



Fabricación de columnas Telescópicas

**Leandro JULIAN TORANZO
J-0247/0**

Universidad Nacional de Rosario
Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura
Escuela de Ingeniería Mecánica
Rosario, Argentina
2022

Fabricación de columnas Telescópicas

**Leandro JULIAN TORANZO
J-0247/0**

Proyecto Final de Ingeniería Mecánica presentado como requisito parcial para optar al
título de:

Ingeniero Mecánico

Docentes de la cátedra:

Ing. Pedro Sismondi – Ing. Guillermo Rodríguez – Ing. Juan Sismondi

Universidad Nacional de Rosario
Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura
Escuela de Ingeniería Mecánica
Rosario, Argentina

2022

Dedicado a las personas que creyeron en mí, que me insistieron en no bajar los brazos.

Gracias a mis padres que me dieron esta oportunidad.

A mi compañera, mi sostén, Ceci gracias por tu apoyo y por estar día a día

A mis abuelos, que con su sabiduría me ayudaron a entender lo importante de la vida.

A mis amigos que nunca me dejaron atrás y me ayudaron con sus palabras.

Marcia y Luciano, mis hermanos, por ser las personas que son y por estar en las buenas y malas.

Álvaro, Francisca, Isabel....son mi vida y esto es para Uds.

*“Imposible cuesta un poco más y derrotados.....derrotados son solo
aquellos que bajan los brazos y se entregan”*

Pepe Mujica – Ex Presidente Uruguay

Agradecimientos

Ing. Guillermo Rodríguez - Titular Cátedra Proyecto Ingeniería Mecánica - UNR

Ing. Juan Sismondi - Titular Cátedra Proyecto Ingeniería Mecánica - UNR

Resumen

Abordaremos en este proyecto la necesidad de iluminar un predio de 180.000m² ubicado en la ciudad de Granadero Baigorria, Prov. de Santa Fe.

Se requiere cumplir con condiciones mínimas de lúmenes para asegurar el tránsito vehicular por el interior del mismo. Para ello se dimensionará y se desarrollará el proceso de fabricación de columnas metálicas del tipo telescópicas. Su altura, secciones y espesores se obtendrán de un estudio luminotécnico que nos brindara la información requerida. Así como su emplazamiento y distanciamiento.

Las mismas al ser de esta tipología, presentan una unión abocardada entre tramo y tramo, para lo cual se estudiará el proceso en si para su fabricación.

El alcance de este proyecto será dimensionamiento de las columnas considerando esfuerzos combinados de flexo torsión y peso propio, y la energía necesaria para la deformación en frío para el proceso de abocardado.

Palabras clave:

- 1) Columnas**
- 2) Telescópicas**
- 3) Abocardado**
- 4) Energía**
- 5) Deformación**

Abstract

In this project we will address the need to illuminate an 180,000m² property located in the city of Granadero Baigorria, Province of Santa Fe.

It is required to comply with minimum lumen conditions to ensure vehicular traffic inside it. For this, the manufacturing process of telescopic type metal columns will be dimensioned and developed. Its height, sections and thickness will be obtained from a lighting study that will provide us with the required information. As well as its location and distance.

The same ones, being of this type, present a flared union between section and section, for which the process itself for its manufacture will be studied.

The scope of this project will be the sizing of the columns considering the combined forces of flexotorsion and its own weight, and the energy required for cold deformation for the flaring process.

Keywords:

- 1) Columns**
- 2) Telescopic**
- 3) Flared**
- 4) Energy**
- 5) Deformation**

Contenido

Agradecimientos	4
Resumen.....	5
Abstract	6
Contenido	7
Introducción	10
Capítulo 1:	12
Objetivos y condiciones límites:	12
Capítulo 2.....	18
Estudio Luminotécnico y Layout de las columnas:	18
Curvas Fotométricas:.....	19
Diagramas de curvas de distribución polar	20
Diagrama de isocandela:.....	21
Diagrama de curvas de isoluminancia:	22
Diagrama de curvas de isolux:	23
Temperatura del color:	23
Software para cálculo lumínico:	24
Ingreso de datos en la aplicación:	25
Layout de columnas y luminarias:	30
Capítulo 3:	31
Cálculo de esfuerzos en columna	31
Determinación de la sección del cable alimentador de la línea:.....	31
Tensiones de tiro generados por el cable:	38
Planteamiento de la ecuación de la flecha:.....	39
Tablas de tendido y flecha:	42
Capítulo 4:	44
Dimensionamiento de columna:.....	44
Datos de cálculo:	46
Cálculo de momentos flectores debido a esfuerzos:	50
Cálculo de los momentos de inercia de cada tramo:	53
Verificación de la columna:	55
Uniones soldadas:	59
Clasificación de las uniones soldadas:	59
Cálculo para soldaduras a tope	60
Juntas soldadas a tope:	61
Resistencia de la Soldadura a tracción o compresión	62
Resistencia de la Soldadura a esfuerzos de corte	62
Resistencia de la Soldadura a flexión.....	64
Resistencia de la Soldadura a esfuerzos compuestos de flexión y corte.....	64
Carga de flexión: Cálculo altura cordón soldadura	65

Capítulo 5:	70
Energía de deformación:	70
Método del trabajo ideal:	71
Forja versus ensayo compresión unidireccional homogénea sin fricción	72
Relación entre los valores ideales y los valores reales de esfuerzo, carga y trabajo.	76
Doblado y curvado:	78
Métodos de doblado:	79
Fuerza necesaria para el doblado:	80
Doblado en “L” Frontal:	81
Circuito hidráulico:	84
Componentes del sistema:	84
Procedimiento de cálculo:	93
Selección de componentes:	96
▪ Bomba engranajes:	97
▪ Filtro	100
▪ Válvula seguridad	102
▪ Válvula control de fluido 4/2:	103
▪ Actuadores	104
Capítulo 6:	106
Descripción del funcionamiento:	106
Conclusiones y recomendaciones	109
Conclusiones	109
Bibliografía	113
Anexo A:	115
Hoja de datos equipos iluminación PHILLIPS	115
Anexo B:	121
Informe Estudio lumínico	121
Anexo C:	129
Catálogo RETENAX cables preensamblados para distribución aérea.	129
Anexo D:	133
Tabla de pesos teóricos Tubos Acero con costura – SIDERSA. Según Norma IRAM IAS U 500 2592	133
Anexo E:	135
Catálogo para selección de bomba engranajes PARKER Serie PGP330	135
Anexo F:	145
Catálogo para selección de filtro PARKER Serie PGP330	145
Anexo G:	155
Catálogo para selección de válvula seguridad PARKER	155
Anexo H:	160
Catálogo para selección de válvula control fluido PARKER – Serie 3DW	160

Anexo I:	167
Plano cilindro actuador empuje matriz PARKER – Serie HMD.....	167
Anexo J:	170
Plano cilindro actuador matriz autocentrantes PARKER – Serie HMD	170

Introducción

Nuestro estudio se basará en resolver un desafío que se puede presentar en la carrera profesional de un ingeniero.

Trabajaremos en el desarrollo y método de fabricación de columnas del tipo telescópicas con tubos de acero con costura para uso estructural según Norma IRAM IAS U 500 2592.

Se plantea la necesidad de iluminar un predio de 180.000m² para el tránsito vehicular cumpliendo las normativas vigentes de acuerdo a IRAM-AADL- J2022-2

Para lograr esto se debe realizar un estudio luminotécnico que garantice el cumplimiento de las recomendaciones de la AADL (Asociación Argentina de Luminotécnica) y la CIE de los niveles de iluminancia adecuados, además de las recomendaciones para evitar la polución lumínica y la luz.

De este estudio obtendremos entre otros datos de importancia, la altura de la columna y los lúmenes que debe generar el equipo de iluminación a seleccionar.

Constructivamente, por cuestiones de costos, pesos y resistencias las columnas tendrán la característica de ser telescópicas. O sea que irán disminuyendo su diámetro a medida que ganan altura y tendrán 3 secciones.

La unión entre tramo y tramo se realizará por medio de un proceso de deformación en frío denominado abocardado.

El mismo consiste en disminuir el caño de mayor diámetro y llevarlo a la medida del caño que va en su interior de acuerdo a figura I-1



Figura I-1: Tubo abocardado

La deformación en frío se realiza con un sistema de soportes autocentrantes hidráulicos y matrices de deformación. La máquina encargada de efectuar estos trabajos está compuesta por una estructura autoportante, un pistón hidráulico, matriz de deformación y un sistema de ajuste para ubicar los distintos caños en los cuales se realizará el abocardado.

La unión entre tramo y tramo serán de tipo soldadas, para las cuales determinaremos la mejor opción de acuerdo a las necesidades planteadas.

Nuestro objetivo será trabajar en el desarrollo y proceso de fabricación del tipo de columnas metálicas tipo telescópicas, dimensionamiento y determinación de sección de caños y espesores.

La verificación de los cordones de soldadura a los esfuerzos provocados por el peso propio, condiciones externas y ambientales.

Así como determinar la potencia hidráulica para efectuar la deformación en frío.

Capítulo 1:

Objetivos y condiciones límites:

La empresa John Deere Argentina, planta Granadero Baigorria, en un plan de expansión de sus instalaciones adquirió un lote ubicado al oeste de su planta de calle J.C. Orsetti, el que será objeto del estudio.

El mismo linda al oeste con la autopista Rosario-Santa Fe, al este con Av. De los Granaderos, al sur con la calle Ciudadela y al norte con J.C. Orsetti, con un superficie estimada en 180.000m² el cual podemos observar en la Figura 1-1.



Figura 1-2: Vista aérea del predio

Internamente el mismo cuenta con calles y se necesita iluminarlo para el tránsito vehicular.

Para lograr este acometido, deben colocarse equipos de iluminación con una potencia y altura definida por un estudio luminotécnico que confeccionaremos en el Capítulo 2.

La altura se puede obtener instalando postes de hormigón armados centrifugados, que son elementos estructurales, colocados verticalmente, que contienen refuerzos adecuados, pre esforzados o no pre esforzados, diseñado bajo la hipótesis de que los dos materiales (hormigón y acero) actúan juntos para resistir las fuerzas o las cargas.

La selección de las mismas se realiza de acuerdo a **tabla 1-1**.

LARGO (m)	DIAMETRO (cm)		FUERZA ADMISIBLE APLICADA EN LA CUSPIDE (kgf)	PESO (kg)
	CUSPIDE	BASE		
8	16.5	28.5	300	520
	18.0	30.0	300	520
11	16.5	33.0	300	920
	18.0	34.5	500	1010
12	18.0	36.0	300	1140
	19.5	37.5	500	1200
	19.5	37.5	800	3759
14	16.5	37.5	500	1657
	19.5	40.5	500	1560
	20.00	40.50	800	4734
	28.57	48.57	1500	7363
18	19.5	46.5	800	2760

Tabla 1-3: Selección poste de concreto armado [1]

Como se observa, necesitamos definir la altura y tiro que en nuestro caso es generado por el cable preensamblado que entregará energía eléctrica a los equipos.

También existen otras opciones como ser postes de poliéster reforzado con fibra de vidrio. Al igual que los anteriores se seleccionan tomando como variables altura y tiro.

Por cuestiones de costos y tiempos de entrega optaremos por columnas del tipo metálicos como describimos anteriormente.

Definiremos las condiciones límites para el caso en estudio:

De acuerdo a ETN 097, Construcciones de Líneas aéreas preensambladas de Baja Tensión, estableceremos algunos puntos para la determinación de la ubicación de las columnas y detalle sobre el cable preensamblado.

- *Caídas de tensión:* Para líneas exclusivas de cargas industriales podrá llegar hasta un 5% y para alumbrado público la caída de tensión máxima en el último artefacto debe ser del 3%. [2]
- *Longitud de los vanos:* En construcciones sobre postes de madera, columnas metálicas o combinación con columnas de H°A° el vano máximo será entre 30 y 32m. [2]
- *Distancias eléctricas de las líneas:* En virtud del tipo de aislación con la que se encuentra protegidos los conductores, no se requiere de distancias especiales. Se considera una hipótesis de flecha máxima, debiendo el conductor conservar una altura “h” respecto del terreno de acuerdo a lo que indica la **Tabla 1-2**.

Alturas libres respecto de	Altura “h” en Metros
Veredas peatonales y espacios verdes	4,00
Nivel de calle.	5,50
Nivel de rutas y caminos en general.	6,00
Vías del ferrocarril.	según disposición del Ente

Tabla 1-2: Altura libre sobre el terreno [2]

- *Conductor de alumbrado público:* El conductor para alumbrado público será de aluminio puro y aislado en polietileno reticulado (XLPE) según Normas IRAM 2263 y tendrá sección mínima de 25mm².
- Antes de comenzar la obra de iluminación sobre los distintos tipos de calzada, se deberá hacer un estudio luminotécnico que garantice el cumplimiento de las recomendaciones de la AADL y la CIE de los niveles de iluminancia adecuados de acuerdo a las **Tabla 1-3, Tabla 1-4 y Tabla 1-5**.

CLASE	Carácter del tránsito	Descripción	Ejemplos
A*	RÁPIDO $V > 100 \text{ km/h}$	Calzadas de manos separadas, dos o mas carriles por mano, libre de cruces a nivel, control de accesos y salidas	AUTOPISTAS
B*	km/h	Calzadas para tránsito rapido, importante, sin separadores de tránsito.	TRAMOS DE RUTAS NACIONALES, PROVINCIALES.
C**	SEMI-RÁPIDO $V \leq 60 \text{ km/h}$	Calzadas de una o dos direcciones de desplazamiento, con carriles de estacionamiento o sin ellos; con intensa presencia de peatones y obstáculos.	AVENIDAS PRINCIPALES VÍAS DE ENLACE SECTORES IMPORTANTES
D**	LENTO $V \leq 40 \text{ km/h}$	Calzadas con desplazamiento lento y trabado; con carriles de estacionamiento o sin ellos; con intensa presencia de peatonas y obstáculos.	ARTERIAS COMERCIALES, CENTROS DE COMPRA
E**	MODERADO $V \leq 50 \text{ km/h}$	Acumulan y conducen el tránsito desde un barrio hacia vías de tránsito de orden superior, (clases A, B, C, D).	AVENIDAS SECUNDARIAS, CALLES COLECTORAS DE TRÁNSITO
F**	LENTO $V \leq 40 \text{ km/h}$	Calles residenciales de una o dos manos; con tránsito exclusivamente local. Presencia de peatones y obstáculos.	CALLES RESIDENCIALES
* Sin presencia de peatones			
** Con presencia de peatones			

Tabla 1-3: Clasificación de calzadas [3]

Clase	Valores minimos admitidos			Grado minimo de apantallamiento
	Nivel inicial promedio Emed (LX)	Uniformidad		
		G ₁ Emin / Emed	G ₂ Emin/ Emax	
C	40	1/2	1/4	APANTALLADO
D	27	1/3	1/6	SEMIAPANTALLADO
E	16	1/4	1/8	SEMIAPANTALLADO
F	10	1/4	1/8	NO APANTALLADO

Tabla 1-4: Características del alumbrado por métodos iluminancia [3]

ALUMBRADO DE EXTERIORES		
Espacio a iluminar	Niveles de iluminación en lux	
	Bueno	Muy bueno
1.- Alumbrado público		
Autopistas	20	40
Carreteras con tráfico denso	15	30
Carreteras con tráfico medio	10	20
Calle de barrio industrial	10	20
Calle comercial con tráfico rodado	10	20
Calle comercial sin tráfico rodado importante	7,5	15
Calle residencial con tráfico rodado	7,5	15
Calle residencial sin tráfico rodado importante	5	10
Grandes plazas	20	25
Plazas en general	8	12
Paseos	12	16
Túneles:		
- Durante el día	100	200
- Alumbrado de acceso	1.000	2.000
- Durante la noche	30	60
2.- Alumbrado industrial exterior		
Zonas de transporte	20	40
Lugares de almacenaje	20	40
Alumbrado de vigilancia	5	10
Entradas	50	100

Tabla 1-5: Niveles de iluminación recomendados [3]

- Para la construcción de las columnas utilizaremos tubos de acero. Hay en mercado 2 tipos para este uso.

La tubería sin costura (o tubería de acero estirado) se fabrica a partir de un lingote de acero cilíndrico utilizando procesos de laminado en caliente, laminado en frío o trefilado en frío, sin ninguna costura (soldadura) en el cuerpo del tubo.

El tubo de soldadura (o con costura) se fabrica a partir una lámina o placa de acero plana, y se realiza una costura soldando el cuerpo del tubo. El tubo sin costura puede soportar presiones muy altas sin agrietarse. Las tuberías con costura o soldadura no pueden hacer lo mismo, ya que la costura, es decir, el punto donde la lámina se ha soldado, es muy vulnerable a las grietas en condiciones de alta presión. Esto también es proporcional al costo, por ese

motivo para este caso utilizaremos caños con costura y los seleccionaremos de acuerdo a diámetros y espesores comerciales.

- Para su ubicación en el layout de las luminarias las mismas se ubicarán a 1m. de la calzada existente.

Teniendo definidas estas condiciones procederemos a determinar nuestros objetivos para poder llevar a cabo el desarrollo del proyecto:

1. Confección de estudio luminotécnico respetando las condiciones indicadas en la IRAM-AADL- J2022-2. Se tendrá en cuenta para esto las trazas de calzadas, accesos e interferencias existentes.
2. Determinación de la sección del cable alimentador de la línea. Cuantificación de potencia instalada en la línea y la longitud de ésta. Con estos valores calcularemos: Intensidad máxima admisible. Caída de tensión en la línea
3. Los conductores preensamblados se instalan sobre apoyos instalados en los puntos de fijación (que para nuestro caso serán las columnas metálicas) y se someten a una tracción mecánica predeterminada, contemplada en las correspondientes tablas de tendido, en función de la sección y de la longitud del vano soportado. Esto genera tensiones de tiro, las cuales determinaremos para definir los esfuerzos generados por el cable en las columnas.
4. Cálculo de flexión y carga de viento para la determinación de diámetros y espesores mínimos de los tubos de acero con costura.
5. Plano constructivo de las columnas y uniones a abocardar
6. Cálculo mecánico de uniones soldadas. Resistencia del cordón a las sollicitaciones determinadas para el caso.
7. Deformación plástica de los tubos. Conceptos teóricos. Determinación energía y % de deformación para el abocardado de los tubos de acero con costura.
8. Potencia hidráulica. Cálculo del sistema hidráulico de empuje y confección de circuito hidráulico.
9. Descripción de funcionamiento

Capítulo 2

Estudio Luminotécnico y Layout de las columnas:

Introduciremos primero algunos conceptos básicos de la luminotecnia.

Flujo luminoso (Φ): Es la cantidad de energía luminosa emitida por segundo por una fuente de luz en todas direcciones. La unidad es el *lumen* (*lm*): que es el flujo luminoso de una candela de intensidad en un estereorradián.

Eficacia lumínica (ϵ): Es la relación entre el flujo luminoso y la potencia eléctrica absorbida por una lámpara y las eventuales reactancias. La unidad es lumen por watio (*lm/W*).

$$\epsilon = \frac{\Phi}{W} \quad (2.1)$$

Intensidad luminosa (*I*): Es el flujo luminoso emitido por una fuente en una determinada dirección, dividido entre el ángulo sólido Ω que lo contiene. La unidad es la candela (*cd*): que es la intensidad de una fuente de luz puntual que emite un flujo luminoso de un lumen en un ángulo sólido de un estereorradián.

$$I = \frac{\Phi}{\Omega} \quad (2.2)$$

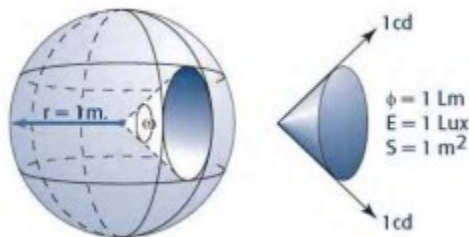


Figura 2-1: Representación de 1 candela

Iluminancia (*E*): Es la relación entre el flujo luminoso que recibe una superficie y su área. La unidad es el lux (*lm/m²*): que es la iluminancia de una superficie de 1 metro

cuadrado que recibe un flujo luminoso de un lumen. La iluminancia puede ser medida con un luxómetro.

$$E = \frac{\Phi}{S} \quad (2.3)$$

Luminancia (L): Es la intensidad luminosa emitida en una determinada dirección por una superficie emisora, por unidad de área. La unidad es la candela por metro cuadrado (cd/m²).

$$L = I \frac{1}{S \cdot \cos \beta} \quad (2.4)$$

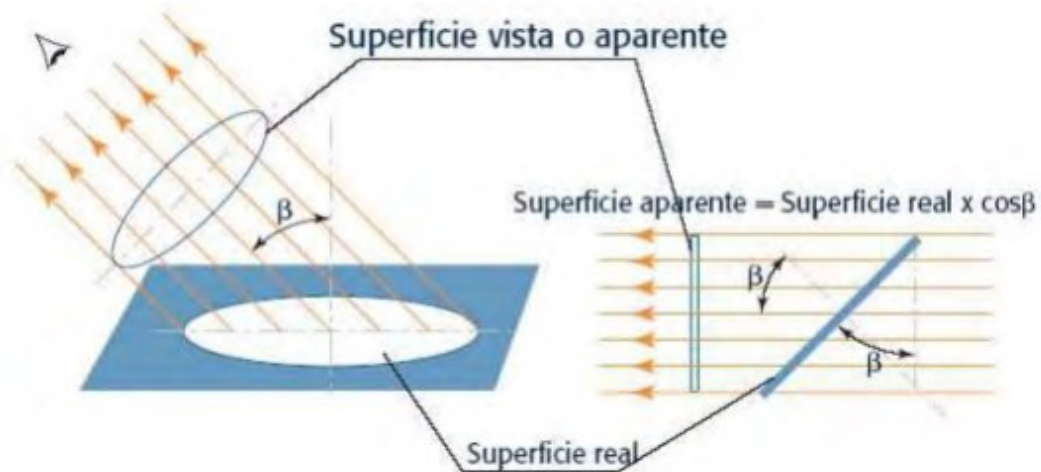


Figura 2-2: Representación de luminancia

Curvas Fotométricas:

Las curvas fotométricas representan la forma y distribución lumínica emitida por una lámpara a una superficie. Este es un aspecto que se utiliza para poder determinar la selección óptima de un tipo de luminaria para adecuarlo perfectamente al entorno. La representación de estas curvas se indica en valores de intensidad lumínica y se determinan en laboratorios con fotogoniómetros. Hay 4 tipos de representación de curvas fotométricas:

- Diagrama de curvas de distribución polar

- Diagrama isocandela
- Diagrama de curvas de isoluminancia
- Diagrama de curvas isolux

Diagramas de curvas de distribución polar

Este diagrama se representa con un sistema de coordenadas C y γ , donde C es el plano angular de visión de la luminaria y γ es el ángulo de dispersión de la luz, teniendo en cuenta que el centro de la luminaria es el ángulo 0° . Generalmente este tipo de representaciones se indican con dos planos C :

- El plano ($C=90^\circ=270^\circ$). Este es el plano transversal, es decir la perpendicular al eje de la vía a iluminar.
- El plano ($C=0^\circ=180^\circ$). Este es el plano longitudinal, es decir al paralelo al eje de la vía iluminar

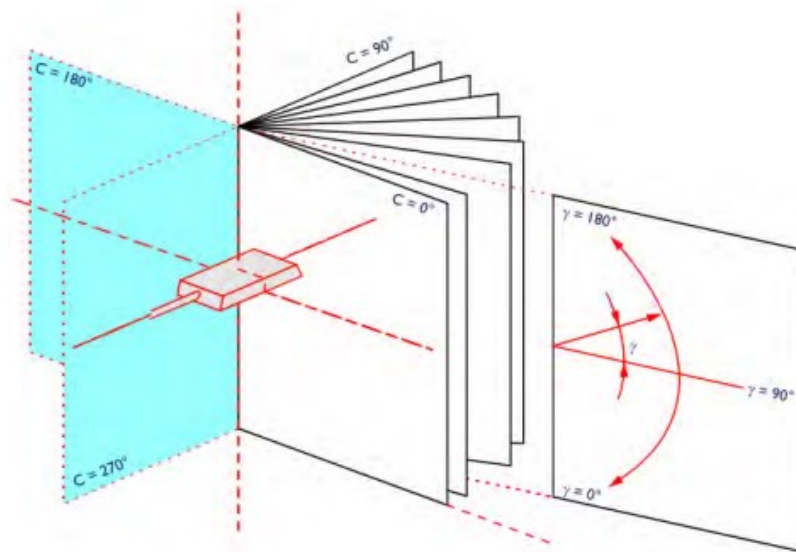


Figura 2-3: Representación de coordenadas C y γ

Las curvas de distribución polar están definidas en candelas (cd) por 1000 lúmenes de flujo emitido por cada lámpara. Esta representación se abrevia como cd/1000 lm o cd/Klm.

