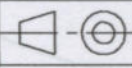
Escala:
1:1

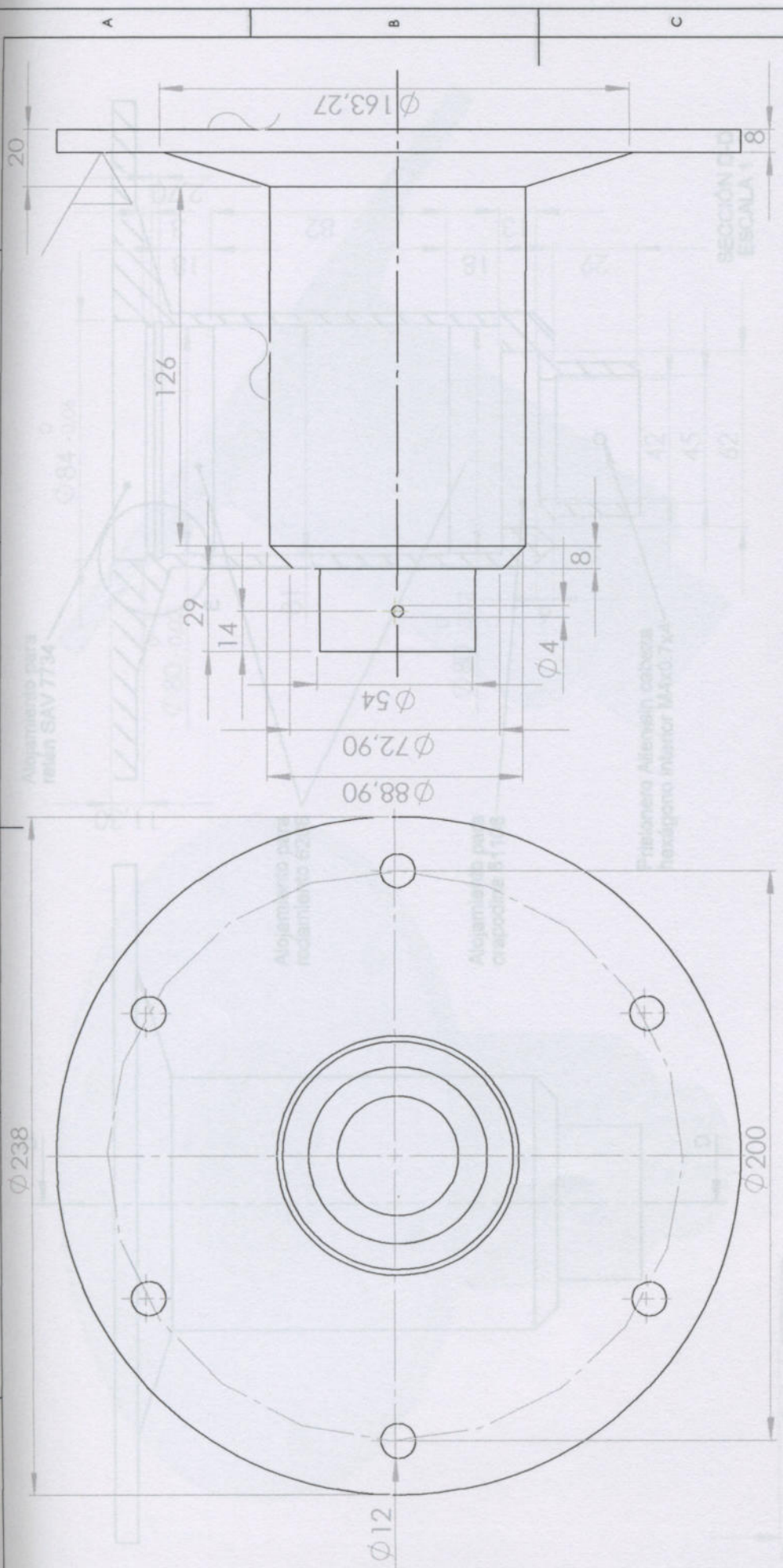
Tapa caja de inspección

Material: Acero SAE 1010
Chapa L.F. Esp: 2 mm

Cantidad del conjunto: 2

Plano N° 07

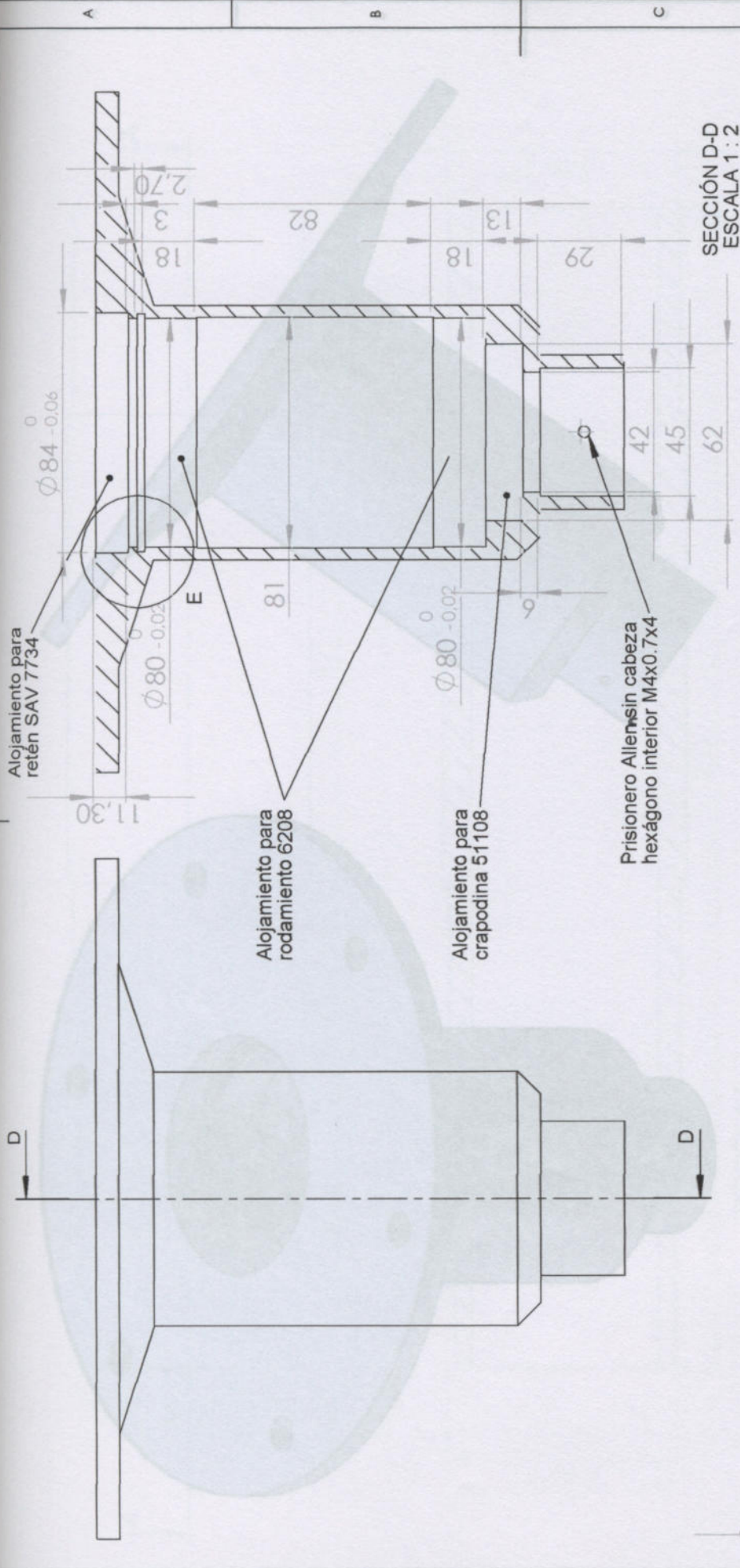




UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO PROYECTO FINAL		Fecha	Nombre
Dibujó	Revisó		E. Rubio
Aprobó	Escala		
	1:2		
Carcaza para eje orientación Medidas exteriores		Material: Fundición gris nodular	
		Cantidad por conjunto: 1	
		Plano N 08.1	

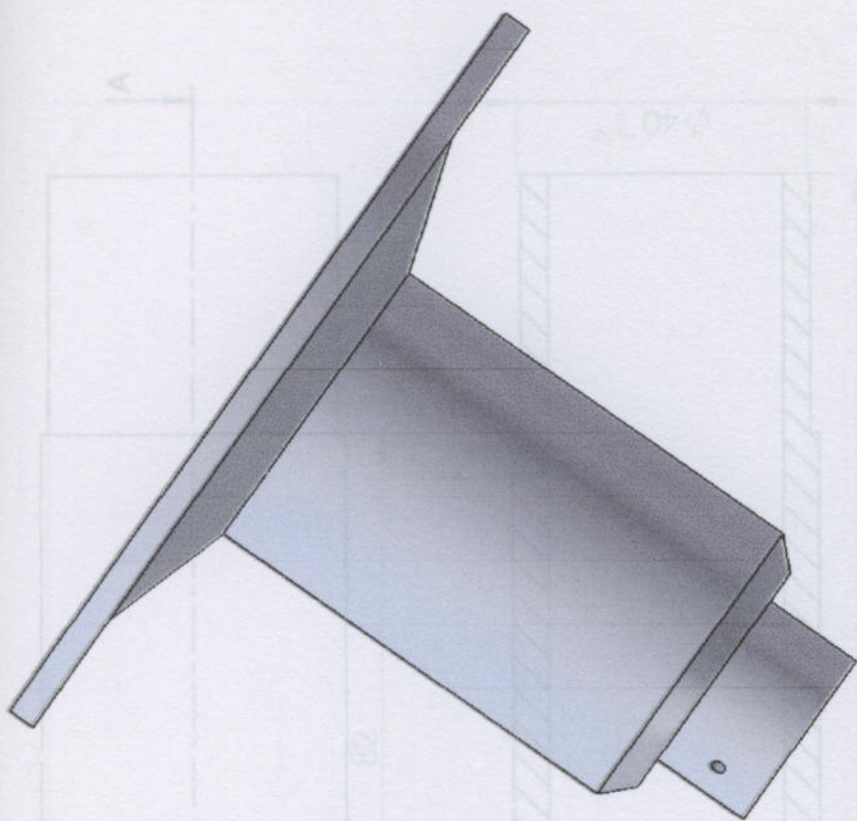
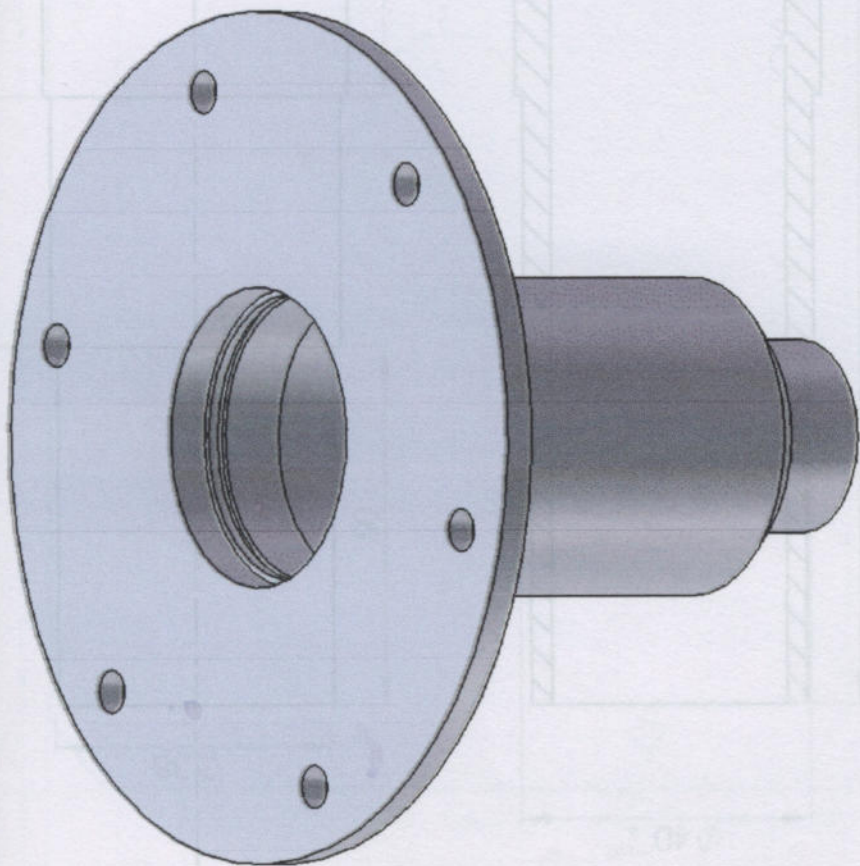
Nota: Eliminar cantos vivos



Nota: Eliminar cantos vivos



SECCIÓN D-D
ESCALA 1:2

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO PROYECTO FINAL		Fecha	Nombre	Escala 1:2		Carcaza para eje orientación Medidas interiores	Material: Fundición gris nodular	Cantidad por conjunto: 1	Plano N 08.2
Dibujó	Revisó	Aprobó	Nombre						
Nota: Eliminar cantos vivos									



Dibujó	Fecha	Nombre
Revisó		E. Rubio
Aprobó		
Escala		
1:2		
		

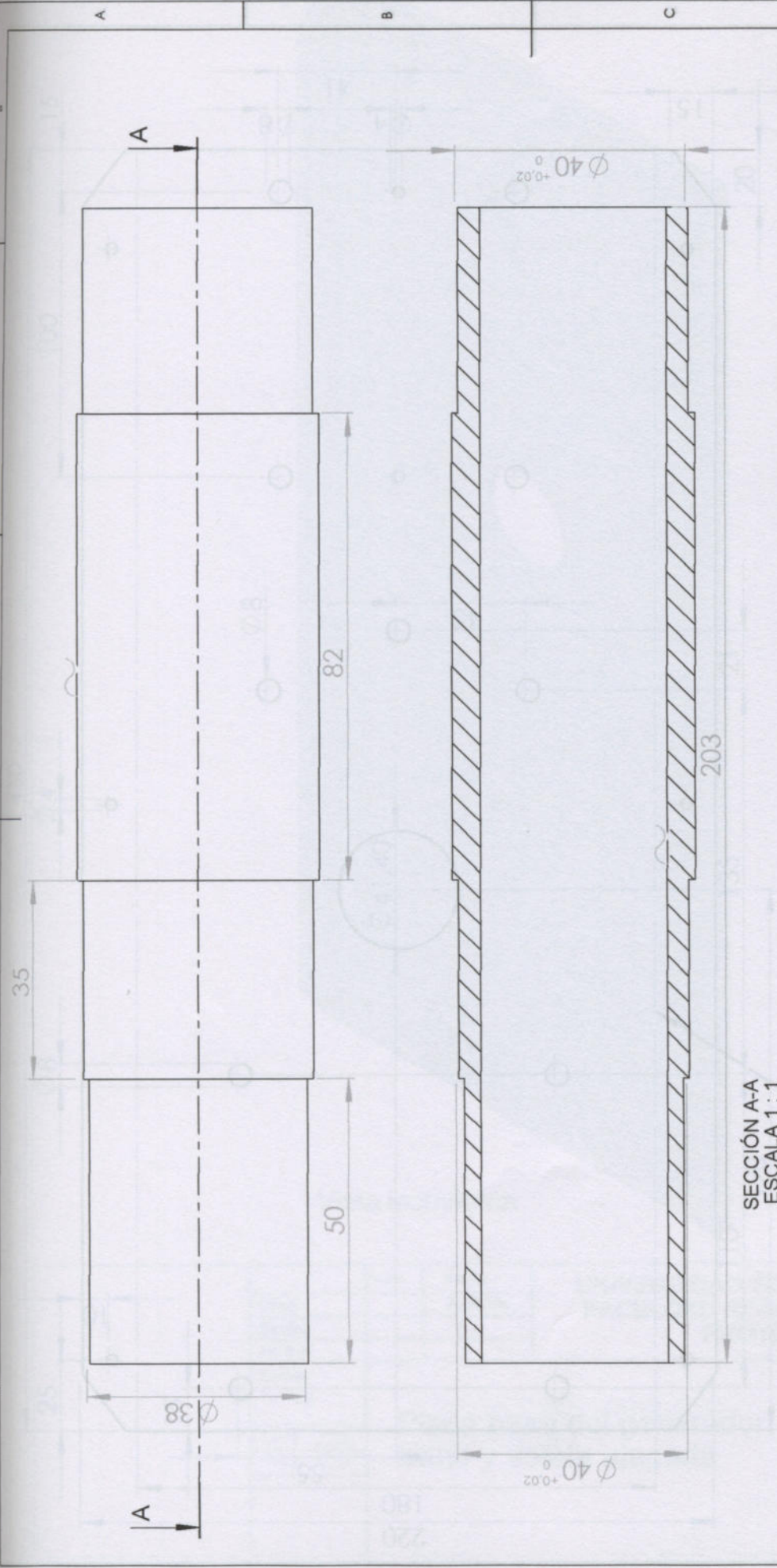
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
 FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO
 PROYECTO FINAL

Material: Fundición gris
 (nodular)

Cantidad por conjunto: 1

Plano N 08.3

Carcaza para eje orientación



SECCIÓN A-A
ESCALA 1:1

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO
PROYECTO FINAL

Dibujó	Fecha	Nombre
Revisó		E. Rubio
Aprobó		

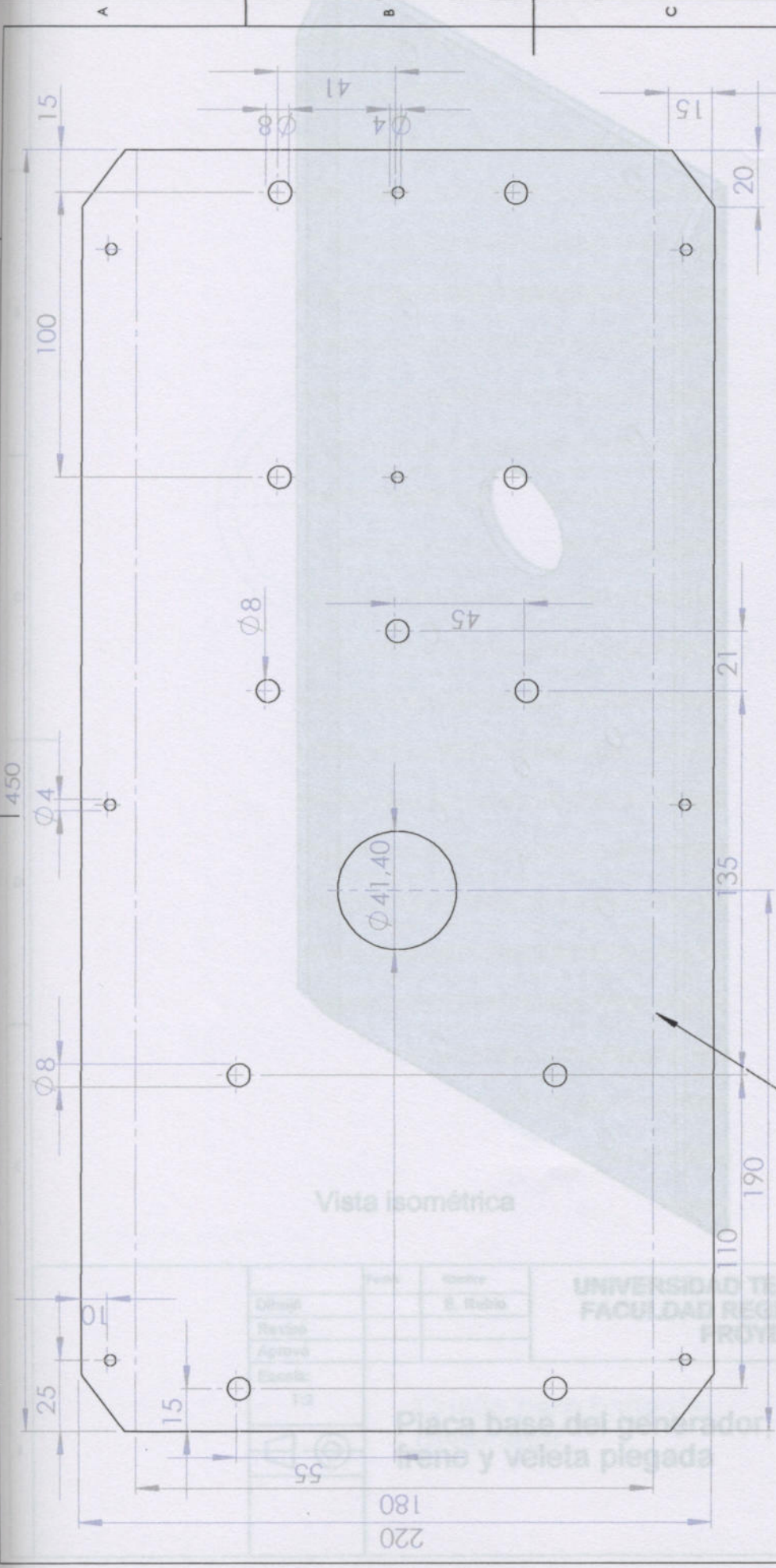
Material: Tubo ASTM A-53/
A - 106 Diám ext: 42.2 mm
Esp: 4.9 mm

Eje de orientación



Cantidad por conjunto: 1

Plano N 09



Vista isométrica

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
 FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO
 PROYECTO FINAL

Dibujó	Fecha	Nombre
Revisó		E. Rubio
Aprobó		
Escala		

Material: Acero SAE 1010
 Chapa L.C. Esp: 3/16"

Cantidad del conjunto: 1
 Plano N 10.1

Placa base de generador,
 freno y veleta

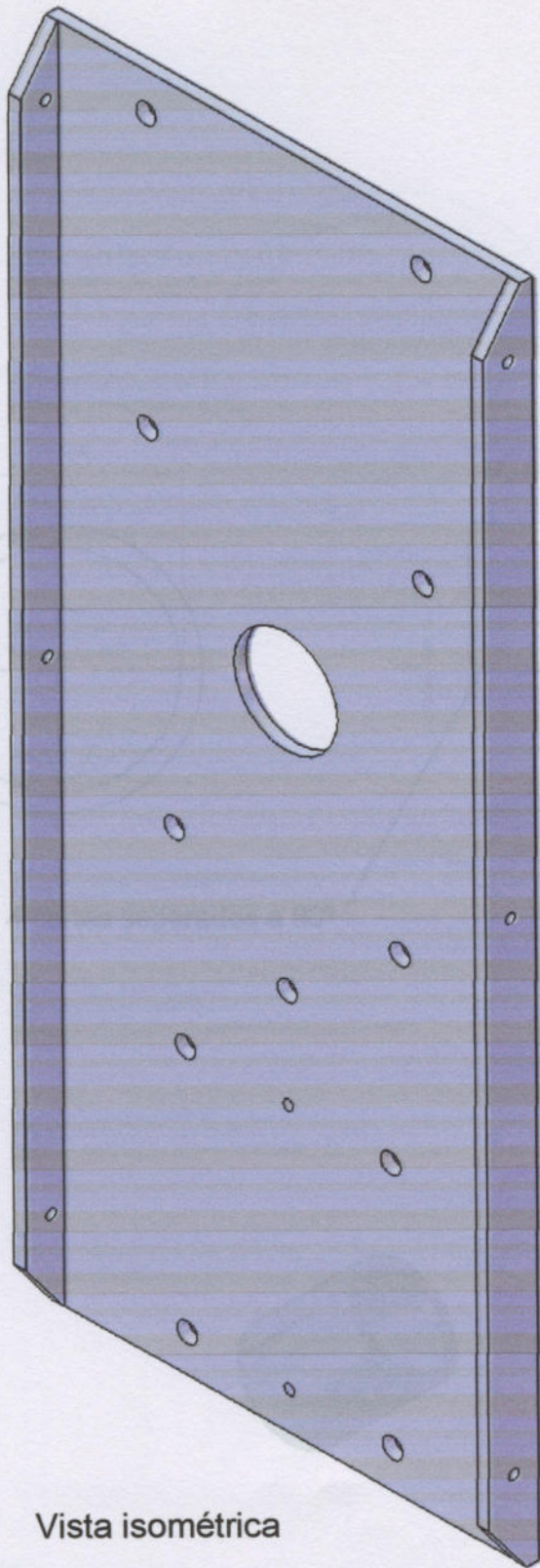
Escala
 1:1



Plegar a 90° por ambas líneas
 discontinuas en forma de U

Nota: Eliminar cantos vivos

A
B
C
D
E



Vista isométrica

	Fecha	Nombre
Dibujó		E. Rubio
Revisó		
Aprovó		
Escala: 1:2		

**UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO
PROYECTO FINAL**

**Placa base del generador,
freno y veleta plegada**

Material: Acero SAE 1010
Chapa L.C. Esp: 3/16"

Cantidad del conjunto: 1

Plano Nº 10.2

F

A

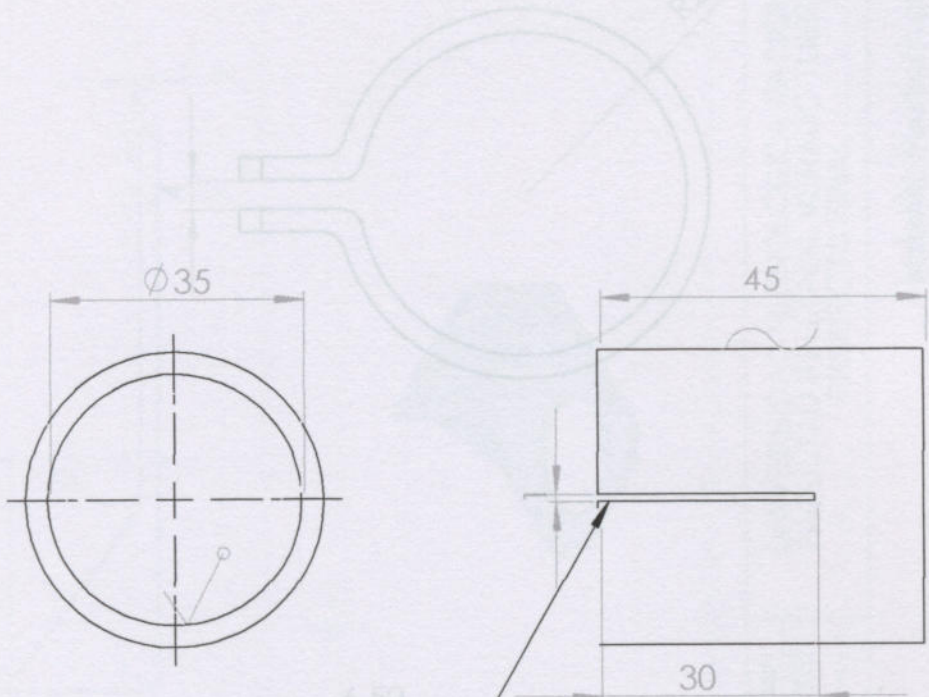
B

C

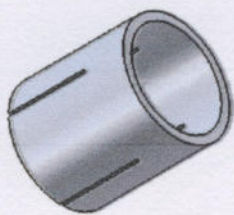
D

E

F



4 cortes separados a 90°

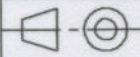


Nota: Eliminar cantos vivos

**UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO
PROYECTO FINAL**

	Fecha	Nombre
Dibujó		E. Rubio
Revisó		
Aprovó		

Escala:
1:1

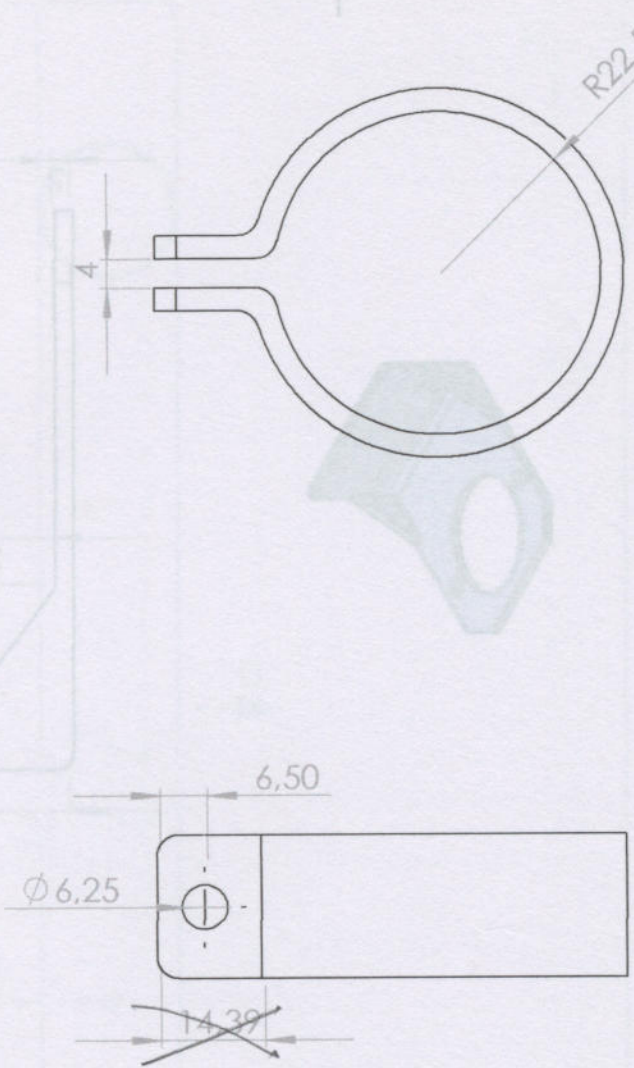


Cuello para base del generador

Material: Tubo ASTM A-53/
A 106. Diám.ext: 42.2 mm
Esp:4.9 mm

Cantidad por conjunto: 1

Plano N° 11



Nota: Eliminar cantos vivos

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
 FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO
 PROYECTO FINAL