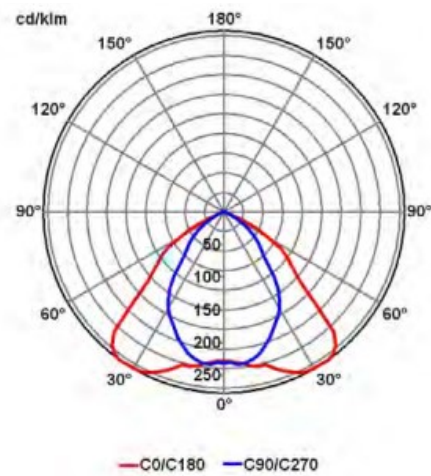


Figura 2-4: Representación de las curvas de distribución polar.

Diagrama de isocandela:

Este diagrama representa el punto central de la luminaria en el centro de una esfera y en la superficie de su entorno se unen los puntos que tienen la intensidad de igual valor.

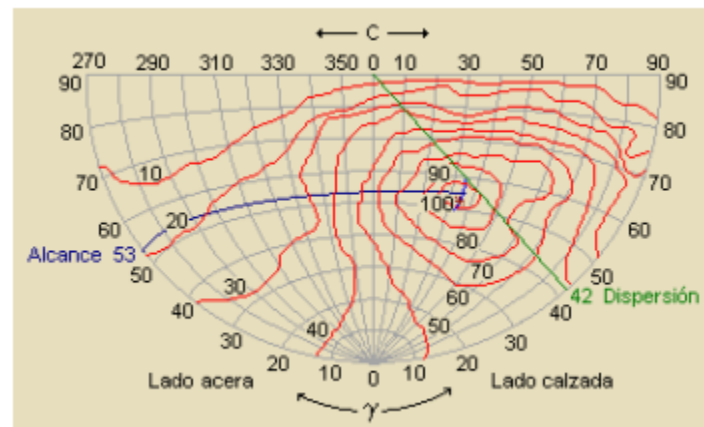


Figura 2-5: Representación isocandela.

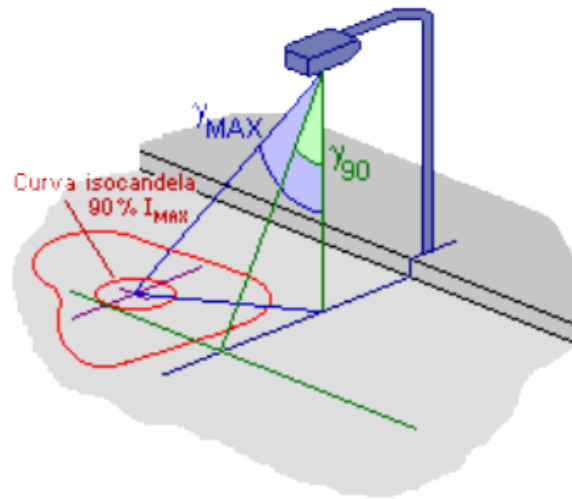


Figura 2-6: Representación de la isocandela en relación con la luminaria.

Diagrama de curvas de isoluminancia:

Este diagrama representa diversas curvas que son los puntos unidos, en los cuales la luminancia tiene el mismo valor. Este tipo de curvas son usadas para determinar visualmente la uniformidad de la luz (L_{max} y L_{min}). Los valores de estas curvas se indican en porcentaje, donde el valor porcentual va de 0% a 100%.

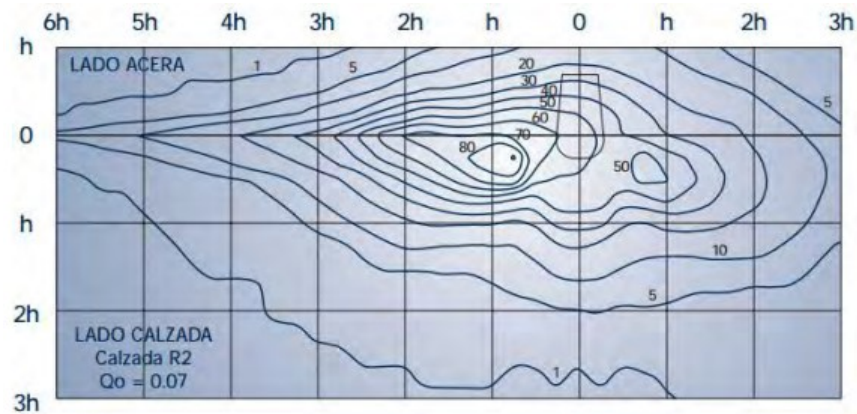


Figura 2-7: Representación de curva de isoluminancia.

Diagrama de curvas de isolux:

Este diagrama representa unas curvas con el mismo valor sobre el plano iluminado por la luminaria, el cual indica la luminancia. Los valores de esta curva se indican porcentaje, donde el valor va desde 0% al 100%.

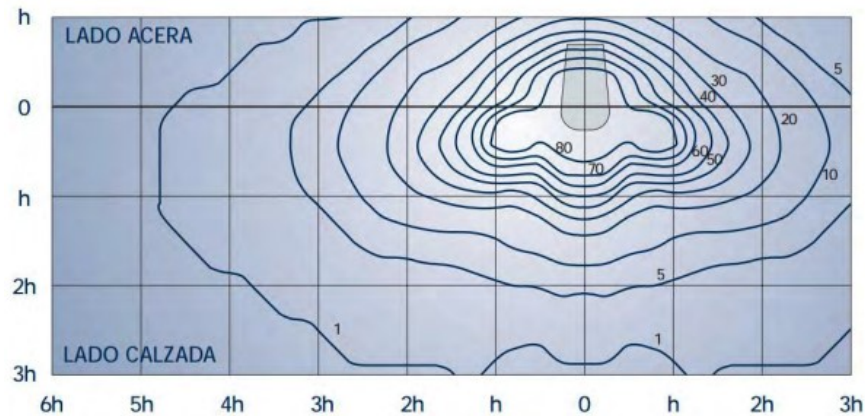


Figura 2-8: Representación de curva isolux

Temperatura del color:

La temperatura de color de una fuente de luz se define comparando su color dentro del espectro luminoso con el de la luz que emitiría un cuerpo negro calentado a una temperatura determinada. Por este motivo esta temperatura de color se exprese en kelvin, a pesar de no reflejar expresamente una medida de temperatura, por ser la misma una sola medida relativa.



Figura 2-9: Representación de temperatura según el color

Software para cálculo lumínico:

El alumbrado en las calles tiene por objetivo facilitar a los participantes del tránsito vehicular el reconocimiento de la superficie de la calzada, sus límites, obstáculos, accesos, cruces, objetos móviles y estáticos sobre ella, de modo de permitir el desplazamiento nocturno con un mínimo de riesgo.

Por motivos económicos no es posible iluminar la calle de tal modo de eliminar los riesgos inherentes al tránsito nocturno, mediante la plena capacidad visual diurna basado en una máxima agudeza visual.

Con el objeto de adecuar la mínima iluminación aceptable con los peligros inherentes al carácter del tránsito, se clasifican los tipos de calles por la composición del tránsito, la velocidad permitida, el diseño de los accesos, los cruces, etc., en cuanto a la posibilidad de generar riesgos, de modo de adecuar las exigencias del alumbrado o para minimizar estos.

Para el estudio luminotécnico utilizaremos un software gratuito llamado **DIALUX EVO 9.2 64 bit** (www.dialux.com).

El mismo permite el diseño de la iluminación de cualquier edificación o proyecto de construcción. Además, utiliza imágenes en múltiples formatos y recursos de la web para desarrollar un plan de iluminación propio.

Asimismo, facilita la creación de toda la documentación necesaria para la presentación del proyecto de iluminación, volviéndola clara y comprensible para el cliente o el usuario no avanzado.

Este software también sirve para diseñar zonas que estarán al aire libre. Podemos proyectar áreas verdes, como por ejemplo, senderos, plazas, estacionamientos o carreteras, entre otras.

Como resultado obtendremos la altura de la columna, disposición y el equipo de iluminación (del cual utilizaremos el peso para cálculo de esfuerzos) cumpliendo con los requerimientos ingresados que son los determinados por la Asociación Argentina de Luminotecnia (AADL)

Ingreso de datos en la aplicación:

Como primera medida, debemos definirle al software los datos necesarios para el cálculo de acuerdo a lo que indica la figura 2-10.

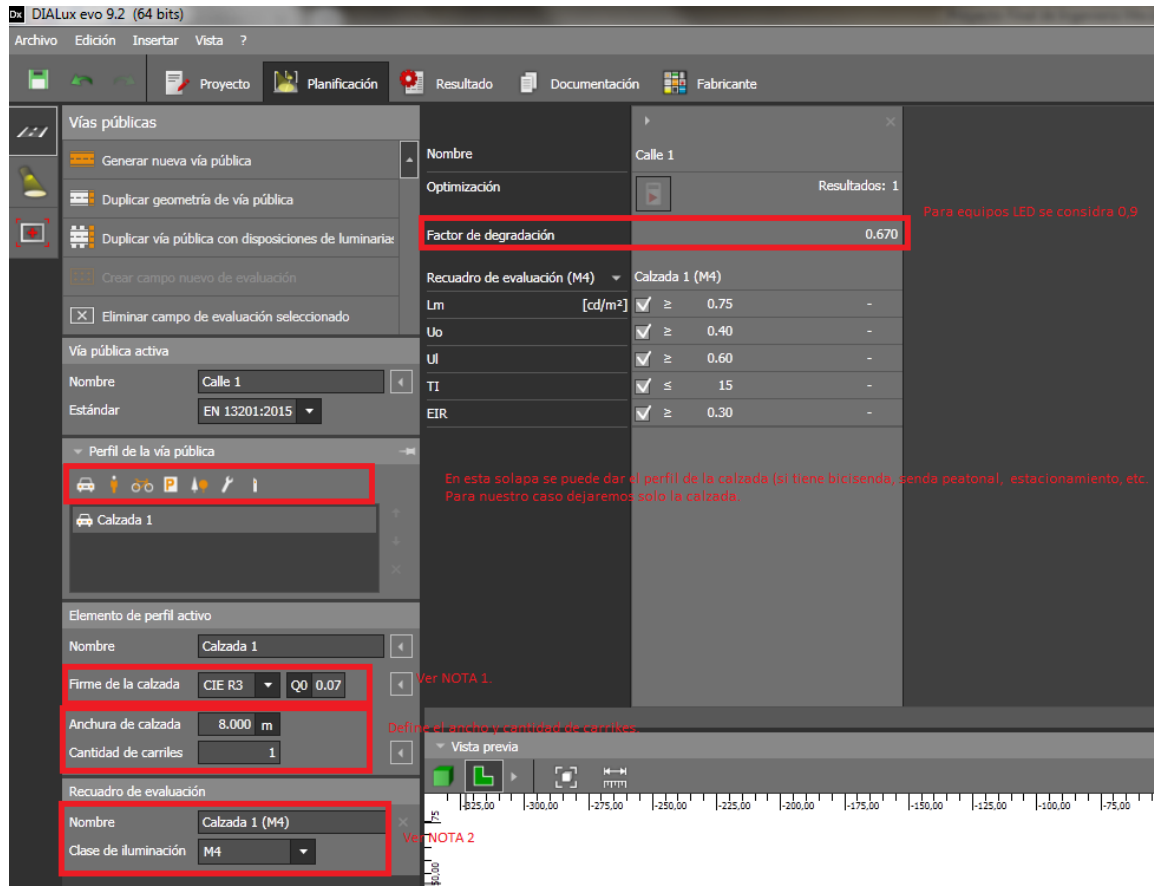


Figura 2-10: Ingreso de datos en DIALUX Evo9.2

NOTA 1: Podemos observar que nos indica seleccionar el Firme de calzada. La Resolución 10/89 del Consejo de la ISO establece que la CIE es la corporación de normalización internacional sobre “aspectos fundamentales de evaluación metrológica y aplicaciones de la luz y el color, incluyendo otros aspectos de la energía radiante en el rango óptico del espectro”

Para calcular la luminancia de una superficie se utilizan las llamadas Tablas R, las cuales caracterizan las propiedades reflectivas del área de análisis según el coeficiente reducido de luminancia. Para nuestro caso adoptaremos superficie clase R3 de acuerdo a **Tabla 2-1**.

Clase	Características Superficie
R1	Superficies de asfalto con un mínimo del 15 % de materiales abrillantadores o materiales artificiales claros o al menos un 30 % de anortositas muy brillantes. Superficies que contienen gravas que cubren más del 80% de la superficie de la calzada, y las gravas constan de gran cantidad de material claro, o de abrillantadores o están compuestas al 100% de anortositas muy brillantes. Superficies de calzada de hormigón de concreto.
R2	Superficies con textura rugosa que contienen agregados normales Superficies asfálticas (pavimentos bituminosos que contienen el 10% al 15% de abrillantadores artificiales. Hormigón bituminoso grueso y rugoso, rico en gravas (más del 60%) de tamaños mayores a 10 mm Asfalto mástico después de ser tratado. Se conoce también como asfalto mástico en estado nuevo.
R3	Revestimiento en Hormigón bituminoso (asfalto frío, asfalto cemento) con tamaño de grava superior a 10 mm, con textura rugosa Superficies tratadas con textura rugosa pero pulimentada.
R4	Asfalto mástico después de varios meses de uso Superficies con textura bastante suave o pulimentada.

Tabla 2-1: Designación aproximada de superficies en las clases típicas [4]

NOTA 2: Para este punto la CIE clasifica la iluminación según el tipo de vía de acuerdo con **Tabla 2-2**. Adoptaremos para nuestro caso vía tipo M4.

Descripción de la vía	Tipo de iluminación
Vías de extra alta velocidad, con calzadas separadas exentas de cruces a nivel y con accesos completamente controlados (Autopistas expresas). Con densidad de tráfico y complejidad de circulación ⁽¹⁾ :	
Alta $T > 1000$ (Veh./h)	M1
Media $500 < T < 1000$ (Veh. /h)	M2
Baja $T < 500$ (Veh. /h)	M3
Vías de extra alta velocidad, vías con doble sentido de circulación. Con control de tráfico ⁽²⁾ y separación ⁽³⁾ de diferentes usuarios de la vía:	
Escaso	M1
Suficiente	M2
Vías más importantes de tráfico urbano, vías circunvalares y distribuidoras. Con control de tráfico y separación de diferentes usuarios de la vía:	
Escaso	M2
Bueno	M3
Conectores de vías de poca importancia, vías distribuidoras locales, vías de acceso a zonas residenciales, Vías de acceso a propiedades individuales y a otras vías conectoras más importantes. Con control de tráfico y separación de diferentes usuarios de la vía:	
Escaso	M4
Bueno	M5

Tabla 2-2: Clasificación de vías para tráfico motorizado por complejidad de circulación y control de tráfico [4]

Una vez definidos los datos de la calzada se procede a ingresar las hojas técnicas de los posibles equipos de iluminación a utilizar, y el mismo software nos indicará cual es la opción que cumple con los requerimientos solicitados.

Se debe indicar algunos datos de acuerdo a **figura 2-13** como ser:

- Distancia entre mástiles: 30m según ETN-097 [2]
- Altura de montaje: 8m

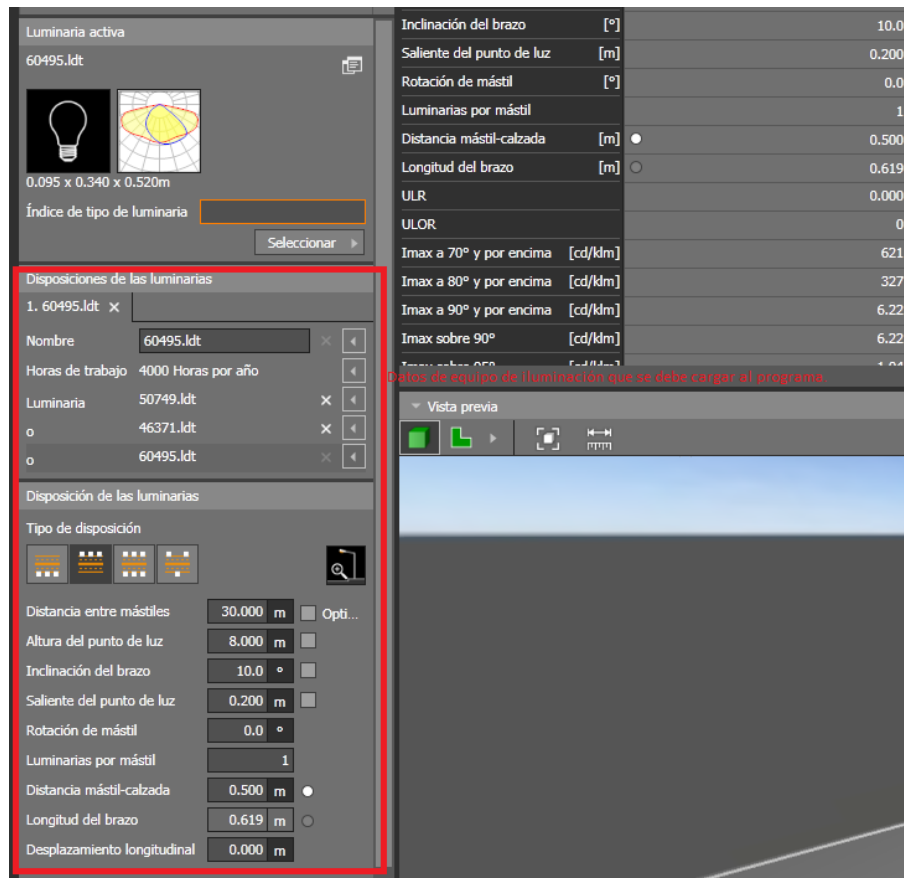


Figura 2-13: Ingreso de datos de luminarias

Para nuestro estudio seleccionaremos 2 equipos de la marca PHILLIPS para que podamos hacer una comparativa entre 2 potencias distintas, los equipos que se usarán para esta evaluación serán equipos LUMISTREET GEN2 **BGP293** T25 1 XLED180-4S/740 DM11 y LUMISTREET GEN2 **BGP292** T25 1 XLED64-4S/830 DM12.

Los hojas de datos técnicos de ambos se podrán ubicar en el “**Anexo A**”

Utilizaremos tecnología LED ya que representa un gran ahorro debido a su bajo consumo, larga duración y robustez mecánica, además, gracias a su menor consumo de energía se está reduciendo así la cantidad de residuos tóxicos en la atmósfera.

Los LED tienen varias ventajas por las cuales los definen para ser la mejor alternativa a fuentes de iluminación convencionales, y proporcionar una más amplia gama de utilización.

- *Tamaño reducido:* Un LED puede ser sumamente pequeño y proporcionar un haz de luz de altas prestaciones lumínicas.
- *Bajo consumo eléctrico:* Los LED tienen un consumo de electricidad muy bajo.
- *Larga vida útil:* Aproximadamente 70,000 mil horas de vida útil dependiendo de la marca y modelo.
- *Alta eficacia luminosa y baja emisión de calor:* Los LED pueden convertir casi toda la energía usada en luz, por lo que el rendimiento de los mismos se traduce en una muy alta eficacia luminosa y baja emisión de calor.
- *Protección de medio ambiente:* Los LED se fabrican con materiales no tóxicos, a diferencia de las lámparas fluorescentes, que contienen mercurio, por tal motivo plantean un peligro de contaminación. Los LED pueden ser totalmente reciclados.
- *Más resistente a golpes y vibraciones:* El dispositivo electroluminiscente de los LED está completamente encajado en un recinto de resina epoxi, lo hace mucho más robusto que la lámpara de filamentos convencional y el tubo fluorescente; no hay ninguna parte móvil dentro del recinto de epoxi sólido, es más resistente a vibraciones o impactos. Esto hace que los LED sean altamente resistentes.
- *Reducido Mantenimiento para un ahorro de costos:* Las lámparas basadas en LED tienen al menos 10 veces mayor vida útil que una lámpara convencional, al no necesitar reemplazar la lámpara de LED, se reduce el tiempo de mantenimiento y con esto se reducen los costos.
- *Mayor ahorro de energía debido a su uso eficiente:* Debido al ahorro de energía de los LED, se reduce el gasto eléctrico, recuperando más rápidamente su inversión.

- *Flexibilidad de diseño:* Las luminarias LED son típicamente más pequeñas que las de lámparas alógenas, permitiendo diferentes y variados diseños de luminarias.
- *Color instantáneo:* Luz instantánea sin parpadeos y sin la necesidad de un precalentamiento, permitiendo un abanico de colores instantáneo con una lámpara RGB.

Una vez ingresados los datos solicitados se procede a la simulación para determinar si se cumplen los campos de evaluación. El informe (Ver Anexo B), indica que para nuestro caso de estudio la que mejor se adapta es la luminaria LUMISTREET GEN2 BGP293 de 112W como se observa en **figuras 2-14 y 2-15**.

Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Calzada 1 (M4)	L_m	2.01 cd/m ²	≥ 0.75 cd/m ²	✓
	U_o	0.67	≥ 0.40	✓
	U_l	0.83	≥ 0.60	✓
	TI	11 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}	0.49	≥ 0.30	✓

Para la instalación se ha calculado con un factor de mantenimiento de 0.90.

Figura 2-14: Resultados cálculo lumínico

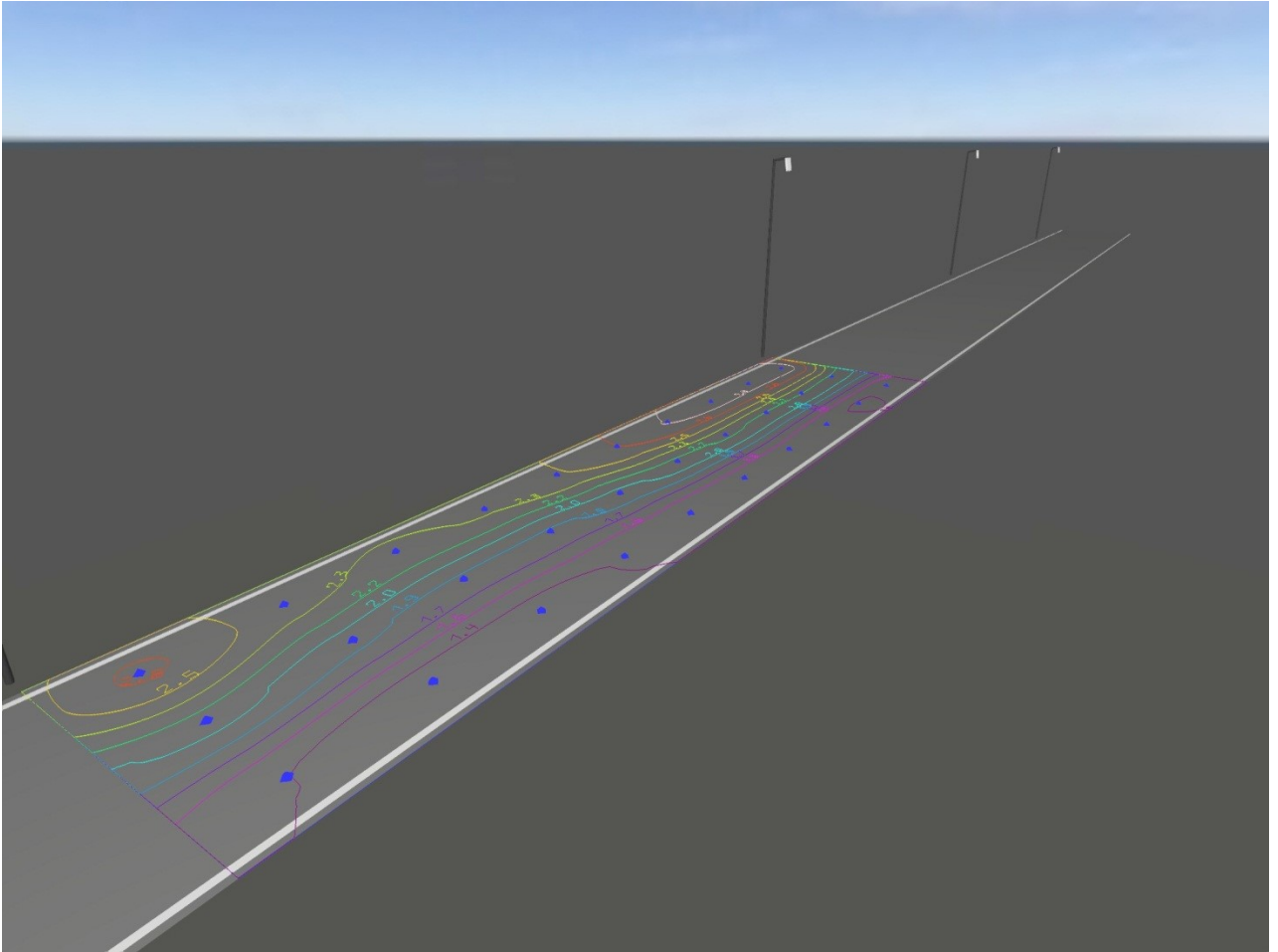


Figura 2-15: Simulación 3D – Líneas Isolux

Layout de columnas y luminarias:

Con el resultado del estudio, ubicando los equipos cada 30m procederemos a la confección del layout de las columnas en el predio el cual puede observarse en el **Anexo C**

Capítulo 3:

Cálculo de esfuerzos en columna

Estudiaremos en este capítulo, los esfuerzos que generan los conductores preensamblados que se someten a una tracción mecánica determinada.

Esto se realiza, contemplando las correspondientes tablas de tendido. Esto genera tensiones de tiro, las cuales determinaremos para definir los esfuerzos generados por el cable en las columnas.

Se tendrá en cuenta también el peso propio del equipo de iluminación y carga de viento.

Determinación de la sección del cable alimentador de la línea:

De acuerdo a lo definido en las condiciones límites, la línea será del tipo aérea preensambladas.

En el estudio luminotécnico se definió el equipo de tecnología LED a utilizar. De la hoja de datos técnicos obtenemos su potencia **Figura 3-1**.

Initial performance (IEC compliant)	
Initial luminous flux (system flux)	20640 lm
Luminous flux tolerance	+/-7%
Initial LED luminaire efficacy	145 lm/W
Init. Corr. Color Temperature	4000 K
Init. Color Rendering Index	70
Initial chromaticity	(0.381, 0.379) SDCM <5
Initial input power	142 W
Power consumption tolerance	+/-10%
Init. Color Rendering Index Tolerance	+/-2

Figura 3-1: Potencia equipo iluminación seleccionada

Para calcular la corriente nominal demandada por la carga, debemos tener en cuenta los factores de corrección y simultaneidad (ver ecuación 3.1)

El de carga es la relación entre el promedio de corriente demandada sobre un período fijo de tiempo respecto al pico de demanda.

El de simultaneidad, contempla la situación de que no todas las cargas estarán funcionando al mismo tiempo.

Para este caso puntual, por ser iluminación, nuestro coeficiente será $f_s = 1.00$.

Entonces tendremos:

$$f_c = 0.95$$

$$f_s = 1.00$$

$$f_d = f_c * f_s = 0.95 * 1.00 = 0.95 \text{ (3.1)}$$

Dónde:

f_c = factor de carga

f_s = factor simultaneidad

f_d = factor de demanda

El consumo unitario de cada equipo será:

$$P = U * I * \cos\varphi$$

$$I = \frac{P}{U * \cos\varphi}$$

$$I = \frac{142W}{220V * 0.9}$$

$$I = 0.71A$$

Dónde:

P = Potencia

U = Tensión entre fase y neutro

$\cos\varphi$ = Factor Potencia

Como haremos una distribución equilibrada de las luminarias podemos considerar que habrá la misma cantidad de luminarias por fase.

Para nuestro caso de estudio:

$$\text{Luminarias totales} = 48u$$

$$\text{Luminarias por fase} = \frac{48}{3} = 16u$$

$$\text{Consumo por fase} = 16u * 0.71A = 11.36A \text{ (3.2)}$$

La norma ETN-097 indica que la sección mínima para uso de cables preensamblados es de 25mm². Con este dato y la corriente que tenemos por fase podemos evaluar con los catálogos si con esa sección cumplimos con el requerimiento o debemos seleccionar una mayor.

El tipo de aislamiento de los conductores es polietileno reticulado (XLPE) de tensión asignada no inferior a 0,6/1 kV, y tiene un recubrimiento tal que garantiza una buena resistencia a las acciones de la intemperie.

Los conductores pretensados se instalan sobre apoyos y están sometidos a una tracción mecánica determinada, contemplada en las correspondientes tablas de tendido, en función de la sección y de la longitud del vano soportado. El elemento resistente es el cable neutro autoportante del haz, nunca los conductores de fase. El neutro autoportante se sujeta a los mismos mediante retenciones preformadas de

amarre, y se tienden los conductores a la tracción mecánica equivalente para que en las hipótesis reglamentarias más desfavorables, ésta no sobrepasará la tensión máxima que soporta el conductor.

El mismo será de Aluminio grado eléctrico 1350 (AAC) en los conductores activos según norma IRAM 2263. Temperatura de trabajo 90°C en servicio continuo y 250°C para cortocircuito. Su aislación de polietileno reticulado (XLPE).

Utilizaremos los catálogos de PRYSMIAN para la selección del cable conductor (**Ver Anexo C**). Como podemos observar en la **Tabla 3-1**, para una sección de 25mm² la corriente admisible es de 82A que es mayor a la corriente consumida por los equipos, 11.36A.

Lo que se debe chequear ahora es que la caída de tensión este dentro de los parámetros definidos por la ETN-097, que para nuestro caso es menor al 3% para el último equipo.

Características eléctricas (IRAM)

Formaciones de los cables	Intensidad de corriente admisible	Resistencia eléctrica a 60°C y 50 Hz	Resistencia eléctrica a 90°C y 50 Hz	Resistencia inductiva media por fase a 50 Hz	Caída de tensión a 60°C y $\cos \phi = 0,8$.	Caída de tensión a 90°C y $\cos \phi = 0,8$.
N° x mm²	A	ohm/km	ohm/km	ohm/km	ohm/km	V / A km
1 x 16/16 (1)	85	2,327	2,558	0,070	3,81	4,18
1 x 25/25 (1)	115	1,458	1,602	0,068	2,41	2,64
1 x 35/35 (1)	141	1,059	1,164	0,068	1,78	1,94
1 x 50/50 (1)	174	0,739	0,834	0,065	1,26	1,41
3 x 1 x 16/16 (1)	60	2,218	2,449	0,089	3,12	3,49
3 x 1 x 25/50 (1)	82	1,394	1,539	0,088	2,02	2,22
3 x 1 x 35/50 (1)	103	1,008	1,113	0,088	1,049	1,63
3 x 1 x 50/50 (1)	124	0,745	0,822	0,086	1,12	1,23
3 x 1 x 70/50 (1)	160	0,515	0,569	0,085	0,80	0,88
3 x 1 x 95/50 (1)	200	0,373	0,411	0,084	0,60	0,66
3 x 1 x 120/70 (1)	232	0,295	0,325	0,083	0,50	0,54
3 x 1 x 150/70 (1)	268	0,241	0,266	0,082	0,42	0,45
3 x 1 x 185/70 (1)	311	0,192	0,212	0,081	0,35	0,38
3 x 1 x 185/95 (1)	311	0,192	0,212	0,081	0,35	0,38
3 x 1 x 25/50 (2)	82	1,394	1,539	0,088	2,02	2,22
3 x 1 x 35/50 (2)	103	1,008	1,113	0,088	1,049	1,63
3 x 1 x 50/50 (2)	124	0,745	0,822	0,086	1,12	1,23
3 x 1 x 70/50 (2)	160	0,515	0,569	0,085	0,80	0,88
3 x 1 x 95/50 (2)	200	0,373	0,411	0,084	0,60	0,66
3 x 1 x 120/70 (2)	232	0,295	0,325	0,083	0,50	0,54
3 x 1 x 150/70 (2)	268	0,241	0,266	0,082	0,42	0,45
3 x 1 x 185/70 (2)	311	0,192	0,212	0,081	0,35	0,38
3 x 1 x 185/95 (2)	311	0,192	0,212	0,081	0,35	0,38
3 x 1 x 25/50 (3)	82	1,394	1,539	0,088	2,02	2,22
3 x 1 x 35/50 (3)	103	1,008	1,113	0,088	1,049	1,63
3 x 1 x 50/50 (3)	124	0,745	0,822	0,086	1,12	1,23

Tabla 3-1: Características eléctricas cables preensamblados Al.

De tabla 3-1:

$$I_{\text{admisible}} = 82A$$

$$\text{Resistencia eléctrica a } 60^{\circ}\text{C} = 1.394 \frac{\Omega}{\text{km}}$$

$$\text{Caída tensión a } 60^{\circ}\text{C y } \cos \phi (0.8) = 2.02 \frac{\text{V}}{\text{A} * \text{km}}$$

$$\text{Reactancia inductiva} = 0.088 \frac{\Omega}{\text{km}}$$

Con los datos obtenidos procedemos al cálculo de caída de tensión en el conductor.

Se toma que en un régimen permanente δV (porcentaje respecto de la tensión nominal de la línea) debe ser entre 3 y 5%.

Para este caso adoptaremos $\delta V < 3\%$

$$\delta V(\%) = \frac{\Delta V}{V} * 100$$

Para el cálculo de ΔV usaremos:

$$\Delta V = K * I * L * (R_{ca} * \cos\varphi + x * \sen\varphi) \quad (3.3)$$

Dónde:

ΔV (V) = caída de tensión

$K = 2$ para líneas monofásicas

$K = \sqrt{3}$ para líneas trifásicas

I (A) = corriente a transmitir

L (km) = longitud de la línea

$R_{ca} \left(\frac{\text{ohm}}{\text{km}} \right)$ = resistencia en CA y temp. de servicio 60°C

$x \left(\frac{\text{ohm}}{\text{km}} \right)$ = reactancia longitudinal

$\cos\varphi = 0.8$

$\sen\varphi = 0.6$

Reemplazando en ecuación 3.3:

$$\Delta V = \sqrt{3} * 11.36A * 1.5\text{km} * \left(1.394 \frac{\Omega}{\text{km}} * 0.8 + 0.088 \frac{\Omega}{\text{km}} * 0.6 \right)$$

$$\Delta V = \sqrt{3} * 11.36A * 1.5km * 1.16 \frac{\Omega}{km}$$

$$\Delta V = 34.19V$$

Caída de tensión:

$$\delta V(\%) = \frac{\Delta V}{V} * 100 \quad (3.4)$$

$$\delta V(\%) = \frac{34.19V}{380V} * 100$$

$$\delta V(\%) = 8.99\% \text{ MALAS CONDICIONES}$$

La primera elección, si bien cumple con el consumo necesario, no lo hace con el requerimiento de caída de tensión es mayor a lo indicado por la ETN-097 (3%).

Seleccionamos el conductor de sección superior y recalculamos.

Cable Retenax Al. 3x1x95/50mm²

De tabla 3-1:

$$I_{\text{admisible}} = 200A$$

$$\text{Resistencia eléctrica a } 60^{\circ}\text{C} = 0.373 \frac{\Omega}{km}$$

$$\text{Caída tensión a } 60^{\circ}\text{C y } \cos\varphi (0.8) = 0.66 \frac{V}{A * km}$$

$$\text{Reactancia inductiva} = 0.084 \frac{\Omega}{km}$$

Reemplazando en 3.3:

$$\Delta V = \sqrt{3} * 11.36A * 1.5km * (0.373 \frac{\Omega}{km} * 0.8 + 0.084 \frac{\Omega}{km} * 0.6)$$

$$\Delta V = \sqrt{3} * 11.36A * 1.5km * 0.3488 \frac{\Omega}{km}$$

$$\Delta V = 10.28V$$

Reemplazando en 3.4:

$$\delta V(\%) = \frac{\Delta V}{V} * 100$$

$$\delta V(\%) = \frac{10.28V}{380V} * 100$$

$$\delta V(\%) = 2.70\% \text{ BUENAS CONDICIONES}$$

De esta manera utilizaremos un cable Preensamblado de Al, aislación XLPE, 3x95/50mm² con las siguientes características mecánicas:

RETENAX®

PREENSAMBLADO

Distribución aérea en BT

Baja Tensión

0,6 / 1,1 kV

AL RZ

Características mecánicas (IRAM)

Formaciones de los cables	Diámetro exterior aproximado de cada conductor	Diámetro exterior aproximado del conjunto	Masa total aproximada	Carga de rotura del neutro portante
Nº x mm²	mm	mm	(4) kg/km	(5) daN/mm²
1 x 16/16 (1)	7,5 / 7,7	16	140	445
1 x 25/25 (1)	9 / 9,5	19	220	712
1 x 35/35 (1)	10,5 / 11	22	300	978
1 x 50/50 (1)	11,5 / 12,5	24	395	1405
3 x 1 x 16/16 (1)	7,5 / 7,7	19	285	445
3 x 1 x 25/50 (1)	9 / 12,5	26	515	1405
3 x 1 x 35/50 (1)	10,5 / 12,5	29	635	1405
3 x 1 x 50/50 (1)	11,5 / 12,5	30	755	1405
3 x 1 x 70/50 (1)	13,7 / 12,5	34	960	1405
3 x 1 x 95/50 (1)	16 / 12,5	37	1250	1405

Figura 3-2: Características mecánicas cables preensamblados

Tensiones de tiro generados por el cable:

Los conductores preensamblados se instalan sobre apoyos instalados en los puntos de fijación (que para nuestro caso serán las columnas metálicas) y se someten a una tracción mecánica predeterminada, contemplada en las correspondientes tablas de tendido, en función de la sección y de la longitud del vano soportado. Esto genera tensiones de tiro, las cuales determinaremos para definir los esfuerzos generados por el cable en las columnas.

Las influencias atmosféricas que determinan el comportamiento mecánico de los cables son principalmente [5]:

- *Las variaciones de temperatura ambiente*, que por efecto de contracción o dilatación alteran la longitud de estos haciéndolos mayor o menor
- *La fuerza que ejerce el viento sobre los conductores*, que actúan como una sobrecarga, ya que al sumarse con el propio peso del cable hace que el efecto sea de un aumento aparente del peso.
- *La fuerza que ejerce la escarcha (hielo)* que supone otra sobrecarga de acción vertical que se superpone al peso propio, pero no es aplicable por nuestra ubicación geográfica.

Planteamiento de la ecuación de la flecha:

Un conductor de peso uniforme, sujeto entre dos apoyos A y B situados a la misma altura, forma una curva llamada catenaria. La distancia " f " entre el punto más bajo situado en el centro de la curva y la recta AB que une los apoyos, es lo que denominamos flecha. Se llama vano a la distancia " a " entre los 2 puntos de amarre A y B como se observa en **figura 3-3**.

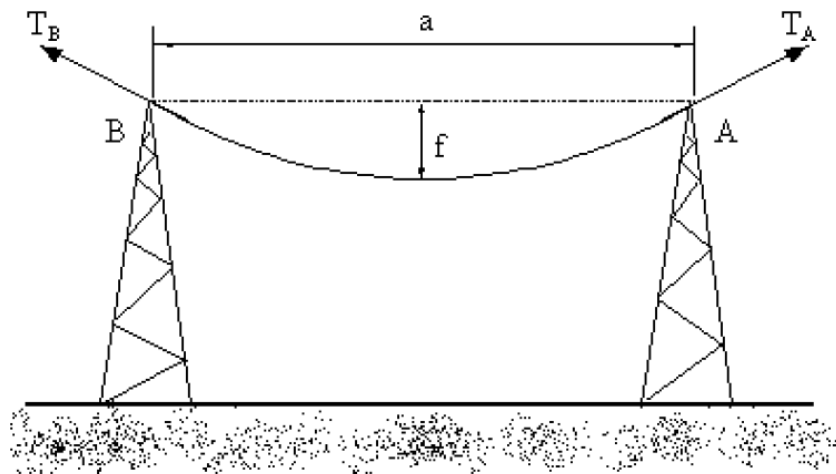


Figura 3-3: Flecha y vano [5]

Los postes deben soportar las tensiones T_A y T_B que ejerce el conductor en los puntos de amarre.

La tensión $T = T_A = T_B$ dependerá de la longitud del vano, peso del conductor, de la temperatura y condiciones atmosféricas.

Calcularemos a continuación la relación que existe entre la flecha y la tensión. Para ello representaremos el conductor de un vano centrado en unos ejes de coordenadas:

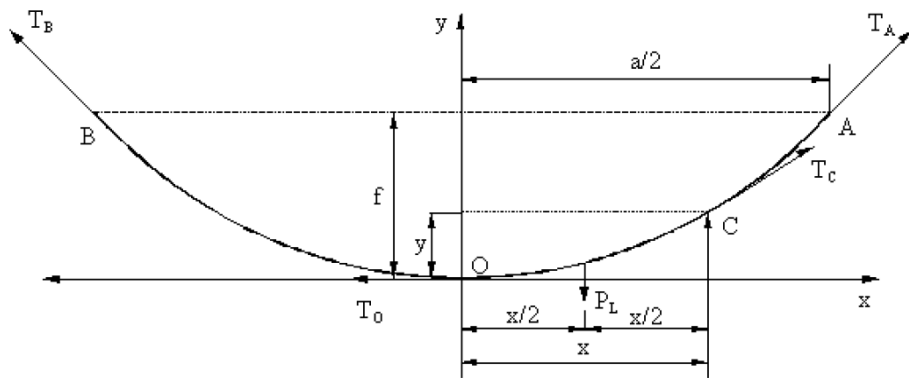


Figura 3-4: Representación de un vano centrado [5]

Consideramos un trozo de cable OC que tendrá peso propio P_L aplicado en su punto medio y estará sometido a las tensiones T_0 y T_C .

Planteamos el momento respecto a C:

$$T_0 * y = P_L * \frac{x}{2}$$

Por lo tanto el valor de y será:

$$y = P_L * \frac{x}{2} * \frac{1}{T_0} \quad (3.5)$$

Si llamamos P al peso unitario del conductor, el peso total del mismo en el tramo OC, que hemos llamado P_L , será igual al peso unitario por la longitud del conductor:

$$P_L = P * x$$

Sustituyendo en 3.5:

$$y = \frac{P}{T_0} * \frac{x^2}{2} \quad (3.6)$$

Si ahora consideramos el punto A correspondiente al amarre del cable en vez del punto C, tendremos:

$$y = f ; \quad x = \frac{a}{2} \quad (3.7)$$

Reemplazo en la ecuación 3.6:

$$f = \frac{P}{T_0} * \frac{a^2}{8} \quad (3.8)$$

La ecuación 3.8 nos relaciona la flecha “f” en función de la tensión T_0 , del peso unitario del conductor P y de la longitud del vano.

Tablas de tendido y flecha:

Las tablas de tendido constituyen una herramienta a la hora de construir una línea, que se utiliza para consultar la tensión mecánica que hay que aplicar al conductor en cualquier momento para cualquier vano y temperatura.

Vano Mts.	Temperatura t (°C)							
	5	10	15	20	25	30	35	40
15	311 0,12	311 0,12	311 0,12	301 0,13	277 0,14	255 0,15	234 0,16	216 0,18
20	317 0,22	317 0,22	300 0,23	280 0,24	262 0,26	246 0,28	231 0,30	218 0,31
25	286 0,37	271 0,39	258 0,41	246 0,43	234 0,46	224 0,48	215 0,50	207 0,52
30	251 0,61	241 0,64	233 0,66	225 0,68	218 0,70	212 0,73	206 0,75	200 0,77
35	230 0,91	224 0,94	218 0,96	213 0,98	208 1,00	204 1,03	199 1,05	195 1,07
40	217 1,26	213 1,28	209 1,31	206 1,33	202 1,35	199 1,38	196 1,40	192 1,42

Tabla 3-2: Tabla de tendidos para conductores preensamblados 3x95+1x50mm² [2]

En la **tabla 3-2** los valores indicados en la parte superior izquierda de cada celda corresponden al tiro en [Kg], mientras que los ubicados en la parte inferior derecha corresponden a la flecha expresada en [m].

Para nuestro caso de estudio tomaremos una temperatura de 20°C y un vano de 30m de acuerdo a lo definido anteriormente.

De **tabla 3-2** obtenemos los siguientes datos:

Tiro: 225kg

Flecha: 0.68m

Con estos datos reemplazamos en ecuación 3.8:

$$f = \frac{P}{T_0} * \frac{a^2}{8}$$

Dónde:

$$f = 0.68m \text{ (de tabla 3.2)}$$

$$P = \text{Peso propio conductor} = 1.250 \frac{kg}{m} \text{ (de figura 3.2)}$$

$$a = \text{vano} = 30m$$

$$0.68m = \frac{1.25kg}{T_0} * \frac{(30m)^2}{8}$$

$$T_0 = 206.8kg \text{ (3.9)}$$

Capítulo 4:

Dimensionamiento de columna:

El valor de tiro T_0 determinado en la ecuación 3.9, nos permitirá verificar las secciones y diámetros de nuestra columna para soportar los esfuerzos tanto del tiro generado por el cable, así como el efecto del viento y el esfuerzo que genera el artefacto de iluminación ubicado en el extremo. [6]

Adoptaremos para el estudio, una columna de 8 metros libres, que son las que se encuentran en el mercado actualmente. En la **figura 4-1** podemos observar el plano de la misma.



Figura 4-1: Columna 8m con capuchón - Medidas

Datos de cálculo:

- Primer tramo H1=3.2m, espesor e1=4.80mm, diámetro d1=140mm
- Segundo tramo H2=2.0m, espesor e2=4.05mm, diámetro d2=114mm
- Tercer tramo H3=2.0m, espesor e3=3.65mm, diámetro d3=89mm
- Cuarto tramo H4=2.0m, espesor e4=3.25mm, diámetro d4=76mm
- Longitud del brazo 0.30m

Los pesos teóricos de cada tramo los adoptamos del **ANEXO D** – Tabla pesos teóricos de tubos de acero sin costura SIDERSA

Condiciones de cálculo:

Podemos ver en la **Tabla 4-1** lo valores de la presión dinámica generadas por efecto de la velocidad del viento sobre columnas de sección circular.