Material: Fundición gris nodular
 Cantidad por conjunto: 1
 Plano N.13

Soporte freno hidráulico

Dibujó E. Rubio
 Revisó
 Aprobó
 Escala 1:2

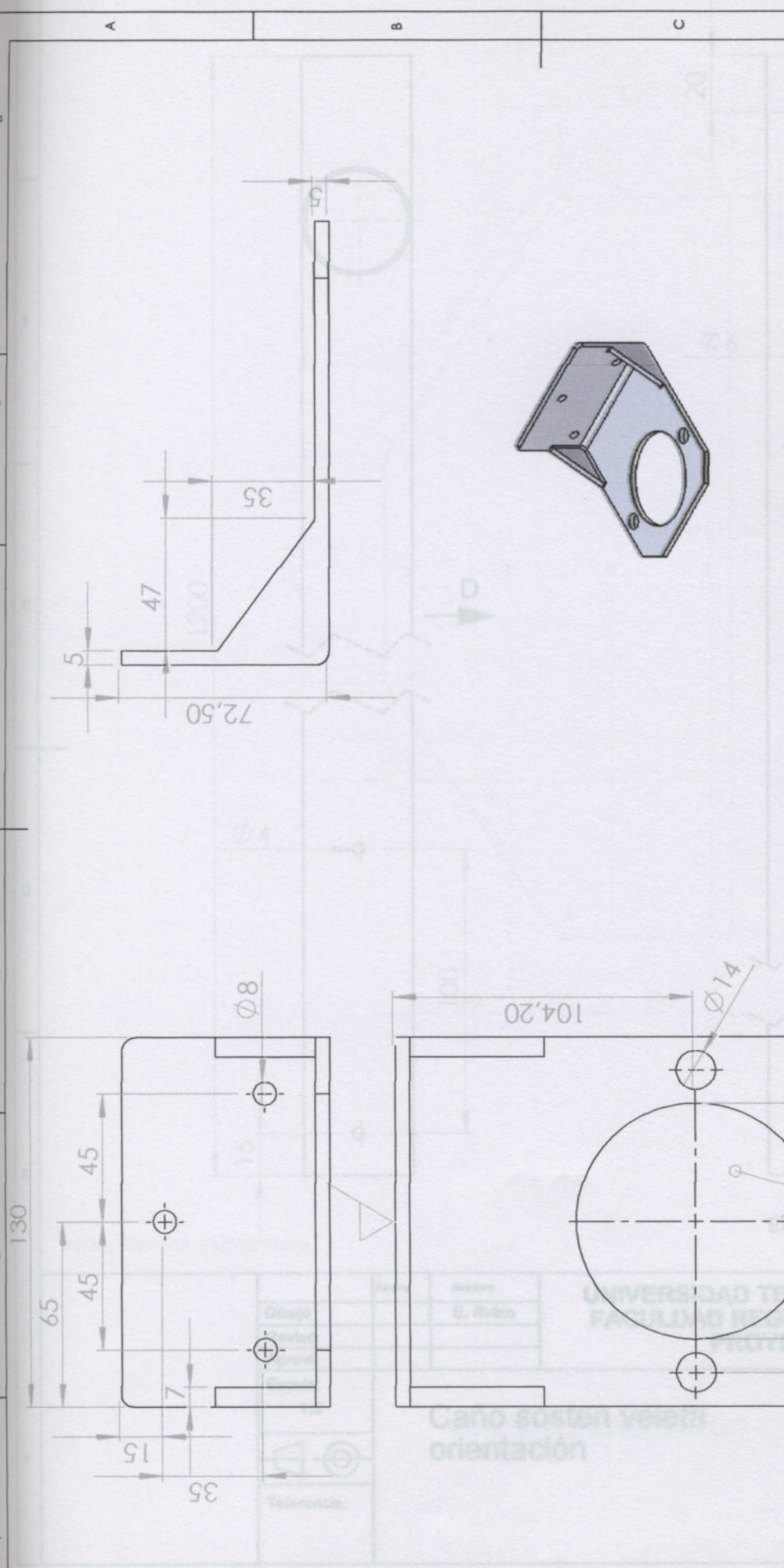
Material: Acero SAE 1010
 Chapa L.C. Esp: 1/8"
 o planchuela 3/4 x 1/8
 Cantidad del conjunto: 1
 Plano N° 12

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
 FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO
 PROYECTO FINAL**

Fecha	Nombre
	E. Rubio

Escala: 1:1

Abrazadera



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
 FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO
 PROYECTO FINAL

Dibujó	Fecha	Nombre
Revisó		E. Rubio
Aprobó		
Escala		

Soporte freno hidraulico

Material: Fundición gris nodular
Cantidad por conjunto: 1
Plano N 13

Material: Tipo estructural Diám: 1 1/2" (38 mm) Esp: 1,25 mm
Cantidad del conjunto
Plano N° 14

Nota: Eliminar cantos vivos

A

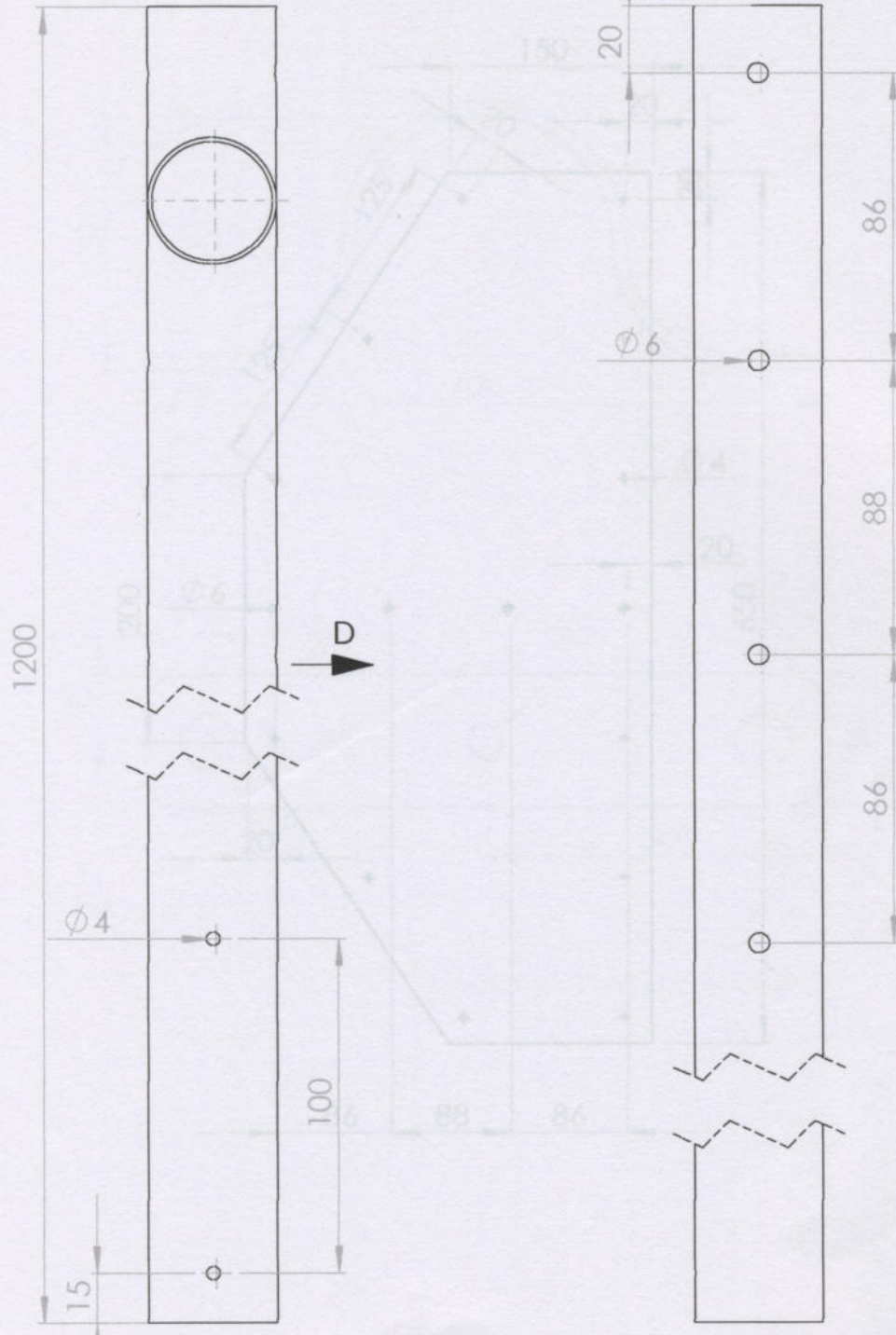
B

C

D

E

F



VISTA D
 ESCALA ~~1:2~~

Nota: Eliminar cantos vivos

	Fecha	Nombre
Dibujó		E. Rubio
Revisó		
Aprovó		

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO
PROYECTO FINAL

Escala:
 1:2



Tolerancia:

Caño sosten veleta
orientación

Material: Tubo estructural
 Diám: 1 1/2" (38 mm)
 Esp: 1.25 mm

Cantidad del conjunto: 1

Plano Nº 14

A

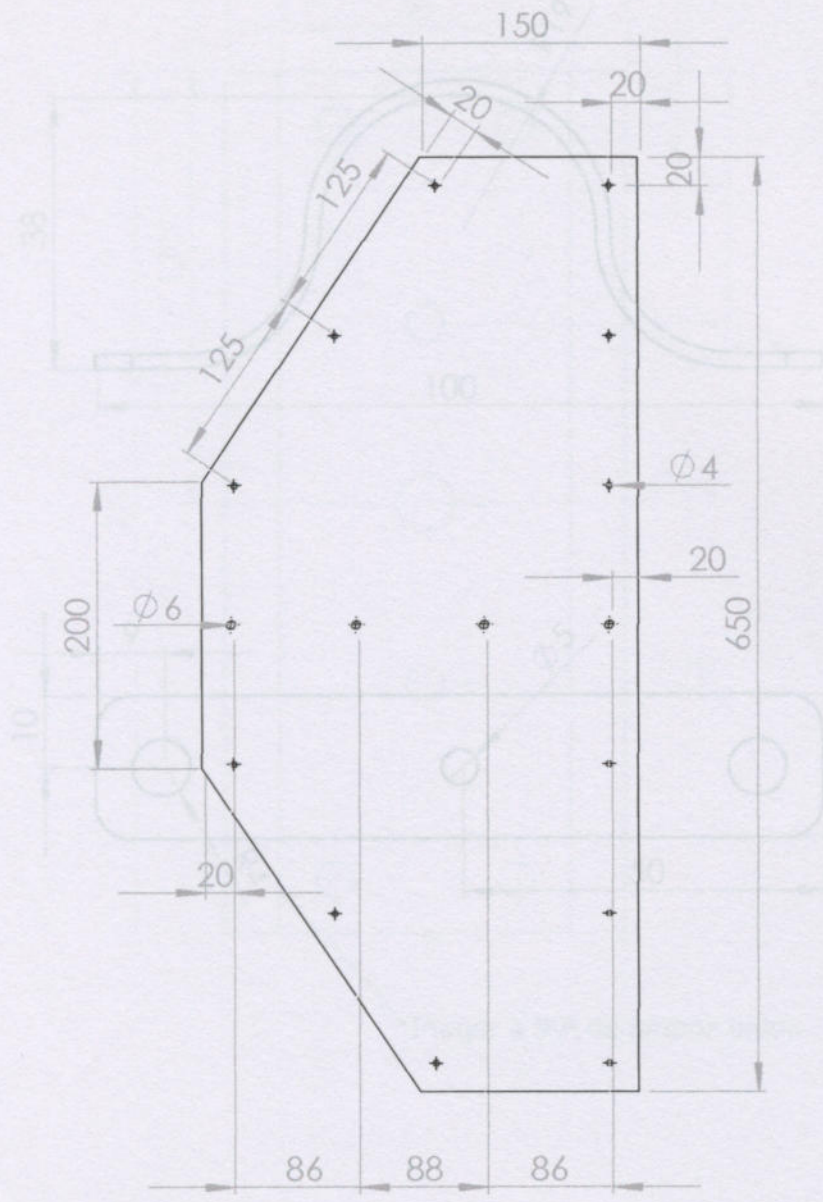
B

C

D

E

F

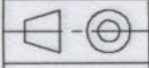


Nota: Eliminar cantos vivos

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO
PROYECTO FINAL**

	Fecha	Nombre
Dibujó		E. Rubio
Revisó		
Aprovó		

Escala:
1:5



Veleta de orientación

Material: Acero SAE 1010
Chapa L.F. Esp: 1.25 mm

Cantidad del conjunto: 2

Plano N° 15

A

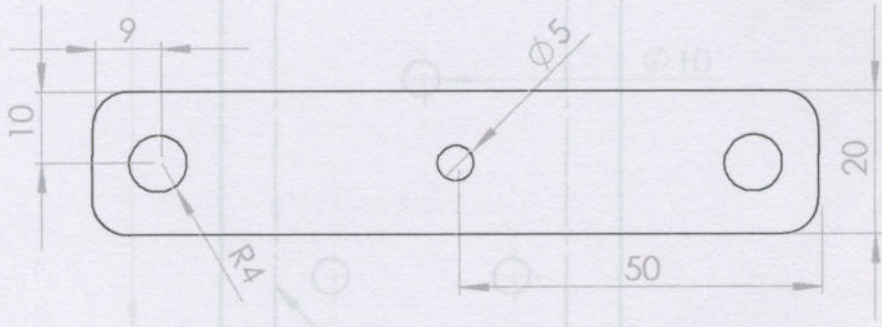
B

C

D

E

F



Nota: Eliminar cantos vivos

**UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL
 FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO
 PROYECTO FINAL**

	Fecha	Nombre
Dibujó		E. Rubio
Revisó		
Aprovó		

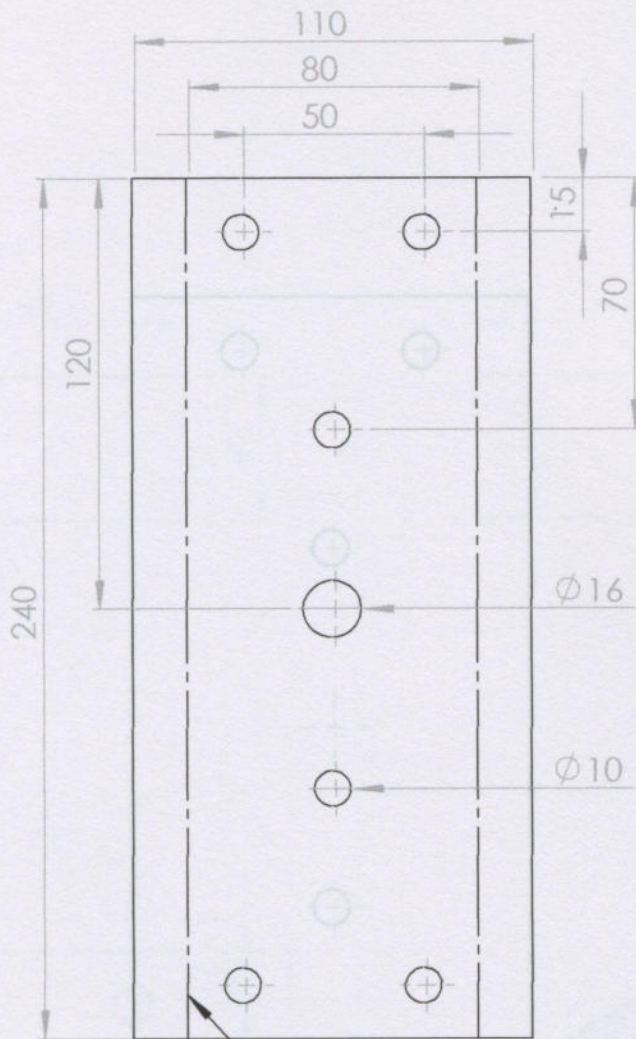
Escala: 1:1
Tolerancia:

Grampa Omega

Material: Acero SAE 1010
 Chapa L.C. Espesor 1/8"
 o planchuela 3/4" x 1/8"

Cantidad del conjunto: 2

Plano N° 16



Plegar a 90° de ambos lados

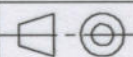
Idem plano 17.1, sin agujero central



	Fecha	Nombre
Dibujó		E. Rubio
Revisó		
Aprovó		

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO
PROYECTO FINAL**

Escala:
1:2



Soporte de palas trasero

Material: Acero SAE 1010
Chapa L.C. Esp: 1/8"

Cantidad del conjunto: 1

Plano N° 17.1

A

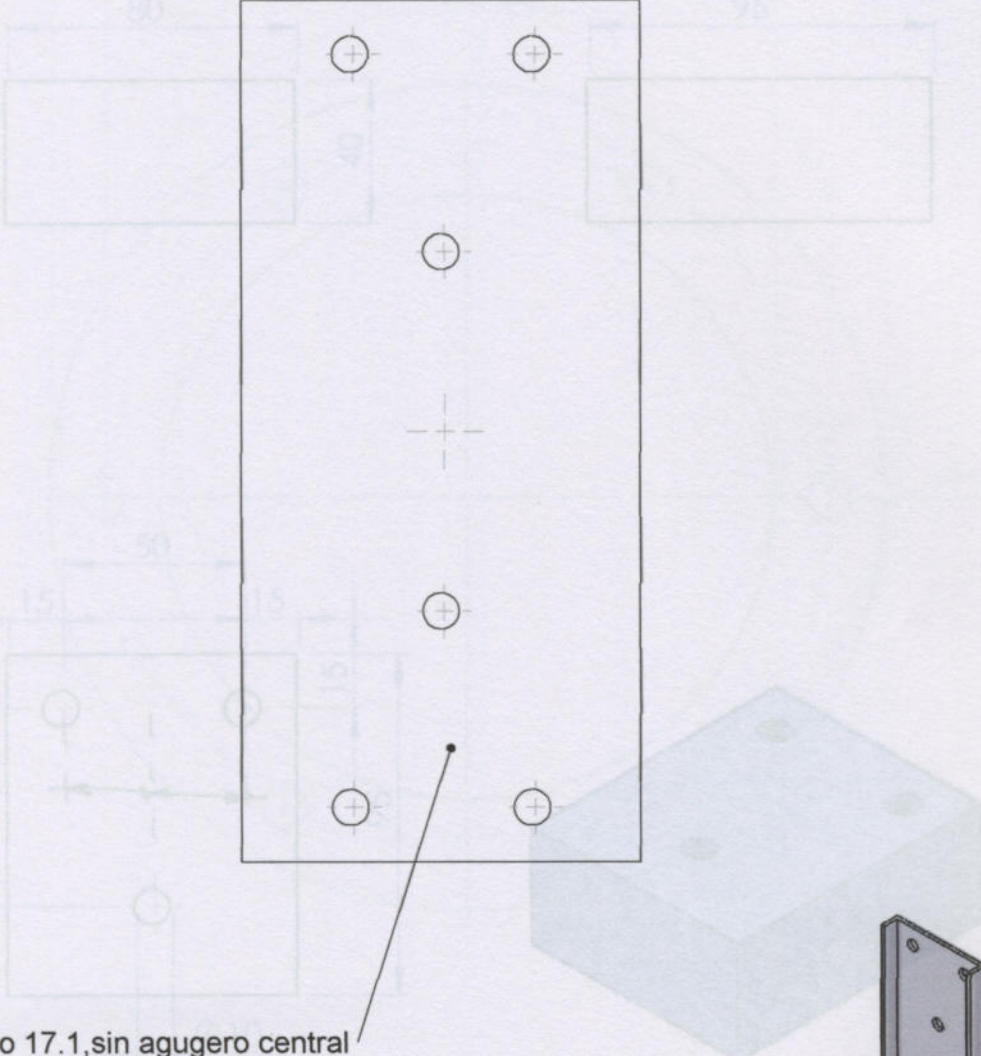
B

C

D

E

F

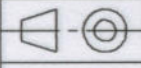


Idem plano 17.1, sin agujero central

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO
PROYECTO FINAL**

	Fecha	Nombre
Dibujó		E. Rubio
Revisó		
Aprovó		

Escala:
1:2



Soporte de palas delantero

Material: Acero SAE 1010
Chapa L.C. Esp: 1/8 "

Cantidad del conjunto: 1

Plano Nº 17.2

A

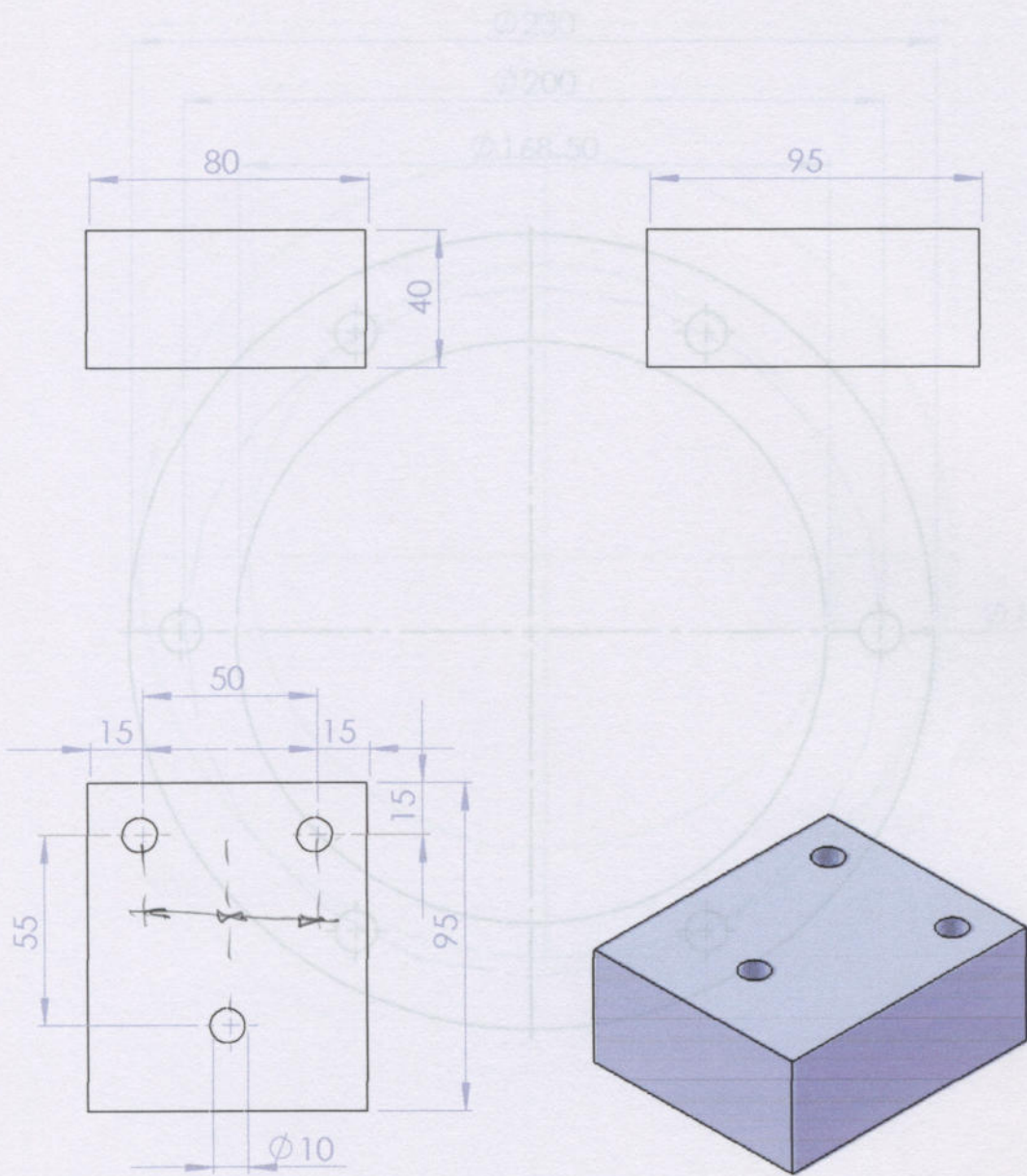
B

C

D

E

F



	Fecha	Nombre
Dibujó		E. Rubio
Revisó		
Aprovó		
Escala: 1:2		
Tolerancias:		

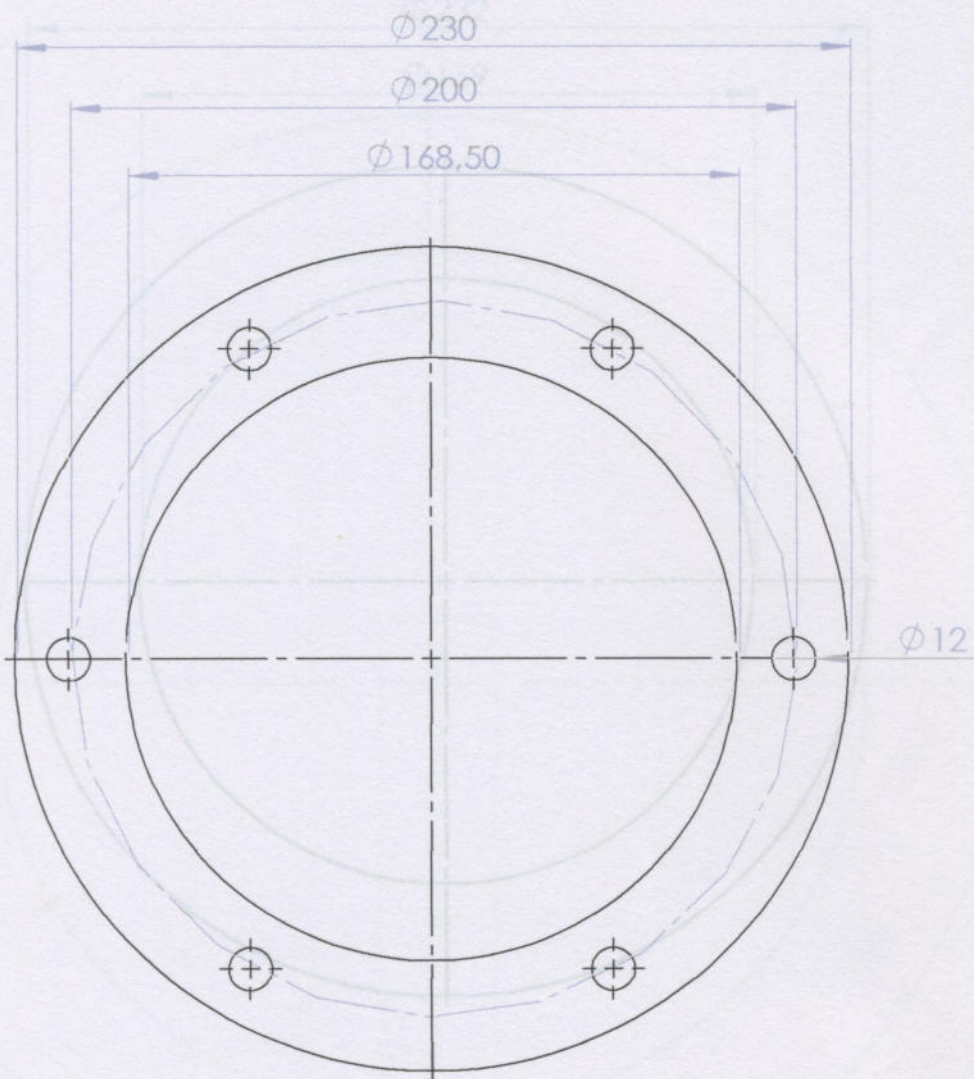
**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO
PROYECTO FINAL**

Raiz de palas carcaza

Material?
Chapa L.C. Espesor 3/16"

Cantidad del conjunto: 1

Plano N° 17.3



	Fecha	Nombre
Dibujó		E. Rubio
Revisó		
Aprovó		

**UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO
PROYECTO FINAL**

Escala: 1:2
Tolerancia:

Brida para fijar carcaza

Tramo 1 - 2

Material: Acero SAE 1010
Chapa L:C: Espesor 3/16"

Cantidad del conjunto: 1

Plano N° 18

A

B

C

D

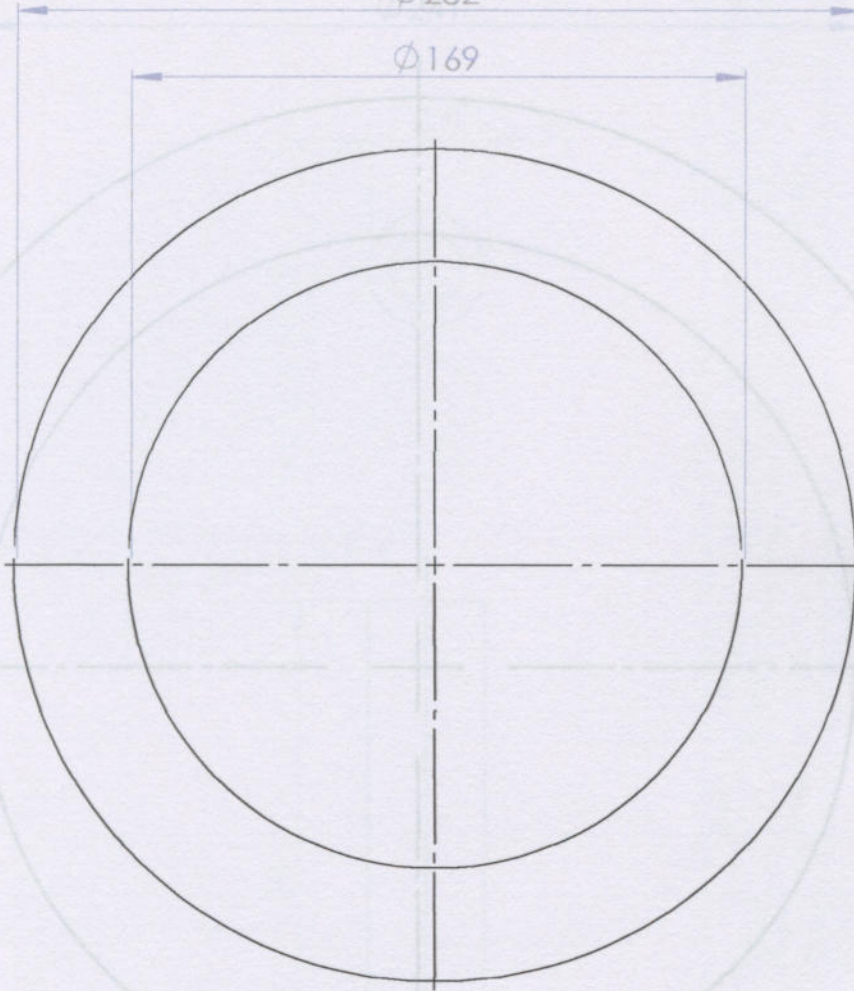
E

F

Z 317

Ø 232

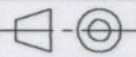
Ø 169



Fecha	Nombre
	E. Rubio

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO
PROYECTO FINAL**

Escala:
1:2



Tolerancia:

**Bridas unión torre
Tramo 1 - 2**

Material: Acero SAE 1010
Chapa L.C. Espesor 3/8"

Cantidad del conjunto: 2

Plano Nº 19

1

2

3

4

A

B

C

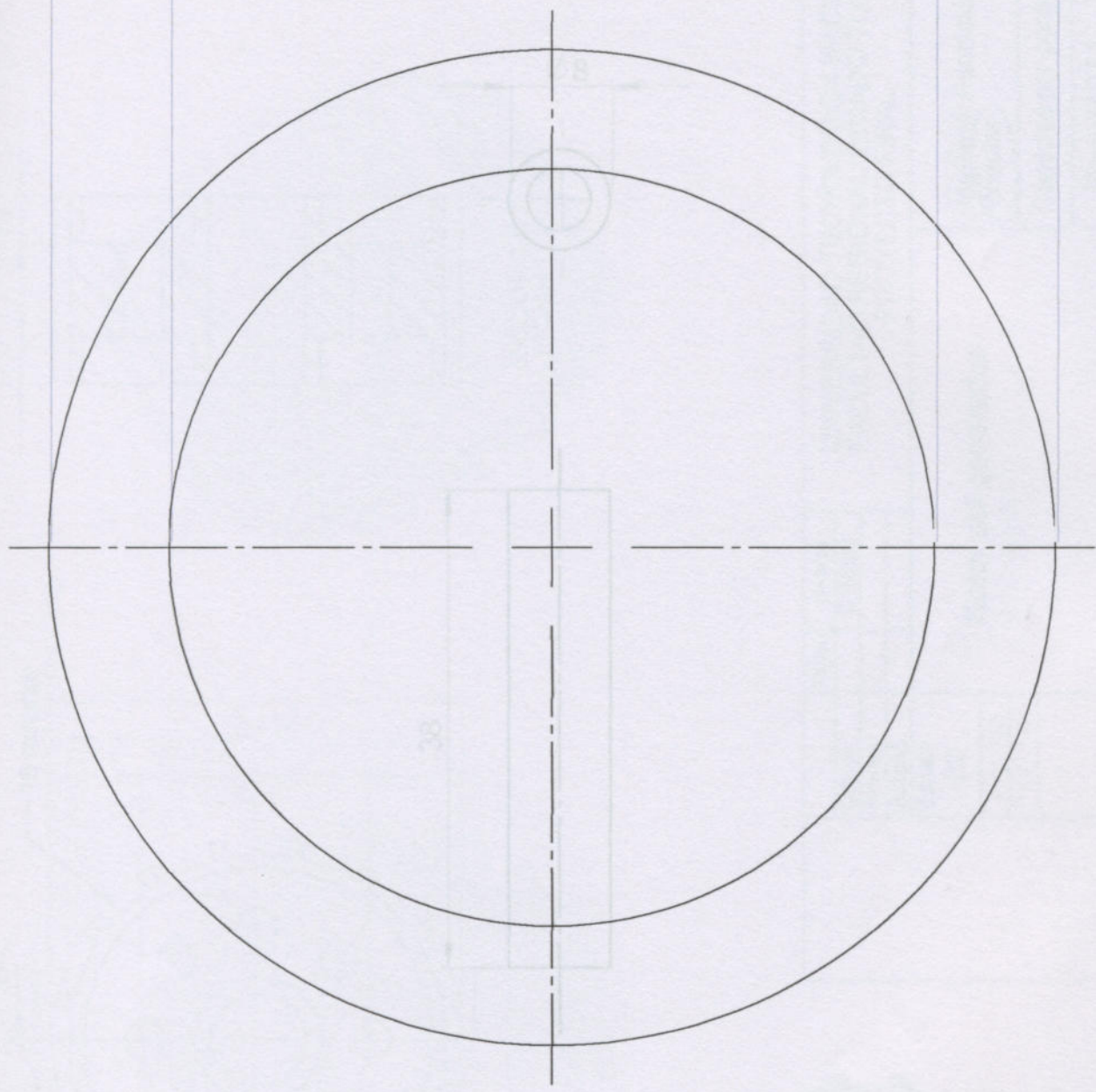
D

E

F

Ø317

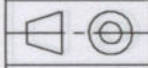
Ø241



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO
PROYECTO FINAL**

	Fecha	Nombre
Dibujó		E. Rubio
Revisó		
Aprovó		

Escala:
1:2



Tolerancia:

**Brida unión torre
Tramo 2 - 3**

Material: Acero SAE 1010
Chapa L.C. Espesor 3/8"

Cantidad del conjunto: 2

Plano Nº 20

A

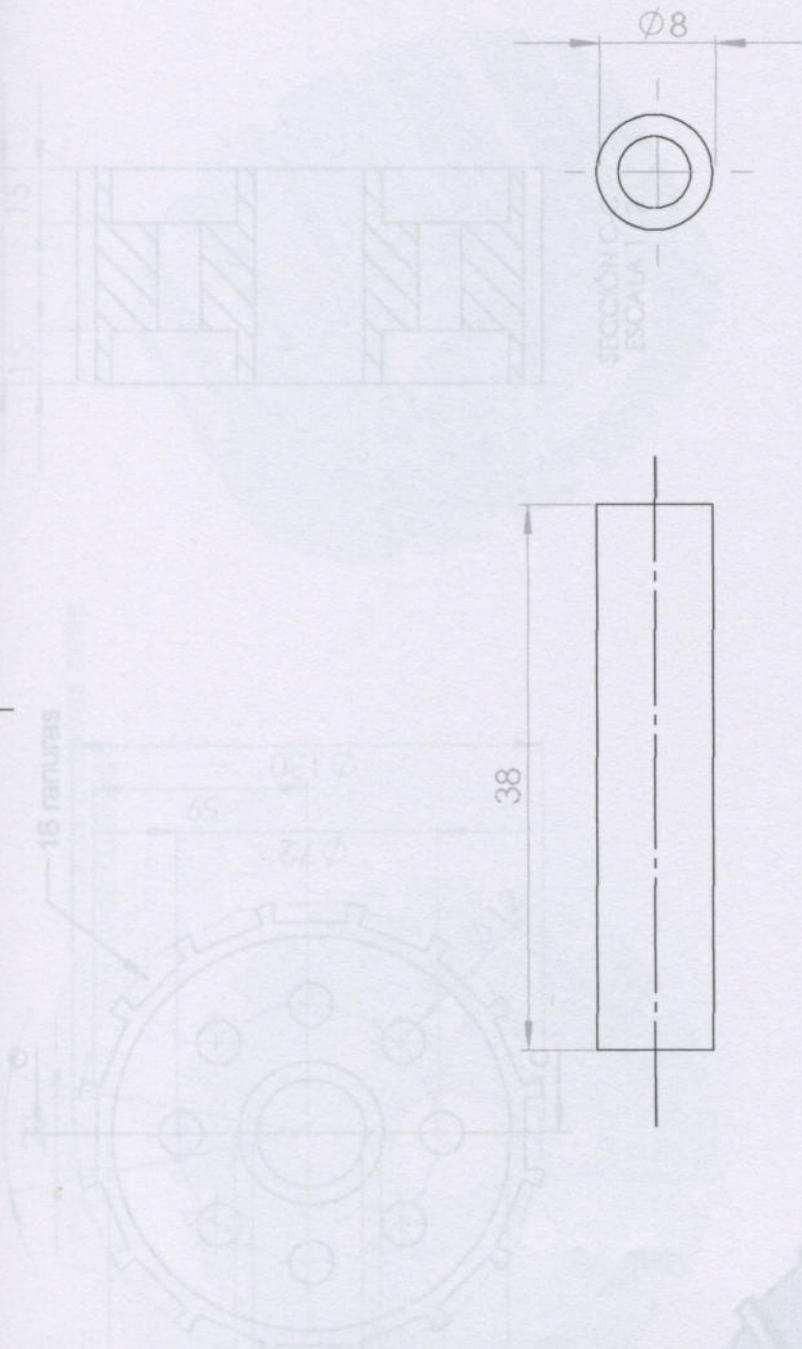
B

C

D

E

F



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO
PROYECTO FINAL

Material: Fundición gris
(Inocular)

Cantidad por conjunto: 1

Plano N 22.1

Rotor del generador

Escala: 1:2

	Fecha	Nombre
Dibujó		E. Rubio
Revisó		
Aprovó		

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO
PROYECTO FINAL**

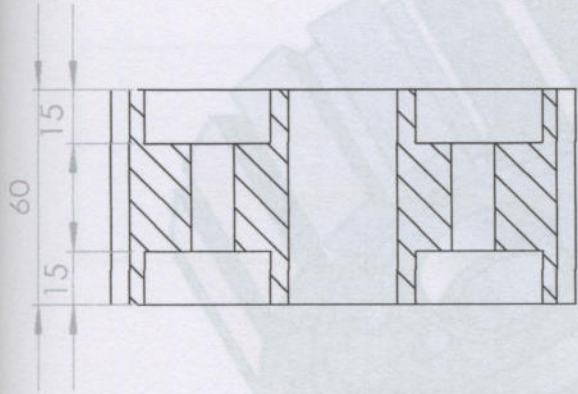
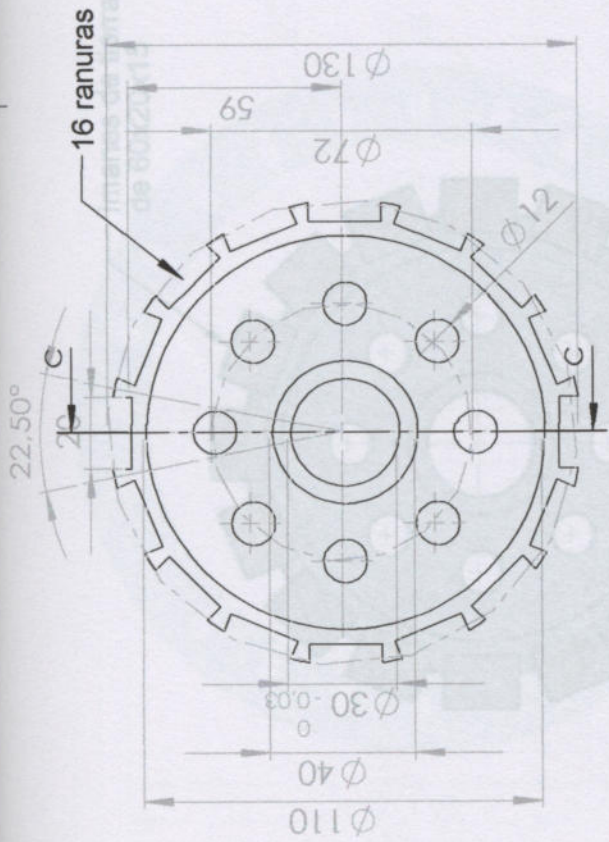
Escala:
2:1

Separadores para veleta

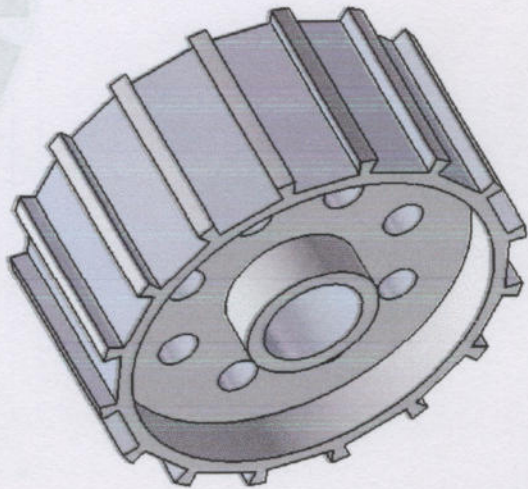
Material: Caño negro



Cantidad por conjunto: 12

Plano N° 21

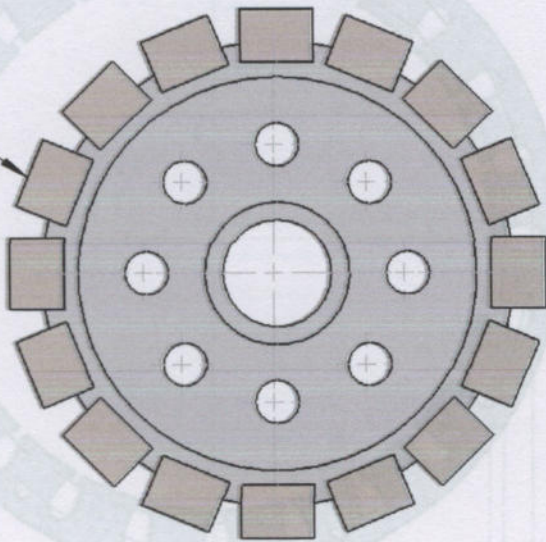
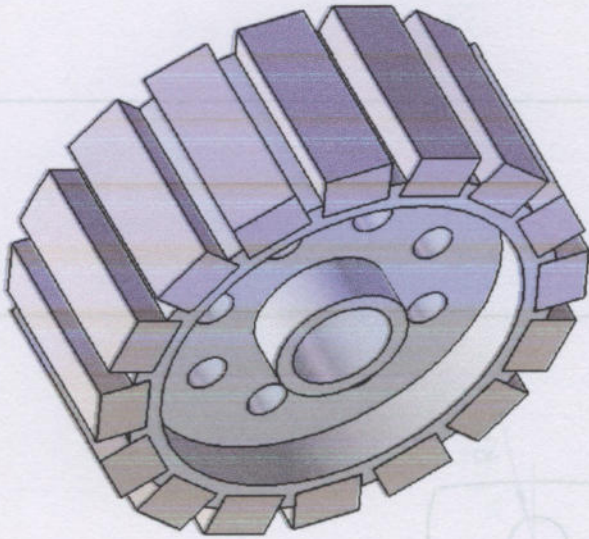


SECCIÓN C-C
ESCALA 1:2



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO PROYECTO FINAL	
Fecha	Nombre
Dibujó	E. Rubio
Revisó	
Aprobó	
Escala	
1:2	
	
Rotor del generador	
Material: Fundición gris nodular	
Cantidad por conjunto: 1	
Plano N 22.1	

Imanes de tierras raras de 60x20x15

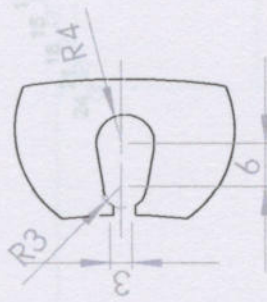
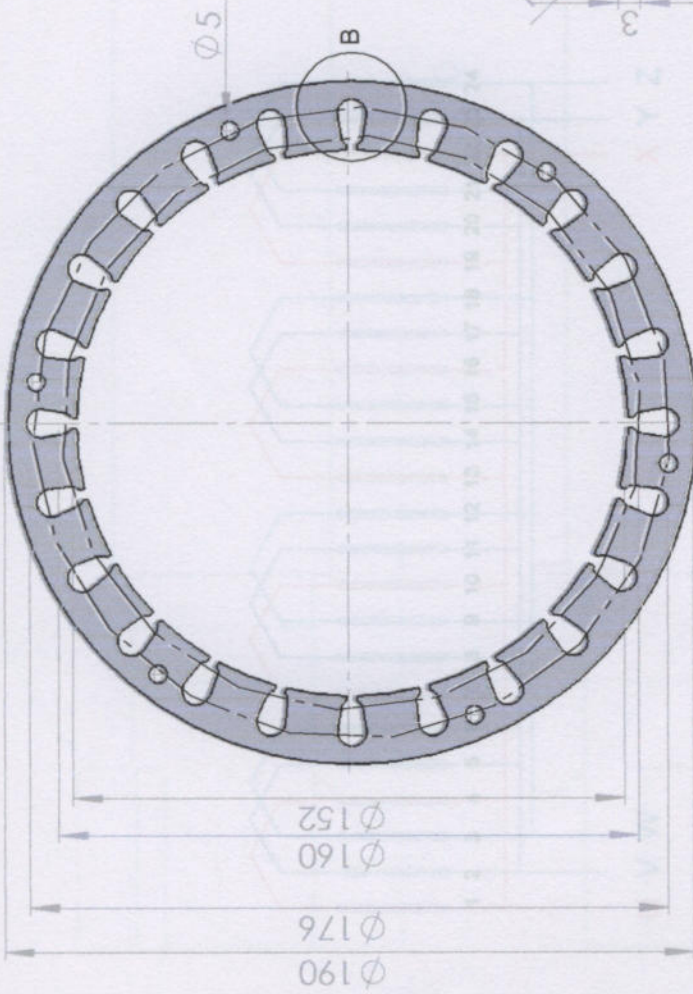


DETALLE B
ESCALA 1:1

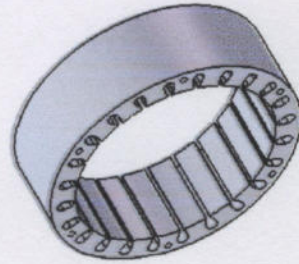
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO PROYECTO FINAL		Material: Aluminio Esp: 0.30 mm	
Rotor del generador con imanes		Cantidad por conjunto: 1 Plano N 22.2	
Fecha	Nombre	Material: Aluminio Esp: 0.30 mm	
	E. Rubio	Cantidad por conjunto: 1	
Dibujó		Plano N 22.2	
Revisó			
Aprobó			
Escala			
1:2			

1 2 3 4 5 6

60



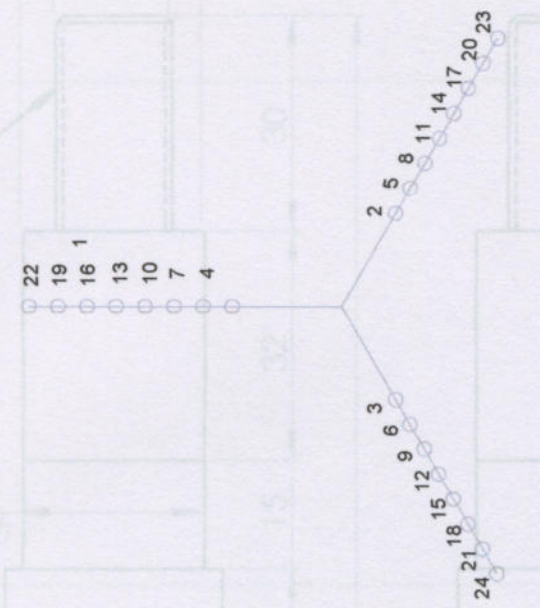
DETALLE B
ESCALA 1 : 1



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO PROYECTO FINAL		Material: Acero al Silicio Grano orientado. Esp: 0.30 mm	
Estator del generador		Cantidad del conjunto: 196	
Escala 1:2		Plano N 23	
Dibujó	Nombre	diagrama de conexiones	
Revisó	E. Rubio		
Aprobó			
Fecha			

1 2 3 4 5 6

Estrella de ranuras



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
 FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO
 PROYECTO FINAL

Dibujó	Nombre
Revisó	E. Rubio
Aprobó	
Escala	

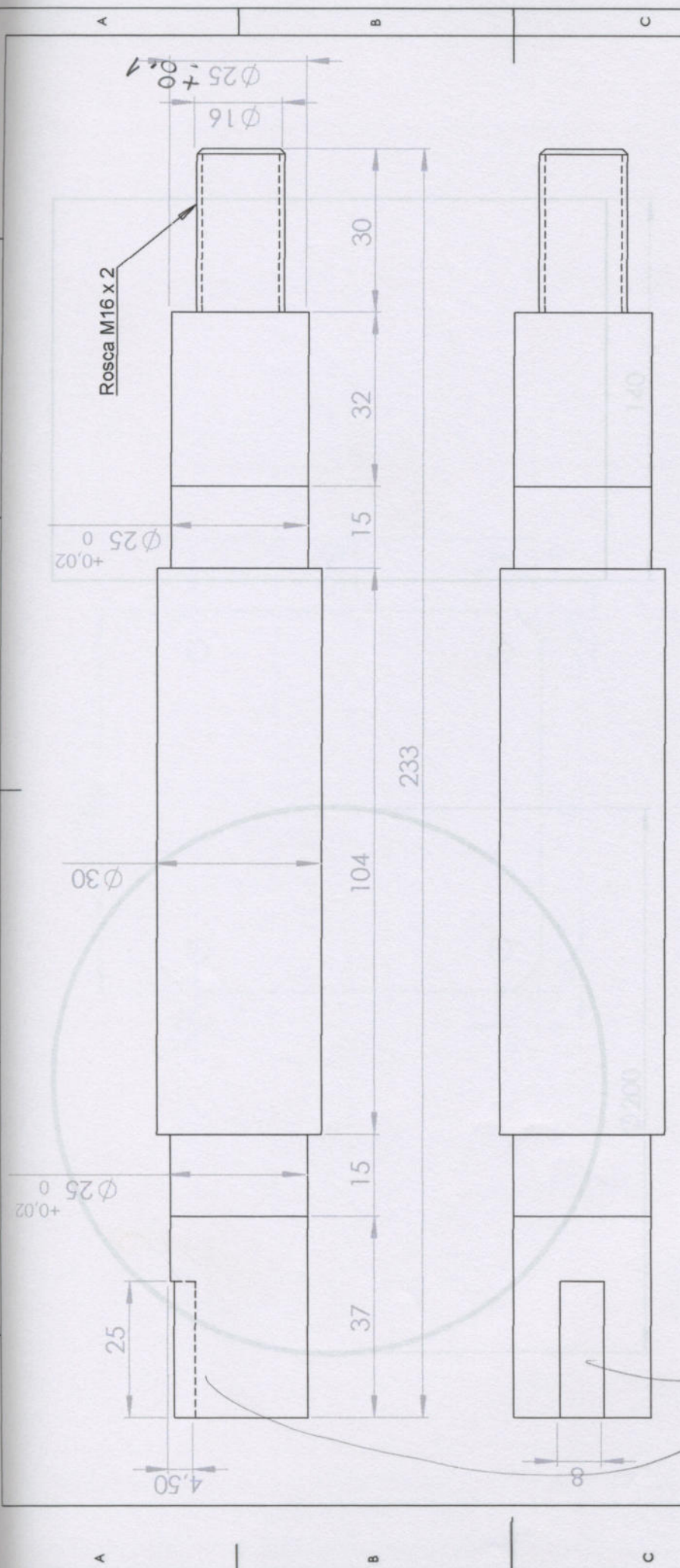
Material: Acero SAE 1010

Estrella de ranuras y
 diagrama de conexiones

Cantidad del conjunto: 1

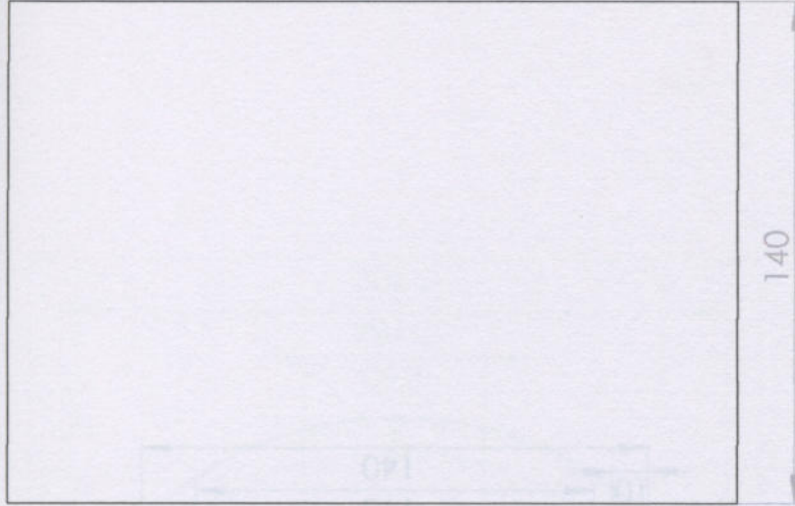
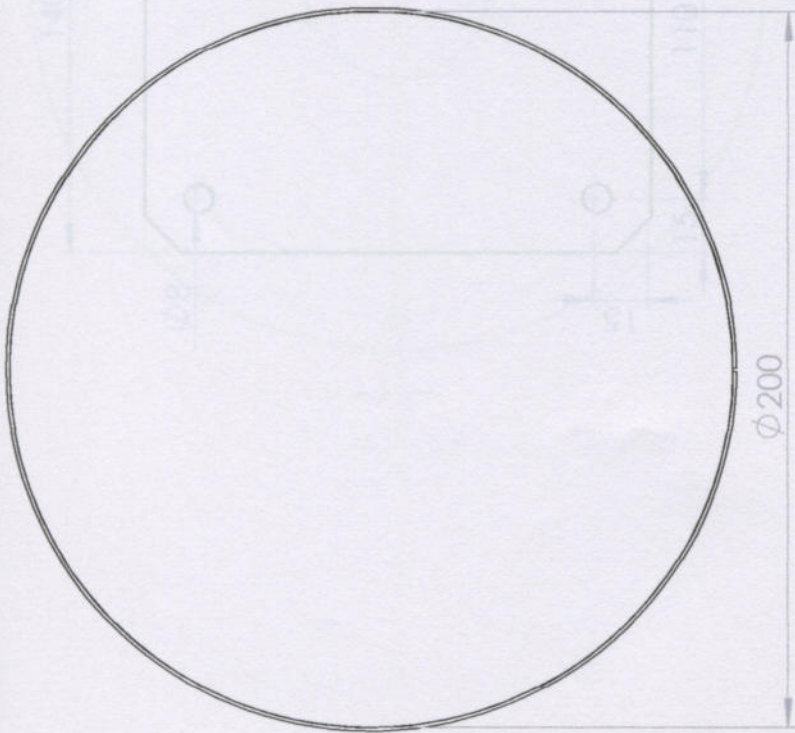
Plano N 23.2

1 2 3 4 5 6

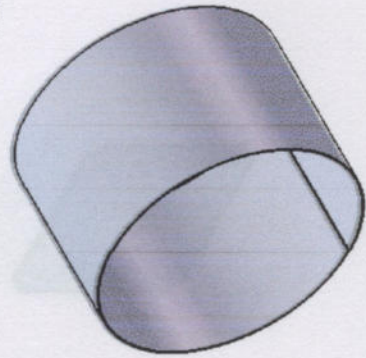


Una de las dos vistas, está mal

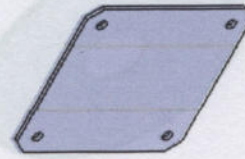
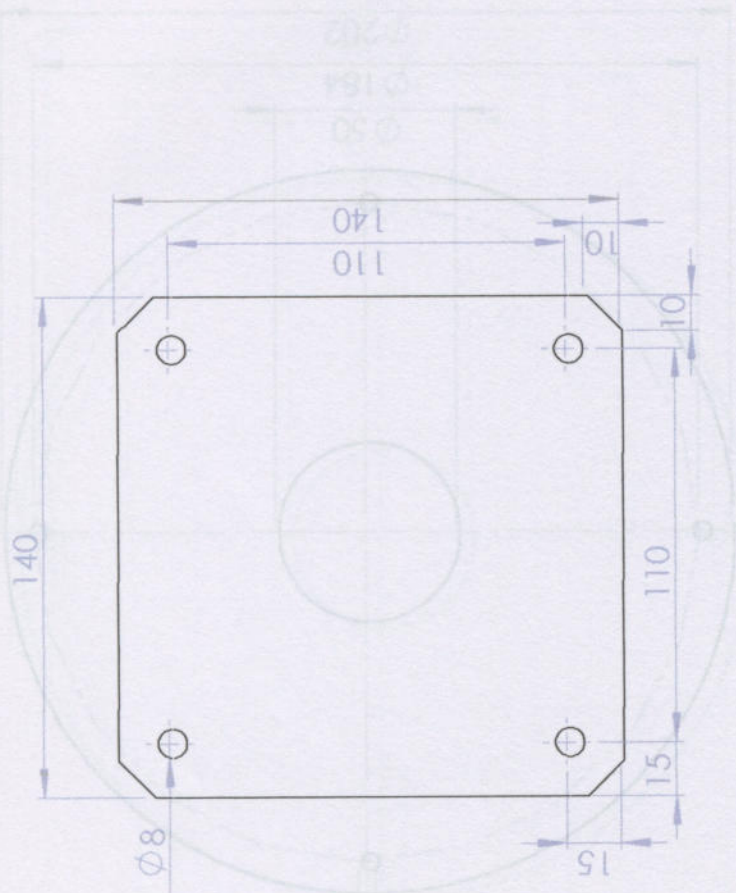
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO PROYECTO FINAL		Eje del generador		Material: Acero SAE 1010 <i>Chapa L.F. Esp. 2 mm</i>	
Dibujó	Nombre	Eje del generador		Cantidad del conjunto: 1	
Revisó	E. Rubio			Plano N 24	
Aprobó					
Fecha		Escala			
		1:1			



Nota: Cortar chapa rectangular de 628 mm de larga por 140 mm de ancho.
 Rolar y luego soldar quedando un diámetro de 200 mm.