Velocidad del viento [km/h]	Presión dinámica sobre. Sup planas en kg/m2	Presión dinámica sobre. Sup cilíndricas en kg/m2
V	Pvsp	Pvsc
100	70	50
120	101	72
130	118	87
180	227	162

Tabla 4-1: Presión dinámica por velocidad sobre superficies [6]

Las fórmulas que relacionan la velocidad del viento y su resultante en kg/m2 sobre superficies planas o cilíndricas son:

$$P_{vsp} = 0.007 * V^2 \left[\frac{Kg}{m^2} \right] (4.1)$$

$$P_{vsc} = 0.005 * V^2 \left[\frac{Kg}{m^2} \right] (4.2)$$

Dónde:

$$V = \text{velocidad del viento en } \frac{km}{h}$$

Las condiciones adoptadas para el cálculo serán de una velocidad de viento de 120km/h.

$$P_{vsc} = 72 \frac{Kg}{m^2} \text{ para nuestro caso}$$

Los esfuerzos originados por el viento sobre la columna y el punto de aplicación para esos esfuerzos se pueden observar en la siguiente **figura 4-2**:

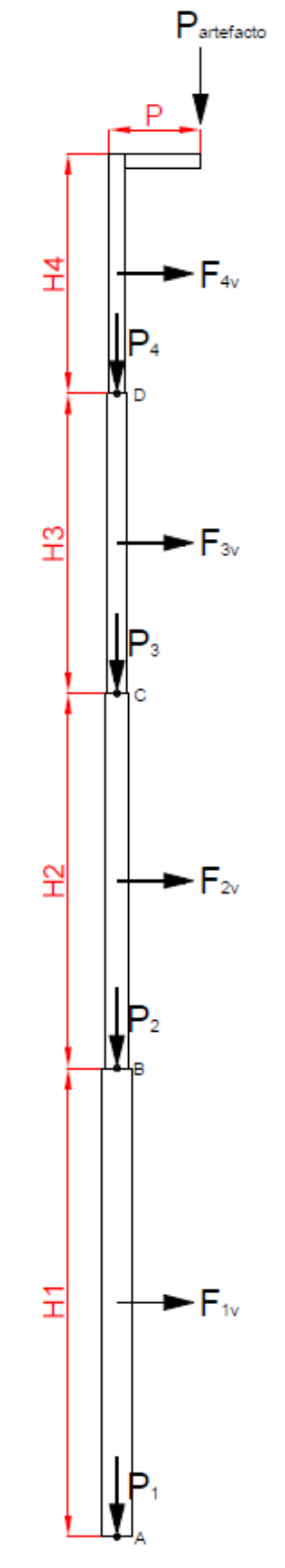


Figura 4-2: Fuerzas dinámica generada por el viento

Primer tramo:

$$F_{1V} = P_{vsc} * H_1 * d_1$$

$$F_{1V} = 72 \frac{kg}{m^2} * 3.2m * 0.14m$$

$$F_{1V} = 32.25kg$$

Segundo tramo:

$$F_{2V} = 72 \frac{kg}{m^2} * 2.0m * 0.114m$$

$$F_{2V} = 16.41kg$$

Tercer tramo:

$$F_{3V} = 72 \frac{kg}{m^2} * 2.0m * 0.089m$$

$$F_{3V} = 12.81kg$$

Cuarto tramo:

$$F_{4V} = 72 \frac{kg}{m^2} * 2.0m * 0.076m$$

$$F_{4V} = 10.95kg$$

Considerando el peso del artefacto de acuerdo a los datos de la hoja técnica del **ANEXO A-3**, obtenemos el peso del equipo:

$$P_{artefacto} = 6.5kg$$

Datos de material de la columna:

- Acero SAE1010
- Tensión mínima de rotura $T_R = 3500 \frac{kg}{cm^2}$
- Alargamiento mínimo: 32%
- Módulo de elasticidad $E = 2100000 \frac{kg}{cm^2}$

Cálculo de momentos flectores debido a esfuerzos:

De acuerdo al diagrama de cuerpo libre que observemos en **figura 4-3**, determinaremos los momentos originados por los esfuerzos.

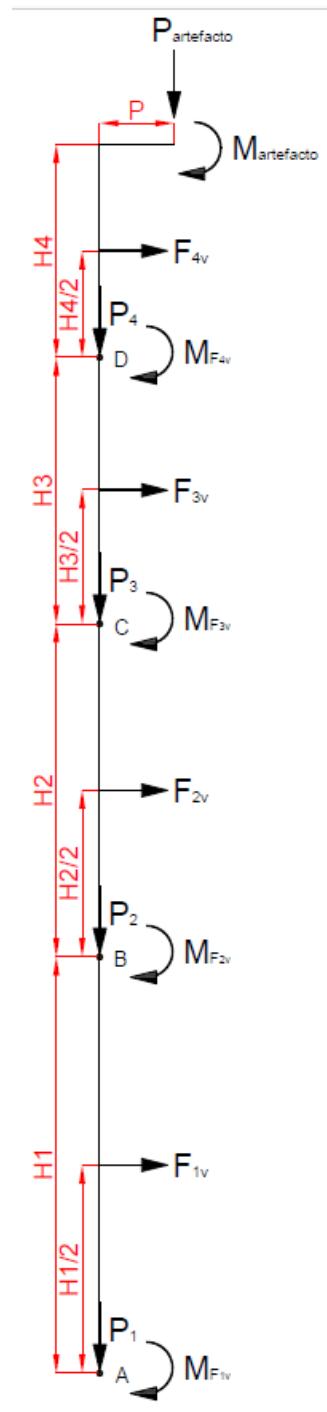


Figura 4-3: Diagrama cuerpo libre columna

Esfuerzos en punto D:

$$\sum F_{YD} = P_{artefacto} + P_4 = P_{artefacto} + P_{L4} * H_4 + P_{conductor} * a$$

Dónde:

$P_4 = \text{peso tramo 4}$

$P_{L4} = \text{peso lineal del tramo}$

$P_{conductor} = \text{Peso propio conductor} = 1.250 \frac{kg}{m}$ (de figura 3.2)

$a = \text{vano} = 30m$ (consideramos que cada columna sostiene 15m para cada lado)

$$\sum F_{YD} = 6.5kg + 5.76 \frac{kg}{m} * 2m + 1.25 \frac{kg}{m} * 30m$$

$$\sum F_{YD} = 55.52kg$$

$$\sum M_D = F_{V4} * \frac{H_4}{2} + P_{artefacto} * P$$

Dónde:

$F_{V4} = \text{incidencia viento en tramo 4}$

$$\sum M_D = 10.95kg * \frac{2m}{2} + 6.5kg * 0.3m$$

$$\sum M_D = 12.9kgm$$

Esfuerzos en punto C:

$$\begin{aligned} \sum F_{YC} &= P_{artefacto} + P_4 + P_3 + P_{conductor} * a \\ &= P_{artefacto} + P_{L4} * H_4 + P_{L3} * H_3 + P_{conductor} * a \end{aligned}$$

$$\sum F_{YC} = 6.5kg + 5.76 \frac{kg}{m} * 2m + 8.38 \frac{kg}{m} * 2m + 1.25 \frac{kg}{m} * 30m$$

$$\sum F_{YC} = 72.28kg$$

$$\sum M_C = F_{V4} * \left(\frac{H_4}{2} + H_3\right) + F_{V3} * \frac{H_3}{2} + P_{artefacto} * P$$

$$\sum M_C = 10.95kg * \left(\frac{2m}{2} + 2m\right) + 12.81kg * \left(\frac{2m}{2}\right) + 6.5kg * 0.3m$$

$$\sum M_C = 47.61kgm$$

Esfuerzos en punto B:

$$\sum F_{YB} = P_{artefacto} + P_4 + P_3 + P_2 + P_{conductor} * a$$

$$= P_{artefacto} + P_{L4} * H_4 + P_{L3} * H_3 + P_{L2} * H_2 + P_{conductor} * a$$

$$\sum F_{YB} = 6.5kg + 5.76 \frac{kg}{m} * 2m + 8.38 \frac{kg}{m} * 2m + 10.88 \frac{kg}{m} * 2m + 1.25 \frac{kg}{m} * 30m$$

$$\sum F_{YB} = 94.04kg$$

$$\sum M_B = F_{V4} * \left(\frac{H_4}{2} + H_3 + H_2\right) + F_{V3} * \left(\frac{H_3}{2} + H_2\right) + F_{V2} * \left(\frac{H_2}{2}\right) + P_{artefacto} * P$$

$$\sum M_B = 10.95kg * \left(\frac{2m}{2} + 2m + 2m\right) + 12.81kg * \left(\frac{2m}{2} + 2m\right) + 16.41kg * \left(\frac{2m}{2}\right) + 6.5kg * 0.3m$$

$$\sum M_B = 125,18kgm$$

Esfuerzos en punto A:

$$\sum F_{YA} = P_{artefacto} + P_4 + P_3 + P_2 + P_1 + P_{conductor} * a$$

$$= P_{artefacto} + P_{L4} * H_4 + P_{L3} * H_3 + P_{L2} * H_2 + P_{L1} * H_1 + P_{conductor} * a$$

$$\sum F_{YA} = 6.5kg + 5.76 \frac{kg}{m} * 2m + 8.38 \frac{kg}{m} * 2m + 10.88 \frac{kg}{m} * 2m + 15.84 \frac{kg}{m} * 3.2m + 1.25 \frac{kg}{m} * 30m$$

$$\sum F_{YA} = 144.72kg$$

$$\sum M_A = F_{V4} * \left(\frac{H_4}{2} + H_3 + H_2 + H_1 \right) + F_{V3} * \left(\frac{H_3}{2} + H_2 + H_1 \right) + F_{V2} * \left(\frac{H_2}{2} + H_1 \right) + F_{V1} * \left(\frac{H_1}{2} \right) + P_{artefacto} * P$$

$$\sum M_A = 10.95kg * \left(\frac{2m}{2} + 2m + 2m + 3.2m \right) + 12.81kg * \left(\frac{2m}{2} + 2m + 3.2m \right) + 16.41kg * \left(\frac{2m}{2} + 3.2m \right) + 32.25kg * \left(\frac{3.2m}{2} \right) + 6.5kg * 0.3m$$

$$\sum M_A = 291.68kgm$$

Cálculo de los momentos de inercia de cada tramo:

El momento de inercia o inercia rotacional es una medida de la inercia rotacional de un cuerpo. Más concretamente el momento de inercia es una magnitud escalar que refleja la distribución de masas de un cuerpo o un sistema de partículas en rotación, respecto al eje de giro. El momento de inercia sólo depende de la geometría del cuerpo y de la posición del eje de giro; pero no depende de las fuerzas que intervienen en el cuerpo.

El momento de inercia se relaciona con las tensiones y deformaciones máximas producidas por los esfuerzos de flexión en un elemento estructural, por lo cual este valor determina la resistencia máxima de un elemento estructural bajo flexión junto con las propiedades de dicho material. Para el caso del momento de inercia también depende de cómo está distribuida la masa.

Calcularemos para cada tramo su momento de inercia correspondiente.

Por definición:

$$I = \frac{\pi * (D^4 - d^4)}{64} \quad (4.3)$$

Dónde:

D = diámetro exterior del tubo [cm]

d = diámetro interior del tubo [cm]

Tendremos entonces:

$$D_1 = 14cm$$

$$d_1 = 14cm$$

$$D_2 = 11.4cm$$

$$d_2 = 10.59cm$$

$$D_3 = 8,9cm$$

$$d_3 = 8,17cm$$

$$D_4 = 7,6cm$$

$$d_4 = 6,95cm$$

Procederemos a determinar el valor de I para cada tramo, de ecuación 4.3:

$$I_1 = \frac{\pi * (D_1^4 - d_1^4)}{64} = \frac{\pi * ((14cm)^4 - (13.04cm)^4)}{64} = 466.42cm^4$$

$$I_2 = \frac{\pi * (D_2^4 - d_2^4)}{64} = \frac{\pi * ((11.4cm)^4 - (10.59m)^4)}{64} = 211.68cm^4$$

$$I_3 = \frac{\pi * (D_3^4 - d_3^4)}{64} = \frac{\pi * ((8.9cm)^4 - (8.17cm)^4)}{64} = 89.28cm^4$$

$$I_4 = \frac{\pi * (D_4^4 - d_4^4)}{64} = \frac{\pi * ((7.6cm)^4 - (6.95cm)^4)}{64} = 49.23cm^4$$

Verificación de la columna:

Verificaremos en este punto la aptitud de la columna para soportar los esfuerzos a la cual está sometida.

Las tensiones de cada tramo se compararán con la tensión de rotura del material utilizado en la fabricación.

El valor de σ para verificar cada tramo será:

$$\sigma = \frac{M * 100 * D}{I} \quad (4.4)$$

Dónde:

M = momento de aplicación en [kgm]

D = diámetro a verificar en [m]

I = momento de inercia del tramo en [cm⁴]

A continuación se verifica el coeficiente de seguridad S , donde:

$$S = \frac{T_{Rotura}}{\sigma_{tramo}} \geq 2.5 \quad (4.5)$$

Para cada tramo, de acuerdo a ecuación 4.4:

$$\sigma_1 = \frac{M_A * 100 * D_1}{I_1} = \frac{291.68 \text{kgm} * 100 * 14 \text{cm}}{466.42 \text{cm}^4} = 875.50 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_2 = \frac{M_B * 100 * D_2}{I_2} = \frac{125.18 \text{kgm} * 100 * 11.4 \text{cm}}{211.68 \text{cm}^4} = 674.15 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_3 = \frac{M_C * 100 * D_3}{I_3} = \frac{47.62 \text{kgm} * 100 * 8.9 \text{cm}}{89.28 \text{cm}^4} = 474.70 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_4 = \frac{M_D * 100 * D_4}{I_1} = \frac{12.9 \text{kgm} * 100 * 7.6 \text{cm}}{49.23 \text{cm}^4} = 199.15 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

De acuerdo a ecuación 4.5:

$$S_1 = \frac{3500 \frac{kg}{cm^2}}{875.50 \frac{kg}{cm^2}} = 3.99 \geq 2.5 \text{ BUENAS CONDICIONES}$$

$$S_2 = \frac{3500 \frac{kg}{cm^2}}{674.15 \frac{kg}{cm^2}} = 5.19 \geq 2.5 \text{ BUENAS CONDICIONES}$$

$$S_3 = \frac{3500 \frac{kg}{cm^2}}{474.70 \frac{kg}{cm^2}} = 7.37 \geq 2.5 \text{ BUENAS CONDICIONES}$$

$$S_4 = \frac{3500 \frac{kg}{cm^2}}{199.15 \frac{kg}{cm^2}} = 17.59 \geq 2.5 \text{ BUENAS CONDICIONES}$$

Las condiciones y esfuerzos planteados son sin considerar el esfuerzo de tiro que genera el preensamblado. Como el mismo se anula a sí mismo en cada columna, plantearemos que sucede en una columna terminal o final de línea. Tomando las fuerzas actuantes en la **Figura 4-4**, tendremos en el punto e (empotramiento):

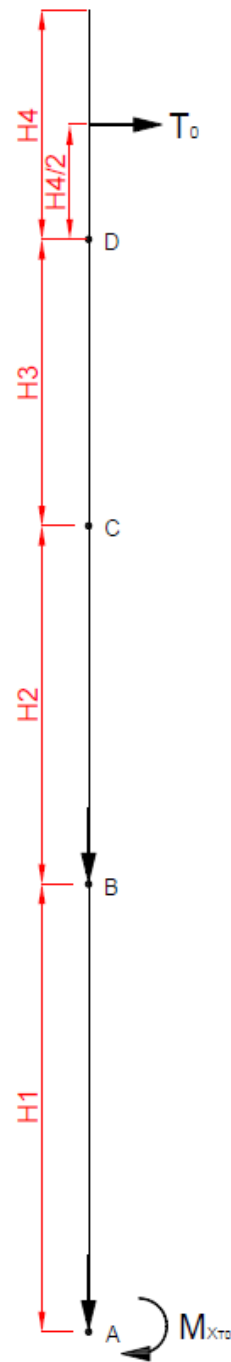


Figura 4-4: Diagrama cuerpo libre columna con T_0

$$\sum M_{XA} = T_0 * \left(\frac{H_4}{2} + H_3 + H_2 + H_1 - \text{empotramiento} \right)$$

$$\sum M_{XA} = 206.8kg * \left(\frac{2m}{2} + 2m + 2m + 3.2m - 1m \right)$$

$$\sum M_{XA} = 1468.28kgm$$

De acuerdo a ecuación 4.4 y 4.5:

$$\sigma_{T0} = \frac{M_{XA} * 100 * D_1}{I_1} = \frac{1468.28kgm * 100 * 14cm}{466.42cm^4} = 4407.17 \frac{kg}{cm^2}$$

$$S_{T0} = \frac{3500 \frac{kg}{cm^2}}{4407.17 \frac{kg}{cm^2}} = 0.79 < 2.5 \text{ MALAS CONDICIONES}$$

Esto implicaría que las columnas terminales deben ser o de mayor sección o tener una fuerza contraria que contrarreste el esfuerzo de tiro generado por el cable preensamblado. Este dato es a fines informativos ya que no entraremos en detalle en este punto.

Uniones soldadas:

Clasificación de las uniones soldadas:

Las uniones soldadas se pueden clasificar según la posición relativa de las chapas soldadas en:

- soldaduras en ángulo: en este tipo de configuración no se realiza ningún tipo de preparación en los bordes de las piezas a unir antes de soldar y la penetración del cordón se debe exclusivamente a la fusión que se genera durante el proceso.
- soldaduras a tope: en este tipo antes de soldar se realiza una preparación de bordes en las piezas, con el objeto de favorecer la penetración del cordón (en las piezas de poco espesor no es necesaria). A la vez, en las uniones a tope se puede distinguir:
 - de penetración completa, cuando la fusión y mezcla entre el material base y el de aportación alcanza a todo el espesor de la unión;
 - de penetración parcial, si esta fusión y mezcla no alcanza a todo el espesor.

Estos tipos definidos por la geometría de la unión, se pueden combinar de la forma indicada en la **tabla 4-2** siguiente:

Tipo de soldadura	Tipo de unión		
	Unión a tope	Unión a tope en T	Unión de solape
Soldadura en ángulo			
Soldadura de ojal (o en ranura)			
Soldadura a tope con penetración completa	Sencilla en V 		
	En doble V 		
	Sencilla en U 		
	En doble U 		
Soldadura a tope con penetración parcial	En doble V 	En chafán doble 	
	En doble U 		

Tabla 4-2: Tipos de soldadura definidas por su geometría [7]

Cálculo para soldaduras a tope

Para el caso de las soldaduras a tope, si son realizadas correctamente, esto es, ejecutadas continuas en toda su longitud y a penetración total, entonces no requieren cálculo alguno. En este caso la resistencia de cálculo, va a estar condicionada con la resistencia que tenga la pieza más débil de entre las unidas mediante la soldadura. Una soldadura a tope se considera que tiene una penetración total si la fusión entre el material base y el de aportación se produce en todo el espesor de la unión. Se adjunta **figura 4-5** representativa del caso,

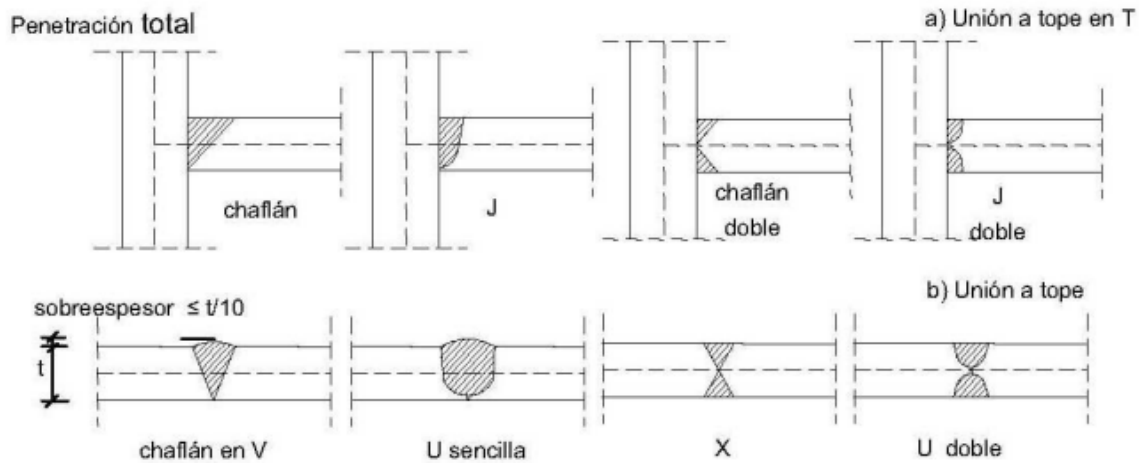


Figura 4-5: Tipos soldaduras de penetración total [7]

Por otro lado, se definirán aquellas soldaduras como de penetración parcial cuando la penetración sea inferior a dicho espesor. En las **figura 4-6** siguiente se representan a modo de ejemplo este tipo de uniones soldadas,

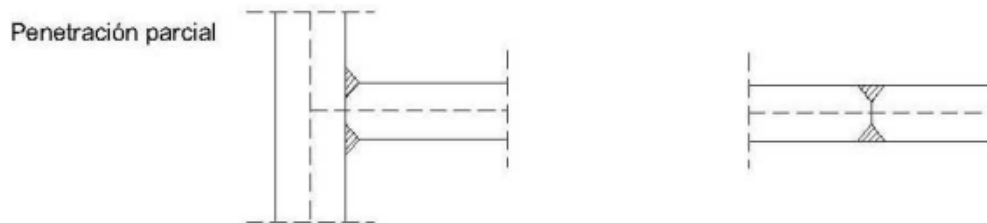


Figura 4-6: Tipos soldaduras de penetración total [7]

Como se aprecia, en ambos casos el tipo de unión podrá ser a tope o a tope en T.

Juntas soldadas a tope:

En la **figura 4-7** siguiente se presenta una junta a tope típica con ranura en V cargada longitudinalmente con la fuerza F .