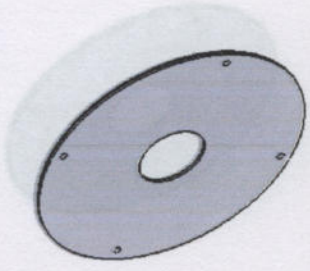
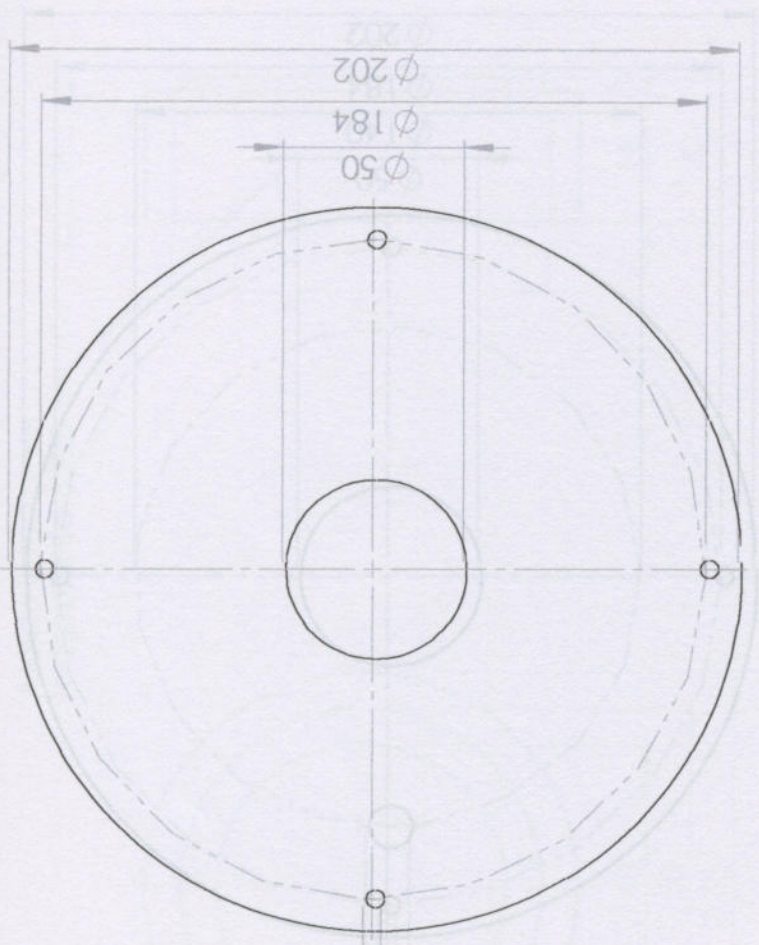


Dibujó		Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO PROYECTO FINAL	Carcaza del Generador	Material: Acero SAE 1010 Chapa L.F. Esp: 2 mm
Revisó			E. Rubio			
Aprobó						
Escala						
1:2						Cantidad del conjunto: 1
						Plano N 25



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO PROYECTO FINAL		Nombre E. Rubio
Dibujó	Fecha	
Revisó		
Aprobó		
Escala 1:2	Base generador	
Material: Acero SAE 1010 Chapa L.F. Esp: 2 mm		Cantidad por conjunto: 1
Plano N 25.2		

1 2 3 4 5 6



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
 FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO
 PROYECTO FINAL

Fecha	Nombre
	E. Rubio

Dibujó
 Revisó
 Aprobó
 Escala
 1:2

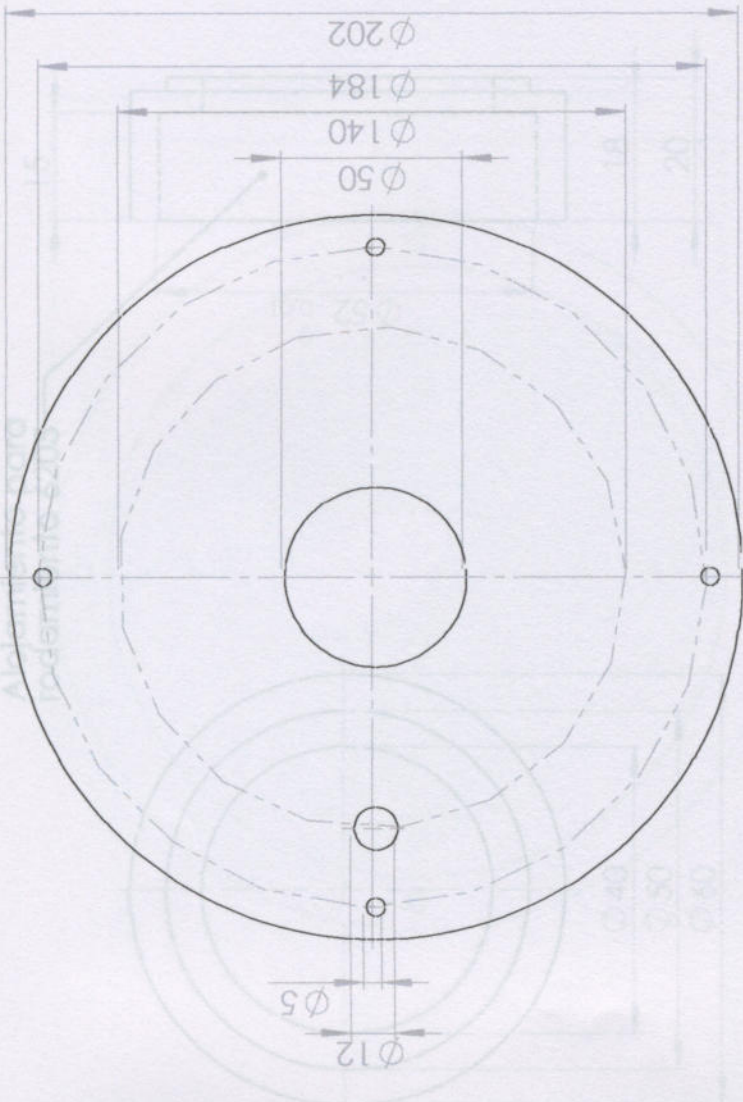


Material: Acero SAE 1010
 Chapa L.F. Esp: 2 mm

Cantidad del conjunto: 1

Plano N 26.1

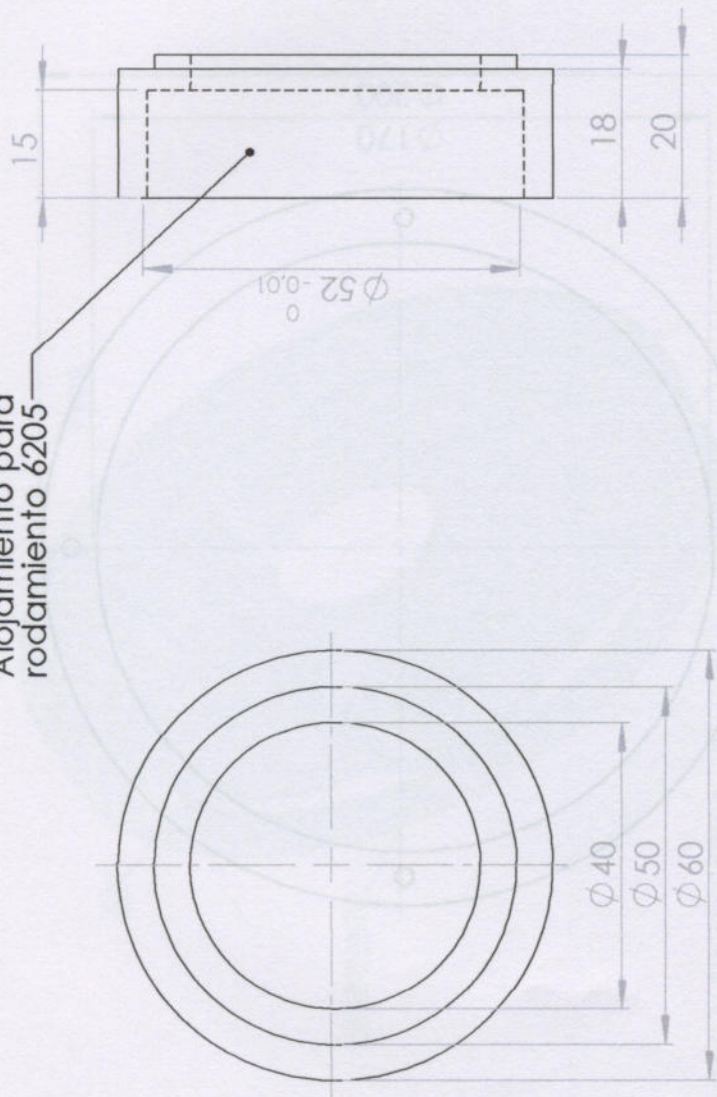
Tapa lateral frontal
 del generador



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO PROYECTO FINAL		Fecha	Nombre
Dibujó		E. Rubio	
Revisó			
Aprobó			
Escala	1:2		
Tapa lateral posterior del generador		Material: Acero SAE 1010 Chapa L.F. Esp: 2 mm	
		Cantidad del conjunto: 1	
		Plano N 26.2	

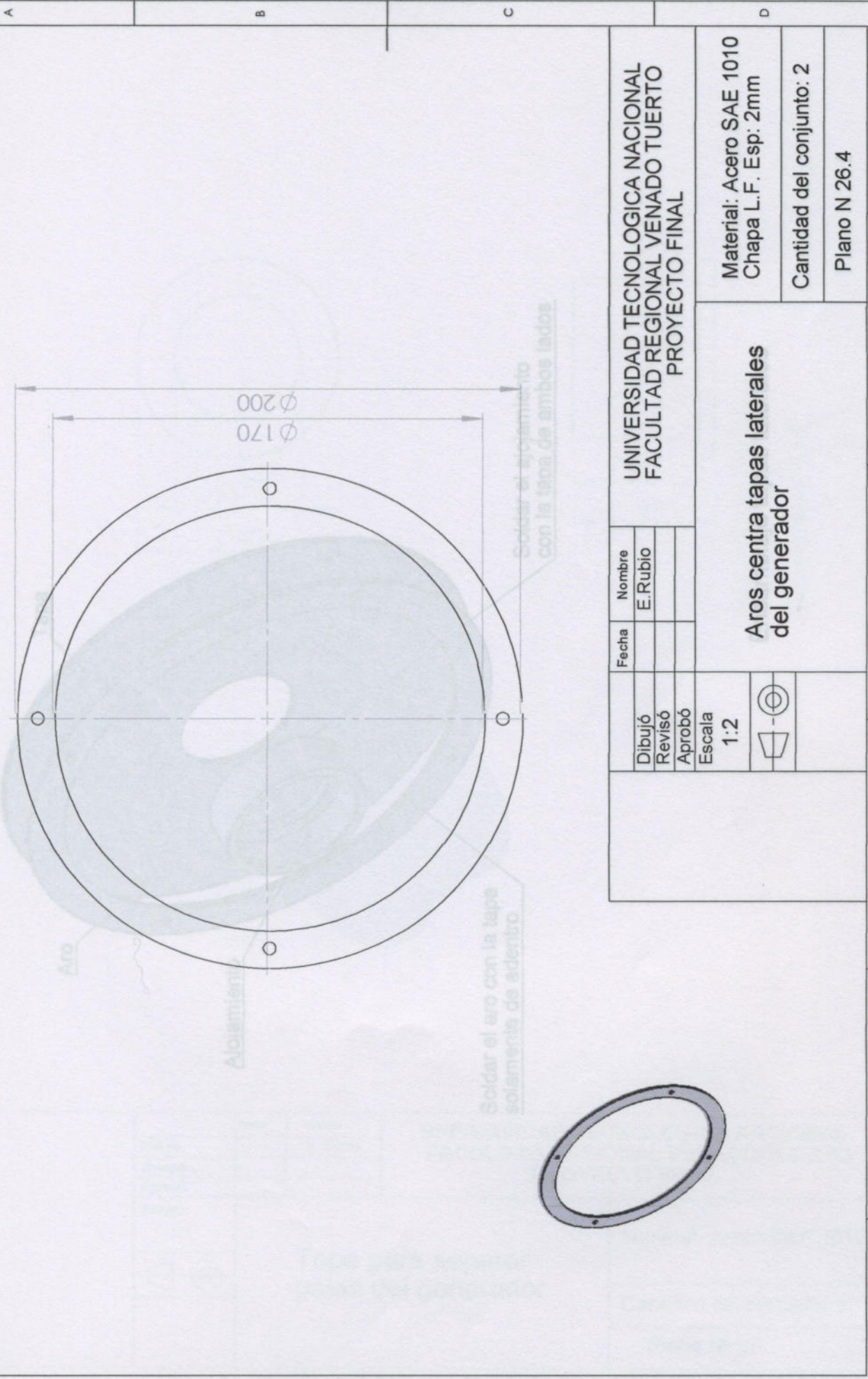
1 2 3 4 5 6

Alojamiento para
rodamiento 6205



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO PROYECTO FINAL		Material: Acero SAE 1010 <i>Chispa L.F. Esp. 2mm</i>	
Alojamiento de rodamientos del generador		Cantidad del conjunto: 2	
Escala 1:1		Plano N 26.3	
Dibujó	Nombre	Alojamiento de rodamientos del generador	
Revisó	E. Rubio	Material: Acero SAE 1010	
Aprobó		Cantidad del conjunto: 2	
Fecha		Plano N 26.3	

Nota: Eliminar cantos vivos.



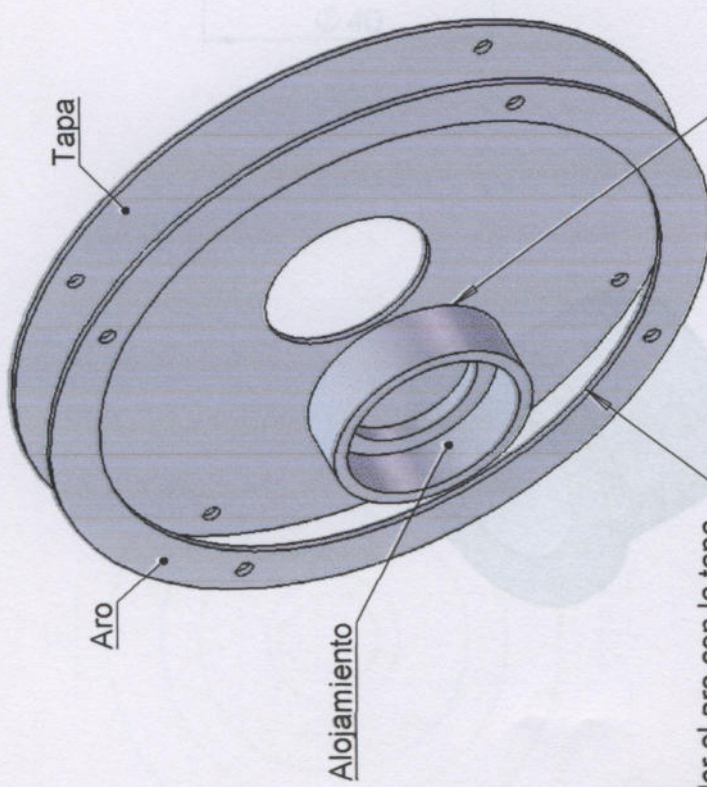
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO PROYECTO FINAL		Material: Acero SAE 1010 Chapa L.F. Esp: 2mm
Aros centra tapas laterales del generador		Cantidad del conjunto: 2
Plano N 26.4		

Fecha	Nombre
	E. Rubio
Dibujó	
Revisó	
Aprobó	
Escala	1:2



1 2 3 4 5 6

A B C D



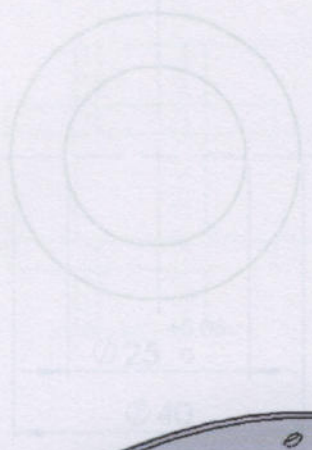
Tapa

Aro

Alojamiento

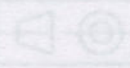
Soldar el aro con la tapa solamente de adentro

Soldar el alojamiento con la tapa de ambos lados



Diseño	Fecha	Nombre
Revisó		E. Rubio
Aprobó		

Escala: 1:1



Tope para separar palas del generador

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO
PROYECTO FINAL

Fecha	Nombre
	E. Rubio
Dibujó	
Revisó	
Aprobó	
Escala	1:1

Material: Acero SAE 1010

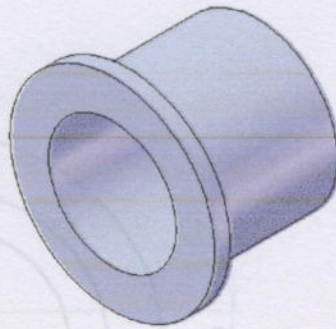
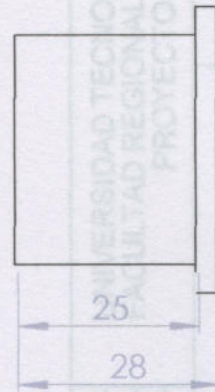
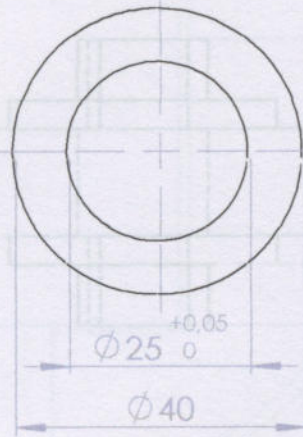
Cantidad del conjunto: 1

Plano N 26.5

Ensamblaje tapas laterales

1 2 3 4 5 6

A B C D



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO PROYECTO FINAL		Materia:	Cantidad pieza: 1	Plano N° 26
Dibujó Revisó Aprobó Escala: 1:1		Acoplamiento Gummi Codigo: A-25 Generador-Freno		

	Fecha	Nombre
Dibujó		E. Rubio
Revisó		
Aprovó		

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO
PROYECTO FINAL**

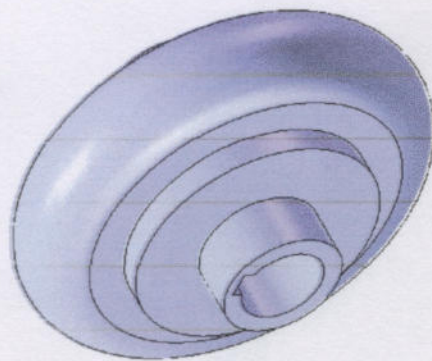
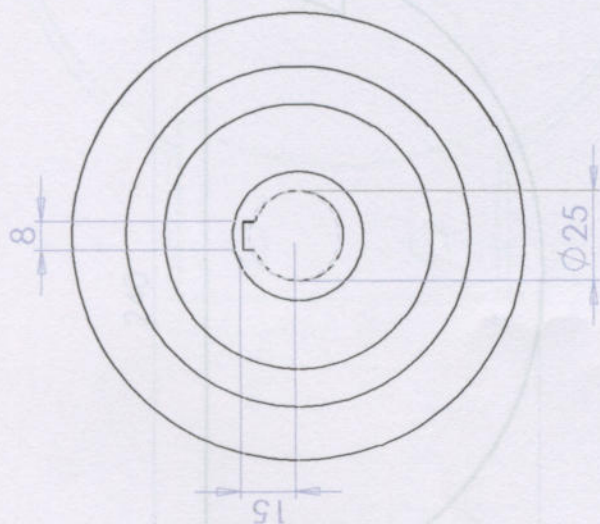
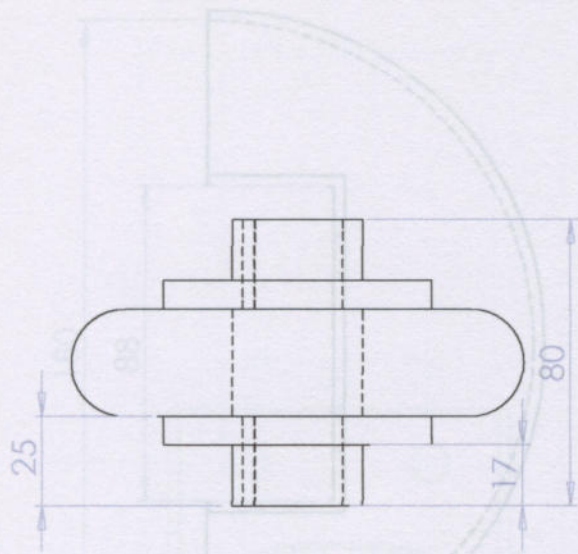
Escala:
1:1

**Tope para separar
palas del generador**

Material: Acero SAE 1010

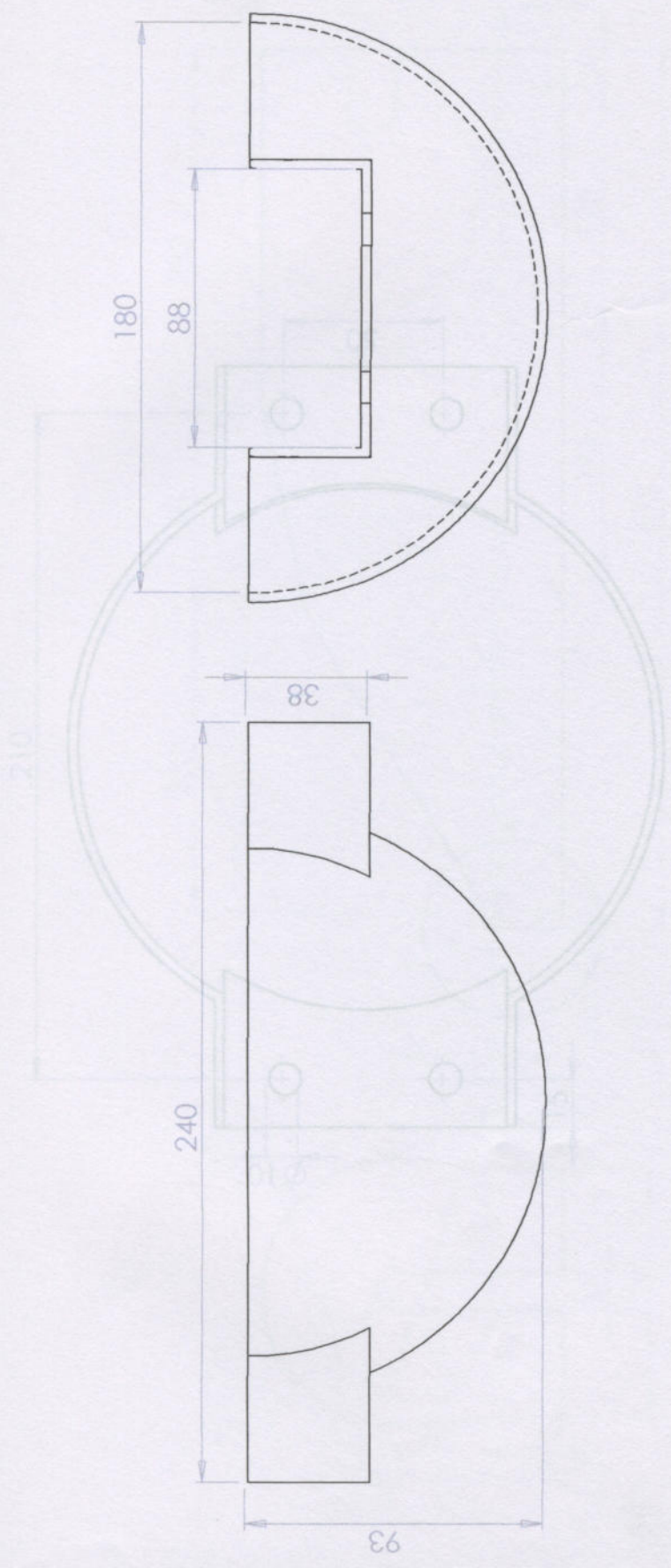
Cantidad del conjunto: 1

Plano N° 27

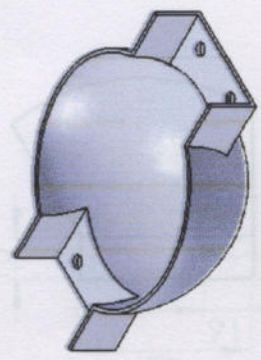
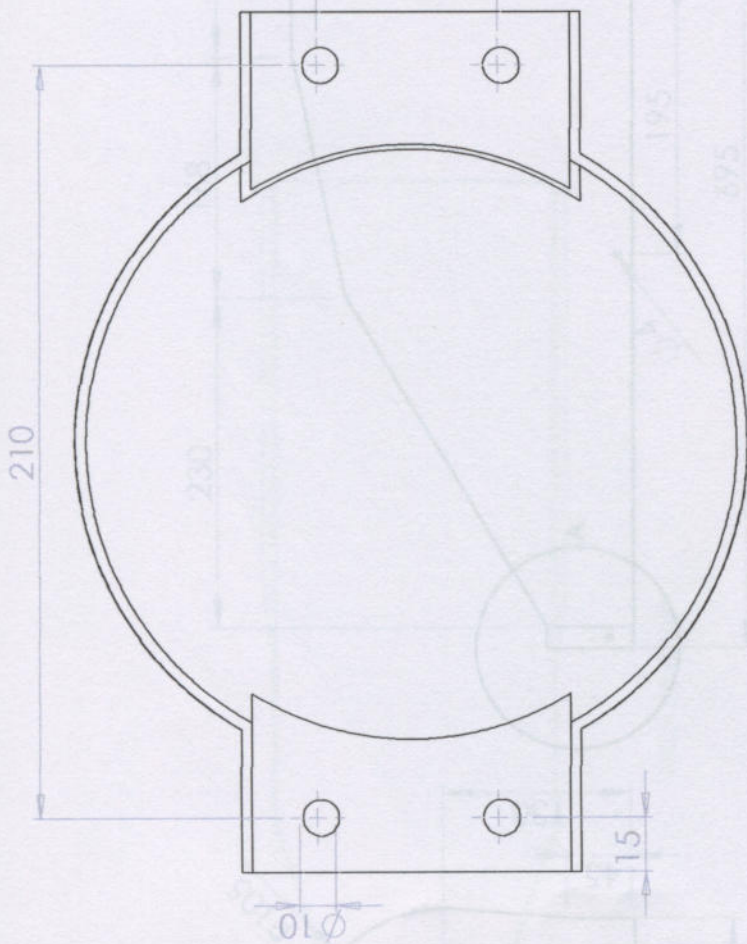



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO PROYECTO FINAL		Fecha Dibujo Revisó Aprobó Escala 1:1	Nombre E. Rubio	Acoplamiento Gummi Código: A-25 Generador-Freno	Material: Plástico Espesor 2.5 mm
					Cantidad pieza: 1 Plano N 28

1 2 3 4 5 6



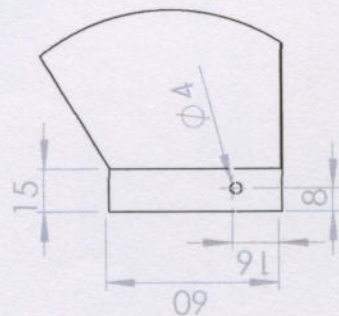
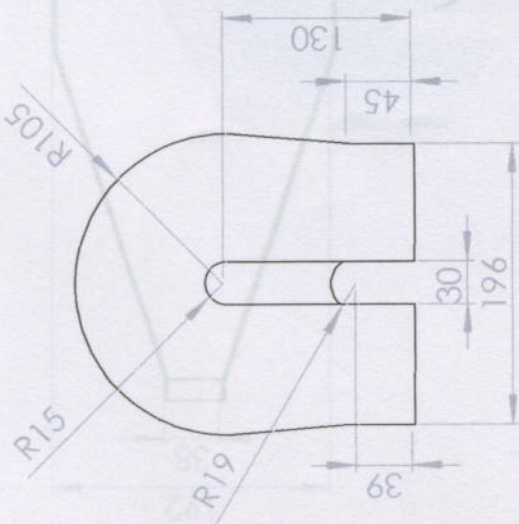
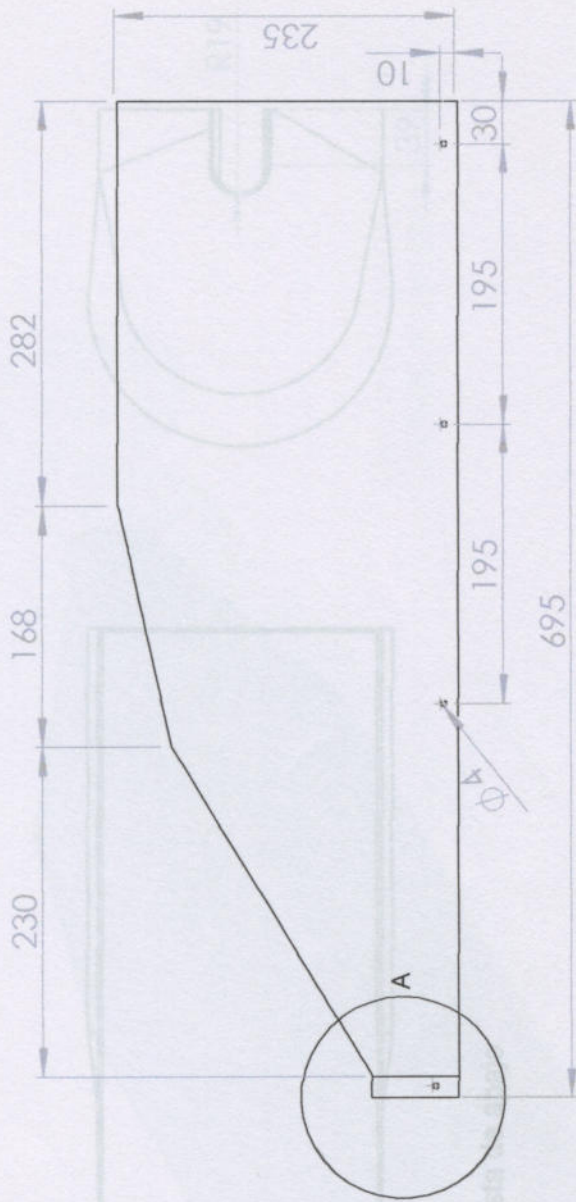
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO PROYECTO FINAL		Fecha	Nombre
Dibujó	Revisó	Aprobó	E. Rubio
Escala	1:1		
Punta protectora		Material: Plastico Espesor 2.5 mm	
		Cantidad del conjunto: 1	
		Plano N 29.1	



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO PROYECTO FINAL		Fecha	Nombre
Dibujó			E. Rubio
Revisó			
Aprobó			
Escala			
1:1			
			
Punta protectora			
Material: Plastico Espesor 2.5 mm			
Cantidad del conjunto: 1			
Plano N 29.2			