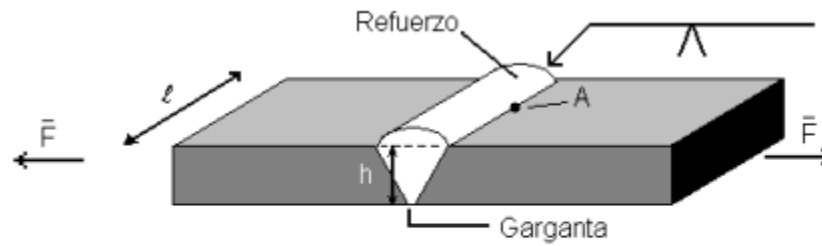


Figura 1

ℓ = Long. del cordón
 h = altura de la garganta

Figura 4-7: Junta soldada a tope [9]

Resistencia de la Soldadura a tracción o compresión

Para resistir este tipo de carga la tensión normal media vale:

$$\sigma_{adm} = \frac{P}{h * l} \quad (4.6)$$

La tensión de trabajo (σ_{adm}) deberá ser menor que la tensión del material (σ_{mat}) de la soldadura más solicitada, multiplicada por 0,6.

$$\frac{P}{h * l} = \sigma_{adm} \leq \sigma_{mat} * 0.6 \quad (4.7)$$

Resistencia de la Soldadura a esfuerzos de corte

Resistencia en soldaduras sometidas a esfuerzo de corte

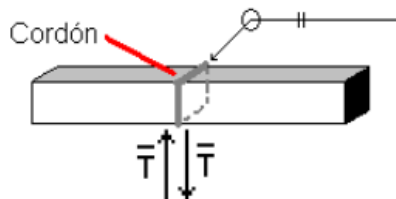


Figura 4-8: CASO 1 Perímetro soldado [9]

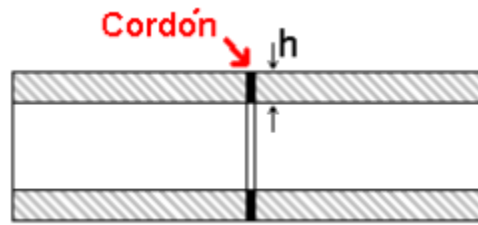


Figura 4-9: Corte transversal [9]

Será entonces:

$$\tau_{adm} = \frac{T}{h * l_p} \leq 0.4 * \sigma_{mat} \quad (4.8)$$

Dónde:

$h = \text{altura del cordón}$

$l_p = \text{longitud perímetro soldado}$

Para el caso de planchuelas unidas por un extremo con toda la sección soldada:

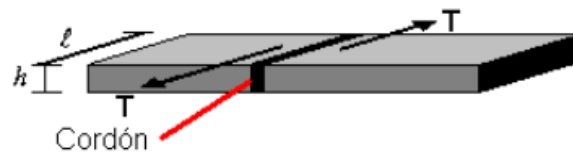


Figura 4-10: CASO 2 [9]

$$\tau_{adm} = \frac{T}{h * l} \leq 0.4 * \sigma_{mat} \quad (4.9)$$

Resistencia de la Soldadura a flexión

Sea el caso de un perfil que soporta cargas normales a su eje longitudinal

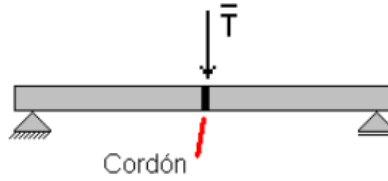


Figura 4-11: Perfil sometido a esfuerzos flexión [9]

Para el caso que la soldadura coincida con el momento flector máximo (esfuerzo cortante nulo, $T=0$) se debe verificar:

$$\sigma_{adm} = \frac{M_f}{W} \leq 0.6 * \sigma_{mat} \quad (4.10)$$

W = módulo resistente d (para este caso la sección de la planchuela)

Resistencia de la Soldadura a esfuerzos compuestos de flexión y corte.

En este caso la soldadura no coincide con la zona de máximo momento flector, por lo tanto se debe verificar:

Para el caso 1 de la **figura 4-8**:

$$\sigma_{adm} = \sqrt{\left(\frac{M_f}{W}\right)^2 + \left(\frac{T}{h * l_p}\right)^2} \leq 0.8 * \sigma_{mat} \quad (4.11)$$

Para el caso 2 de la **figura 4-10**:

$$\sigma_{adm} = \sqrt{\left(\frac{M_f}{W}\right)^2 + \left(\frac{T}{h * l}\right)^2} \leq 0.8 * \sigma_{mat} \quad (4.12)$$

Carga de flexión: Cálculo altura cordón soldadura

Para nuestro caso podemos adoptar la **figura 4-12** donde las juntas están sometidas a una fuerza de corte V y a un momento M , ambos generados por la fuerza F .

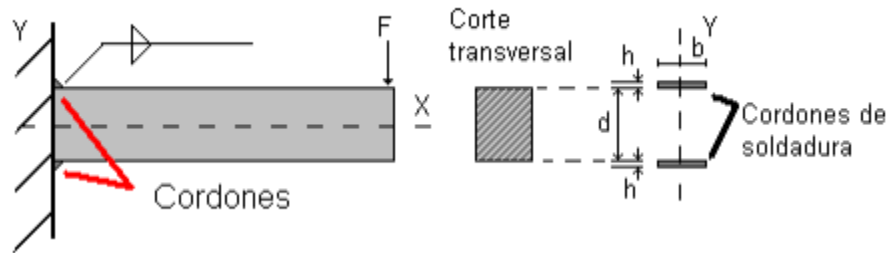


Figura 4-12: Perfil sometido a esfuerzos flexión y corte [9]

La fuerza de corte V debida a F produce esfuerzo de corte puro sería:

$$\tau' = \frac{V}{A} \quad (4.13)$$

Dónde:

A = área de las gargantas

El momento M produce un esfuerzo normal (σ) por la flexión en las juntas, que es perpendicular al área de la garganta, y se puede suponer de igual magnitud que el esfuerzo cortante (τ).

$$\tau = \frac{M * c}{J} = \frac{M}{I} \quad (4.14)$$

Dónde:

C = distancia desde el eje neutro hasta la fibra exterior

J = momento de inercia de la garganta de la junta [m^4]

I = momento resistente de la garganta de la junta [m^3]

El valor de I se calcula como:

$$I = 0.707 * h_c * I_u$$

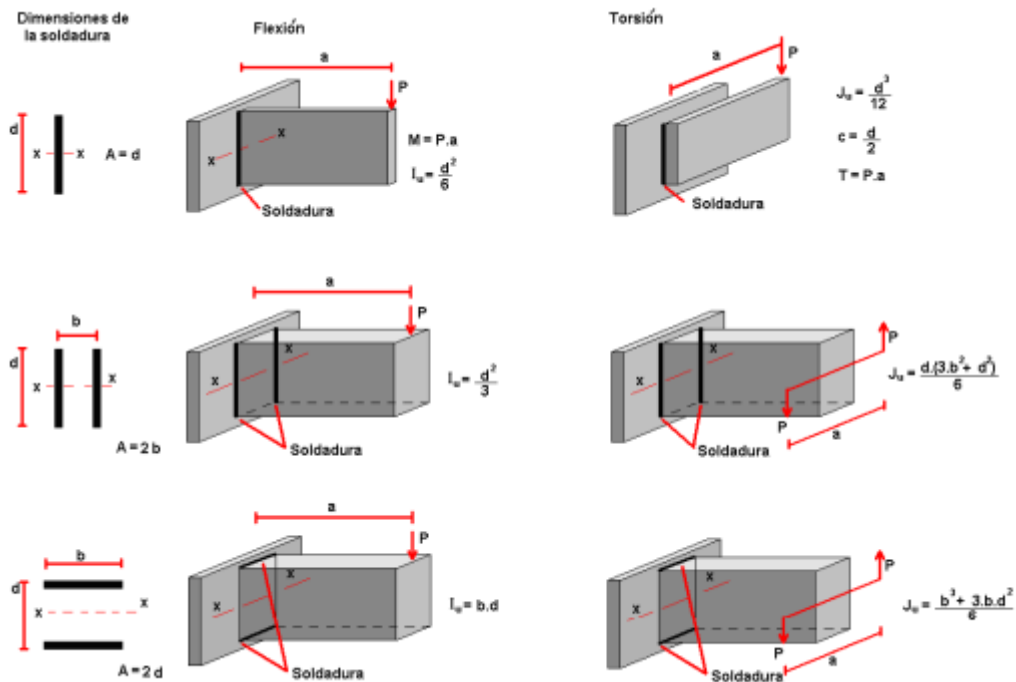
I_u = momento resistente unitario [m^2]

A los fines prácticos y para sistematizar el cálculo de la junta, se considerará a cada cordón o filete como una simple recta, es decir considerar el ancho de la junta igual a la unidad. De esta manera se obtendrá un momento de inercia polar unitario del grupo de juntas (J_u), el cual es independiente del tamaño de la junta (h_c).

Así la relación queda:

$$J = 0.707 * h_c * J_u$$

Entonces para los cálculos se utilizan unas tablas (**figura 4-13**) que contienen las áreas de garganta unitarias (A), los momentos de inercia de área polares unitarios (J_u) y los momentos resistentes unitarios (I_u) para las uniones de filete más comunes.



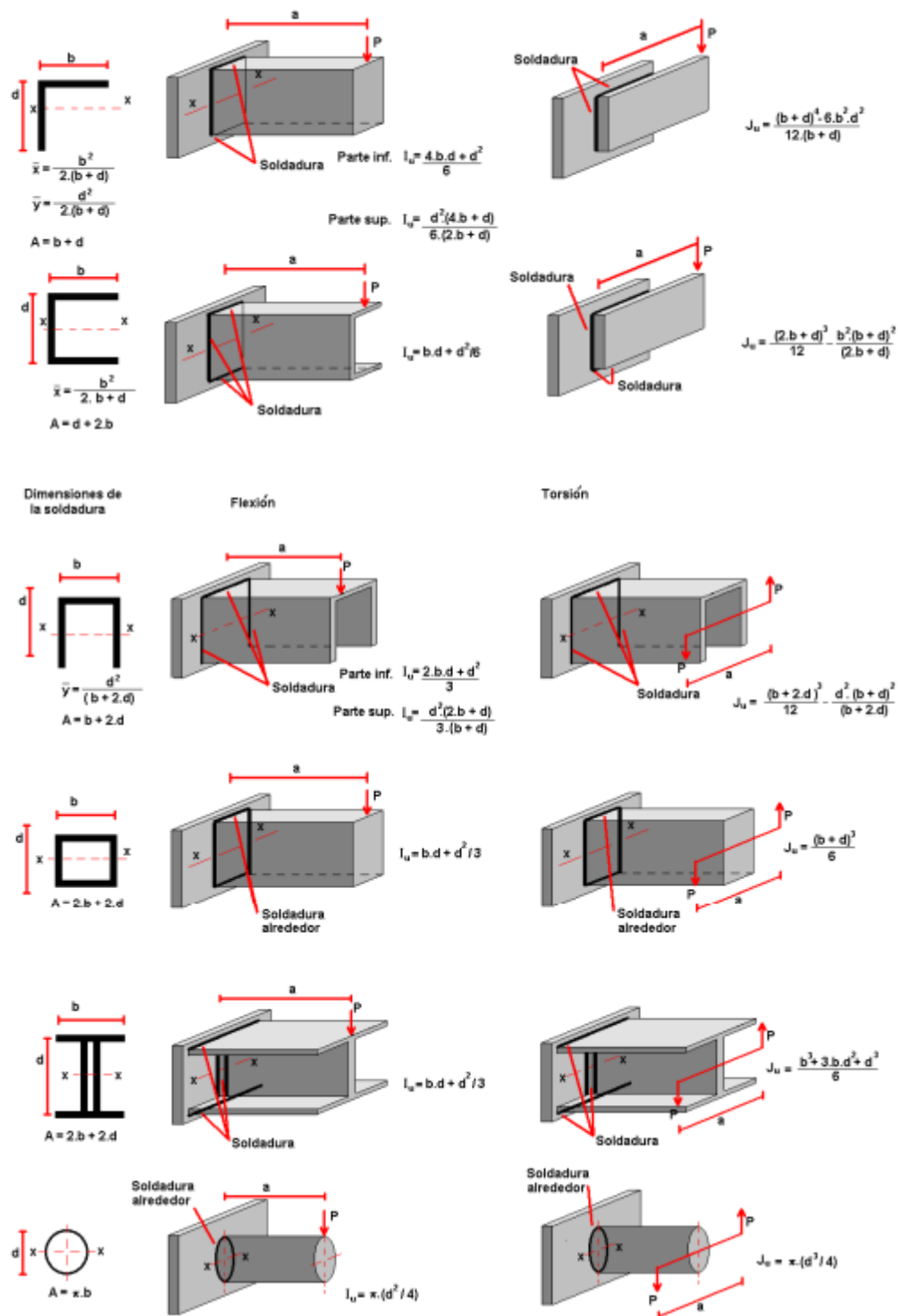


Figura 4-13: Tabla selección momentos de inercia y resistentes [9]

Para el cálculo adoptaremos:

$$I_u = b * d$$

Con lo cual tendremos:

$$\tau \cong \sigma = \frac{M}{0.707 * b * d * h_c} \quad (4.15)$$

Finalmente una vez conocidos σ y τ se pueden determinar los esfuerzos cortantes máximos o los esfuerzos principales. Una vez que se obtienen esos esfuerzos principales se aplica una teoría de falla apropiada para determinar la probabilidad de falla o la seguridad (estas teorías son las del esfuerzo cortante máximo o la teoría de la energía de distorsión).

De esta manera determinaremos la altura del cordón de soldadura h_c de acuerdo a ecuaciones 4.11 y 4.15.

$$\sigma_{adm} = \sqrt{\left(\frac{M}{0.707 * b * d * h_c}\right)^2 + \left(\frac{T}{h_c * l_p}\right)^2} \leq 0.8 * \sigma_{mat} \quad (4.16)$$

Dónde:

$$M = \sum M_A = 291.68 \text{kgm}$$

$$d = e_1 = 0.48 \text{cm}, \text{ espesor de caño del tramo 1}$$

$$b = l_p = \frac{\pi * D_2}{2} = \frac{\pi * 11.4 \text{cm}}{2} = 17.98 \text{cm}, \text{ que para nuestro caso sera media circunf.}$$

$$\sigma_{mat} = 1260 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$T = \sum F_{YA} = 144.72 \text{kg}$$

Reemplazando estos valores el 4.16:

$$\sqrt{\left(\frac{29168kgcm}{0.707 * 17.98cm * 0.48cm * h_c}\right)^2 + \left(\frac{144.72kg}{h_c * 17.98cm}\right)^2} \leq 0.8 * 1260 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sqrt{\left(\frac{4780.31 \frac{kg}{cm}}{h_c}\right)^2 + \left(\frac{8.04 \frac{kg}{cm}}{h_c}\right)^2} \leq 1008 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\left(\frac{4788.35 \frac{kg}{cm}}{h_c}\right)^2 \leq \left(1008 \frac{kg}{cm^2}\right)^2$$

$$\frac{2292829.72 \frac{kg^2}{cm^2}}{1016064 \frac{kg^4}{cm^4}} \leq (h_c)^2$$

$1.50cm \leq h_c$ que será la altura mínima del cordón de soldadura

Capítulo 5:

Energía de deformación:

Existen varios métodos para predecir el esfuerzo, la deformación y rapidez de deformación, energía y potencia para darle forma útil a un metal. Diversos factores concurren durante el formado de una pieza que hacen muy difícil predecir con exactitud las necesidades de esfuerzo para alcanzar la forma deseada; algunos de estos factores son: la fricción entre pieza y matriz, el trabajo redundante, la geometría de la pieza, el endurecimiento por deformación del material, y fenómenos de ablandamiento que se producen en el formado a temperatura elevada, como son la recuperación y la recristalización dinámicas.

Los métodos para calcular el esfuerzo para producir la deformación plástica deseada se pueden clasificar en tres grupos: métodos que predicen un esfuerzo *inferior al valor real*, métodos que estiman un *valor superior al real* y aquellos que permiten calcular un valor muy próximo al real, llamados por este motivo *métodos exactos*. Estos métodos no permiten predecir las propiedades mecánicas del metal deformado, ni la deformación que debe sufrir la pieza antes de fracturarse o las variaciones en el esfuerzo de fricción. Los métodos por orden de complejidad se clasifican como sigue:

1. Método del trabajo ideal o método de la energía uniforme
2. Método del equilibrio de fuerzas o del elemento de volumen.
3. Método de la disipación de energía.
4. Teoría del campo de las líneas de corte máximo.
5. Método del límite superior.
6. Método del elemento finitos

El **método del trabajo ideal** permite determinar el esfuerzo a partir de la energía de deformación, sin considerar la fricción o trabajo redundante; por eso el valor de esfuerzo estimado es inferior al real.

El teorema del límite inferior establece que, si en cualquier punto de un cuerpo el estado de esfuerzos satisface las condiciones de equilibrio de esfuerzos y las condiciones fronteras de esfuerzo, y el esfuerzo no excede los valores de cedencia plástica,

entonces el cuerpo no cederá plásticamente. Al campo de esfuerzos que satisface estos criterios se le conoce como un estado de esfuerzos estáticamente admisible. El método del **equilibrio de fuerzas** es de límite inferior.

El teorema del límite superior postula que el esfuerzo para producir la deformación deseada en un metal, calculado al igualar la energía disipada internamente por unidad de tiempo con el trabajo por unidad de tiempo realizado externamente, es igual o superior al esfuerzo exacto necesario para producir la deformación. La validez del teorema está condicionada a que el campo de deformación cumpla todas las condiciones de frontera de desplazamiento y que sea cinemáticamente admisible, es decir, no se deben producir durante la deformación cavidades o traslapes de material. Un campo de deformación que cumpla con estas condiciones se llama un campo de deformación cinemáticamente admisible. Este teorema no toma en cuenta el equilibrio de fuerzas. El **método de la disipación** de energía es uno de límite superior.

Resumiendo, una solución de límite inferior es un valor igual o menor al valor exacto del esfuerzo necesario para producir la deformación deseada. Una solución de límite superior es un valor igual o mayor que el valor exacto del esfuerzo necesario.

La **teoría de las líneas de corte máximo** se aplica exclusivamente a condiciones de deformación plana de un material isotrópico, homogéneo y rígido plástico ideal; esta última condición implica que el material no endurece por deformación.

Método del trabajo ideal:

Este método tiene como fundamento que la energía consumida o trabajo desarrollado al aplicar una carga externa a un metal para darle la forma deseada es igual a la energía de deformación. El método no toma en cuenta el trabajo empleado para vencer la fricción o para realizar trabajo redundante debido a distorsión, es decir, la deformación no uniforme, de aquí el nombre de método del trabajo ideal.

El valor de carga o esfuerzo determinados mediante este procedimiento es inferior al valor real necesario para darle la forma deseada al metal. Este método es uno de límite inferior. El esfuerzo o la carga de deformación son obtenidos a partir de la igualdad del trabajo externo con la energía ideal de deformación. La energía de deformación ideal se obtiene realizando un ensayo mecánico que produce, mediante una deformación

uniforme y una fricción cero o próxima a cero, la forma que se generaría mediante un proceso industrial.

El problema ahora es encontrar un ensayo mecánico que produzca la misma forma obtenida mediante un proceso industrial específico.

Se presentan a continuación, para la generación de geometrías simples, varios ejemplos de pares ensayo mecánico-proceso industrial, que satisfacen esta condición:

- 1) Proceso de estirado-ensayo de tensión.
- 2) Proceso de extrusión-ensayo de tensión.
- 3) Forja-ensayo de compresión unidireccional sin fricción.
- 4) Procesos de forja y laminación-ensayo de compresión en deformación plana.

Para nuestro caso de estudio adoptaremos el punto 3, que en parte reproducen la deformación que tendremos en el tubo para realizar el abocardado.

Forja versus ensayo compresión unidireccional homogénea sin fricción

La carga necesaria para forjar una pieza de geometría compleja se puede determinar considerando que componen la pieza secciones cilíndricas y planas (placa).

Se ha demostrado que el área bajo la curva esfuerzo real vs. deformación real representa la cantidad de trabajo realizado para producir, por unidad de volumen del material, es la energía absorbida por el material por unidad de volumen deformada.

$$w_i = \int_0^{\varepsilon} \sigma * d\varepsilon \quad (5.1)$$

La ecuación 5.1, es aplicable solamente cuando la deformación ε es uniforme, para poder determinar w_i , σ debe ser una función conocida de ε o ser independiente de la deformación, como el caso de un material rígido plástico ideal.

Suponiendo que el material obedece a la ecuación de endurecimiento por deformación se tendría:

$$w_i = \frac{K * \varepsilon^{n+1}}{n + 1} \quad (5.2)$$

A partir de esta ecuación se puede determinar un esfuerzo de cedencia promedio. La **figura 5.1** ilustra en una gráfica σ vs ε , la relación entre w_i y $\bar{\sigma}_0$. En este gráfico, se observa un rectángulo de un área igual al área medida debajo de la curva σ vs ε , delimitada por los ejes coordenados, línea vertical levantada desde ε , la deformación corresponde a $P_{m\acute{a}x.}$ y la línea horizontal punteada. La altura del rectángulo es el esfuerzo de cedencia promedio $\bar{\sigma}_0$.

$$\bar{\sigma}_0 = \frac{w_i}{\varepsilon} = \frac{K * \varepsilon^n}{n + 1} \quad (5.3)$$

Entonces el trabajo de tensión y por tanto el trabajo de estirado ideal puede ser estimada por:

$$w_i = \bar{\sigma}_0 * \varepsilon \quad (5.4)$$

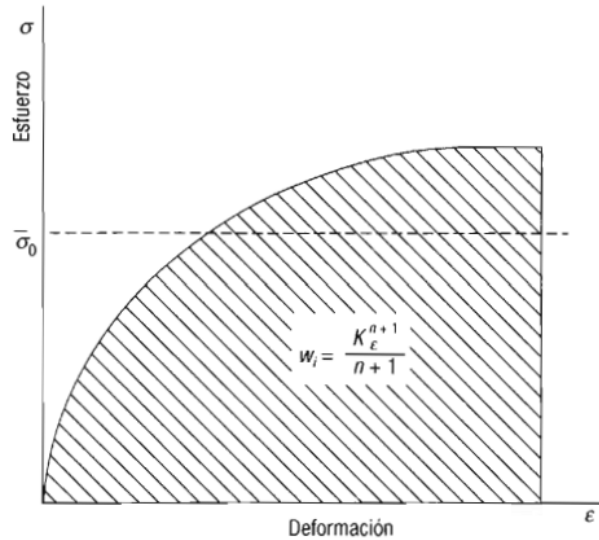


Figura 5-1: Representación del trabajo ideal y del esfuerzo de cedencia promedio [10]

En el caso de un material rígido plástico ideal, σ es constante. El esfuerzo real empleado σ_t , se puede determinar midiendo la fuerza necesaria para medir la deformación deseada y dividiéndola entre el área de la sección transversal a la salida:

$$\sigma_t = \frac{P_t}{A_s} \quad (5.5)$$

La fuerza media incluye. La fuerza utilizada para producir la deformación del material, la fuerza necesaria para vencer la fricción y la fuerza consumida en la deformación no uniforme o distorsión.

Después de un periodo de ajuste entre la cámara y el material, la deformación tendrá lugar a un valor de presión aproximadamente constante, p_e como podemos observar en la **figura 5.2**.



Figura 5-2: Meseta de la curva que corresponde a etapa estacionaria [10]

La presión ideal para la deformación se determina para un material que endurece potencialmente con la deformación, mediante la *ecuación 5.3*, utilizando el símbolo de presión:

$$p_i = \frac{K * \varepsilon^n}{n + 1} \quad (5.6)$$

La presión de deformación ideal, p_i , es obtenida mediante la expresión:

$$P_i = p_i * A_e \quad (5.7)$$

Dónde:

A_e = área de sección transversal del material antes de entrar en la matriz

La presión de deformación real empleada, p_e , se puede determinar midiendo la fuerza necesaria para producir la reducción deseada, dividiéndola entre el área de la sección transversal.

$$p_e = \frac{P_e}{A_e} \quad (5.8)$$

La altura disminuye en el proceso de compresión; por eso la ecuación para calcular ε se modifica a fin de que resulte un valor positivo.

$$\varepsilon = \ln \frac{h_0}{h_f} \quad (5.9)$$

Dónde:

$h_0 = \text{altura inicial}$

$h_f = \text{altura final}$

La carga de compresión ideal es determinada mediante la ecuación:

$$P_i = p_i * A_f \quad (5.10)$$

El área de contacto aumenta al comprimirse el cilindro, por eso la carga es determinada utilizando el área final de la sección transversal.

La energía ideal total de compresión se determina haciendo uso de la ecuación:

$$W_i = w_i * V \quad (5.11)$$

Dónde:

$w_i = \text{energía ideal por unidad de volumen}$

$V = \text{volumen total del cilindro}$

La presión de compresión verdadera, p_c , se puede determinar midiendo la fuerza necesaria para producir la reducción de altura deseada, y dividiéndola entre el área de la sección transversal al final de la compresión:

$$p_c = \frac{P_c}{A_f} \quad (5.12)$$

La fuerza medida incluirá, la fuerza necesaria para producir la reducción de altura del material, la fuerza necesaria para vencer la fricción y la fuerza consumida en la distorsión.

La presión de compresión real determinada a partir de los valores medidos de fuerza y área de la sección transversal del cilindro, es superior el esfuerzo calculado a partir de trabajo ideal:

$$p_c > p_i = \sigma_0, \text{ para material rígido plástico ideal}$$

$$p_c > p_i = \overline{\sigma_0}, \text{ para material que endurece por deformación}$$

Relación entre los valores ideales y los valores reales de esfuerzo, carga y trabajo.

El reto ahora es la determinación de los valores reales de esfuerzo, carga y trabajo a partir de los valores ideales. Se observa que se está designando como reales a los valores medidos en el proceso industrial; se debe tener cuidado de no confundir estos valores experimentales con los valores de esfuerzo real, σ y deformación real, ε , calculados a partir de los valores instantáneos de carga y alargamiento o reducción de área.

El trabajo real, w_R , para producir la deformación de un material metálico, tiene tres componentes: el trabajo ideal de deformación, w_i ; el trabajo que se debe realizar para vencer la fricción en la superficie de contacto entre el metal en proceso de deformación y la herramienta empleada para producir la deformación, w_f ; y finalmente el trabajo redundante, w_r , que se emplea para producir una distorsión interna en exceso de la necesaria para producir la forma deseada.

En la **figura 5.3** se comparan dos cilindros comprimidos en forma homogénea (a) y en forma no homogénea (b).

El experimento de compresión se realizó de la siguiente manera: dos cilindros fueron cortados longitudinalmente por la mitad; sobre cada superficie de corte se trazó una

cuadrícula; se unieron las 2 mitades y se comprimieron; uno de los cilindros fue lubricado cuidadosamente, cilindro (a); en tanto que el segundo cilindro se comprimió sin lubricación, cilindro (b).

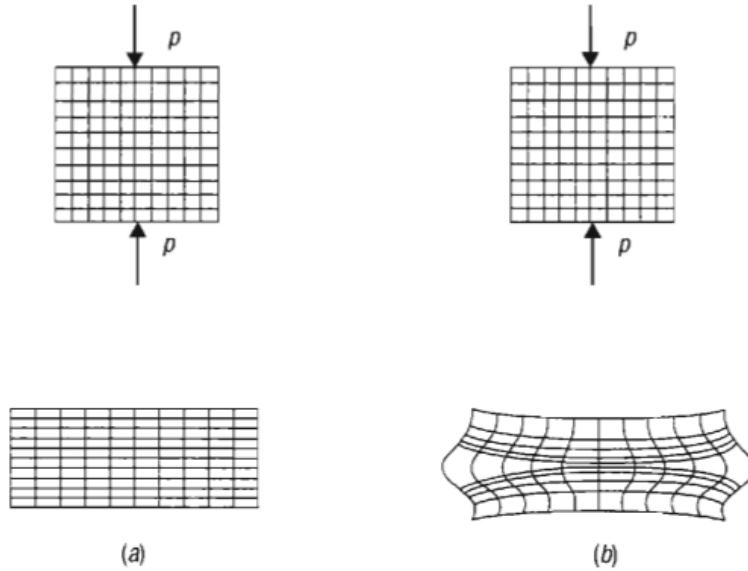


Figura 5-3: Cilindro con compresión: a) homogénea, y b) no homogénea [10]

La distorsión que sufrieron las líneas de la cuadrícula del cilindro (b) es evidente. El trabajo real consumido en la compresión de este último cilindro fue mayor que el trabajo empleado en la compresión del cilindro (a); esto se debe al trabajo de fricción y al trabajo redundante. Expresada esta situación en términos de trabajo por unidad de volumen, resulta:

$$w_R = w_i + w_f + w_r \quad (5.13)$$

No es posible separar las componentes de trabajo de fricción y de trabajo redundante, ya que ambas son interdependientes. Es una práctica generalizada utilizar el concepto de eficiencia, que es la relación entre w_i y w_R , por eso:

$$\eta = \frac{w_i}{w_R} \quad (5.14)$$

La relación 5.14 permite calcular el trabajo real a partir del trabajo ideal, si es conocida la eficiencia.

El trabajo real por unidad de volumen se obtendrá entonces:

$$w_R = \frac{w_i}{\eta} \quad (5.15)$$

Los valores de carga real y esfuerzo real son obtenidos igualmente dividiendo los valores ideales correspondientes entre η . La eficiencia varía dependiendo del tipo de proceso de deformación, de la rugosidad de las superficies de contacto metal en proceso-matriz, de la eficiencia de la lubricación, del grado de reducción de en cada paso y de la geometría de la matriz. En general la eficiencia, η , oscila entre 0.5 y 0.65.

A partir de los valores promedio de carga o fuerza real de deformación se puede determinar el trabajo real de deformación, w_{TR} , mediante la ecuación:

$$W_{TR} = \bar{P} * \Delta h \quad (5.16)$$

Dónde:

$\Delta h = \text{distancia recorrida por la herramienta compresión}$

, despues de hacer contacto con el material en proceso de deformación

Doblado y curvado:

El doblado y curvado son operaciones que consisten en obtener una pieza de chapa con generatrices y bordes rectilíneos, sin someter el material a grandes desplazamientos moleculares en el transcurso de la operación.

Doblado: cuando el doblado se hace en ángulo vivo o con radio muy pequeño

Curvado: cuando el doblado tiene gran radio

Factores que intervienen en el doblado:

Elasticidad del material: influye en la recuperación del material, por lo que es necesario acentuar los ángulos de doblado.

Radio de la curvatura: influye en la variación de espesor de forma decisiva e incluso en la aparición de grietas y posteriores roturas. Con lo que debe evitarse siempre los doblados sin radio interior.

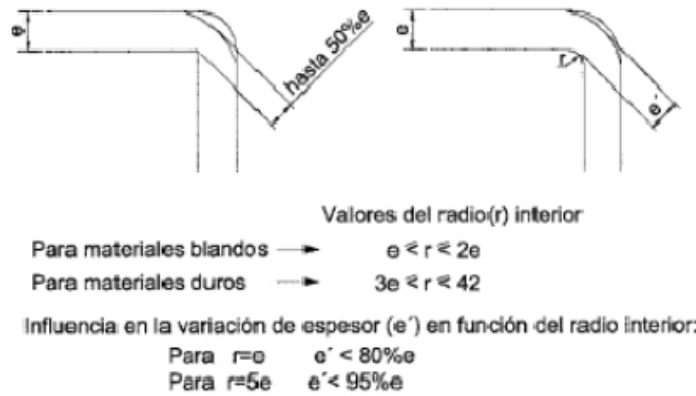


Figura 5-4: Tabla de valores para radio de curvatura [11]

Métodos de doblado:

Se muestran en la **figura 5-5** tres formas básicas de acción de un punzón doblador para efectuar un doblado o curvado en sus formas, en sus respectivas fases inicial, intermedia y final denominándose los distintos sistemas.

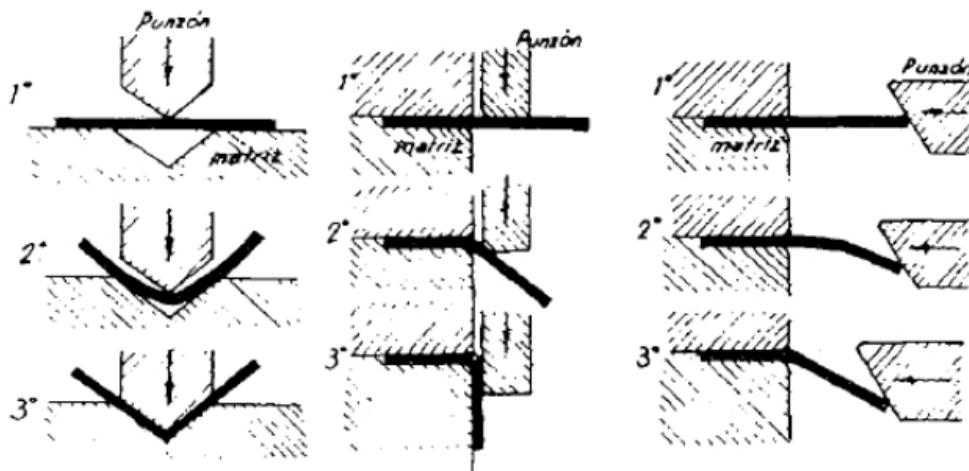


Figura 5-5: Diferentes tipos de doblados [11]

1: Doblado de acción central: (o doblador en Y); es empleado preferentemente en el doblado de largos perfiles.

2: Dobrador de acción lateral: (o doblador en L o U), con el que se obtiene perfecto doblados, debido al pequeño brazo de palanca bajo el que actúa el punzón; este sistema es el más empleado para la obtención de pequeñas piezas dobladas.

3: Dobrador de acción frontal: utilizado preferentemente en el doblado de perfiles cerrados cuadrados y cilíndricos. *El cual aplicaremos para nuestro caso en estudio.*

Fuerza necesaria para el doblado:

La fuerza de doblado es aquella que necesitamos aplicar sobre un cuerpo, para someterlo a una deformación permanente.

Se debe considerar que el material en el momento de colocarse sobre la matriz para ser doblada, se comporta como un cuerpo sólido, de manera tal manera que, para ser deformada necesitaremos aplicar una fuerza igual o superior a la resistencia que opone el material.

Existen factores que hacen variar el esfuerzo de la operación de doblado y son:

Según la forma de doblado:

- En forma de “V”
- En forma de “L”
- En forma de “U”

Según el material:

- Anchura de doblado
- Espesor del material
- Resistencia de la chapa.

Doblado en “L” Frontal:

El esfuerzo de doblado desarrollado en un doblador de acción frontal es muy variable y depende, además, de la clase de operación a realizar, es decir según se trate el doblado, curvado o enrollado.

Doblado en “L”:

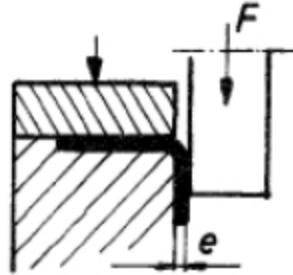


Figura 5-6: Doblado en “L” [11]

Tendremos para este caso:

$$F = 0.2 * \sigma_{adm} * b * e \quad (5.17)$$

Enrollado:

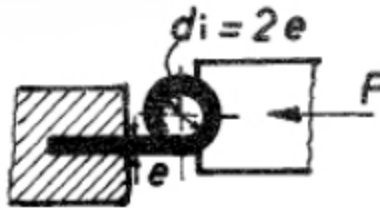


Figura 5-9: Doblado enrollado [11]

Dónde se aplica:

$$F = (d_i + 2 * e) * b * K \quad (5.18)$$

Doblado en frontal (aplicable a nuestro caso en estudio):

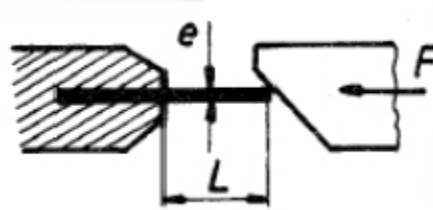


Figura 5-8: Doblado frontal [11]

Se aplica:

$$F = 0.25 * \sigma_{adm} * b * e * \frac{e}{L} \quad (5.19)$$

Dónde:

$$K = 7 \frac{kgf}{mm^2} \text{ para LATON}$$

$$K = 10 \frac{kgf}{mm^2} \text{ para ACERO SUAVE}$$

$$K = 15 \frac{kgf}{mm^2} \text{ para ACERO DURO}$$

$$\sigma_{adm} = \text{resistencia a la tracción} \left(\frac{kgf}{mm^2} \right)$$

$$b = \text{perímetro del doblado} [mm]$$

$$e = \text{espesor del caño} [mm]$$

Tomaremos para la determinación de la fuerza necesaria el caño de mayor diámetro para ponernos en la peor condición.

Los datos que tenemos son:

$$\varnothing_{\text{exterior}} = 140mm$$

$$e = 4.8mm$$

$$\varnothing_{interior} = 114mm$$

$$\sigma_{adm} = 1260 \frac{kgf}{mm^2}$$

$$b = \pi * \varnothing_{exterior} = \pi * 140mm = 439.83mm$$

$$L = 50mm$$

Reemplazando en 5.19:

$$F = 0.25 * 1260 \frac{kgf}{mm^2} * 439.83mm * 4.8mm * \frac{4.8mm}{50mm}$$

$$F = 63842.20kgf = 626.08kN \text{ (5.20)}$$

Esto será la fuerza necesaria que debe ejercer el pistón hidráulico para la deformación del caño de mayor diámetro.

Procederemos ahora al dimensionamiento del circuito hidráulico y sus componentes.

Circuito hidráulico:

Todo sistema hidráulico está compuesto de los siguientes elementos principales:

- Un depósito acumulador de fluido hidráulico
- Una bomba impulsora, que aspirando desde el depósito crea el flujo en el circuito hidráulico
- Válvula de control que permite controlar la dirección del fluido
- Actuador o pistón hidráulico, que puede ser de simple o doble efecto, siendo el elemento que transmite la fuerza final
- Red de conductos por el que circula el fluido desde la bomba hasta los actuadores y retorna al depósito acumulador
- Filtro de limpieza del fluido hidráulico
- Válvula de alivio, que proporciona una salida al sistema en caso de producirse un aumento excesivo de presión del fluido dentro del circuito.

Componentes del sistema:

Fluido hidráulico:

Para que un fluido pueda ser empleado como líquido de un sistema hidráulico debe presentar las siguientes propiedades:

1. Ser un fluido incompresible para una rango amplio de presiones
2. Ofrecer una buena capacidad de lubricación en metales y gomas
3. Buena viscosidad con un alto punto de ebullición y bajo punto de congelación (-70°C a +80°C)
4. Presentar un punto de auto ignición superior al menos de 100°C
5. No ser inflamable
6. Ser químicamente inerte y no corrosivo
7. Buen disipador de calor, al funcionar también como refrigerante del sistema
8. Presentar buenas condiciones en cuanto a su almacenamiento y manipulación

Los fluidos hidráulicos presentes en el mercado se pueden agrupar, en general, en tres grandes grupos:

- **Fluidos sintéticos de base acuosa:** Son resistentes a la inflamación. A su vez se dividen en, emulsiones de agua y aceite (además del aceite de base mineral emulsionable se emplean aditivos que le confieren propiedades antioxidantes, antidesgaste, etc) y soluciones de agua-glicol (mezclas de 40% glicol y 60% agua más aditivos especiales).
- **Fluidos sintéticos no acuosos:** Son compuestos sintéticos orgánicos. Suelen ser costosos pero presentan un alto punto de inflamación.
- **Aceites minerales o sintéticos:** son hidrocarburos extraídos del petróleo a los que se le añaden aditivos químicos, que les confiere unas buenas prestaciones a un coste relativamente bajo. Son los más usados comercialmente.

La viscosidad del aceite lubricante se expresa con un número SAE, definido por la Society de Automotive Engineers. Los números SAE están definidos como: 5W, 10W, 20W, 30W, 40W, etc. En la tabla 5.1 se indica la correlación SAE-ISO:

Grados SAE	Grados ISO VG	Áreas de Aplicación
30	100	Instalaciones en áreas cerradas, de difícil refrigeración y altos rangos de temperatura
20, 20W	68	
10W	46	
5W	32	Rangos normales de temperatura
	22	Aplicaciones abiertas, refrigeradas al aire, y maquinaria hidráulica móvil
	15	
	10	Bajas temperaturas

Tabla 5.1: correlación entre grados de viscosidad SAE-ISO [12]

Depósito hidráulico:

El depósito o también llamado tanque hidráulico, cumple con varias funciones:

- Además de servir de dispositivo donde se realiza el llenado y vaciado del fluido, sirve también como depósito pulmón desde donde se realiza la aspiración por parte de la bomba

- Elemento disipador de calor a través de las paredes del tanque, refrigerando así el aceite contenido en su interior.
- Al servir como depósito de remanso de aceite, se usa para la deposición en el fondo de partículas y contaminantes que se puedan arrastrar del circuito hidráulico, evitando así que vuelvan a recircular.

Se pueden fabricar dos tipos de tanque: presurizados y ventilados.

Los presurizados están sellados, evitándose así que penetre la suciedad y la humedad en su interior. La presión interna que se genera a medida que se calienta el fluido hidráulico también sirve para empujar el aceite hacia la bomba, evitando que se produzca la cavitación de la misma. Como medida de seguridad, se debe instalar una válvula hidráulica de alivio, que se utiliza para evitar que se pueda alcanzar un exceso de presión a medida que el aceite se calienta, y que pudiera exceder la seguridad del tanque.

Por otro lado, los ventilados, al estar abiertos a la atmósfera, permiten que haya compensación de presión cuando se producen cambios en los niveles o temperaturas del aceite y no necesitan válvula de alivio.

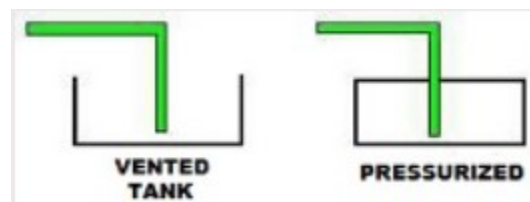


Figura 5-9: Esquema de representación de un tanque hidráulico [12]

Filtros:

La filtración del fluido hidráulico es necesaria para evitar que la suciedad producida por el funcionamiento normal del sistema termine afectando a elementos sensibles de la instalación, como pueden ser válvulas o la propia bomba.

En la **tabla 5.2** se recogen los distintos grados de filtración exigidos, según la aplicación del sistema hidráulico.

Grados de Filtración, en μm	Tipo de Sistema Hidráulico
1-2	Para impurezas finas en sistemas altamente sensibles con gran fiabilidad, preferentemente en aviación y laboratorios.
2-5	Para sistemas de mando y control sensibles y de alta presión, con aplicaciones frecuentes en la aviación, robots industriales y máquinas herramientas.
5-10	Para sistemas hidráulicos de alta calidad y fiabilidad, con previsible larga vida útil de sus componentes.
10-20	Para hidráulica general y sistemas hidráulicos móviles, que manejen presiones medianas y tamaños intermedios.
15-25	Para sistemas de baja presión en la industria pesada o para sistemas de vida útil limitada.
20-40	Para sistemas de baja presión con holguras grandes.

Tabla 5.2: Grados de filtración y aplicaciones [12]

Cualquier filtro estará compuesto de una carcasa exterior o envolvente, que contendrá en su interior el material filtrante. Adicionalmente, dispondrá de una válvula by-pass, tipo antirretorno, que se abrirá cuando el material filtrante esté colmado, de manera que permita un by-pass o paso del flujo del fluido hidráulico evitando así que el circuito se colapse por culpa del atasco en el filtro.

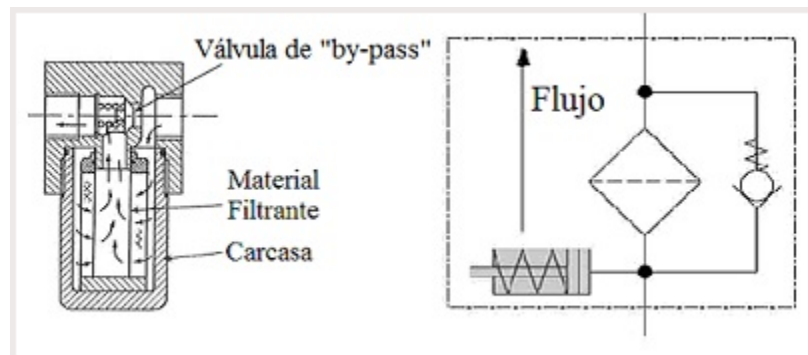


Figura 5-10: Esquema y símbolo de filtro hidráulico [12]

El filtro puede ocupar diversas posiciones dentro del circuito, ofreciendo prestaciones muy diversas según se explica:

- Filtro situado en la aspiración de la bomba: es la mejor posición si lo que se pretende es proteger la bomba. No obstante, aumenta el riesgo que se produzca cavitación en su aspiración debido a la pérdida de carga que se origina en el fluido por su paso por el filtro. Por ello, si se coloca el filtro en esta posición, éste debe ser de un tipo que ofrezca poca pérdida de carga localizada, como pueden ser lo de malla metálica y los filtros de superficie con huecos de tamaño grande.

Esto se traduce que el grado de filtración conseguida ni sea muy buena (rango de 50 a 100 μm .)

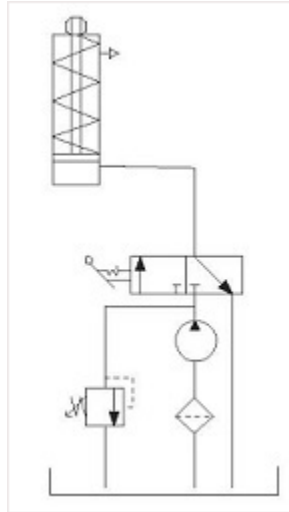


Figura 5-12: Filtro en la aspiración [12]

- Filtro situado en el conducto de impulsión: dada su situación, en la salida de la bomba se sitúa en la línea de alta presión. Esto condiciona que los filtros así situados requieran mayor robustez. No obstante, en esta posición se consiguen filtrados más exigentes, estando el tamaño de las partículas retenidas en el rango de 10 a 25 μm .

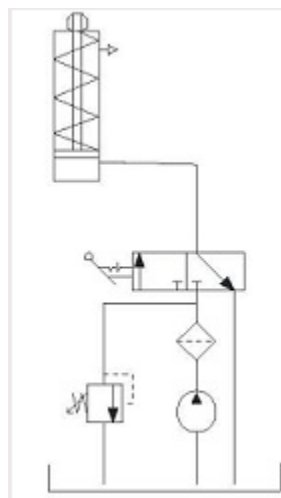


Figura 5-13: Filtro en la impulsión [12]

- Filtro en el circuito de retorno al depósito: a diferencia de los casos anteriores, colocando el filtro en la tubería de retorno al depósito se evitan los problemas de resistencia a la presión, o los riesgos de cavitación en la aspiración de la bomba. Para esta posición, el tamaño de las partículas que se consigue filtrar se encuentran entre 25 y 30 μm .

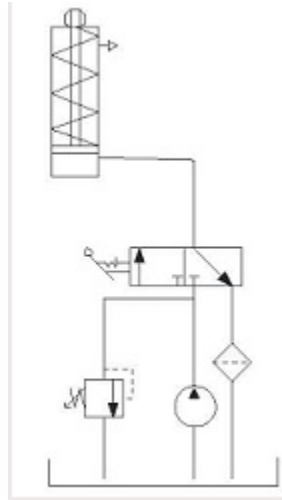


Figura 5-14: Filtro en el retorno [12]

- Filtro situado en circuito independiente: para circuitos con altas exigencias, el filtro se puede situar en un circuito independientemente que también realice labores de refrigeración del fluido hidráulico.