1 2 3 4 5 6

DETALLE A
ESCALA 2:5

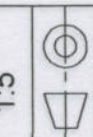


DETALLE A
ESCALA 2 : 5

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO
PROYECTO FINAL

Fecha	Nombre
	E. Rubio

Dibujó
Revisó
Aprobó
Escala
1:5

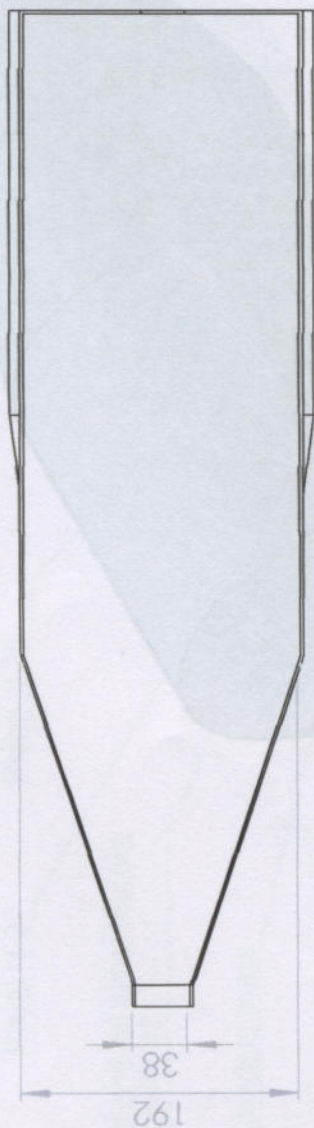
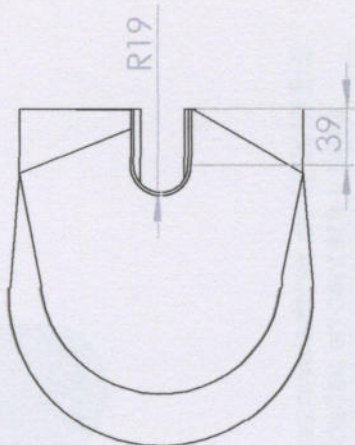


Carcaza protectora

Material: Plastico
Espesor 2.5 mm

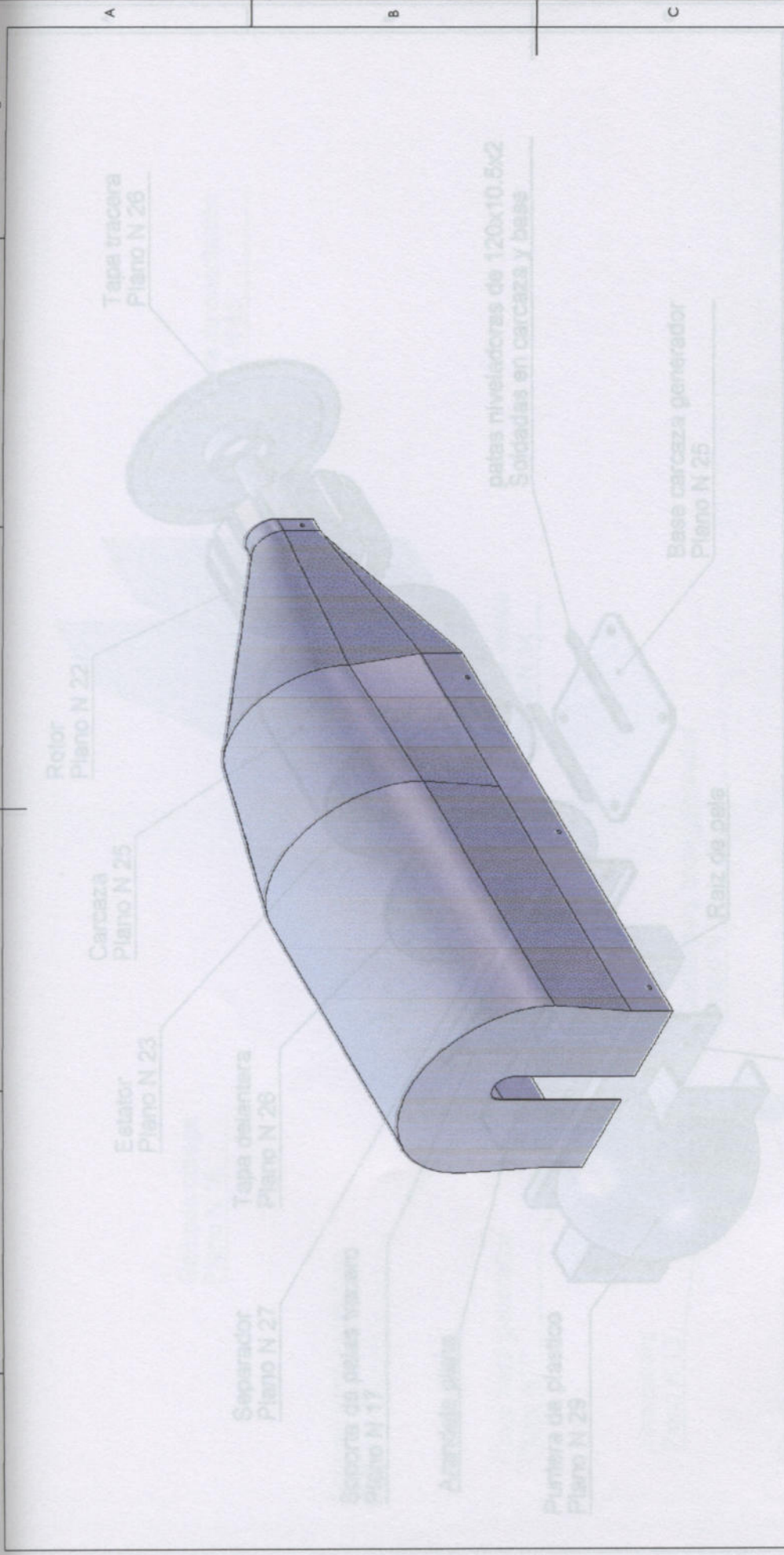
Cantidad del conjunto: 1

Plano N 30.1



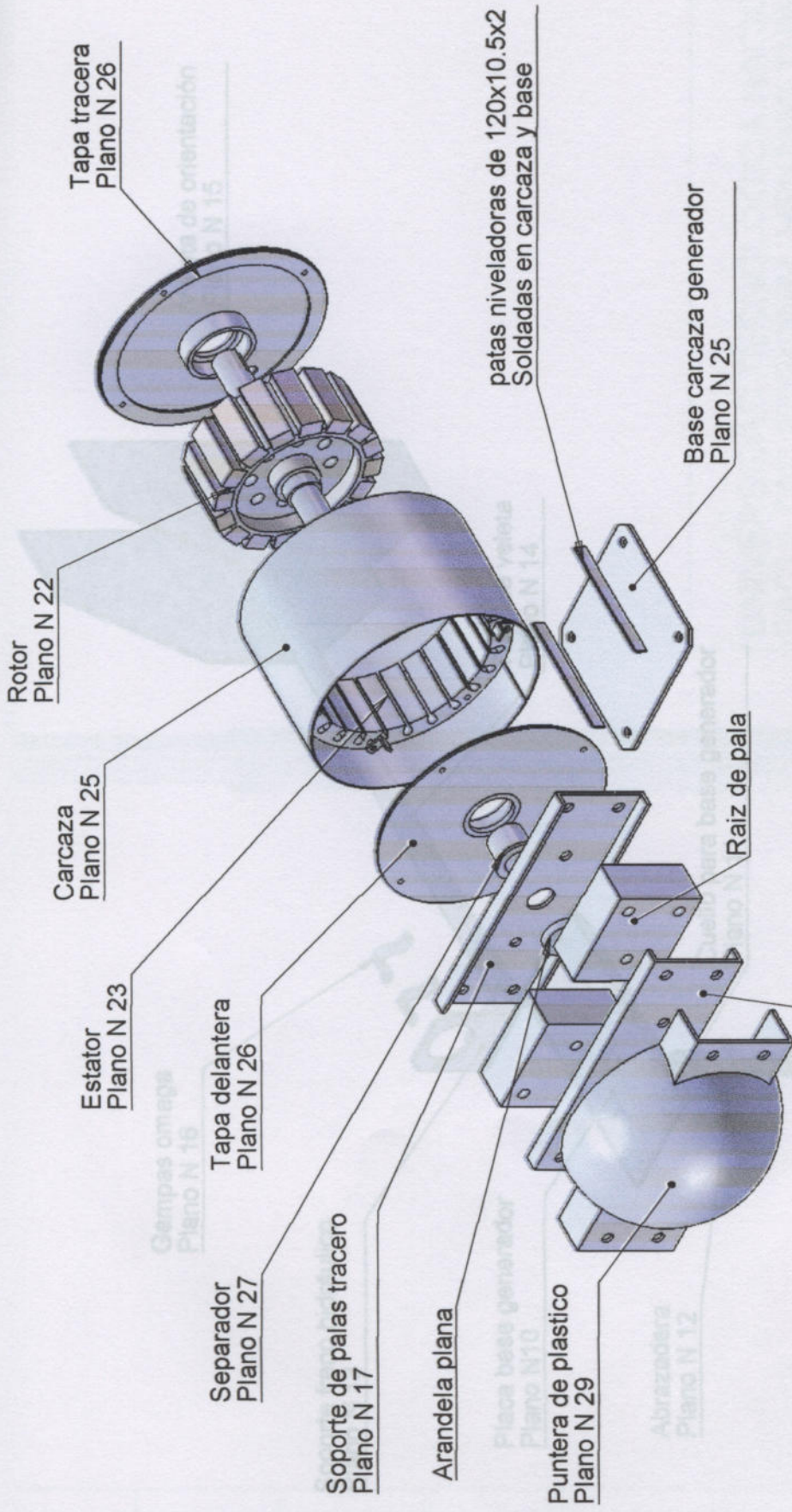
Vista de abajo

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO PROYECTO FINAL		Nombre E. Rubio
Dibujó	Fecha	
Revisó		
Aprobó		
Escala 1:5	Carcaza protectora	
Material: Plástico Espesor 2.5 mm		Cantidad del conjunto: 1
Plano N 30.1		

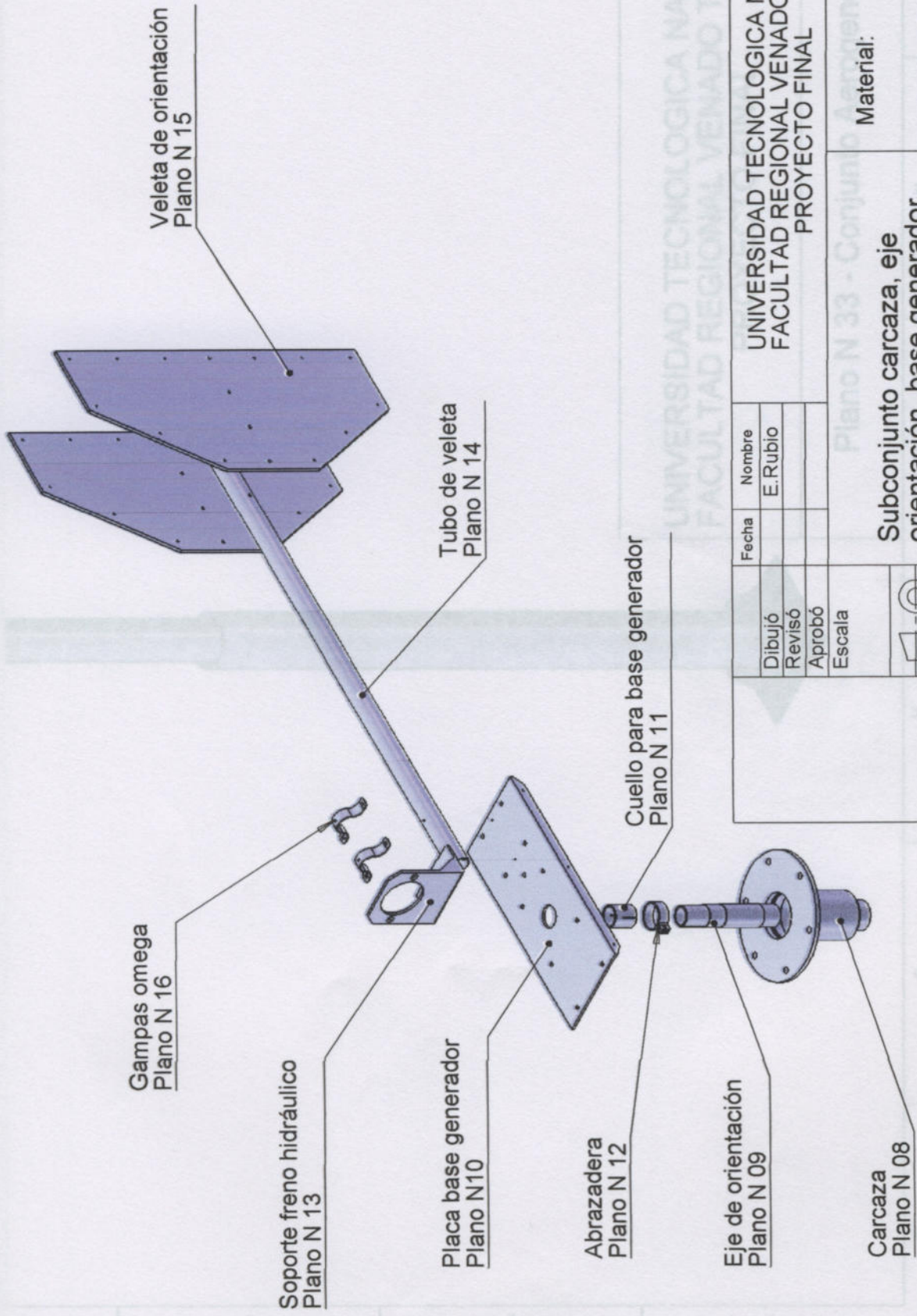


UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO PROYECTO FINAL		Fecha	Nombre
Dibujó			E. Rubio
Revisó			
Aprobó			
Escala	1:5	Subconjunto generador y Carcaza protectora	
Material: Plastico Espesor 2.5 mm		Cantidad del conjunto: 1	
		Plano N 33.3	

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---



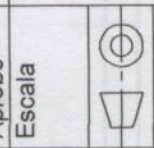
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO PROYECTO FINAL	
Fecha	Nombre
Dibujó	E. Rubio
Revisó	
Aprobó	
Escala	
Subconjunto generador y parte frontal	
Material:	
Cantidad del conjunto: 1	
Plano N 31	



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
 FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO
 PROYECTO FINAL

Fecha	Nombre
	E. Rubio

Dibujó	
Revisó	
Aprobó	
Escala	

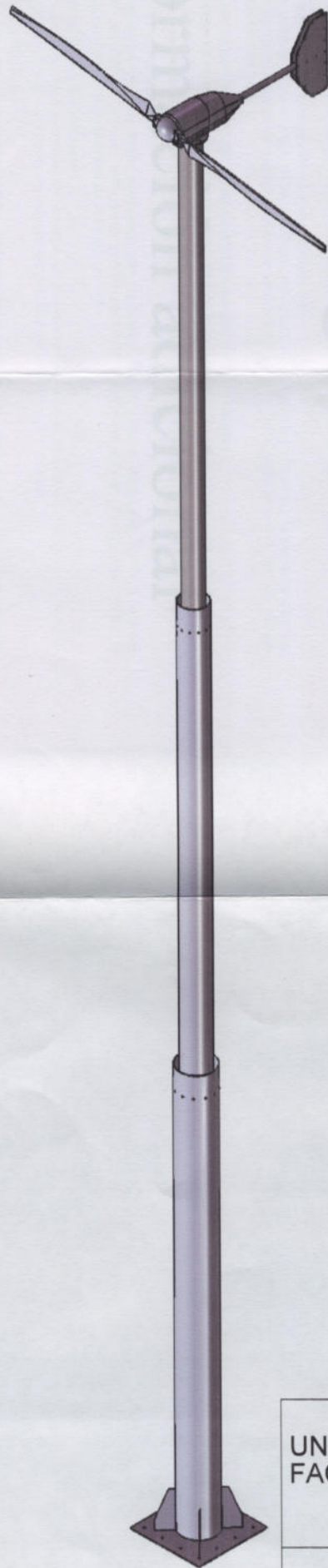


Plano N 33 - Conjunto
 Subconjunto carcasa, eje
 orientación, base generador,
 soporte de freno y veleta.

Material:

Cantidad del conjunto: 1

Plano N 32



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO
PROYECTO FINAL

Plano N 33 - Conjunto Aerogenerador

UTN FRVT



NºReg: 3770 NºPAT: 0

Cargador de baterías Phoenix

Carga adaptable en 4 etapas: bulk - absorción - flotación - almacenamiento

El Cargador Phoenix es innovador por su sistema de gestión de carga 'autoadaptable' controlado por microprocesador y configurable según los distintos tipos de baterías. La función 'autoadaptable' optimiza automáticamente el proceso de carga en relación con el uso que se esté haciendo de la batería.

Siempre con la cantidad de carga adecuada: duración de absorción variable

Cuando la batería esté poco descargada (por ejemplo, en un barco conectado a toma de puerto) la carga de absorción se reduce para evitar cualquier sobrecarga. Tras una descarga profunda, la duración de la carga de absorción aumenta automáticamente para garantizar una recarga completa de la batería.

Prevención de daños por formación de gases: función BatterySafe (ver fig. 2)

Si para obtener una recarga rápida se elige una alta corriente de carga en combinación con un alto voltaje de absorción, el cargador Phoenix evita cualquier daño causado por la formación de gases, limitando automáticamente el aumento del voltaje una vez alcanzado el voltaje de gaseo. (Ver fig. 2, la curva de voltaje entre 28.8V y 30.0V).

Menor mantenimiento y deterioro cuando no se usa la batería: modo mantenimiento (Fig. 3 & 4)

El modo mantenimiento es activo cuando la batería lleva más de 24 horas sin funcionar. El voltaje de flotación disminuye automáticamente cuando la batería está a un nivel de 120% para minimizar el gaseo y la oxidación. Los gases se reabsorben automáticamente hasta el nivel de absorción. El modo mantenimiento también incluye la función de diagnóstico de la estructura de las baterías.

Tres salidas para cargar tres bancos de baterías

Los cargadores Phoenix disponen de 3 salidas vitelias, 2 de los cuales se reparten la potencia total. La tercera salida, destinada al mantenimiento de una batería auxiliar, está limitada a 4 A con un voltaje ligeramente más bajo.

Para una mayor duración de la batería: compensación de temperatura

El cargador Phoenix dispone de un sensor de temperatura de batería, para reducir automáticamente el voltaje de absorción cuando la temperatura de la batería es superior a 30°C.

información adicional

Los cargadores Phoenix están equipados con un puerto RS485. Con el adaptador MK16 y nuestro software gratuito VEC-configura, este puerto permite personalizar todos los ajustes del cargador Phoenix e integrarlo en redes informatizadas de control y gestión.

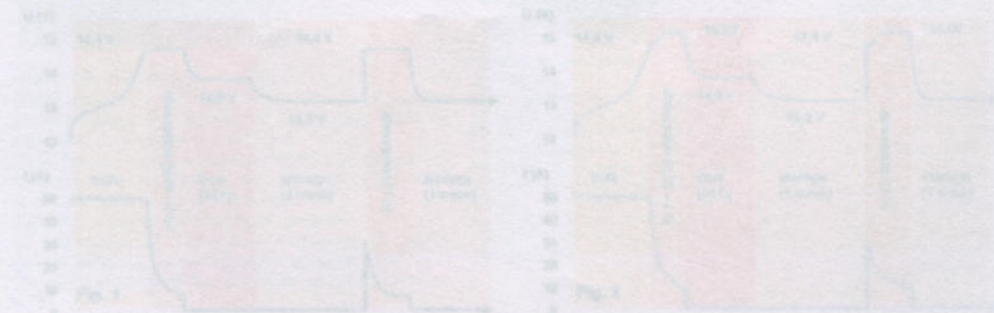
Sensor de voltaje de la batería

Para mejorar aún más la calidad de la carga, un dispositivo de medición directa del voltaje en los bornes de la batería permite al cargador compensar las pérdidas de tensión en el cableado.

Energía Sin Límites

Para saberlo todo sobre las baterías, las configuraciones posibles y ejemplos de sistemas completos, pide nuestro libro gratuito "Energía Sin Límites", también disponible en www.victronenergy.com

Curvas de carga: hasta voltaje de gaseo (fig.1), y superando el voltaje de gaseo (fig.2)





Cargador de baterías Phoenix



Especificaciones

Cargador Phoenix	1200	1215	2400
Tensión de generación (V CA)	12,0	12,25	24,0
Frecuencia (Hz)	50	50	50



Cargador de baterías Phoenix

Carga adaptable en 4 etapas: bulk – absorción – flotación – almacenamiento

El Cargador Phoenix es innovador por su sistema de gestión de carga 'autoadaptable' controlado por microprocesador y configurable según los distintos tipos de baterías. La función 'autoadaptable' optimiza automáticamente el proceso de carga en relación con el uso que se esté haciendo de la batería.

Siempre con la cantidad de carga adecuada: duración de absorción variable

Cuando la batería está poco descargada (por ejemplo, en un barco conectado a toma de puerto) la carga de absorción se reduce para evitar cualquier sobrecarga. Tras una descarga profunda, la duración de la carga de absorción aumenta automáticamente para garantizar una recarga completa de la batería.

Prevención de daños por formación de gases: función BatterySafe (ver fig. 2)

Si para obtener una recarga rápida se elige una alta corriente de carga en combinación con un alto voltaje de absorción, el cargador Phoenix evita cualquier daño causado por la formación de gases, limitando automáticamente el aumento del voltaje una vez alcanzado el voltaje de gaseo. (Ver fig. 2, la curva de voltaje entre 28,8V y 30,0V).

Menor mantenimiento y deterioro cuando no se usa la batería: modo mantenimiento (fig. 1 & 2)

El modo mantenimiento se activa cuando la batería lleva más de 24 horas sin funcionar. El voltaje de flotación se reduce hasta 2,2V/elemento (13,2V para una batería de 12V) para minimizar el gaseo y la oxidación de las placas positivas. Una vez a la semana el voltaje vuelve a aumentar hasta el nivel de absorción para "ecualizar" la batería. Este procedimiento impide la estratificación del electrolito y la sulfatación, unas de las mayores causas de deterioro prematuro de las baterías.

Tres salidas para cargar tres bancos de baterías

Los cargadores Phoenix disponen de 3 salidas aisladas, 2 de las cuales se reparten la potencia total. La tercera salida, destinada al mantenimiento de una batería auxiliar, está limitada a 4 A con un voltaje ligeramente más bajo.

Para una mayor duración de la batería: compensación de temperatura

Cada cargador Phoenix dispone de un sensor de temperatura de batería, para reducir automáticamente el voltaje de carga en caso de aumento de temperatura de la batería. Esta función está especialmente indicada para baterías selladas o cuando se pueden producir importantes fluctuaciones de temperatura.

Puerto de comunicación

Los cargadores Phoenix están equipados con un puerto RS485. Con el adaptador MK1b y nuestro software gratuito **VEConfigure**, este puerto permite personalizar todos los ajustes del cargador Phoenix e integrarlo en redes informatizadas de control y gestión.

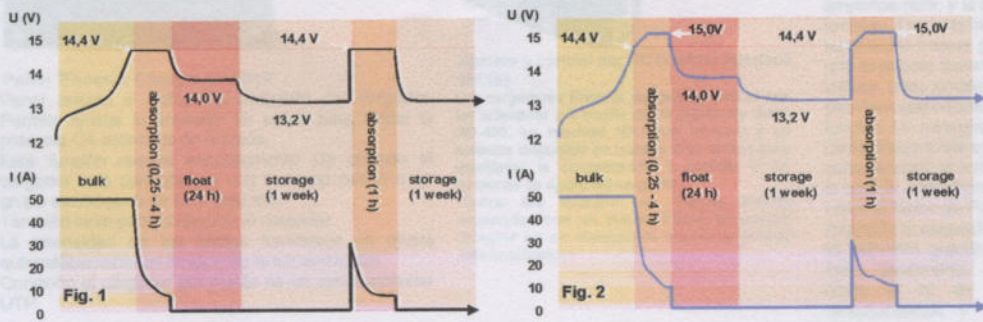
Sensor de voltaje de la batería

Para mejorar aún más la calidad de la carga, un dispositivo de medición directa del voltaje en los bornes de la batería permite al cargador compensar las pérdidas de tensión en el cableado.

Energía Sin Límites

Para saberlo todo sobre las baterías, las configuraciones posibles y ejemplos de sistemas completos, pida nuestro libro gratuito "**Energía Sin Límites**", también disponible en www.victronenergy.com

Curvas de carga: hasta voltaje de gaseo (fig.1), y superando el voltaje de gaseo (fig.2)



Especificaciones

Cargador Phoenix	12/30	12/50	24/16	24/25
Tensión de alimentación (V CA)	90-265 sin conmutación			
Frecuencia (Hz)	45-65			
Factor de potencia	1			
Voltaje de 'absorción' (V CC)	14,4	14,4	28,8	28,8
Voltaje de 'flotación' (V CC)	13,8	13,8	27,6	27,6
Voltaje de 'mantenimiento' (V CC)	13,2	13,2	26,4	26,4
Corriente salidas principales (A)	30	50	16	25
Corriente salida auxiliar (A)	4	4	4	4
Característica de carga	4 etapas autoadaptable, totalmente configurable			
Capacidad baterías recomendada (Ah)	100-400	200-800	100-200	100-400
Sensor de temperatura	√	√	√	√
Sensor de voltaje	√	√	√	√
Utilizable como fuente alimentación	√	√	√	√
Ventilación forzada autorregulada	√	√	√	√
Protecciones (1)	a, b, c, d			
Temperatura de funcionamiento	-20 a +60°C			
Humedad (sin condensación)	máx. 95%			
CAJA				
Material & Color	aluminio (azul RAL 5012)			
Conexión a batería	Pernos M6			
Conexión 230 V CA	Abrazaderas 4 mm ²			
Grado de protección	IP 21			
Peso (kg)	3,8			
Dimensiones (alxanxp, en mm)	350x200x108			
CONFORMIDAD A LAS NORMAS				
Seguridad	EN 60335-2-29			
Emisión	EN 55014, EN 61000-3-2, EN 61000-3-3			
Inmunidad	EN 55014-2			
Vibración	IEC68-2-6:10-150Hz/1.0G			
Directriz de automoción	95/54/EC			

1) Protecciones

- Cortocircuitos en salida
- Detección de inversión de polaridad
- Voltaje excesivo de la batería
- Temperatura

2) A temperatura ambiente de 40°C

Accesorios



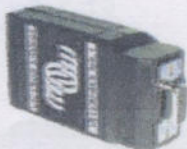
Panel 'Battery Alarm'

Alarma visual y sonora en caso de voltaje de la batería demasiado alto o bajo. Umbrales de activación ajustables. Contacto libre de potencia para indicación aplazada.



Panel 'Phoenix Charger Control'

Panel remoto e indicación completa del cargador. Permite ajustar la corriente de salida para limitar la potencia CA solicitada en entrada. Esta función resulta especialmente útil cuando el cargador está conectado a una toma de puerto o un grupo electrógeno de baja potencia. También sirve para configurar el cargador. La intensidad de los pilotos luminosos se ajusta automáticamente en función de la luz ambiental. Conexión al cargador por medio de un cable estándar UTP.



Ajustes y control por PC (Victron Interface MK1b)

Los cargadores Phoenix pueden comunicarse con un ordenador por medio de un puerto de datos RS-485. La interfase MK1 (ver imagen) y un software disponible en nuestra Web bastan para establecer la comunicación y acceder a las funciones de ajuste del cargador.

Todos los aparatos de Victron Energy equipados con un puerto RS485 se pueden integrar en un sistema de control y gestión informatizado.



Monitor de batería BMV-501

El BMV-501 muestra el voltaje, la corriente, la capacidad restante, el consumo en amperios-hora, y la autonomía restante. La pantalla LCD con iluminación trasera garantiza una excelente facilidad de lectura; unas simples teclas permiten seleccionar cada función. Un microprocesador configurable toma en consideración el rendimiento de la batería, algoritmos complejos como el factor de Peukert, y recalcula la capacidad real. El BMV-501 guarda en memoria ocho parámetros de historial como el nº de ciclos, sus características, y las posibles alarmas.

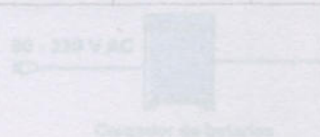


- Uso en flotación: emergencia, SAIS, etc.
- Uso cíclico: Linternas, Hobbis, etc.
- Realiza 220 ciclos con descargas al 100% y 1000 ciclos con descargas al 30%.
- No tienen efecto memoria.
- Inmejorable relación calidad-precio.
- Puede trabajar sobre cualquiera de sus lados.
- Sin mantenimiento.
- Vida estimada de 4 a 5 años.

Enerbat

Dos años de garantía.