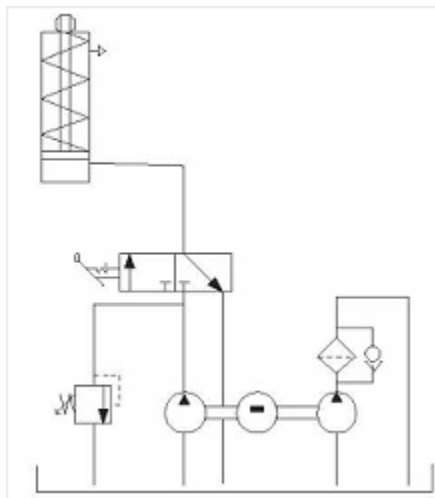


Figura 5-15: Filtro en circuito independiente [12]

A continuación se incluye la **tabla 5.2** donde se indican los grados de filtración y la posición recomendada para situar el filtro, según el tipo de componente hidráulico considerado:

Elemento hidráulico	Posición recomendada del filtro	Grado de filtración, en μm
Bomba de émbolos axiales	Línea de retorno y/o línea de presión	≤ 25
	Línea de baja presión	≤ 25
Bombas de engranajes y émbolos radiales	Línea de retorno	≤ 63
Válvulas distribuidoras, de presión, de caudal y cierre; cilindros	Línea de aspiración	≤ 63
Motores hidráulicos	Línea de retorno	≤ 25

Tabla 5.2: Grados de filtración y posiciones de filtro [12]

Bomba hidráulica:

La bomba hidráulica es el componente que genera el flujo dentro del circuito y está definida por la capacidad de caudal que es capaz de generar, como por ejemplo, galones por minuto, litros por minuto o centímetros cúbicos por revolución. Hay dos tipos grandes de bombas: *Rotativas* y *alternativas*

- a) Bombas rotativas: dentro de las familias de las bombas rotativas, se encuentran los siguientes tipos:
- ✓ **Bombas de engranajes:** son compactas, relativamente económicas y tienen pocas piezas móviles, lo que les confiere un buen rendimiento.
 - ✓ **Bombas lobulares:** son bastantes semejantes a las de engranajes, pero con un número de dientes menor y con rangos de funcionamiento menores. Normalmente se utilizan para incrementos de presiones bajas donde puede haber problemas de erosión en los dientes si se empleara una bomba de engranajes.
 - ✓ **Bombas de paletas:** básicamente constan de un rotor, paletas deslizantes y una carcasa. Se dividen en dos grandes tipos, compensadas y no compensadas.
 - ✓ En las bombas de paletas *no compensadas* cuando el rotor gira desplaza las paletas hacia fuera debido a la fuerza centrífuga, haciendo contacto con el anillo, o la carcasa, por lo que se forma un sello positivo. El fluido

en este tipo de bombas entra y va llenando la porción de volumen mayor que se genera con el hueco dejado por el rotor descentrado dentro de la carcasa. Al girar entonces se genera una fuerza que empuja el fluido hacia afuera. Se denominan de paletas no compensadas porque una mitad del mecanismo de bombeo se encuentra a una presión inferior a la atmosférica, mientras que la otra mitad estará sometida a la presión de trabajo propia del sistema.

Para equilibrar los esfuerzos dentro de la bomba se desarrollaron las llamadas bombas de *paletas compensadas*. En este tipo se cambia la forma circular de la carcasa por otra forma geométrica en forma de leva, que consigue equilibrar las presiones interiores

- b) Bombas de émbolos o pistones: en este tipo de bombas se convierte el movimiento giratorio de entrada de un eje en un movimiento de salida axial del pistón. Son un tipo de bombas por lo general, de construcción muy robusta y adecuada para presiones y caudales altos. Su rendimiento volumétrico también es alto
- c) • Bombas de diafragma: en este tipo de bombas el flujo se consigue por el empuje de unas paredes elásticas, de membrana o diafragma, que varían el volumen de la cámara, aumentándolo y disminuyéndolo alternativamente

Válvulas

Las válvulas, como elementos de regulación, de control y mando de la circulación del fluido hidráulico por el interior del circuito, pueden ser de diversos tipos: válvulas controladoras de presión, de caudal, válvulas direccionales o distribuidoras, válvulas de bloqueo o válvulas de cierre.

- Las *válvulas de presión* actúan cuando la presión del fluido en el interior del circuito alcanza un cierto valor, llamado también valor de tarado.

Según su función las válvulas de presión se clasifican en:

- Válvulas de seguridad: este tipo de válvulas protegen al circuito de sobrepresiones. Son válvulas normalmente cerradas, que cuando se alcance una presión límite se activan y descargan el fluido. **Figura 5-16**

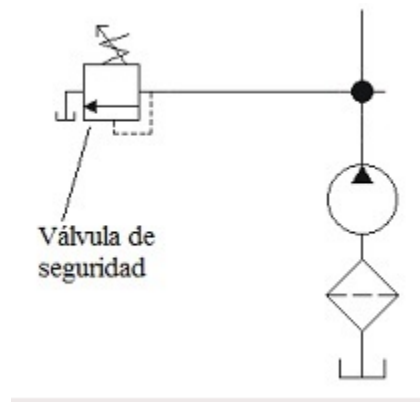


Figura 5-16: Posición válvula de seguridad [12]

- Válvula de compensación de carga: este tipo de válvulas se utilizan para mantener una presión mínima aguas arriba, evitándose así que se pueda producir un fenómeno de embalamiento por ausencia de una resistencia en el circuito, por ejemplo, en la bajada de los pistones que elevan la caja de carga de un camión volquete-basculante.

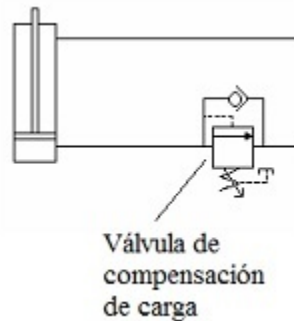


Figura 5-17: Posición válvula de compensación [12]

- *Válvulas de caudal* que limitan el caudal máximo que circula por el circuito, derivando el exceso de caudal al tanque de retorno.
- *Válvulas direccionales* que distribuyen el flujo dentro del circuito hidráulico.
 - Válvulas antirretorno : que permiten el paso del fluido en un sentido y lo impiden en el contrario
 - Válvulas distribuidoras, que pueden ser de correderas o rotativas. En las válvulas correderas las conexiones se suelen denominar P, para la línea de

presión; T, la de retorno al tanque; A, B...., las distintas líneas a actuadores, como se muestran en la **Figura 5-18**.

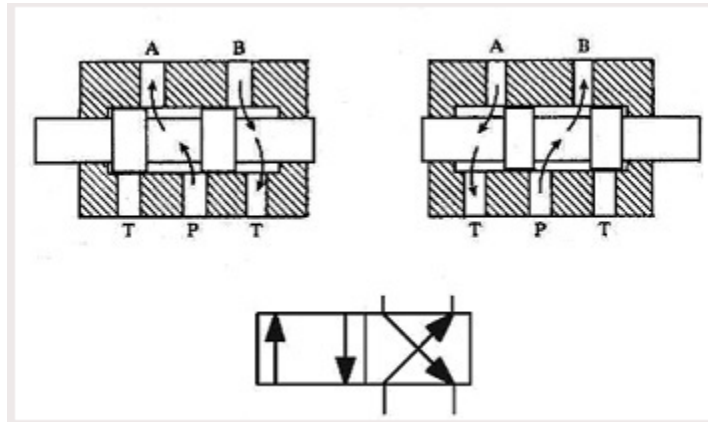


Figura 5-18: Válvula distribuidora de cuatro vías y dos posiciones [12]

Procedimiento de cálculo:

Conociendo el valor de la fuerza de empuje (ec. 5.20) y tiempo (t) disponible en realizar una carrera completa por parte del émbolo, se emplearán las siguientes expresiones para calcular los parámetros geométricos que definen el cilindro actuador.

$$F_e = \frac{0.785 * d_e^2 * p}{10^4} \quad (5.21)$$

Dónde:

F_e = valor desarrollado por el cilindro [kN]

d_e = diámetro del émbolo [mm]

p = presión de servicio que se encuentra el aceite hidráulico [bar]

Para nuestro caso adoptaremos una presión promedio de **160 bares** que puede corresponder a una bomba de engranaje externos o internos. Esto nos permitirá hacer una primera aproximación para el dimensionamiento de nuestros componentes para la máquina.

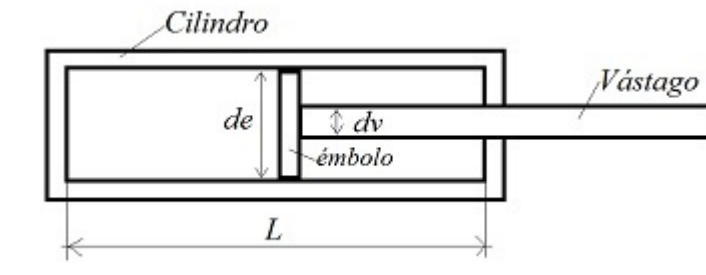


Figura 5-19: Esquema cilindro hidráulico [12]

Tenemos:

$$626.8kN = \frac{0.785 * d_e^2 * 160bar}{10^4}$$

$$d_e = \sqrt{\frac{626.8kN * 10^4}{0.785 * 160bar}}$$

$$d_e = 223.39mm$$

Si llamamos carrera (L) al recorrido completo del émbolo dentro del cilindro, entonces el volumen de una carrera (V), también conocido como cilindrada, estará expresado por:

$$V = \frac{\pi * d_e^2}{4} * L \quad (5.22)$$

Para nuestro caso de estudio:

$$L = 200mm$$

$$V = \frac{\pi * (223.39mm)^2}{4} * 200mm$$

$$V = \frac{\pi * (223.39mm)^2}{4} * 200mm$$

$$V = 7838974.02mm^3$$

Teniendo el volumen de la carrera (V) y el tiempo (t) empleado en la salida del vástago, podemos determinar el caudal (Q) necesario para una carrera como:

$$Q = \frac{60 * V}{10^6 * t} \quad (5.23)$$

Dónde:

$$Q = \text{caudal} \left[\frac{l}{\text{min}} \right]$$

$$V = \text{cilindrada} [mm^3]$$

$$t = 5s = \text{tiempo empleado en salir completamente el vastago} [s]$$

$$Q = \frac{60 * 7838974.02 mm^3}{10^6 * 5s}$$

$$Q = \frac{60 * 7838974.02 mm^3}{10^6 * 5s}$$

$$Q = 94.06 \frac{l}{\text{min}}$$

El valor anterior se trata de un valor teórico. El caudal real (Q_r) tenido en cuenta el rendimiento volumétrico del cilindro dónde se reflejan aspectos como la fuga de fluidos por la juntas, viene dado por la siguiente expresión.

$$Q_r = \frac{Q}{\eta} \quad (5.24)$$

$$Q_r = \text{caudal real necesario para hacer una carrera} \left[\frac{l}{\text{min}} \right]$$

$$Q = \text{caudal teórico necesario para hacer una carrera} \left[\frac{l}{\text{min}} \right]$$

$$\eta = \text{rendimiento volumétrico del cilindro, se toma generalmente } 0.95$$

$$Q_r = \frac{94.06 \frac{l}{\text{min}}}{0.95}$$

$$Q_r = 99.01 \frac{l}{\text{min}} \quad (5.25)$$

Selección de componentes:

Para la selección de los componentes (actuadores, bomba, filtro, válvulas direccionales, válvula de seguridad) utilizaremos el selector online de la marca PARKER www.ph.parker.com

En el mismo, con los datos obtenidos en el procedimiento de cálculo del punto anterior podremos configurar los componentes de acuerdo a los datos seleccionados y poder obtener la codificación del producto deseado.

Los datos para la selección serán:

$$Q_r = 99.01 \frac{l}{min} (5.25)$$

$$d_e = 223.39mm$$

$$F = 63842.20kgf = 626.08kN (5.20)$$

$$V = 7838974.02mm^3$$

$$p = 160 bar - \text{preselección de bomba de engranaje}$$

$$t = 5 s$$

Nuestro esquema – **figura 5-20** - tendrá la siguiente conformación, poseerá dos actuadores, uno para el empuje de la matriz sobre el caño a deformar y otros 2 para el centrado del caño en una estructura autoportante. Por cuestiones prácticas e intercambiabilidad, adoptaremos los 3 iguales, pero con distinto método de fijación.

Esquema Hidráulico Abocardadora

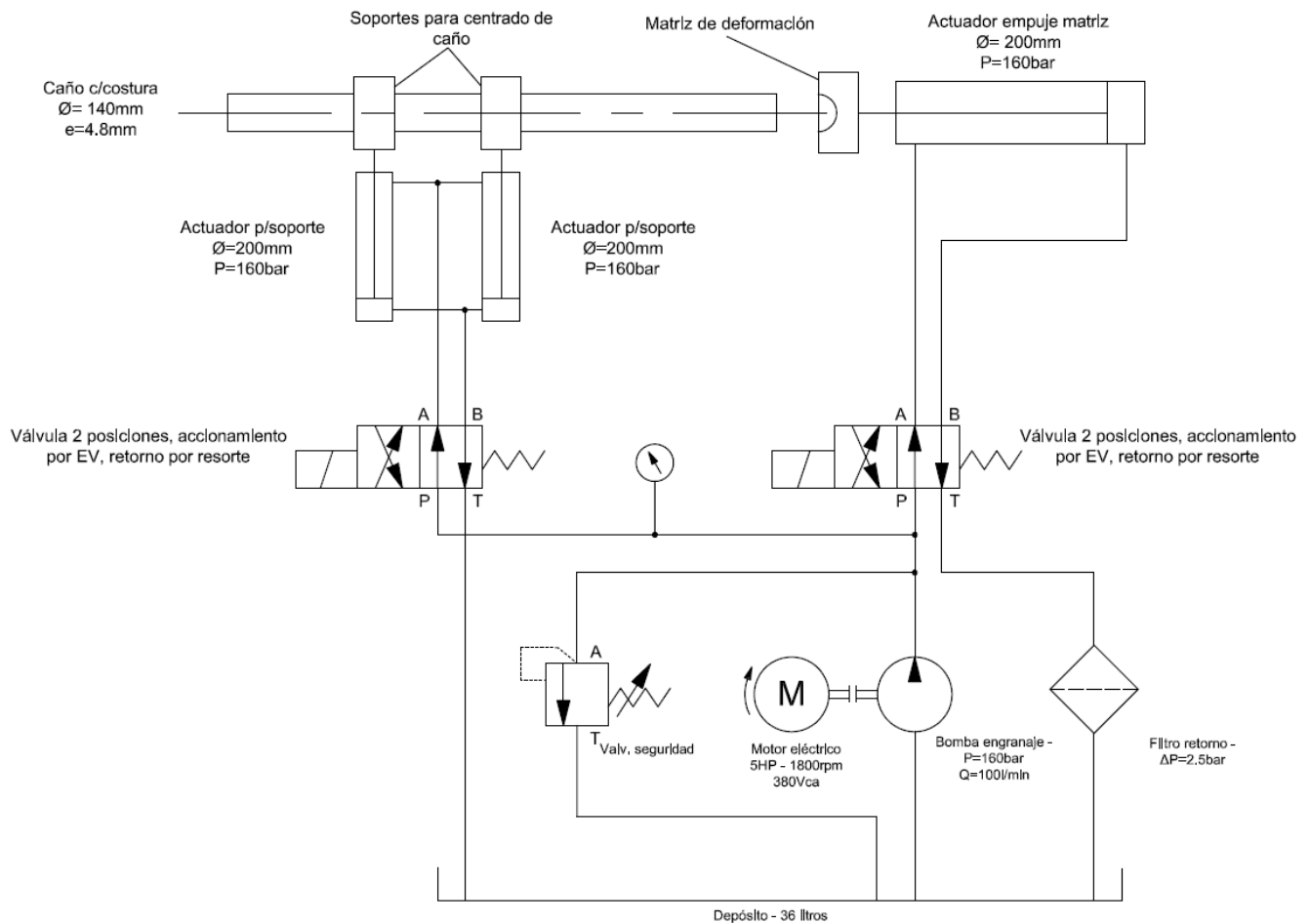


Figura 5-20: Circuito Hidráulico esquemático [13]

- **Bomba engranajes:**

Se procederá a la selección de la bomba de acuerdo a los datos obtenidos de cálculo. La preselección a través del configurador de PARKER, nos recomienda Bomba de hierro fundido de la serie PGP330. Ver **Anexo E**.

Catalog HY13-PMD300/US

PGP/PGM330 Characteristics

**PGP/PGM 300/400 Series
Gear Pumps & Motors**

- **Three-piece cast iron construction**
High efficiency and long life in severe operating environments.
- **Low friction bushing**
Provides strength in heavy duty applications.
- **Balanced thrust plates**
Optimize pump efficiency.
- **Largest journal bearings available**
for high pressure and long life.



Figura 5-21: Bomba engranaje PGP330 [14]

El código para la configuración de la bomba, tiene la siguiente conformación – **Figura 5-22**

Catalog HY13-PMD300/US
PGP/PGM330 Ordering Code

PGP/PGM 300/400 Series
Gear Pumps & Motors

Tandem: Repeat if Necessary

PG

1

330

2

3

3

4

4

5

5

6

6

7

7

8

8

9

9

6

6

7

7

10

Code	1 – Type
P	Pump
M	Motor

Code	2 – Unit
A	Single Unit
B	Tandem Unit (flush studs)
C	Single or Tandem with two-piece shaft (O.B. bearing required)
L	Unit with Extended Studs

Code	3 – Shaft End Cover
1	Pump, cw w/o O.B. bearing
2	Pump, ccw w/o O.B. bearing
4	Pump, cw with O.B. bearing
5	Pump, ccw with O.B. bearing
8	Motor, bi-rot with O.B. bearing + 1/4" ODT drain
9	Motor, bi-rot w/o O.B. bearing + 1/4" ODT drain

Code	4 – Shaft End Cover
42	SAE B 4-Bolt
78	SAE C 4-Bolt
97	SAE B 2-Bolt

Code	5 – Port End Cover		
SIDE PORTED			
CW	CCW	IN	OUT
SAE Split Flange (pump)			
EJ	JE	1-1/2"	1-1/4"
EK	KE	1-1/2"	1"
EL	LE	1-1/4"	1-1/4"
EM	ME	1-1/4"	1"
EN	NE	1"	1"
OF	FO	1-1/2"	-
OG	GO	1-1/4"	-
OJ	JO	1"	-
OM	MO	-	1-1/4"
ON	NO	-	1"
SAE Split Flange (motor)			
CS-Double		1-1/4"	1-1/4"
CT-Double		1"	1"
CV-Double		3/4"	3/4"
OD Tube Porting (pump)			
FJ	JF	1-1/4"	1"
FL	LF	1"	1"
BG	GB	1-1/4"	-
BJ	JB	1"	-
BN	NB	-	1"
OD Tube Porting (motor)			
VC-Double		1-1/4"	1-1/4"
VN-Double		1"	1"
VR-Double		3/4"	3/4"
Unported (pump)			
BI		Unported	
Unported (motor)			
BA		Unported	

Code	6 – Gear Housing
AB	Pump
EB	Motor

Code	7 – Gear Width				
	Gear Width	in. ³ /rev.	cm ³ /rev.	Max Pressure	
				psi	bar
05	1/2"	0.99	16.1	3500	241
07	3/4"	1.48	24.2	3500	241
10	1"	1.97	32.3	3500	241
12	1-1/4"	2.46	40.4	3500	241
15	1-1/2"	2.96	48.4	3500	241
17	1-3/4"	3.45	56.5	3250	224
20	2"	3.94	64.6	3000	207

Code	8 – Shaft Type
7	SAE C Spline (two-piece only)
11	SAE C Keyed (two-piece only)
25	SAE B Spline
30	SAE B Keyed
43	SAE BB Keyed

Figura 5-22: Codificación PGP330 [14]

Código de la bomba seleccionada: PGP 330 C 4 42 FJ AB 05 7

		PARKER HANNIFIN ARGENTINA SAIC STEPHENSON 2711 BUENOS AIRES, 1867 ARGENTINA	PHARGENTINA@PARKER.COM Ph: +54 3327 44 4129 Fax: +54 3327 44 4199
Cast Iron Pumps – PGP330 Series			
Código de configuración/N.º de pieza PGP330 C 4 42 FJ AB 05 7			
Configurator			
Part Number	PGP330C442FJAB05-7		
Series	[PGP330] - Pump		
Unit	[A] - Single unit		
Continental Shaft or Extended Studs	[C] - Unit with two-piece shaft		
System Operating Speed	1800 RPM		
System Rotation	ClockWise		
System Porting	O.D. Tube		
Shaft End Cover/Outboard Bearings	[4] - with OutBoard Bearings		
Shaft End Cover/Mounting Flange	[42] - 4-Bolt SAE B, ANSI 101-4		
Port End Cover	[FJ] - 1-1/4"x1"		
Gear Housing/Maximum Pressure	2750 PSI (190 bar)		
Gear Housing	[AB] - Pump Housing		
Gear Housing/Width (Displacement)	[05] - 0.500"/.98 cu.in./16.1 cc		
Gear Housing / Flow (Reference)	7.1 GPM / 27 LPM at 1800 RPM		
Drive Shaft	[7] - SAE C Spline		
Bearing Carrier / Outlet Configuration	None		
Bearing Carriers	☐ - None		
Gear Housing/Maximum Pressure (Section 2)	None		
Gear Housing (Section 2)	☐ - None		
Gear Housing/Width (Displacement) (Section 2)	☐ - None		
Gear Housing / Flow (Reference) (Section 2)	None		

Figura 5-23: Hoja resumen [14]

▪ Filtro

La preselección a través del configurador de PARKER, nos recomienda Filtro Serie 30P.
Ver **Anexo F**.

Código del filtro seleccionado: **30P 105 QBT 1KG 161**

Ordering Information

Standard products table

Part number	Supersedes	Flow (l/min)	Model number	Element length	Media rating (µ)	Seals	Indicator	Bypass settings	Ports	Replacement elements
15P1100BM3KG121	15P-1-10Q-M2-50-B2B2-1	45	15P	Length 1	10	Nitrile	Visual	3.5 bar	GVV	939102Q
15P1100BT1KG121	15P-1-10Q-TW3-50-B2B2-1	45	15P	Length 1	10	Nitrile	Electrical	3.5 bar	GVV	939102Q
15P2100BM3KG121	15P-2-10Q-M2-50-B2B2-1	70	15P	Length 2	10	Nitrile	Visual	3.5 bar	GVV	939106Q
15P2100BT1KG121	15P-2-10Q-TW3-50-B2B2-1	70	15P	Length 2	10	Nitrile	Electrical	3.5 bar	GVV	939106Q
30P1100BM3KG161	30P-1-10Q-M2-50-C2C2-1	120	30P	Length 1	10	Nitrile	Visual	3.5 bar	G1*	939110Q
30P1100BT1KG161	30P-1-10Q-TW3-50-C2C2-1	120	30P	Length 1	10	Nitrile	Electrical	3.5 bar	G1*	939110Q
30P2100BM3KG161	30P-2-10Q-M2-50-C2C2-1	170	30P	Length 2	10	Nitrile	Visual	3.5 bar	G1*	939114Q
30P2100BT1KG161	30P-2-10Q-TW3-50-C2C2-1	170	30P	Length 2	10	Nitrile	Electrical	3.5 bar	G1*	939114Q

Note: Filter assemblies ordered from the product configurator below are on extended lead times. Where possible, please make your selection from the table above.

Note 1: Part numbers featured with bold highlighted codes will ensure a 'standard' product selection.

Note 2: Alternate displayed part number selection will require you to contact Parker Filtration for availability.

Product configurator

Box 1	Box 2	Box 3	Box 4	Box 5	Box 6	Box 7	Box 8
15P	1	10Q	B	M3	K	G12	1

Box 1

Code	Code
Model	Code
High pressure filter, T-port	15P
High pressure filter, T-port	30P

Highlights Key (Denotes part number availability)

123	Item is standard
123	Item is standard green option
123	Item is semi standard
123	Item is non standard

Note: Standard items are in stock, semi standard items are available within four weeks

Box 2

Filter type	Code
Length 1	1
Length 2	2

Box 3

Degree of filtration	Media code
Element media	
Glass fibre	
Microglass III element	02Q 05Q 10Q 20Q

Box 4

Seal type	Code
Nitrile	B
Fluorokelastomer	V

Box 5

Indicator	Code
Plugged with steel plug	P
Visual indicator	M3
Electrical indicator	T1
No indicator port	N
Electronic 4 LED, PNP, N.O.	F1
Electronic 4 LED, NPN, N.O.	F2
Electronic 4 LED, PNP, N.C.	F3
Electronic 4 LED, NPN, N.C.	F4

Box 6

Bypass and indicator settings	Code
Bypass valve	Indicator
3.5 bar	2.5 bar
	K

When filter includes a bypass valve but not an indicator, code denotes bypass setting.