Capacidad	Voltios	Peso Kg	Máxima carga Amperios	Modelo	Largo	Ancho	Altura total con terminal
1,2	6	0,3	0,36	E 1.2-6	97	25	58
10	6	2,0	3	E 10-6	151	50	98
0,7	12	0,34	0,21	E 0.7-12	96	25	61,5
1,2	12	0,6	0,36	E 1.2-12	97	48	57
2	12	0,9	0,6	E 2-12	178	34	66
3	12	1,2	0,9	E 3-12	134	67	66
4,5	12	1,9	1,35	E 4.5-12	90	70	106
7	12	2,8	2,1	E 7-12	151	65	101
12	12	4,0	3,6	E 12-12	151	98	98
17	12	6,3	5,1	E 17-12	181	76	167
24	12	8,9	7,2	E 24-12	166	175	125
38	12	14,0	11	E 38-12	197	165	170
65	12	24,0	19,5	E 65-12	350	166	174
100	12	32,0	29,8	E 100-12	350	173	220
200	12	65,0	60	E 200-12	522	238	238



Bornav Aerogeneradores, S.L. / Paraje Ameraldea, s/n / 03400 Castellón (Alicante)
Tel: 963 550 926 - 963 643 077 / Fax: 963 540 732 / ventas@bornav.com

Especificaciones

Modelo	Voltaje de entrada (V)	Potencia nominal (kW)	Potencia máxima (kVA)	Frecuencia de salida (Hz)	Forma de onda
Phoenix 24/1200	24 V	1.2	1.2	50	Senoidal pura
Phoenix 24/2400	24 V	2.4	2.4	50	Senoidal pura
Phoenix 24/3000	24 V	3.0	3.6	50	Senoidal pura
Phoenix 24/3600	24 V	3.6	4.3	50	Senoidal pura
Phoenix 24/4200	24 V	4.2	5.0	50	Senoidal pura
Phoenix 24/4800	24 V	4.8	5.8	50	Senoidal pura
Phoenix 24/5400	24 V	5.4	6.5	50	Senoidal pura
Phoenix 24/6000	24 V	6.0	7.2	50	Senoidal pura
Phoenix 24/6600	24 V	6.6	7.9	50	Senoidal pura
Phoenix 24/7200	24 V	7.2	8.6	50	Senoidal pura
Phoenix 24/7800	24 V	7.8	9.4	50	Senoidal pura
Phoenix 24/8400	24 V	8.4	10.1	50	Senoidal pura
Phoenix 24/9000	24 V	9.0	10.8	50	Senoidal pura
Phoenix 24/9600	24 V	9.6	11.5	50	Senoidal pura
Phoenix 24/10200	24 V	10.2	12.2	50	Senoidal pura
Phoenix 24/10800	24 V	10.8	13.0	50	Senoidal pura
Phoenix 24/11400	24 V	11.4	13.7	50	Senoidal pura
Phoenix 24/12000	24 V	12.0	14.4	50	Senoidal pura

Inversores Phoenix

Sinus Max – Tecnología avanzada

Desarrollados para un uso profesional, los inversores Phoenix son perfectamente adecuados para multitud de aplicaciones distintas. Estos inversores de onda senoidal pura y de alto rendimiento han sido diseñados para ofrecer la máxima eficacia. La tecnología híbrida/de alta frecuencia proporciona unas características excepcionales con unas dimensiones y un peso reducidos, y garantiza una compatibilidad total con todos los aparatos conectados.

Gran potencia instantánea

La tecnología SinusMax permite alcanzar una potencia instantánea muy elevada, imposible de conseguir con los sistemas convencionales de alta frecuencia. Así pues, los inversores Phoenix resultan muy adecuados para la alimentación de aparatos que requieren una elevada potencia de arranque, como neveras, congeladores, aires acondicionados y similares. Un modelo 24/800, por ejemplo, es adecuado para alimentar una nevera.

Potencia multiplicada gracias al funcionamiento en paralelo y en trifásico

Hasta un total de 6 inversores Phoenix pueden funcionar en paralelo y sumar así su potencia (determinados modelos, ver especificaciones). Por ejemplo, seis Phoenix 24/3000 proporcionan juntos una potencia nominal de 15 kW / 18 kVA. Además, se pueden realizar configuraciones para sistemas trifásicos utilizando uno o más aparatos para cada una de las fases.

Para cambiar la salida a otra fuente de alimentación: el conmutador automático

Si se necesita un conmutador de transferencia automática en los modelos de 1.200 VA o superiores, recomendamos utilizar un aparato equivalente de la gama Multi. El conmutador está integrado en estos aparatos y su función como cargador se puede desactivar. Para los modelos de potencia inferior recomendamos nuestro conmutador automático externo Filax. El cambio del Multi y del Filax se realiza tan rápidamente que no provoca ninguna alteración en ordenadores ni otros aparatos sensibles conectados.

Puerto de comunicación

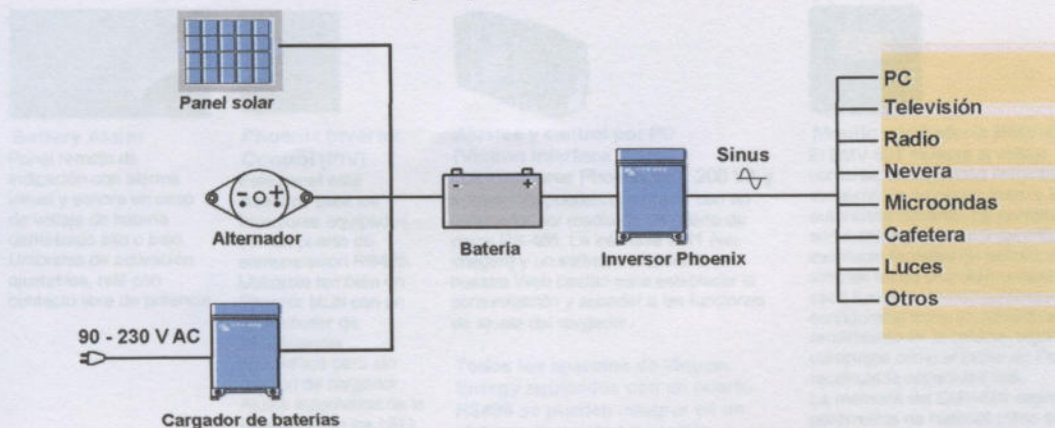
Todos los modelos de 1.200 VA y superiores están equipados con un puerto de comunicación RS485. Con la interfase MK1b y nuestro software gratuito **VEConfigure**, este puerto permite personalizar todos los ajustes del cargador Phoenix (voltaje y frecuencia de salida, umbrales de voltaje de entrada...) e integrarlo en redes informatizadas de control y gestión. **VEConfigure** permite además programar un relé interno para avisar de alarmas o arrancar un grupo electrógeno.

Nuevas posibilidades de enormes aplicaciones

Las aplicaciones posibles con nuestros inversores paralelos o trifásicos son realmente sorprendentes. Para saberlo todo sobre las baterías, las configuraciones posibles y ejemplos de sistemas completos, pida nuestro libro gratuito "**Energía Sin Límites**", también disponible en www.victronenergy.com.

Accesorios

Ejemplo de aplicación



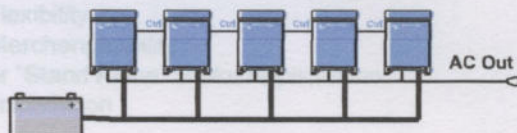
Especificaciones (atención: modelos en cursiva disponibles en 2005)

Inversor Phoenix	12 V 24 V 48 V	12/220 24/220 48/220	12/300 24/350 -	12/600 24/800 48/800	C-12/1200 C-24/1200 C-48/1200	C-12/1600 C-24/1600 C-48/1600	12/2500 (5) 24/3000 (5) 48/3000 (5)
Tensión de alimentación (V CC)		10,5 - 15,5 21,0 - 31,0 42,0 - 62,0	10,5 - 15,5 21,0 - 31,0 -	10,5 - 15,5 21,0 - 31,0 41,0 - 60,0	9,5 - 16,0 19,5 - 32,2 38,0 - 66,0	9,5 - 16,0 19,5 - 33,0 38,0 - 66,0	9,5 - 16,0 19,5 - 33,0 38,0 - 66,0
Potencia permanente a 25°C (VA)	(6)	220 220 220	300 350 -	600 800 800	1200 1200 1200	1600 1600 1600	2500 3000 3000
Potencia permanente a 25°C / 40°C (W)		175 / 150 175 / 150 175 / 150	225 / 215 300 / 275 -	500 / 450 650 / 600 600 / 540	1000 / 900 1000 / 900 1000 / 900	1300 / 1200 1300 / 1200 1300 / 1200	2000 / 1600 2500 / 2000 2500 / 2000
Potencia máx. instantánea (W)		400 400 400	500 600 -	900 1500 1250	2200 2200 2200	2300 2300 2300	4500 6000 6000
Rendimiento máx. 12 / 24 / 48 V (%)		90 / 90 / 92	90 / 91	92 / 94 / 94	93 / 94 / 95	93 / 94 / 95	93 / 94 / 95
Consumo sin carga 12 / 24 / 48 V (W)		2,5 / 3,0 / 4,0	3,0 / 3,5	4,0 / 4,6 / 8,0	8 / 11 / 13	8 / 11 / 13	15 / 15 / 16
Consumo con AES (W)	(9)	0,5 / 0,8 / 1,2	0,7 / 0,8	0,4 / 0,7 / 0,5	5 / 8 / 10	5 / 8 / 10	10 / 10 / 12
Relé multifunción o piloto	(7, 8)	-	-	-	piloto	piloto	relé
Protecciones	(4)	a,b,d,h	a,b,d,h	a,b,d,h	a,b,c,d,f,g,h	a,b,c,d,f,g,h	a - h
Características comunes	(2,3)	Salida 230 V ± 2% / 50 Hz ± 0,2% Temp. de funcionamiento -20-50°C (ventilación regulada) / Humedad máx. (sin condensación) 95%					
CAJA							
Material y color	Aluminio pintado epoxi (azul Ral 5012)						
Conexión a baterías		Cables 1,5m	Cables 1,5m	Cables 1,5m	Cables 1,5m	Cables 1,5m	Pernos M8
Conexión a salida 230 V CA		IEC-320	IEC-320	IEC-320	G-ST18i	G-ST18i	Bornes 2,5mm ²
Grado de protección		IP 20	IP 20	IP 20	IP 21	IP 21	IP 21
Peso (kg)		2,1	3,3	6,5	10	10	18
Dimensiones (alxanxp, en mm)		98x130x178	98x130x208	107x187x227	375x214x110	375x214x110	362x258x218
OPCIONES							
Panel de control (puerto RS 485)		-	-	-	√ (PIV)	√ (PIV)	√ (PIV)
Encendido/apagado remoto (bucle)		-	-	-	√	√	√
Conmutador automático		Filax	Filax	Filax	Phoenix Multi	Phoenix Multi	Phoenix Multi
CONFORMIDAD A LAS NORMAS							
Seguridad		EN 60950	EN 60950	EN 60950	EN 60335-1	EN 60335-1	EN 60335-1
Emisión / Inmunidad		EN 50081-1, EN55014 / EN 55014-2					
Directriz de automoción		-	-	-	95/54/EC	95/54/EC	95/54/EC

- 2) 115 V CA bajo pedido
- 3) 60 Hz bajo pedido
- 4) Protecciones
 - a. Cortocircuito en salida
 - b. Sobrecarga
 - c. Tensión de alimentación CC demasiado alta
 - d. Tensión de alimentación CC demasiado baja
 - e. Detección de inversión de polaridad
 - f. 230 V CA en salida de inversor
 - g. Ondulación demasiado grande en entrada
 - h. Temperatura
- 5) Utilizable en paralelo y trifásico

- 6) Carga no lineal, factor pico 3:1
- 7) Relé multifunción utilizable para fallo general, voltaje bajo de batería o señal de arranque del generador
- 8) Piloto relé: colector abierto 66V 40mA
- 9) AES (Automatic Economy Switch): modo de espera automático

Cinco inversores en paralelo: 15 kVA



Accesorios



Battery Alarm
Panel remoto de indicación con alarma visual y sonora en caso de voltaje de batería demasiado alto o bajo. Umbrales de activación ajustables, relé con contacto libre de potencia.



Phoenix Inverter Control (PIV)
Este panel está diseñado para los inversores equipados con un puerto de comunicación RS485. Utilizable también en Phoenix Multi con un conmutador de transferencia automática pero sin función de cargador. Ajuste automático de la intensidad de los LED en función de la luz ambiental.



Ajustes y control por PC (Victron Interface MK1b)
Los inversores Phoenix de 1.200 VA y superiores pueden comunicar con un ordenador por medio de un puerto de datos RS-485. La interfase MK1 (ver imagen) y un software disponible en nuestra Web bastan para establecer la comunicación y acceder a las funciones de ajuste del cargador.

Todos los aparatos de Victron Energy equipados con un puerto RS485 se pueden integrar en un sistema de control y gestión informatizado



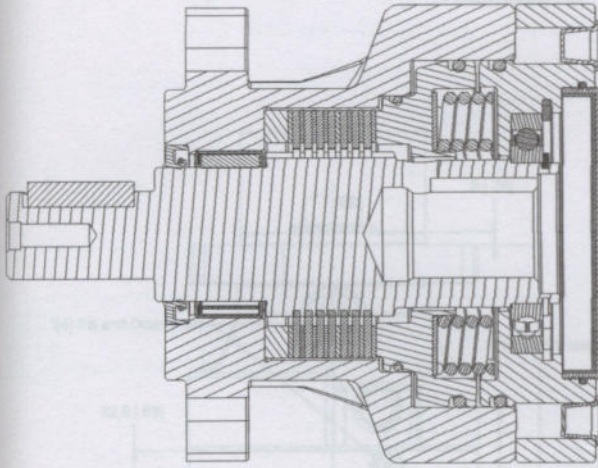
Monitor de batería BMV-501
El BMV-501 muestra el voltaje, la corriente, la capacidad restante, el consumo en amperios-hora, y la autonomía restante. La pantalla LCD con iluminación trasera garantiza una excelente facilidad de lectura; unas simples teclas permiten seleccionar cada función. Un microprocesador configurable toma en consideración el rendimiento de la batería, algoritmos complejos como el factor de Peukert, y recalcula la capacidad real. La memoria del BMV-501 registra ocho parámetros de historial como el nº de ciclos, sus características, y las posibles alarmas.

Bornay Aerogeneradores, S.L. / Paraje Ameradors, s/n / 03420 Castalla (Alicante)
Tel: 965 560 025 - 966 543 077 / Fax: 965 560 752 / www.bornay.com / bornay@bornay.com

SB

OVERVIEW

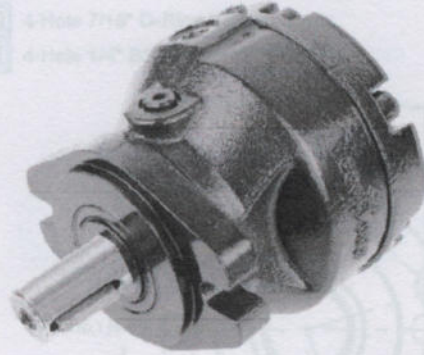
The SB Series is a multiple-wet-disc-brake that provides superior performance in an extremely compact package. Unlike conventional brakes offered today, the SB brake is performance-matched to fit the full range of small-frame SAE A mount motors available today. With an overall diameter of less than 137mm [5.4 in.] the SB has a holding capacity in excess of 620 Nm [5,500 lb-in] and is easily mated to a variety of global industry standard motor mounting and shaft options. In addition, the SB Series can be used as a stand-alone brake solution without an input drive motor. This option further opens design flexibility to meet a wider variety of application needs.



whitedriveproducts



SB30 SERIES HOUSINGS



FEATURES

- All wear components are fully immersed in fluid (wet multi-disc design)
- Performance-matched to fit small-frame motors with SAE A mount
- Release pressure independent of motor pressure
- Brake directly coupled to the output shaft
- Wide-variety of input and output shaft options
- Environmentally sealed / factory prefilled with oil

BENEFITS

- Proven, Quiet, Trouble-Free Operation
- Compact, Cost-Effective Package
- Simplifies System Circuits - Eliminates Need for Pressure-Reducing Valve
- Series Operating Capability
- Reliable Performance - Fewer Critical Components
- Design Flexibility
- Global Interchangeability
- Suited for "Stand Alone" Brake Applications
- Ease of Installation

SPECIFICATIONS

Code	225	315	415	520	620
Holding Torque	225 Nm [2,000 lb-in]	315 Nm [2,800 lb-in]	415 Nm [3,700 lb-in]	520 Nm [4,600 lb-in]	620 Nm [5,500 lb-in]
Max. Release Pressure	250 bar [3,625 psi]				
Full Release Pressure	20 bar [290 psi]	20 bar [290 psi]	20 bar [290 psi]	31 bar [450 psi]	31 bar [450 psi]
Release Volume	8.3 cc [.51 cu. in]				
Unit Weight	8 kg [17.6 lb]				



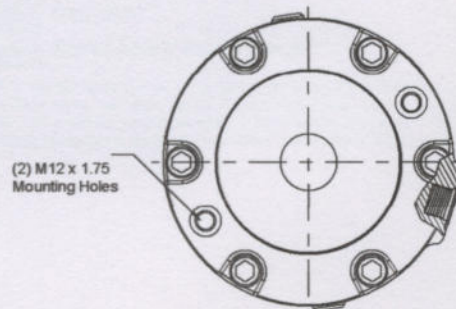
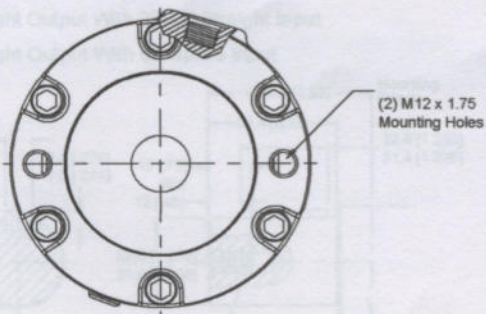
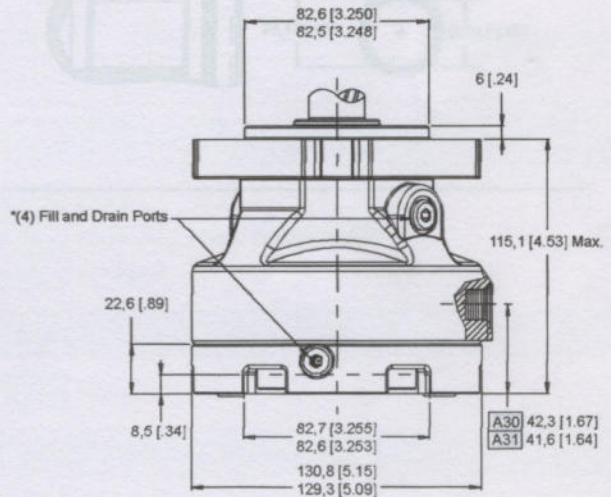
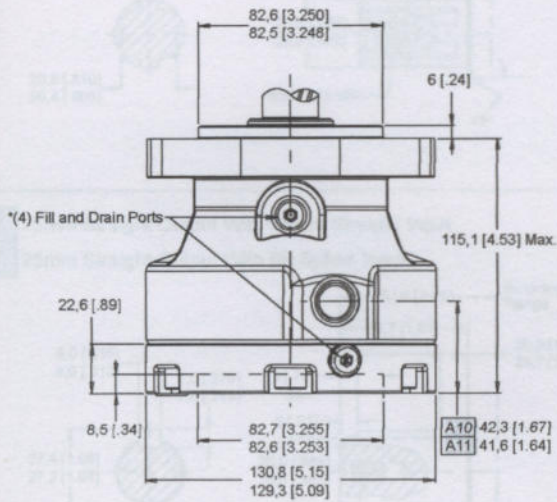
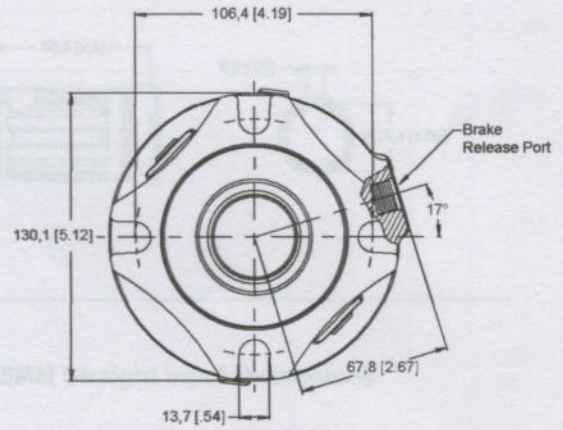
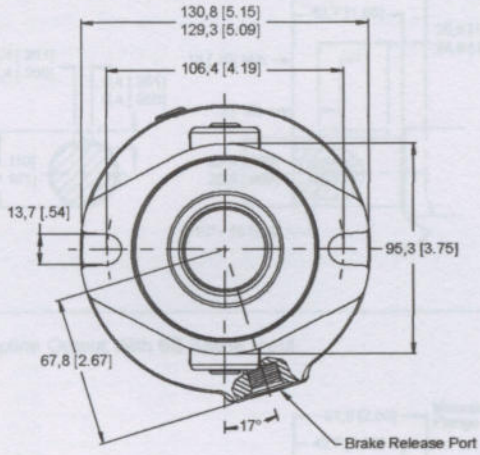
930 SERIES HOUSINGS

A10 2-Hole 7/16" O-Ring Release Ports

A11 2-Hole 1/4" BSP.P Release Ports

A30 4-Hole 7/16" O-Ring Release Ports

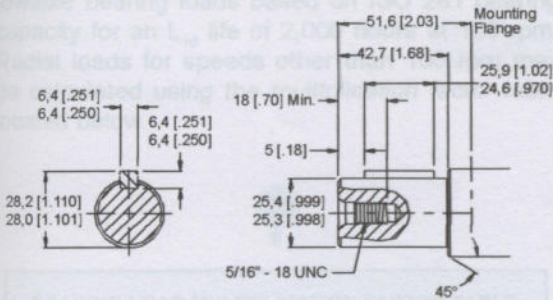
A31 4-Hole 1/4" BSP.P Release Ports



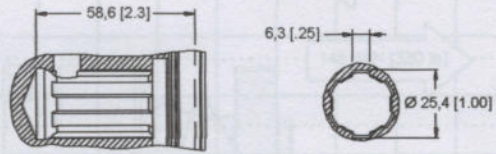
NOTE: Cast Dimensions are ± 0,8 mm [0.030 in.] *Fill and drain ports for filling and draining the brake only. No system connections are to be made to the fill and drain ports. These ports are not suitable for use in a cooling loop.



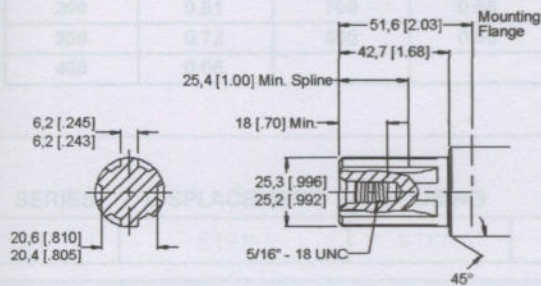
ZW 1" Straight Output With 6B Spline Input



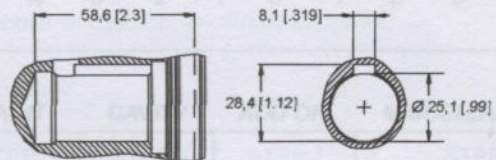
6-B Spline Input Dimensions



ZZ 6B Spline Output With 6B Spline Input

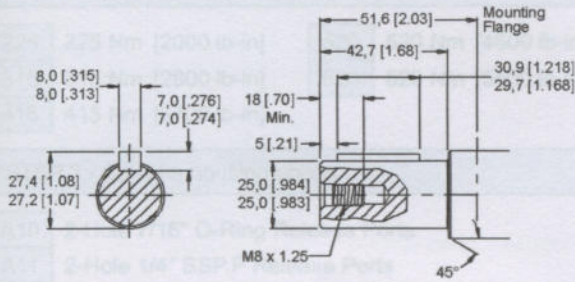


25MM Straight Input Dimensions



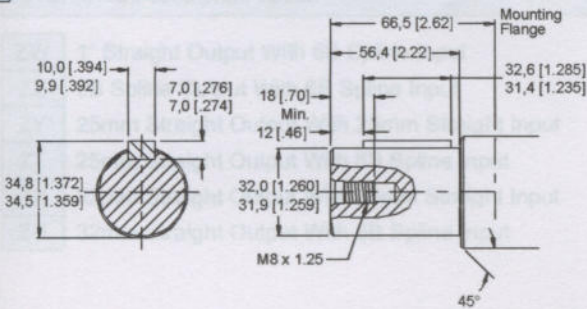
ZY 25mm Straight Output With 25mm Straight Input

ZT 25mm Straight Output With 6B Spline Input



ZX 32mm Straight Output With 25mm Straight Input

ZU 32mm Straight Output With 6B Spline Input



930 SERIES MODEL CODE BUILDER

125 100 75 50 25 0 25 50 75 100 mm

3.500
3.000
2.500
2.000
1.500
1.000
0.500

5.000
4.500
4.000
3.500
3.000
2.500
2.000
1.500
1.000
0.500

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

STEP 1 - Select a shaft size

A Black
B Black (unpainted flange face)
X No Paint

STEP 2 - Select a shaft end position

A None

STEP 3 - Select an axle configuration

A Standard

STEP 4 - Select a misalignment device

AA Standard
JA Stand Alone Brake Cover

NOTE: The SB shaft can be configured as a "Black Alone" shaft for applications without an axle drive motor. See page 175 for SB installation information. The standard gear sets for an SB shaft will not mesh with the 2" output shaft. The standard gear sets for an SB shaft will mesh with an input shaft made in the 2" output shaft size.

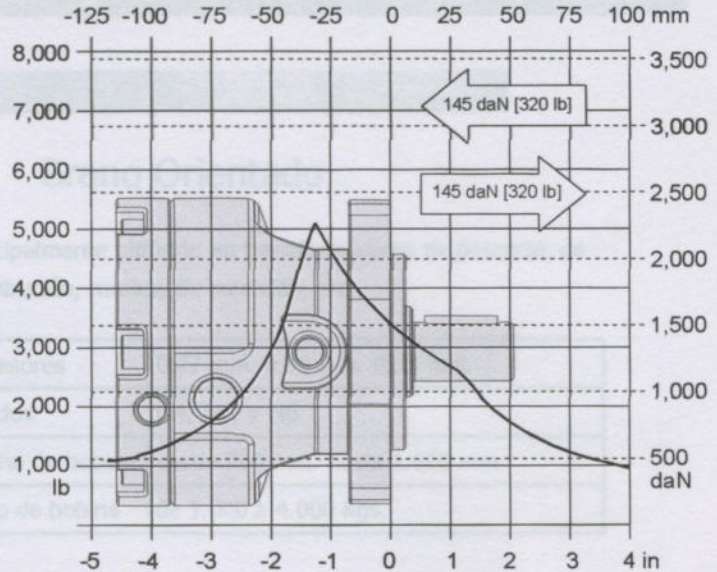


930 SERIES MODEL CODE BUILDER

Bearing Curve: The bearing curve represents allowable bearing loads based on ISO 281 bearing capacity for an L_{10} life of 2,000 hours at 100 rpm. Radial loads for speeds other than 100 rpm may be calculated using the multiplication factor table located below.



BEARING LOAD MULTIPLICATION FACTOR TABLE			
RPM	FACTOR	RPM	FACTOR
50	1.23	500	0.62
100	1.00	600	0.58
200	0.81	700	0.56
300	0.72	800	0.50
400	0.66		



SERIES	DISPLACEMENT	HOUSING	SHAFT	PAINT	CAVITY	ADD ON	MISCELLANEOUS
STEP 1	STEP 2	STEP 3	STEP 4	STEP 5	STEP 6	STEP 7	STEP 8

STEP 1 - Select a series

930 SB Series Brake

STEP 2 - Select a holding torque

225	225 Nm [2000 lb-in]	520	520 Nm [4600 lb-in]
315	315 Nm [2800 lb-in]	620	620 Nm [5500 lb-in]
415	415 Nm [3700 lb-in]		

STEP 3 - Select a housing option

A10	2-Hole 7/16" O-Ring Release Ports
A11	2-Hole 1/4" BSP.P Release Ports
A30	4-Hole 7/16" O-Ring Release Ports
A31	4-Hole 1/4" BSP.P Release Ports

STEP 4 - Select a shaft option

ZW	1" Straight Output With 6B Spline Input
ZZ	6B Spline Output With 6B Spline Input
ZY	25mm Straight Output With 25mm Straight Input
ZT	25mm Straight Output With 6B Spline Input
ZX	32mm Straight Output With 25mm Straight Input
ZU	32mm Straight Output With 6B Spline Input

STEP 5 - Select a paint option

A	Black
B	Black (unpainted flange face)
Z	No Paint

STEP 6 - Select a valve cavity option

A	None
---	------

STEP 7 - Select an add on option

A	Standard
---	----------

STEP 8 - Select a miscellaneous option

AA	Standard *
JA	Stand Alone Brake Cover **

NOTE: The SB brake can be configured as a "Stand-Along" brake for applications without an input drive motor. See page 180 for SB installation information. * The standard paint code for an SB brake with an input drive motor is the Z option (no paint). ** The standard paint code for an SB brake that is used without an input drive motor is the A option (black paint).



Aceros
al Silicio

- ACEROS AL SILICIO
- GRANO ORIENTADO
- GRANO NO ORIENTADO
- TABLAS

Grano Orientado

Principalmente utilizado en transformadores de potencia, de distribución, rurales, de medición, etc.



Espesores	0,27 mm. 0,30 mm. 0,35 mm.
Grados	M4, M5, y M6
Ancho de bobina	desde 700 mm. hasta 1.020 mm.
Peso de bobina	de 1.000 a 4.000 Kgs.

El material se puede suministrar en diversas formas:

- Bobinas enteras
- Flejes
- Núcleos cortados a 45 grados



Uspallata 2761 - Buenos Aires - Argentina Tel: 54-11-43080507 - Fax: 54-11-49418727

Uspallata 2761 - Buenos Aires - Argentina Tel: 54-11-43080507 - Fax: 54-11-49418727



Aceros
al Silicio

- ACEROS AL SILICIO
- GRANO ORIENTADO
- GRANO NO ORIENTADO
- TABLAS

Grano no Orientado

GRANO ORIENTADO



Principalmente utilizado en pequeños transformadores, fuentes, balastos, motores eléctricos, etc.

Espesor (mm)	Pérdidas eléctricas (W/Kg.)
0,27	0,09
0,30	0,97
0,35	1,11

Espesores	0,35 mm 0,46 mm 0,50 mm 0,60 mm y 0,65 mm.
Pérdidas eléctricas	de 1,1 W/Kg. hasta 3,5 W/Kg. (medidas a 1T 50 Hz.)
Anchos	desde 400 mm hasta 1200 mm.
Pesos	desde 500 Kgs. hasta 5.000 Kgs.

El material se puede suministrar en diversas formas:

- Bobinas enteras
- Hojas
- Flejes

GRANO NO ORIENTADO - Especificaciones



Espesor (mm)	Pérdida Magnética Máxima (W/Kg)				Inducción Magnética Mínima (T)		
	1,0 T		1,5 T		B		
	50 Hz	60 Hz	50 Hz	60 Hz	2500	5000	10000
0,35	1,15	1,45	2,90	3,65	1,40	1,60	1,71
0,46	1,00	1,28	2,53	3,20	1,40	1,60	1,71
0,50	1,17	1,48	2,75	3,49	1,40	1,60	1,71
0,50	1,37	1,76	3,14	3,98	1,40	1,60	1,71
0,35	1,26	1,60	2,93	3,71	1,50	1,60	1,71
0,50	1,45	1,84	3,33	4,22	1,50	1,60	1,71
0,35	1,39	1,75	3,11	3,95	1,50	1,60	1,71
0,50	1,57	2,00	3,42	4,33	1,50	1,60	1,71
0,65	1,80	2,30	3,95	5,00	1,50	1,60	1,71
0,35	1,48	1,85	3,30	4,20	1,51	1,61	1,72
0,50	1,70	2,15	3,68	4,56	1,51	1,61	1,72
0,65	1,95	2,50	4,25	5,40	1,51	1,61	1,72

Uspallata 2761 - Buenos Aires - Argentina Tel: 54-11-43080507 - Fax: 54-11-49418727



Aceros
al Silicio

- ACEROS AL SILICIO
- GRANO ORIENTADO
- GRANO NO ORIENTADO
- TABLAS

Tablas

GRANO ORIENTADO - Especificaciones

Espesores (mm)	Pérdida Magnética Máxima (W/kg)				Inducción Magnética Mínima (T)		
	1,5 T		1,7 T		B 800	B 2500	B 10000
	50 Hz	60 Hz	50 Hz	60 Hz			
0,27	0,89	1,17	1,27	1,68	1,75	1,87	1,97
0,30	0,97	1,28	1,39	1,83			
0,35	1,11	1,46	1,57	2,07			

GRANO NO ORIENTADO - Especificaciones

Espesor (mm)	Pérdida Magnética Máxima (W/kg)				Inducción Magnética Mínima (T)		
	1,0 T		1,5 T		B 2500	B 5000	B 10000
	50 Hz	60 Hz	50 Hz	60 Hz			
0,50	1,15	1,45	2,90	3,65	1,49	1,60	1,71
0,35	1,00	1,28	2,53	3,20			
0,50	1,25	1,58	3,05	3,85	1,49	1,60	1,71
0,35	1,17	1,48	2,75	3,49			
0,50	1,37	1,74	3,14	3,98	1,50	1,60	1,71
0,35	1,26	1,60	2,93	3,71			
0,50	1,45	1,84	3,33	4,22	1,50	1,60	1,71
0,35	1,39	1,76	3,11	3,95			
0,50	1,57	2,00	3,42	4,33	1,50	1,60	1,71
0,65	1,80	2,30	3,95	5,00			
0,35	1,48	1,88	3,32	4,20	1,51	1,61	1,72
0,50	1,70	2,15	3,68	4,66			
0,65	1,95	2,50	4,25	5,40			

0,50	1,85	2,34	4,10	5,19	1,51	1,61	1,72
0,65	2,20	2,75	4,70	6,00			
0,50	2,30	2,91	5,40	6,84	1,54	1,64	1,75
0,65	2,80	3,55	6,10	7,70			
0,50	3,60	4,56	8,30	10,51	1,58	1,68	1,78
0,65	4,30	5,45	10,15	12,85			

ACERO INOXIDABLE

Estructura	Composición Química (%)									
	AISI	C	Si MAX	Mn. MAX	P MAX	S MAX.	Cr	Ni	Mo	Ti min.
Austenítica	301	0,07/0,10	0,80	≤ 2,0	0,04	0,03	17,0/18,0	7,0/8,0	-	-
	304	≤ 0,08	1,0	≤ 2,0	0,04	0,03	18,0/20,0	8,0/9,0	-	-
	304L	≤ 0,03	0,75	≤ 2,0	0,04	0,02	18,0/19,0	9,5/11,0	-	-
	316	≤ 0,07	0,75	1,0/2,0	0,04	0,02	16,5/17,5	10,5/12,0	2,0/2,5	-
	316L	≤ 0,03	0,75	1,0/2,0	0,04	0,02	16,5/17,5	11/13	2,0/2,5	-
	321	≤ 0,07	0,8	1,0/2,0	0,04	0,02	17,0/19,0	9,0/11,0	-	5 x % C
Ferrítica	409	≤ 0,06	0,75	≤ 0,8	0,04	0,02	10,5/11,7	-	-	6 x % C
	430	≤ 0,10	1,0	≤ 0,8	0,04	0,02	16/17	-	-	-
	410	0,15	1,0	1,0	0,04	1,0	11,5/13,5	-	-	-
Martensítica	420	0,25/0,40	1,0	≤ 1,00	0,04	0,03	13,0/14,0	-	-	-

Estructura	Propiedades Mecánicas Representativas				
	AISI	Resistencia a la tracción Kg/mm ²	Límite elástico Kg/mm ²	Alargamiento %	Dureza HR _B
Austenítica Austenitic	301	53 min.	21 min.	40 min.	90 MAX.
	304	53 min.	21 min.	40 min.	90 MAX.
	304 L	49 min.	18 min.	40 min.	90 MAX.
	316	53 min.	21 min.	40 min.	90 MAX.
	316 L	49 min.	18 min.	40 min.	90 MAX.
	321	53 min.	21 min.	40 min.	90 MAX.
Ferrítica Ferritic	409	45 min.	21 min.	22 min.	88 MAX.
	430	46 min.	21 min.	22 min.	88 MAX.
	410	46 min.	21 min.	20 min.	95 MAX.

Martensítica Martensitic	420	55 min.	23 min.	18 min.	93 MAX.
-----------------------------	-----	---------	---------	---------	---------

DESCRIPCION	TERMINACIONES
Laminado en caliente, recocido, decapado.	1
Laminado en frío, recocido, decapado.	2D
Laminado en frío, recocido, decapado, leve laminado con rodillos brillantes.	2B
Laminado en frío, recocido brillante, sin contacto en atmósfera protegida, leve laminado con rodillos brillantes..	BA
Esmerilado (# 150, # 180)	N.3
Esmerilado (# 180, # 220)	N.4
Pulido espejo (# 3000)	N.8

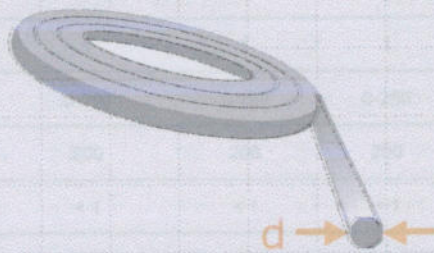


Uspallata 2761 - Buenos Aires - Argentina Tel: 54-11-43080507 - Fax: 54-11-49418727



PAGANI

Evolución Permanente



Alambre

CÓDIGO	DIÁMETRO (D) [mm]	TEMPLE	GRAMOS POR METRO
CRE1000050	0,50	REC	1,77
CRE1000080	0,80	REC	4,52
CRE1000100	1,00	REC	7,07
CRE1000125	1,25	REC	11,04
CRE1000150	1,50	REC	15,90
CRE1000200	2,00	REC	28,27
CRE1000300	3,00	REC	63,62
CSD1000400	4,00	1/2 D	113,10
CRE1000500	5,00	REC	176,72
CRE1000600	6,00	REC	254,47

COBRE
www.pagani-sa.com.ar

www.pagani-sa.com.ar

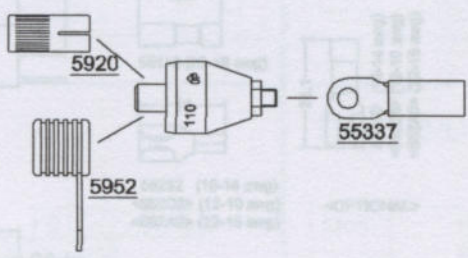
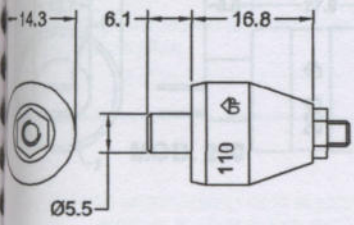
metales@pagani-sa.com.ar

Av. Directorio 5256, Buenos Aires, Argentina :: Tel: (5411) 4682-5888 (rotativas)

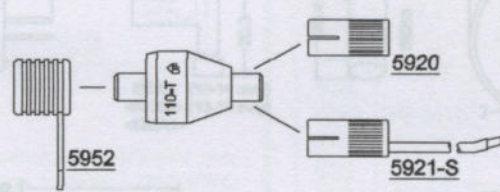
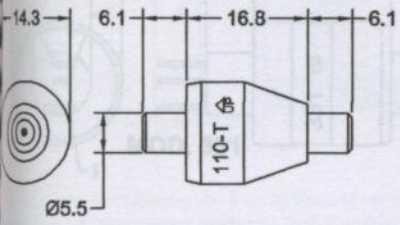
MODELLO • MODEL		110/-T	110-L/-TL	205	205-L	205-H	305	305-L
CANALI CONDUCTOR	N.	1	1	2	2	2	3	3
PORTATA CURRENT CAPACITY	@240 VAC	10	10	4	4	4	4	4
POTENZA POWER RATING	KW	2,4	2,4	1	1	1	1	1
TENSIONE VOLTAGE RANGE	V (AC/DC)	-	-	0-250	0-250	0-250	0-250	0-250
MASSIMA FREQUENZA MAX FREQ.	MHz	200	200	200	200	200	200	200
RESISTENZA SERIE CONTACT RESIST.	m Ω	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
MAX VELOCITÀ rotazione MAX SPEED	G/1' RPM	3600	1200	2000	1200	3600	1800	1000
MAX / MIN TEMP. (sul corpo) MAX / MIN OPERATING TEMP. (body)	°C	60 / -29	60 / -29	60 / 7	60 / -29	60 / 7	60 / 7	60 / -29
TIPICA COPPIA ROTAZIONE ROTATION TORQUE	gr-cm	35	10	75	20	35	100	100
RESISTENZA ISOLAMENTO CIRCUIT SEPARATION RESIST.	MΩ	-	-	> 25	> 25	> 25	> 25	> 25

serie • series COAXIAL

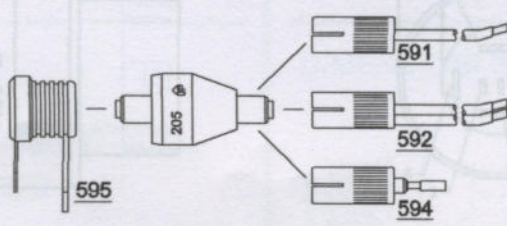
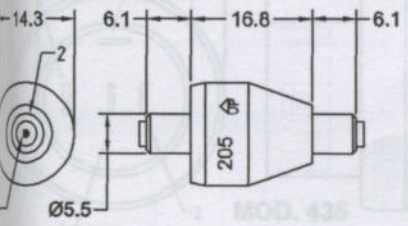
MOD. 110 /110-L



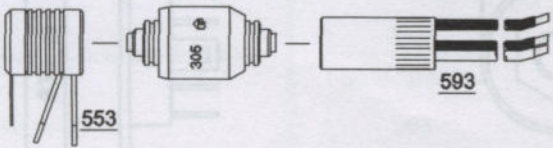
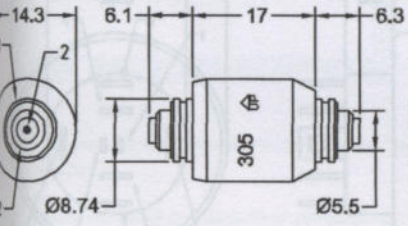
MOD. 110-T/110-TL



MOD. 205/205-L/205-H



MOD. 305/305-L

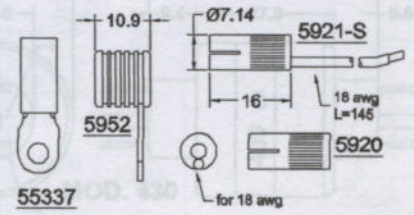


Connessioni Disponibili
Available disconnects

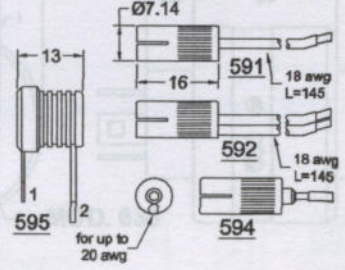
Accessori per la serie coassiale Accessories for the coaxial series

Per la serie coassiale gli accessori vanno ordinati separatamente
Coaxial series accessories could be ordered separately

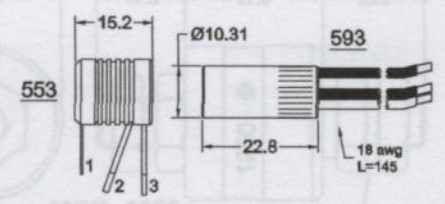
Unipolare - Single conductor accessories



Bipolare - Two conductors accessories

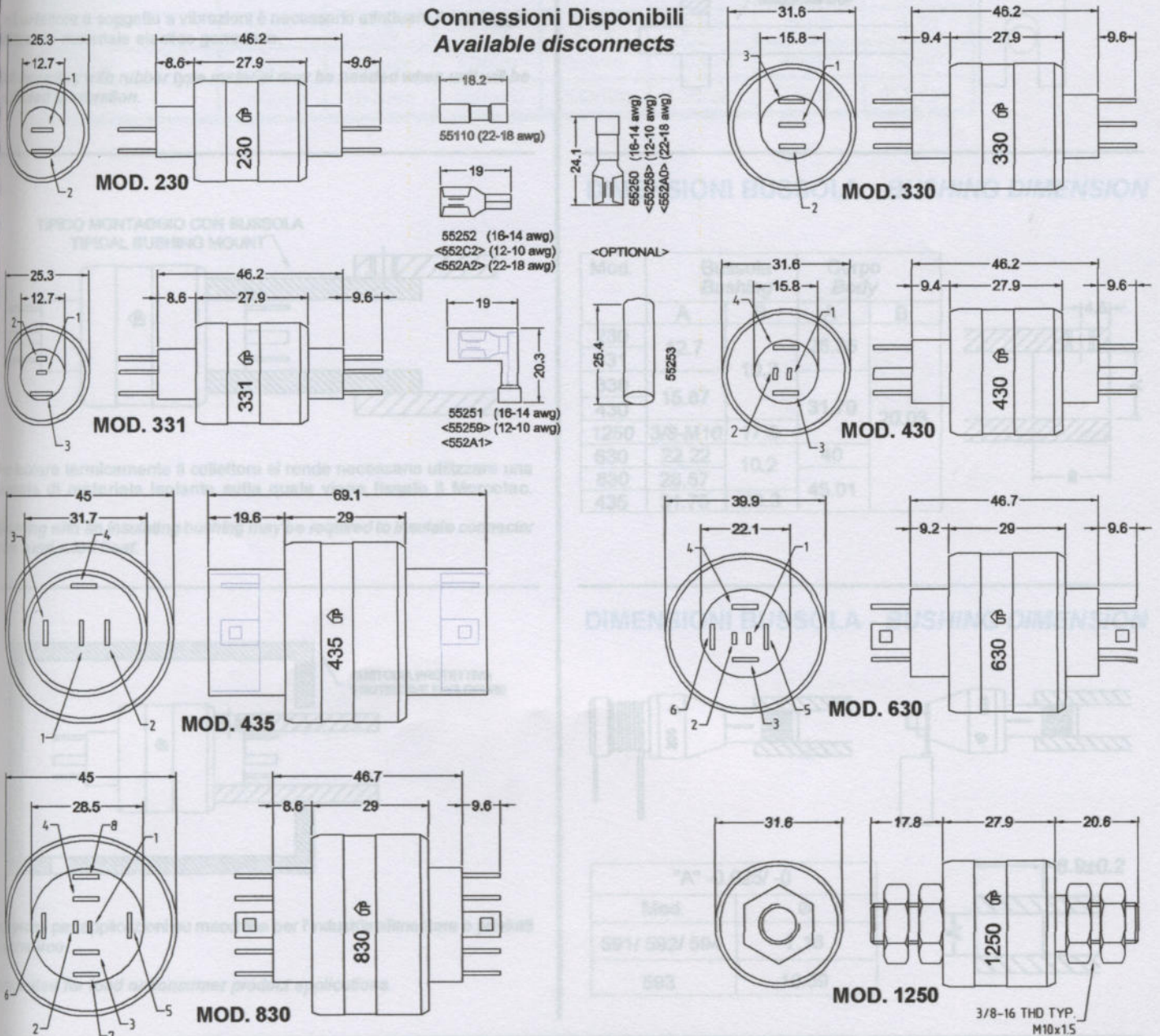


Tripolare - Three conductors accessories



MODELLO • MODEL		230	330	331	430	435	630	830	1250
CANALI CONDUCTOR	N.	2	3	3	4	4	6	8	1
PORTATA CURRENT CAPACITY	@240 VAC A	30	30	aus - pot 2x4 - 1x30	aus - pot 2x4 - 2x30	30	aus - pot 2x4 - 4x30	aus - pot 2x4 - 6x30	250
POTENZA POWER RATING	KW	7,2	7,2	aus - pot 1 - 7,2	aus - pot 1 - 7,2	7,2	aus - pot 1 - 7,2	aus - pot 1 - 7,2	60
TENSIONE VOLTAGE RANGE	V (AC/DC)	0-250	0-250	0-250	0-250	0-500	0-250	0-250	-
MASSIMA FREQUENZA MAX FREQ.	MHz	200	100	100	100	100	100	100	200
RESISTENZA SERIE CONTACT RESIST.	m Ω	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
MAX VELOCITÀ rotazione MAX SPEED	G/1' RPM	1800	1200	1800	1200	300	300	200	1200
MAX / MIN TEMP. (sul corpo) MAX / MIN OPERATING TEMP. (body)	°C	60 / -29	60 / -29	60 / -29	60 / -29	60 / -29	60 / -29	60 / -29	60 / -29
TIPICA COPPIA ROTAZIONE ROTATION TORQUE	gr-cm	200	300	200	400	850	700	1000	250
RESISTENZA ISOLAMENTO CIRCUIT SEPARATION RESIST.	MΩ	> 25	> 25	> 25	> 25	> 50	> 25	> 25	-

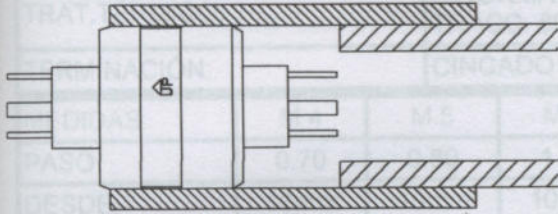
Connessioni Disponibili Available disconnects



SUGGERIMENTI PER IL MONTAGGIO SUGGESTED MOUNTING METHODS

Il collettore Mercotac è in grado di operare in qualsiasi posizione (l'unica posizione non consentita è con la freccia "UP" rivolta verso il basso). Il montaggio del collettore può essere effettuato fissando il corpo oppure il colletto inferiore utilizzando un set di viti appropriate.

Reversible units will operate in any position; ("UP" arrow not pointing below horizontal).
Mounting of connector can be by the body or the smaller diameter collar using set screws.

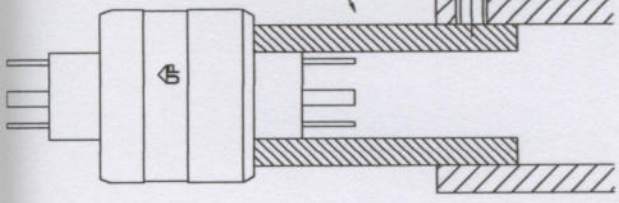


MONTAGGIO SUL DIAMETRO ESTERNO DEL MERCOTAC / MOUNT BY BODY

Se il collettore è soggetto a vibrazioni è necessario effettuare il montaggio utilizzando materiale elastico gommoso.

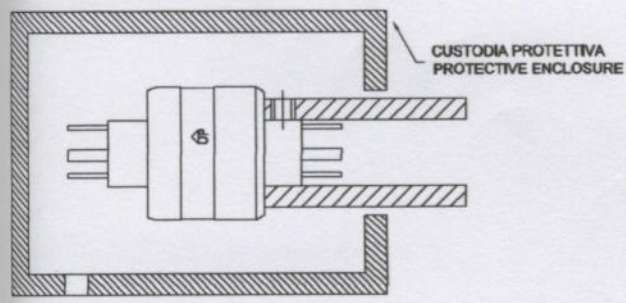
Soft-mounting with rubber type material may be needed when unit will be subjected to vibration.

TIPICO MONTAGGIO CON BUSSOLA
TYPICAL BUSHING MOUNT



Per isolare termicamente il collettore si rende necessario utilizzare una bussola di materiale isolante sulla quale viene fissato il Mercotac.

Mounting with an insulating bushing may be required to insulate connector from conducted heat.

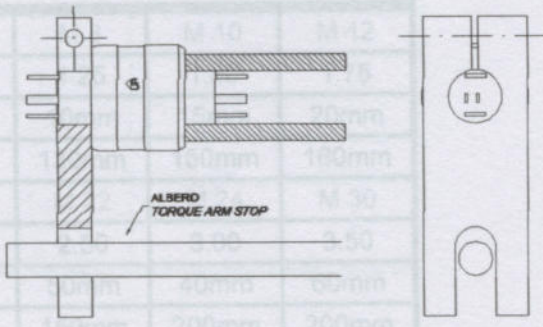


Suggerita per applicazioni su macchine per l'industria alimentare o prodotti di consumo.

Suggested for food or consumer product applications.

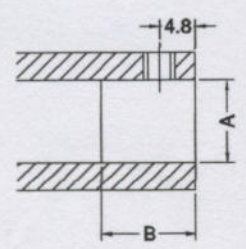
Generalmente i cavi sono sufficienti per contenere la rotazione del collettore. Se ciò non avviene può essere usata una staffetta antirrotazione bloccata al terminale della parte fissa. Non bloccare mai il corpo e il terminale in modo rigido; ciò potrebbe danneggiare il cuscinetto a sfere e quindi causare la rottura del collettore.

Generally the wires are sufficient to restrain the turning of the connector. A floating "torque arm" attached to the stationary end may be used if the wires are not sufficiently stiff. Never rigid mount both ends of the connector. This will "work" the bearing and cause connector failure.

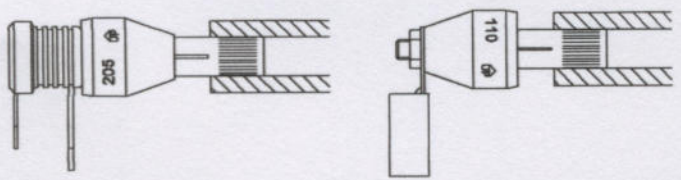


DIMENSIONI BUSSOLA - BUSHING DIMENSION

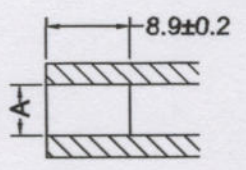
Mod.	Bussola Bushing		Corpo Body	
	A	B	A	B
230	12.7	10.2	25.35	20.03
331	15.87		31.70	
330				
430	17.8	40		
1250	3/8-M10	17.8	45.01	
630	22.22	10.2		
830	28.57			
435	31.75	20.3		




DIMENSIONI BUSSOLA - BUSHING DIMENSION



"A" -0.025/ -0	
Mod.	Ø
591/ 592/ 594	7.16
593	10.39



TOCW							
Bulón cabeza hexagonal grado 8.8 métrico rosca MA							
DIMENSIONES:		S/NORMADIN 931 - 933 ROSCA ISO - DIN					
CONSTRUCCIÓN:		TEMPLADO Y REVENIDO					
TRAT.TÉRMICO:		S/NORMA ISO DIN 898 PARTE 1 GRADO 8.8 RESIST. TRACC. 80 Kg/mm2					
TERMINACIÓN:		CINCADO - PASIVADO DORADO - PAVONADO					
MEDIDAS:	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 10	M 12
PASO	0.70	0.80	1.00	1.00	1.25	1.50	1.75
DESDE:	10mm	10mm	10mm	10mm	10mm	15mm	20mm
HASTA:	40mm	50mm	100mm	100mm	130mm	150mm	160mm
MEDIDAS:	M 14	M 16	M 18	M 20	M 22	M 24	M 30
PASO	2.00	2.00	2.50	2.50	2.50	3.00	3.50
DESDE:	25mm	20mm	40mm	35mm	50mm	40mm	60mm
HASTA:	160mm	180mm	150mm	200mm	150mm	200mm	200mm

TOCR



Tuerca autofrenante con inserto de nylon métrica MA

NORMA: DIN 985 ROSCA MÉTRICA ISO 6H DIN 13

MEDIDAS:	3mm	4mm	5mm	6mm	7mm	8mm
PASO:	0.50	0.70	0.80	1.00	1.00	1.25
MEDIDAS:	10mm	12mm	14mm	16mm	18mm	20mm
PASO:	1.00	1.75	2.00	2.00	2.50	2.50
MEDIDAS:	22mm	24mm	27mm	30mm		
PASO:	2.50	3.00	3.00	3.50		

10	15	8	0	+6	+1	+12	+1	+15	+1	+18	+7	+20	+12
				+17	+1	+20	+1	+23	+1	+26	+7	+28	+12
				+15	+3	+18	+3	+21	+3	+24	+9	+26	+14
15	30	10	0	+11	+2	+15	+2	+17	+8	+21	+8	+24	+15
				+21	+2	+25	+2	+27	+8	+31	+8	+34	+15
				+19	+4	+22	+4	+25	+10	+28	+11	+32	+17
30	60	12	0	+10	+2	+16	+2	+20	+9	+25	+9	+28	+17
				+2	+25	+2	+27	+9	+31	+6	+34	+34	+17
				+4	+22	+5	+25	+10	+28	+11	+32	+32	+20
60	80	15	0	+16	+5	+21	+5	+24	+11	+30	+11	+33	+20
				+30	+5	+36	+5	+39	+11	+46	+11	+48	+20
				+28	+6	+32	+6	+35	+15	+41	+15	+44	+24
80	120	20	0	+18	+5	+25	+5	+28	+13	+35	+13	+38	+23
				+38	+5	+45	+5	+48	+13	+55	+13	+58	+23
				+35	+8	+39	+8	+43	+18	+49	+18	+53	+28
120	180	25	0	+21	+5	+28	+5	+33	+15	+40	+15	+45	+27
				+45	+5	+53	+5	+58	+15	+65	+15	+70	+27
				+40	+9	+46	+9	+52	+21	+58	+21	+64	+33
180	280	30	0	+24	+4	+32	+4	+37	+17	+46	+17	+51	+31
				+54	+4	+63	+4	+67	+17	+76	+17	+81	+31
				+48	+10	+55	+10	+61	+23	+68	+23	+75	+37
280	315	35	0	+27	+4	+36	+4	+43	+20	+52	+20	+57	+34
				+4	+63	+4	+67	+17	+76	+17	+81	+81	+34
				+10	+55	+12	+61	+23	+68	+23	+75	+75	+42
315	400	40	0	+29	+4	+40	+4	+46	+21	+57	+21	+62	+37
				+63	+4	+69	+4	+76	+21	+87	+21	+102	+37
				+57	+12	+69	+12	+78	+29	+86	+29	+94	+45
400	600	45	0	+30	+5	+45	+5	+50	+23	+63	+23	+67	+40
				+77	+5	+80	+5	+84	+23	+108	+23	+112	+40
				+85	+14	+75	+14	+85	+32	+96	+32	+103	+49
600	830	50	0	+28	0	+44	0	+49	+26	+70	+26	+73	+44
				+75	0	+81	0	+109	+28	+120	+28	+122	+44
				+58	+10	+81	+10	+84	+30	+107	+30	+112	+44
830	905	75	0	+33	0	+50	0	+56	+30	+69	+30	+72	+50
				+107	0	+125	0	+137	+30	+156	+30	+157	+50
				+25	+12	+108	+12	+125	+42	+138	+42	+145	+62
905	1000	100	0	+35	0	+55	0	+63	+34	+81	+34	+84	+56
				+136	0	+156	0	+170	+34	+188	+34	+192	+56
				+122	+14	+138	+14	+154	+46	+170	+46	+176	+60

Imprimir

Cerrar

Tabla 1d: Tolerancias del eje y ajustes resultantes

Eje diámetro	Rodamiento Tolerancia diámetro del agujero		Desviaciones del diámetro del eje, ajustes resultantes Tolerancias											
	d	Δ_{dmp}	k5	k6		m5		m6		n5				
Nominal			Desviaciones (diámetro del eje)											
más de	incl.	bajo	alto	Interferencia (+)/juego (-) teóricos										
mm		μm	μm	Interferencia (+)/juego (-) probables										
1	3	-8	0	+4	0	+6	0	+6	+2	+8	+2	+8	+4	
				+12	0	+14	0	+14	+2	+16	+2	+16	+4	
				+11	+1	+12	+2	+13	+3	+14	+4	+15	+5	
3	6	-8	0	+6	+1	+9	+1	+9	+4	+12	+4	+13	+8	
				+14	+1	+17	+1	+17	+4	+20	+4	+21	+8	
				+13	+2	+15	+3	+16	+5	+18	+6	+20	+9	
6	10	-8	0	+7	+1	+10	+1	+12	+6	+15	+6	+16	+10	
				+15	+1	+18	+1	+20	+6	+23	+6	+24	+10	
				+13	+3	+16	+3	+18	+8	+21	+8	+22	+12	
10	18	-8	0	+9	+1	+12	+1	+15	+7	+18	+7	+20	+12	
				+17	+1	+20	+1	+23	+7	+26	+7	+28	+12	
				+15	+3	+18	+3	+21	+9	+24	+9	+26	+14	
18	30	-10	0	+11	+2	+15	+2	+17	+8	+21	+8	+24	+15	
				+21	+2	+25	+2	+27	+8	+31	+8	+34	+15	
				+19	+4	+22	+5	+25	+10	+28	+11	+32	+17	
30	50	-12	0	+13	+2	+18	+2	+20	+9	+25	+9	+28	+17	
				+2	+25	+2	+27	+8	+31	+8	+34	+34	+17	
				+4	+22	+5	+25	+10	+28	+11	+32	+32	+20	
50	80	-15	0	+15	+2	+21	+2	+24	+11	+30	+11	+33	+20	
				+30	+2	+36	+2	+39	+11	+45	+11	+48	+20	
				+26	+6	+32	+6	+35	+15	+41	+15	+44	+24	
80	120	-20	0	+18	+3	+25	+3	+28	+13	+35	+13	+38	+23	
				+38	+3	+45	+3	+48	+13	+55	+13	+58	+23	
				+33	+8	+39	+9	+43	+18	+49	+19	+53	+28	
120	180	-25	0	+21	+3	+28	+3	+33	+15	+40	+15	+45	+27	
				+46	+3	+53	+3	+58	+15	+65	+15	+70	+27	
				+40	+9	+46	+10	+52	+21	+58	+22	+64	+33	
180	250	-30	0	+24	+4	+33	+4	+37	+17	+46	+17	+51	+31	
				+54	+4	+63	+4	+67	+17	+76	+17	+81	+31	
				+48	+10	+55	+12	+61	+23	+68	+25	+75	+37	
250	315	-35	0	+27	+4	+36	+4	+43	+20	+52	+20	+57	+34	
				+4	+63	+4	+67	+17	+76	+17	+81	+81	+34	
				+10	+55	+12	+61	+23	+68	+25	+75	+75	+42	
315	400	-40	0	+29	+4	+40	+4	+46	+21	+57	+21	+62	+37	
				+69	+4	+80	+4	+86	+21	+97	+21	+102	+37	
				+61	+12	+69	+15	+78	+29	+86	+32	+94	+45	
400	500	-45	0	+32	+5	+45	+5	+50	+23	+63	+23	+67	+40	
				+77	+5	+90	+5	+95	+23	+108	+23	+112	+40	
				+68	+14	+78	+17	+86	+32	+96	+35	+103	+49	
500	630	-50	0	+29	0	+44	0	+55	+26	+70	+26	+73	+44	
				+78	0	+94	0	+105	+26	+120	+26	+122	+44	
				+68	+10	+81	+13	+94	+36	+107	+39	+112	+54	
630	800	-75	0	+32	0	+50	0	+62	+30	+80	+30	+82	+50	
				+107	0	+125	0	+137	+30	+155	+30	+157	+50	
				+95	+12	+108	+17	+125	+42	+138	+47	+145	+62	
800	1 000	-100	0	+36	0	+56	0	+70	+34	+90	+34	+92	+56	
				+136	0	+156	0	+170	+34	+190	+34	+192	+56	
				+122	+14	+136	+20	+156	+48	+170	+54	+178	+70	

1 000	1 250	-125	0	+42	0	+66	0	+82	+40	+106	+40	+108	+66
				+167	0	+191	0	+207	+40	+231	+40	+233	+66
				+150	+17	+167	+24	+190	+57	+207	+64	+216	+83

1 250	1 600	-160	0	+50	0	+78	0	+98	+48	+126	+48	+128	+78
				+210	0	+238	0	+258	+48	+286	+48	+288	+78
				+189	+21	+208	+30	+237	+69	+256	+78	+267	+99

1 600	2 000	-200	0	+60	0	+92	0	+118	+58	+150	+58	+152	+92
				+260	0	+292	0	+318	+58	+350	+58	+352	+92
				+235	+25	+257	+35	+293	+83	+315	+93	+327	+117

Interferencia (+) / juego (-) μm Probables

mm		μm		μm									
más de	incl.	alto	bajo	+7	+2	-10	+3	-10	-4	-12	-2	-15	0
6	10	0	-8	+7	+2	-10	+3	-10	-4	-12	-2	-15	0
				+5	-8	+7	-10	+6	-2	+10	-3	+12	-5
10	18	0	-8	+9	+2	-12	+5	-12	-4	-15	-4	-18	0
				+7	-8	+9	-11	+10	-2	+13	-2	+15	-5
18	30	0	-9	+11	+2	-15	+6	-14	-4	-17	-4	-21	0
				+8	-8	+12	-12	+12	-2	+14	-2	+18	-6
30	50	0	-11	+13	+2	-18	+7	-16	-5	-20	-4	-25	0
				+10	-11	+14	-14	+13	-3	+17	-4	+21	-7
50	80	0	-13	+15	+4	-21	+8	-19	-6	-24	-5	-30	0
				+11	-13	+16	-17	+16	-4	+20	-4	+25	-8
80	120	0	-15	+18	+4	-25	+10	-23	-6	-28	-6	-35	0
				+13	-14	+20	-20	+19	-3	+23	-4	+30	-10
120	180	0	-18	+21	+4	-28	+12	-27	-8	-33	-8	-40	0
				+15	-16	+21	-23	+22	-4	+27	-4	+33	-11
180	260	0	-25	+24	+4	-35	+15	-31	-11	-37	-8	-48	0
				+14	-22	+20	-23	+21	-10	+26	-10	+32	-17
260	315	0	-30	+27	+5	-38	+18	-36	-13	-41	-9	-52	0
				+16	-27	+23	-23	+23	-13	+29	-14	+36	-20
315	400	0	-35	+29	+5	-40	+17	-39	-14	-45	-10	-57	0
				+18	-31	+24	-26	+24	-14	+32	-17	+40	-23
400	500	0	-40	+32	+6	-45	+19	-43	-16	-50	-10	-63	0
				+20	-41	+26	-26	+24	-20	+32	-23	+41	-30
500	630	0	-50	+44	0	-50	0	-	-	-70	-20	-95	-25
				+31	-37	+34	-34	-	-	+37	-11	+50	-34
630	800	0	-75	+50	0	-60	0	-	-	-80	-30	-110	-30
				+33	-43	+38	-43	-	-	+43	-25	+55	-40
800	1 000	0	-100	+55	0	-80	0	-	-	-100	-40	-134	-40
				+35	-50	+43	-50	-	-	+50	-35	+67	-50
1 000	1 250	0	-125	+55	0	-100	0	-	-	-100	-40	-134	-40

Tabla 2d: Tolerancias del alojamiento y ajustes resultantes

Alojamiento diámetro del agujero		Rodamiento Tolerancia diámetro exterior		Desviaciones del diámetro del agujero del alojamiento, ajustes resultantes									
D		Δ_{Dmp}		Tolerancias									
Nominal				Desviaciones (diámetro del agujero del alojamiento)									
más de		incl.		Interferencia (+)/juego (-) teóricos									
				Interferencia (+)/juego (-) probables									
mm		µm		µm									
6	10	0	-8	-7	+2	-10	+5	-10	-4	-12	-3	-15	0
				+7	-10	+10	-13	+10	-4	+12	-5	+15	-8
				+5	-8	+7	-10	+8	-2	+10	-3	+12	-5
10	18	0	-8	-9	+2	-12	+6	-12	-4	-15	-4	-18	0
				+9	-10	+12	-14	+12	-4	+15	-4	+18	-8
				+7	-8	+9	-11	+10	-2	+13	-2	+15	-5
18	30	0	-9	-11	+2	-15	+6	-14	-4	-17	-4	-21	0
				+11	-11	+15	-15	+14	-4	+17	-5	+21	-9
				+8	-8	+12	-12	+12	-2	+14	-2	+18	-6
30	50	0	-11	-13	+3	-18	+7	-16	-5	-20	-4	-25	0
				+13	-14	+18	-18	+16	-6	+20	-7	+25	-11
				+10	-11	+14	-14	+13	-3	+17	-4	+21	-7
50	80	0	-13	-15	+4	-21	+9	-19	-6	-24	-5	-30	0
				+15	-17	+21	-22	+19	-7	+24	-8	+30	-13
				+11	-13	+16	-17	+16	-4	+20	-4	+25	-8
80	120	0	-15	-18	+4	-25	+10	-23	-8	-28	-6	-35	0
				+18	-19	+25	-25	+23	-7	+28	-9	+35	-15
				+13	-14	+20	-20	+19	-3	+23	-4	+30	-10
120	150	0	-18	-21	+4	-28	+12	-27	-9	-33	-8	-40	0
				+21	-22	+28	-30	+27	-9	+33	-10	+40	-18
				+15	-16	+21	-23	+22	-4	+27	-4	+33	-11
150	180	0	-25	-21	+4	-28	+12	-27	-9	-33	-8	-40	0
				+21	-29	+28	-37	+27	-16	+33	-17	+40	-25
				+14	-22	+20	-29	+21	-10	+26	-10	+32	-17
180	250	0	-30	-24	+5	-33	+13	-31	-11	-37	-8	-46	0
				+24	-35	+33	-43	+31	-19	+37	-22	+46	-30
				+16	-27	+23	-33	+25	-13	+29	-14	+36	-20
250	315	0	-35	-27	+5	-36	+16	-36	-13	-41	-9	-52	0
				+27	-40	+36	-51	+36	-22	+41	-26	+52	-35
				+18	-31	+24	-39	+28	-14	+32	-17	+40	-23
315	400	0	-40	-29	-7	-40	+17	-39	-14	-46	-10	-57	0
				+29	-47	+40	-57	+39	-26	+46	-30	+57	-40
				+18	-36	+27	-44	+31	-18	+35	-19	+44	-27
400	500	0	-45	-32	+8	-45	+18	-43	-16	-50	-10	-63	0
				+32	-53	+45	-63	+43	-29	+50	-35	+63	-45
				+20	-41	+30	-48	+34	-20	+38	-23	+48	-30
500	630	0	-50	-44	0	-70	0	-	-	-70	-26	-96	-26
				+44	-50	+70	-50	-	-	+70	-24	+96	-24
				+31	-37	+54	-34	-	-	+57	-11	+80	-8
630	800	0	-75	-50	0	-80	0	-	-	-80	-30	-110	-30
				+50	-75	+80	-75	-	-	+80	-45	+110	-45
				+33	-58	+58	-53	-	-	+63	-28	+88	-23
800	1 000	0	-100	-56	0	-90	0	-	-	-90	-34	-124	-34
				+56	-100	+90	-100	-	-	+90	-66	+124	-66
				+36	-80	+63	-73	-	-	+70	-46	+97	-39
1 000	1 250	0	-125	-66	0	-105	0	-	-	-106	-40	-145	-40

				+66	-125	+105	-125	-	-	+106	-85	+145	-85
				+42	-101	+72	-92	-	-	+82	-61	+112	-52
1 250	1 600	0	-160	-78	0	-125	0	-	-	-126	-48	-173	-48
				+78	-160	+125	-160	-	-	+126	-112	+173	-112
				+48	-130	+85	-120	-	-	+96	-82	+133	-72
1 600	2 000	0	-200	-92	0	-150	0	-	-	-158	-58	-208	-58
				+92	-200	+150	-200	-	-	+150	-142	+208	-142
				+57	-165	+100	-150	-	-	+115	-107	+158	-92
2 000	2 500	0	-250	-110	0	-175	0	-	-	-178	-68	-243	-68
				+110	-250	+175	-250	-	-	+178	-182	+243	-182
				+67	-207	+116	-191	-	-	+135	-139	+184	-123

DIMENSIONES:		SEGUN NORMAS ANSI B 18.3				
TERMINACION:		PAVORADO				
CALIDAD:		ACERO ALEADO DUREZA: RC 58-63				
RES TRACCION:		120 Kg/mm ²				
MEDIDAS:	M 3	M 4	M 5	M 6	M 8	M 10
PASO:	0.50	0.70	0.80	1.00	1.25	1.50
LLAVE:	1.50mm	2.00mm	2.50mm	3.00mm	4.00mm	5.00mm
DESDE:	6mm	4mm	6mm	6mm	8mm	10mm
HASTA:	16mm	20mm	36mm	35mm	40mm	40mm
MEDIDAS:	M 12	M 15				
PASO:	1.75	2.00				
LLAVE:	6.00mm	8.00mm				
DESDE:	12mm	30mm				
HASTA:	40mm	40mm				

TOAMNM

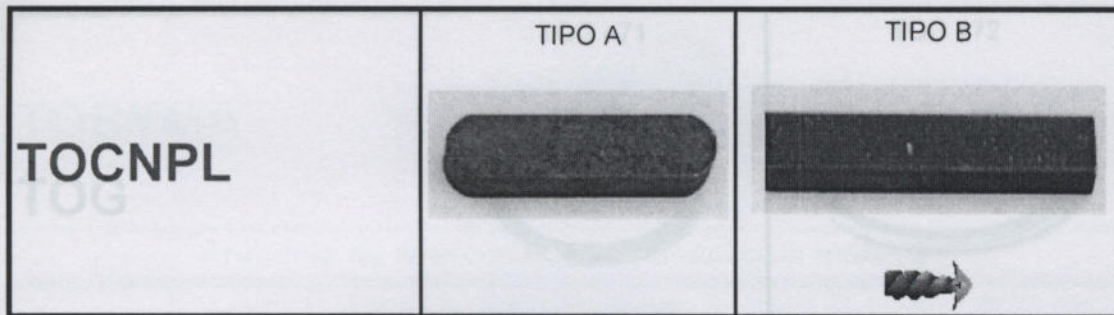


Tornillo cabeza cilíndrica hexágono interior (ALLEN) alta resistencia 12.9 rosca métrica

Prisionero ALLEN sin cabeza hexágono interior punta copa alta resistencia 12.9 rosca MA

DIMENSIONES:	SEGÚN NORMAS ANSI B .19.3					
TERMINACIÓN:	PAVONADO					
CALIDAD:	ACERO ALEADO DUREZA: RC 38-43					
RES. TRACCIÓN:	120 Kg/mm ²					
MEDIDAS:	M 3	M 4	M 5	M 6	M 8	M 10
PASO:	0.50	0.70	0.80	1.00	1.25	1.50
LLAVE:	1.50mm	2.00mm	2.50mm	3.00mm	4.00mm	5.00mm
DESDE:	6mm	4mm	6mm	6mm	8mm	10mm
HASTA:	16mm	20mm	35mm	35mm	40mm	40mm
MEDIDAS:	M 12	M 16	M 20	M 24	M 30	M 36
PASO:	1.75	2.00	2.50	3.00	4.00	5.00
LLAVE:	6.00mm	8.00mm	10.00mm	12.00mm	16.00mm	20.00mm
DESDE:	12mm	30mm	40mm	50mm	60mm	70mm
HASTA:	40mm	40mm	50mm	60mm	70mm	80mm

TOAMMA		TIPO A		TIPO B			
							
Tornillo cabeza cilíndrica hexágono interior (ALLEN) alta resistencia 12.9 rosca métrica							
DIMENSIONES:		SEGÚN NORMAS ANSI B .19.3					
TERMINACIÓN:		PAVONADO					
CALIDAD:		ACERO ALEADO DUREZA: RC 38-43					
RES. TRACCIÓN:		140 Kg/mm2					
MEDIDAS:	M 3	M 4	M 5	M 6	M 8	M 10	M 12
PASO:	0.50	0.70	0.80	1.00	1.25	1.50	1.75
LLAVE:	2.50mm	3.00mm	4.00mm	5.00mm	6.00mm	8.00mm	10.00mm
DESDE:	6mm	8mm	8mm	10mm	10mm	12mm	20mm
HASTA:	30mm	40mm	65mm	100mm	120mm	150mm	150mm
MEDIDAS:	M 14	M 16	M 18	M 20	M 22	M 24	M 30
PASO:	2.00	2.00	2.50	2.50	2.50	3.00	3.50
LLAVE:	12.00mm	14.00mm	14.00mm	17.00mm	17.00mm	19.00mm	22.00mm
DESDE:	25mm	25mm	40mm	35mm	50mm	40mm	70mm
HASTA:	160mm	200mm	180mm	200mm	150mm	200mm	200mm



Chaveta plana

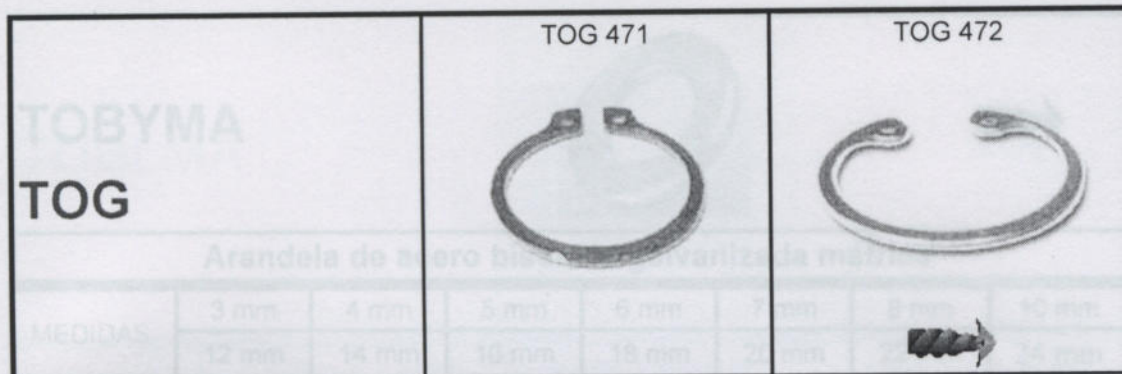
MATERIAL:	SAE 1045
-----------	----------

NORMA:	DIN 6885
--------	----------

MEDIDAS: ancho x altura (largo a determinar)	4 x 4	5 x 5	6 x 6	8 x 7
	10 x 8	12 x 8	14 x 9	16 x 10
	18 x 11	20 x 12	22 x 14	25 x 14
	28 x 16	32 x 18	36 x 20	40 x 22

23	24	25	26	27	28	29	30	31
32	33	34	36	35	37	38	39	40
42	44	45	46	47	48	50	52	55
58	60	62	65	68	70	72	75	80
85	90	95	100	105	110			

TOG 472				DIN 472 I				
MEDIDAS								
9	10	11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31	32	33	34	35
36	37	38	39	40	41	42	43	44
45	46	47	48	50	52	53	55	58
60	62	65	66	67	69	70	72	75
80	85	90	95	100	105	110		



Anillos de seguridad

TOG 471 DIN 471 A

MEDIDAS:

5	6	7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29	30	31
32	33	34	35	36	37	38	39	40
42	44	45	46	47	48	50	52	55
58	60	62	65	68	70	72	75	80
85	90	95	100	105	110			

TOG 472 DIN 472 i

MEDIDAS:

9	10	11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31	32	33	34	35
36	37	38	39	40	41	42	43	44
45	46	47	48	50	52	53	55	58
60	62	65	66	67	68	70	72	75
80	85	90	95	100	105	110		

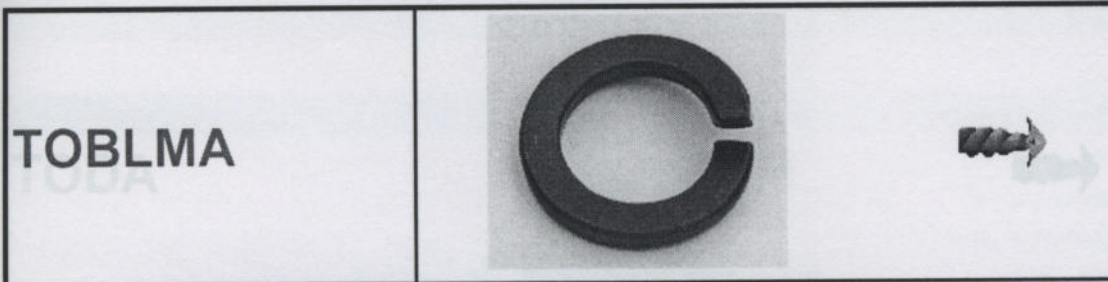
TOBYMA



Arandela de acero biselada galvanizada métrica

MEDIDAS:	3 mm	4 mm	5 mm	6 mm	7 mm	8 mm	10 mm
	12 mm	14 mm	16 mm	18 mm	20 mm	22 mm	24 mm

MEDIDAS:	10 mm	12 mm	14 mm	16 mm	18 mm	20 mm
MEDIDAS:	22 mm	24 mm	27 mm	30 mm		

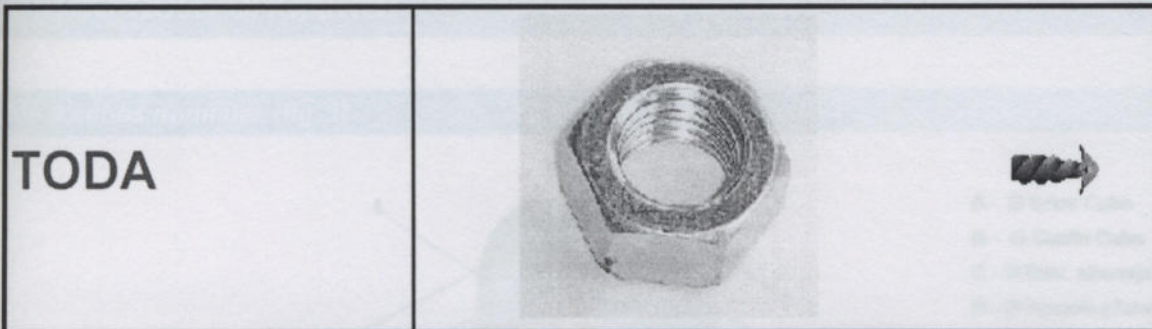


TOBLMA

Arandela de presión tipo grower métrica

	3 mm	4 mm	5 mm	6 mm	7 mm	8 mm
MEDIDAS:	10 mm	12 mm	14 mm	16 mm	18 mm	20 mm
CONSTRUCC	22 mm	24 mm	27 mm	30 mm		

TRAT. TÉRMICO:	TEMPERADO REVENIDO						
RECUBRIMIENTO:	CINCADO - PASIVADO DORADO						
MEDIDAS:	3 mm	4 mm	5 mm	6 mm	7 mm	8 mm	10 mm
PASO:	0.50	0.70	0.80	1.00	1.00	1.25	1.50
MEDIDAS:	12 mm	14 mm	16 mm	18 mm	20 mm	22 mm	24 mm
PASO:	1.75	2.00	2.00	2.50	2.50	2.80	3.00
MEDIDAS:	27 mm	30 mm					
PASO:	3.00	3.5					



Tuerca acero pasivado dorado métrico MA

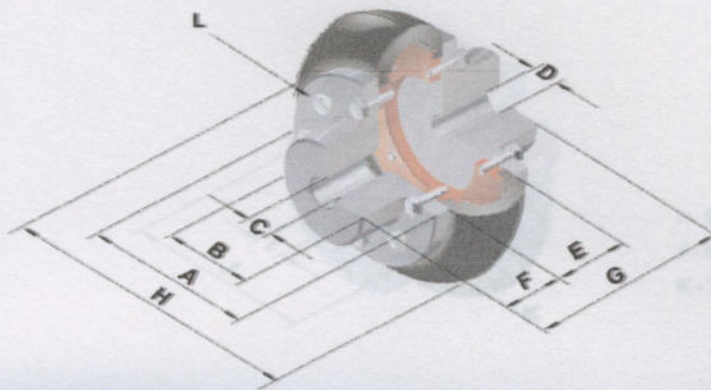
DIMENSIONES:		S/NORMA BASE ANSI B.18.2.2 (HEX CAP SCREWS)					
CONSTRUCCIÓN:		S/NORMA BASE SAE J 429 GRADO5					
TRAT. TÉRMICO:		TEMPLADO REVENIDO					
RECUBRIMIENTO:		CINCADO - PASIVADO DORADO					
MEDIDAS:	3 mm	4 mm	5 mm	6 mm	7 mm	8 mm	10mm
PASO	0.50	0.70	0.80	1.00	1.00	1.25	1.50
MEDIDAS:	12mm	14mm	16mm	18mm	20mm	22mm	24mm
PASO	1.75	2.00	2.00	2.50	2.50	2.50	3.00
MEDIDAS:	27mm	30mm					
PASO	3.00	3.5					

Table with multiple columns and rows listing various technical specifications and dimensions for different sizes of nuts and screws. The text is very faint and difficult to read, but it appears to be a detailed technical data sheet.

Las dimensiones son referencias y pueden variar según el estándar de fabricación.

Modelo convencional

Con 2 cubos normales (fig. 1)



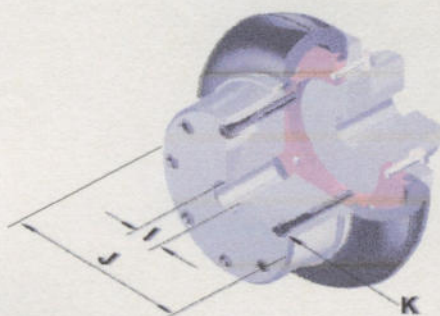
- A - Ø Brida Cubo
- B - Ø Cuello Cubo
- C - Ø Máx. aleasaje
- D - Ø Agujero piloto
- E - Ancho centro
- F - Ancho cubo
- G - Long. total
- H - Ø Centro
- L - Tipo tornillo

Tabla III

CUBO NORMAL													BULONES	
MODELO	Torq. Nom. Kpm	Torsión (°)	Peso (Kg.) ⁽¹⁾	Gd2 (Kg m2)	A	B	C Máx	D Mín	E	F	G	H	Nr.	L- Cab. hex.
A-20	4,5	2°	1.05	0.0017	74	36	20	10	30	25	80	95	12	1/4 x 3/4
A-25	6,1	5°	1.09	0.0018	74	36	23	10	30	25	80	95	12	1/4 x 3/4
A-30	9,0	2°	2.40	0.0094	96	49	30	10	40	35	110	127	16	5/16 x 7/8
A-35	12,7	4°	2.65	0.0098	96	49	32	10	40	35	110	127	16	5/16 x 7/8
A-45	34,0	3°	5.00	0.0382	127	70	40	15	50	45	140	167	20	3/8 x 1
A-50	50,5	6°	5.32	0.0402	127	70	46	15	50	45	140	167	20	3/8 x 1
A-60	94,0	5°	12.50	0.1065	169	100	55	25	65	60	185	224	24	7/8 x 1 1/4
A-70	128,7	9°	13.30	0.1593	169	100	65	25	65	60	185	224	24	7/8 x 1 1/4
A-80	1700	5°	24.90	0.594	218	116	75	30	90	80	250	302	20	1/2 x 1 3/4
A-90	2410	6°	26.00	0.639	218	116	85	30	90	80	250	302	20	1/2 x 1 3/4
A-95	2550	4°	34.90	0.912	235	138	90	40	90	80	250	330	24	1/2 x 1 3/4
A-105	3700	8°	44.00	0.982	235	138	100	40	90	80	250	330	24	1/2 x 1 3/4
A-120/90	6800	5°	68.60	2.90	297	150	90	45	120	100	320	403		
A-120/120			86.00	3.80		195	120	45		130	380		20	5/8 x 2 1/4
A-140/100	9350	9°	87.00	3.05	297	150	100	45	120	100	320	403	20	5/8 x 2 1/4
A-140/140			94.00	3.82		195	140	45		130	380			
A-170/70			170.20	12.22		150	70	30		80	345			
A-170/130	20150	7°	211.80	13.75	436	236	130	70	185	130	445	550	24	3/4 x 2 3/4
A-170/170			242.80	17.65		276	170	120		180	545			
A-200/90			192.60	13.30		186	90	40		100	385			
A-200/140	28600	11°	202.40	13.75	436	200	140	70	185	130	445	550	24	3/4 x 2 3/4
A-200/200			276.80	19.20		276	200	120		180	545			
A-240/150			364.70	51.50		225	150	100		160	556			
A-240/200	68900	4°	447.40	55.35	535	290	200	100	236	180	596	740	60	3/4 x 3 1/2
A-240/240			633.60	84.50		390	240	100		275	786			
A-300/150			370.00	50.70		225	150	110		160	556			
A-300/200			450.00	54.50		290	200	100		200	636			
A-300/250	103000	10°	640.00	69.40	535	350	250	100	236	275	786	740	60	3/4 x 3 1/2
A-300/300			695.00	83.70		390	300	100		275	786			
A-350/200			1049.00	453.20		290	200	120		200	735			
A-350/250	105700	6°	1211.00	466.40	820	350	250	120	335	275	885	1130		
A-350/350			2237.00	691.00		600	350	120		375	1085			
A-400/250	194000	10°	1219.00	459.20	820	350	250	120	335	275	885	1130		
A-400/400			2245.00	697.00		600	400	120		375	1085			

Las dimensiones son exclusivamente como referencia y quedan sujetas a cambios sin previo aviso.

Con 1 cubo normal y 1 cubo integral (fig. 2)



I - Ø Máx. afesaje
 J - Ø Cuello cubo
 K - Tipo tornillo

Tabla IV

CUBO INTEGRAL		BULONES		CUBO INTEGRAL		BULONES			
MODELO	I Máx	J	Nr. (1)	K - Allen	MODELO	I Máx	J	Nr. (1)	K - Allen
A-20	30	66	6	1/4 x 1 1/4	A-120	170	*	10	3/8 x 6
A-25	30	66	6	1/4 x 1 1/4	A-140	170	*	10	5/8 x 6
A-30	44	86	8	3/8 x 1 1/2	A-170	250	*	12	3/4 x 8
A-35	44	86	8	3/8 x 1 1/2	A-200	250	*	12	3/4 x 8
A-45	60	110	10	3/8 x 2	A-240	*	*	30	3/4 x 8
A-50	60	110	10	3/8 x 2	A-300	*	*	30	3/4 x 8
A-60	90	150	12	1/2 x 2 1/2	A-350	*	*	30	3/4 x 8
A-70	90	150	12	1/2 x 2 1/2	A-400	*	*	30	3/4 x 8
A-80	100	180	10	1/2 x 3 3/4	(1) Cantidad correspondiente a cada cubo Integral. * consultar a fabrica				
A-90	100	180	10	1/2 x 3 3/4					
A-95	125	198	12	1/2 x 3 3/4					
A-105	125	198	12	1/2 x 3 3/4					

Indicados para usos donde el diámetro del eje a alojar es superior al indicado en la tabla III.

Se pueden montar con uno o dos cubos integrales, según la necesidad.

Las dimensiones son exclusivamente como referencia y quedan sujetas a cambios sin previo aviso.

CONFIGURACIONES

Con espaciador (ES)

Todas las versiones pueden ser provistas con espaciador, que facilita el desmontaje, como en el caso de las bombas (Back-pull-out).

Para el pedido, indicar distancias entre puntas de ejes. "L"

MODELOS	ES 75	ES 100	ES 140	ES 180
A-20/25	*	*	*	
A-30/35		*	*	*
A-45/50		*	*	*
MODELOS	ES 140	ES 180	ES 215	ES 250
A-60/70	*	*	*	
A-80/90		*	*	*
A-95/105		*	*	*