Box 7

Filter connection	Code
Connections	Code
15P: Thread G1/2	G12
Thread M27, ISO 6149	M27
30P: Thread G 1	G16
Thread M33, ISO 6149	M33

Box 8

Options	Code
Standard	1
Drain port on bowl	4

Replacement elements with nitrile seals				
Media	15P-1	15P-2	30P-1	30P-2
02Q	939100Q	939104Q	939108Q	939112Q
05Q	939101Q	939105Q	939109Q	939113Q
10Q	939102Q	939106Q	939110Q	939114Q
20Q	939103Q	939107Q	939111Q	939115Q

Nominal flow (l/min) at viscosity 30 cSt				
Filter model	02Q	05Q	10Q	20Q
15P-1	25	30	45	70
15P-2	40	60	70	90
30P-1	70	90	120	170
30P-2	120	150	170	200

Degree of filtration						Code
Average filtration beta ratio 5 (ISO 15859) / particle size µm [c]						
βx(c)≥2	βx(c)≥10	βx(c)≥75	βx(c)≥100	βx(c)≥200	βx(c)≥1000	
% efficiency, based on the above beta ratio (βx)						Disposable Microfiltration
50.0%	90.0%	99.7%	99.0%	99.5%	99.9%	
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	4.5	
N/A	N/A	4.5	5	6	7	
N/A	6	8.5	9	10	12	
6	11	17	18	20	22	
					20Q	

Figura 5-25: Codificación 30P [14]

- Válvula seguridad

La preselección a través del configurador de PARKER, nos recomienda válvula de alivio de presión Serie RV05. Ver **Anexo G**.

Código de válvula seleccionada: **RV05 AT 10 NA**

Bulletin HY14-2544-B7/US
Ordering Information

Sandwich Valves
Series RV

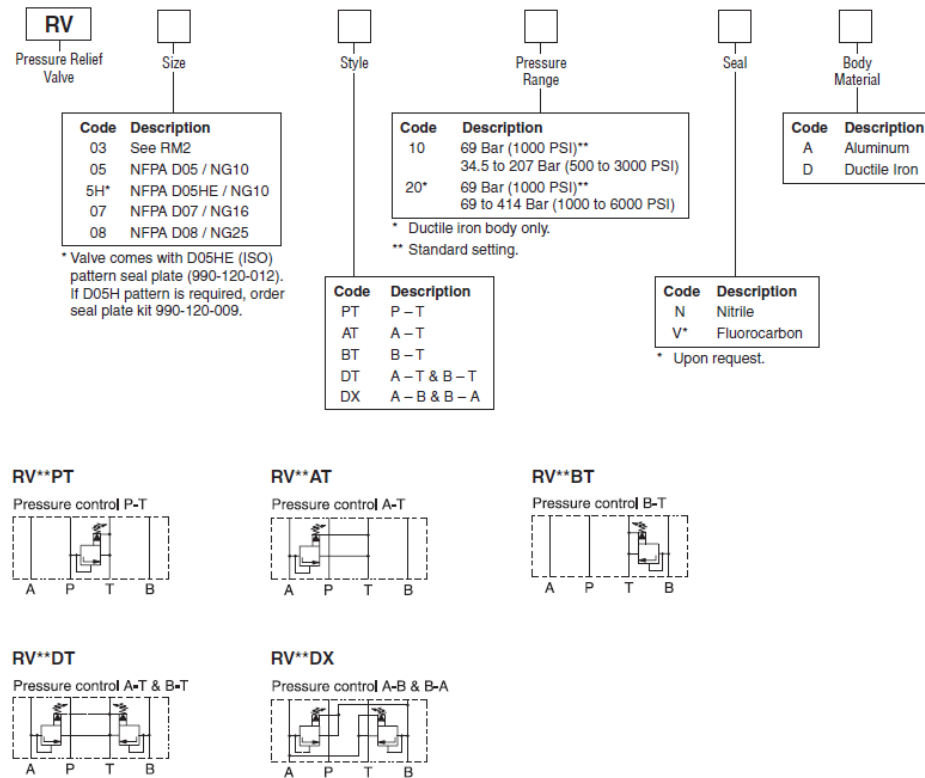
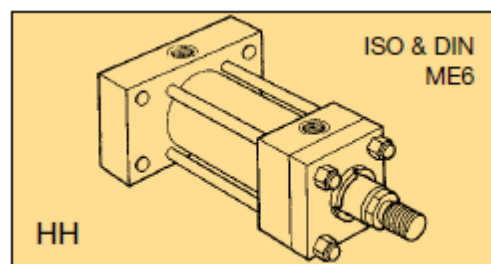
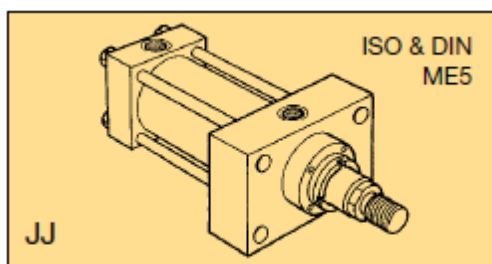


Figura 5-26: Codificación RV05 [14]

- Válvula control de fluido 4/2:

La preselección a través del configurador de PARKER, nos recomienda válvula de control direccional Serie 3DW. Ver **Anexo H**.

Código de válvula seleccionada: **D3W-020-MB-TW**



Código de actuador empujar: **HMD-221001161548732**

Código de actuador lateral: **HMD-221001164127149**

Catalogue HY07-1150/UK
How to Order ISO Cylinders

Tie Rod Cylinders
HMI and HMD Series

☐ Bore
☒ C Cushion Head Page 20
☒ K Mounting Style
☐ Mounting Modifications
☒ HMI Ports
☐ Special Features
☐ Piston Type
☐ Piston Rod Number
☐ Piston Rod End
☒ C Cushion Cap Page 20
☐ Fluid Medium
☐ Net Stroke (mm)
☐ Port Positions
☐ Air Bleeds

Code Special Features Page
 S Oversize Ports 24
 S Stop Tube 19
 S Stroke Limiter 6
 S Rod End Bellows 6
 S Gland Drain Port 25
 S Tie Rod Supports 16
 S Water Service Modifications 25
 – or to customer specification

Code Piston Page
 N Standard piston 5
 Z LoadMaster 5
 PF Low Friction (includes gland) 5

Code Port Style Page
 R BSPP (ISO 228) – standard 24
 M Metric (ISO 3852 Pt.1) 24
 Y Metric (ISO 6149) 24

Code Modification (Style C only) Page
 P Thrust Key – 25 & 32mm bores 16
 K Thrust Key – 40mm bore and above 16

Code Mounting Style Page
 JJ Head Rectangular Flange 9
 HH Cap Rectangular Flange 9
 C Side Lug Mounting 9
 SBd Cap Fixed Eye with Spherical Bearing 10
 DD Intermediate Fixed Trunnion 11
 TB Tie Rods Extended Head End 8
 TC Tie Rods Extended Cap End 8
 TD Tie Rods Extended Both Ends 8
 B Cap Fixed Eye 10
 BB Cap Fixed Clevis 10
 D Head Trunnion 11
 DB Cap Trunnion 11

Code Fluid Medium Page
 M Group 1 25
 C Group 2 25
 D Group 5 25
 A1 Group 6 25
 B Group 7 25

Code Port Position Page
 eg: 1 Head position 1-4 24
 1 Cap position 1-4 24

Code Air Bleed Position Page
 eg: 4 Head position 1-4 6
 4 Cap position 1-4 6
 00 No air bleeds 6

Code Thread Page
 M Metric 28

Code Rod End Style Page
 1 Male with four wrench flats 28
 2 Male with four wrench flats 28
 3 Special designs – please supply description or drawing 28
 4 Male with two wrench flats 28
 5 Female with four wrench flats 28
 7 Male with two wrench flats 28
 9 Female with two wrench flats 28

Code Rod Number Page
 1 Rod No.1 28
 2 Rod No.2 28
 3 Rod No.3 28

Key
 HMI range
 HMD range
 Indicate optional features or leave blank

Double Rod Cylinders – Example
 100 K JJ HMD R N 1 4 M 1 4 M 125 A1 11 44

Accessories
 Please state on order whether accessories are to be fitted to the cylinder or supplied separately.

Figura 5-28: Codificación actuadores HMD [14]

Capítulo 6:

Descripción del funcionamiento:

De acuerdo a la selección de los componentes, podemos definir el circuito hidráulico final de la abocardadora de acuerdo de la **figura 6-01**.

Circuito Hidráulico Abocardadora

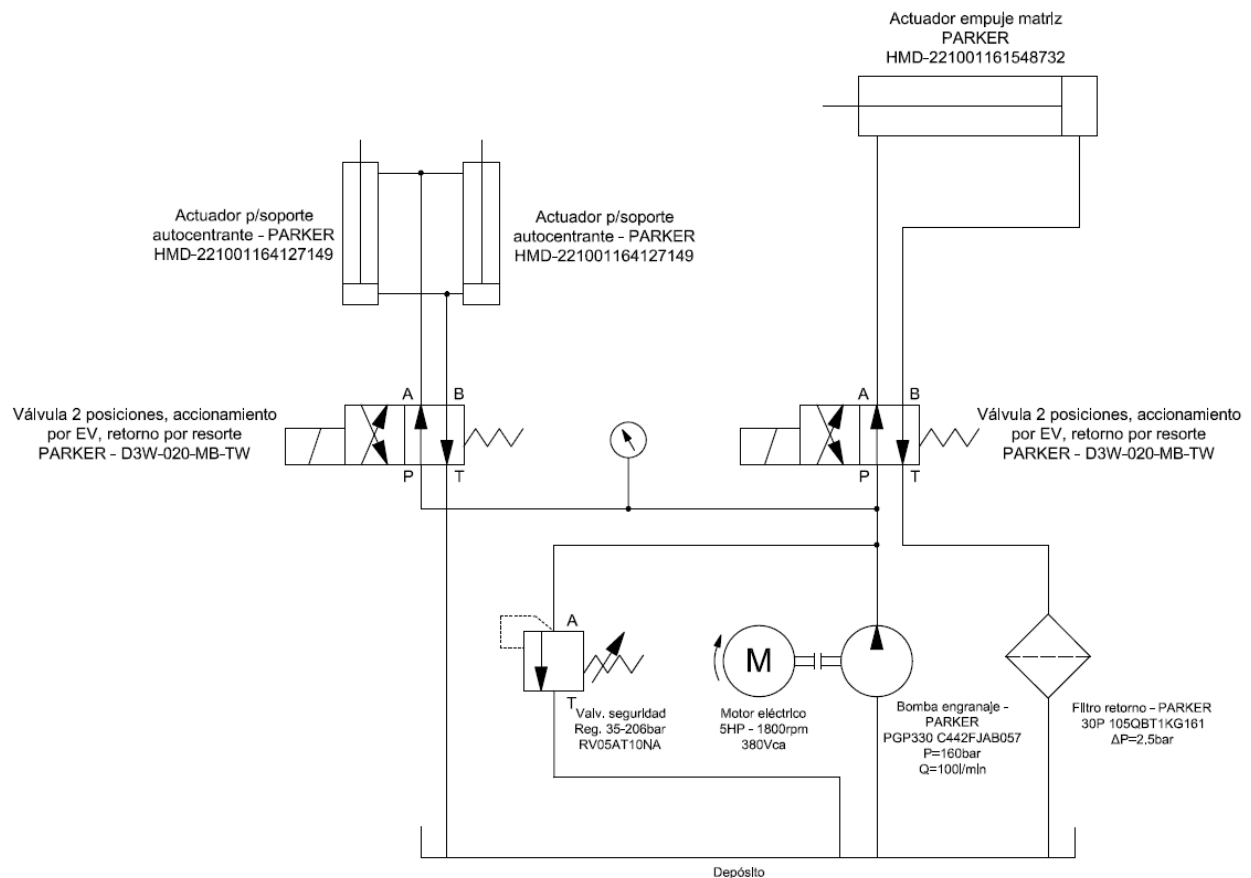


Figura 6-01: Circuito Hidráulico [13]

La máquina dispone de una base soporte para la fijación de los actuadores hidráulicos construida en chapa laminada en caliente espesor $\frac{1}{2}$ ". Solidario a esta están soldados los refuerzos que serán de chapa laminada en caliente de 1" de espesor que servirán

para soportar la fuerza generada por el pistón hidráulico que empuja la matriz de deformación.

Los soportes autocentrantes, permitirán que una vez que se ingresa el caño por la guía posterior, se ajuste y se alinee el caño con el eje de la matriz.

El accionamiento es electromecánico y será por medio de una palanca 0-1 que habilitará la electroválvula correspondiente. Para su liberación, la palanca es llevada nuevamente a la posición 0.

Las matrices disponen de un estriado para aumentar la fuerza de rozamiento y evitar de esta manera que el caño se deslice. Su dimensionamiento queda fuera de este estudio ya que se comercializan y se solicitan definiendo el diámetro a ajustar. Ídem con la matriz de deformación.

La máquina si bien fue dimensionada para deformar un caño de 140mm de diámetro, tiene la posibilidad de que por medio del cambio de las matrices se puede trabajar en otras secciones/diámetros. Por eso dispondrá de placas abulonadas sobre los soportes autocentrantes para el intercambio de las matrices.

Para el avance de la matriz para abocardar, se instaló una palanca de accionamiento. En una primer instancia se dispuso de sensores inductivos para indicar el final del avance, pero en la práctica se observaron que el comportamiento de los caños no era lineal. Algunos llegaban a la reducción deseada, en cambio otros no.

Por este motivo, el avance si bien tenía definido límites, se optó por hacerlo en forma manual y utilizar un caño calibre para corroborar que se había llegado a la medida deseada.



Figura 6-02: Abocardadora – vista frontal

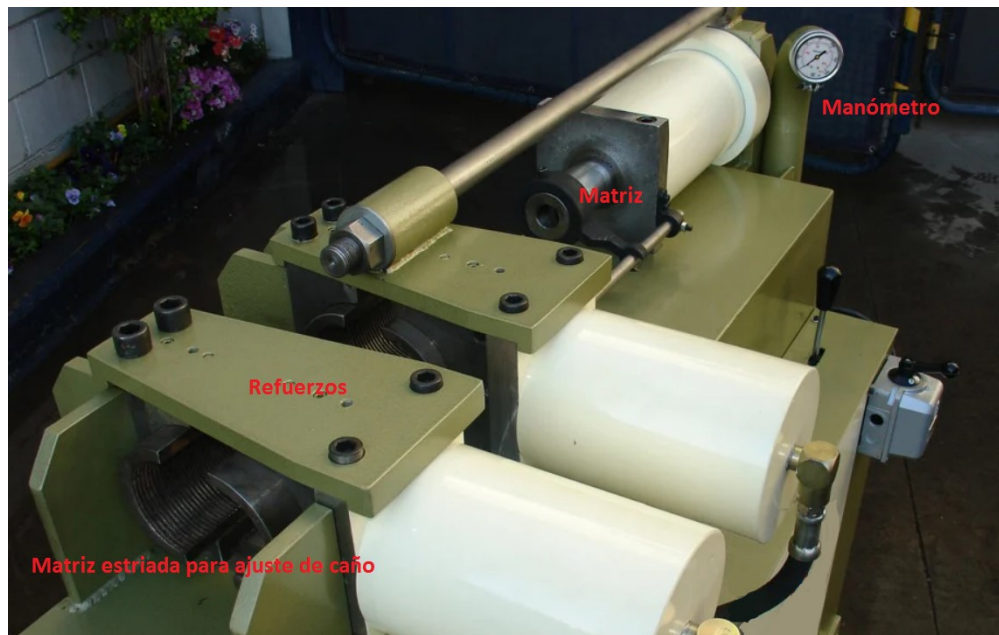


Figura 6-03: Abocardadora – vista superior

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

En la confección de este proyecto se plantearon algunas alternativas para la resolución de un problema puntual que se dio en el ámbito laboral. El primer planteo es la compra directa del producto, que en nuestro caso son columnas de alumbrado público, pero analizando algunas condiciones limitantes que se presentaron en ese momento decidimos desarrollar desde cero el mismo y poder hacer una elaboración propia a nivel industrial.

Como primera instancia, se trabajó en el estudio luminotécnico, el cual nos definió el tipo de columna, altura y ubicación. Si bien ese tipo de estudios puede hacerse en forma manual, hoy en día las herramientas que se consiguen en línea ayudan mucho en la resolución de este tipo de situaciones; dándole al profesional más herramientas para poder desarrollar o trabajar sobre algún proyecto particular. Si bien los conceptos son conocidos, uno debe interiorizarse en las definiciones para poder entender el funcionamiento de los mismos.

Ya sea para iluminación o cualquier otro procedimiento de cálculo hay normas establecidas que se aplican en el país y nos sirven de parámetros para definir las condiciones límites de estudio. En nuestro caso, nos guiaremos utilizando las normas IRAM-AADL- J2022-2.

Habiendo obtenido ya la conformación y materialidad de las columnas, entramos en el dimensionamiento de los cables alimentadores. Estos por ser del tipo aéreo, generarán en las columnas tensiones de tiro las cuales necesitamos conocer para poder determinar las fuerzas involucradas en nuestro estudio.

En una primera instancia, si bien nuestro conductor cumplía las condiciones de consumo, no lo hacía para el caso de la caída de tensión ($<3\%$).

En este tipo trabajos, uno debe considerar y hacer las correspondientes verificaciones para que las condiciones sean las correctas.

Aparte de la verificación de consumo y de caída de tensión, se podría haber efectuado un cálculo de corriente de cortocircuito para verificar las protecciones eléctricas y de la instalación. Para este caso, se decidió no trabajar sobre este punto.

Conociendo los esfuerzos involucrados, se trabajó en las cargas que afectan a este tipo de columnas. Hay que tener en cuenta que las condiciones de cálculo pueden modificarse sustancialmente si uno no atiende las modificaciones que generan las condiciones ambientales, como la fuerza que genera el viento, el peso de la nieve (que no aplica para este caso) o variaciones por temperatura.

Se trabajaron los conceptos de diagrama de cuerpo libre, esfuerzos de flexión y torsión, cálculo de momento de inercia, tensión de rotura y coeficientes de seguridad.

Aplicando conceptos estudiados en la carrera se pudo determinar y verificar las secciones de las columnas.

Se constató que la relación entre la tensión de trabajo y la tensión de rotura sea siempre mayor al coeficiente de seguridad S de acuerdo a la ecuación 2.5. Lo cual fue verificado para cada uno de los tramos.

El paso siguiente, fue definir de qué manera se podía realizar la unión entre los tramos. Si bien no se desarrolló el método de soldadura a aplicar, pudimos determinar la resistencia de la soldadura debido a los esfuerzos compuestos de flexión y corte generados por las fuerzas aplicadas.

Para los cordones de soldadura se puede determinar en forma teórica los momentos de inercia polares para su cálculo, pero en este caso utilizamos tablas ya desarrolladas para la selección de los mismos.

Teniendo los esfuerzos aplicados, que fueron determinados en el capítulo 4, se procede a determinar la altura mínima h_c que debe tener el cordón que unirá el tramo de mayor diámetro. Aplicando la misma metodología se puede determinar los valores para las uniones de los otros diámetros de caño, ya que los esfuerzos son distintos que el caso estudiado.

Contrario a lo mencionado en el estudio luminotécnico, para resolver este tipo de situaciones se puede recurrir al uso de programas de simulación en los cuales uno

obtiene esta información. Pero para este caso, se resolvió en forma teórica aplicando las fórmulas definidas.

En el capítulo 5 se abordó el proceso de deformación plástica para lograr el abocardado en los caños. Como ocurren varios factores durante el conformado de una pieza (fricción entre pieza y matriz, trabajo redundante, geometría, endurecimiento por deformación, entre otros), es muy complejo predecir con exactitud las necesidades del esfuerzo que se debe alcanzar para obtener la forma deseada.

Si bien existen varios métodos para poder determinarlo, se trabajó con conceptos de matricería suponiendo que el material se comporta como un cuerpo sólido y que para ser deformado se debe aplicar una fuerza igual o superior a la resistencia del mismo.

De esta manera se obtuvo la fuerza de empuje que se necesita aplicar. Con este dato se puede dimensionar de ahora en adelante los componentes hidráulicos para lograr el acometido.

El dimensionamiento de componentes comienza con el del cilindro de empuje, conociendo la fuerza necesaria y la presión de trabajo se obtiene el diámetro aprox. del mismo.

Para la selección de presión de trabajo que generará la bomba, se optó por una del tipo de engranajes entendiendo que son de las que comercialmente se consiguen de manera más rápida y además evaluar los costos y su mantenimiento.

El tiempo de accionamiento y el recorrido fueron adoptados entendiendo que no son críticos para la determinación y/o dimensionamiento del resto de los componentes.

De esta forma se consigue calcular los valores de caudal (Q_r), diámetro de pistón (d_e), fuerza (F), presión de trabajo (p) y volumen (V).

En la actualidad hay varias opciones de catálogos en línea para componentes hidráulicos en los cuales uno ingresando los parámetros más importantes puede tener una primera aproximación al componente deseado. El catalogo online de PARKER (<https://econfig.parker.com>) permite configurar cada uno de los mismos.

Estos se obtienen definiendo algunos otros parámetros como ser, tipo de fluido, temperatura, tipo de aplicación, método de fijación, cantidad de bulones, norma para los

accesos roscados, relación de reducción y rpm para las bombas, tensión de alimentación de EV, materiales de fabricación y algunos otros que se muestran en las **figuras 5-22 a 5-28**.

Así de esta manera se codificaron los componentes hidráulicos más significativos de la máquina.

Como agregado para completar el proyecto se desarrolló una descripción del funcionamiento de la máquina creada para nuestro estudio, agregando algunas fotos de manera ilustrativa.

Como resumen, podemos decir que se trabajaron conceptos de luminotecnica, resistencia de materiales, cálculos eléctricos, conceptos de energía y trabajo y automatización hidráulica.

Los conceptos utilizados en el desarrollo de esta tesis fueron obtenidos a lo largo de la carrera y como profesionales nos dan las herramientas para poder trabajar, diseñar y ser resolutivos a la hora de definir un proyecto, ya sea cual fuere el ámbito de aplicación dentro de las incumbencias de la Ingeniería Mecánica.

Bibliografía

- [1] ENSA, Departamento de Normas – Postes de concreto armado pretensado. P-11
- [2] EPE Energía de Santa Fe – ETN 07, vigencia: 12/2002 en reemplazo de A: 03-03-00, Disposición N°34 – Construcción de Líneas Aéreas Preensambladas de Baja Tensión. P-06
- [3] Subsecretaría de Ahorro y Eficiencia Energética en colaboración con la Asociación Argentina de Luminotecnia (AADL). - Alumbrado Público – Vías de tránsito – Parte 2 – Clasificación y niveles de iluminación IRAM-AADL J 2022-2.
- [4] CIE – Comisión Internacional de Iluminación – Guía para la iluminación de áreas urbana. Publicación N°136° Año 2000
- [5] CIIT Centro de Investigación y Transferencia de Tecnología – Cálculo mecánico: “Flechas y Tensiones”. GUIA 5.
- [6] Cálculo de columnas fabricadas en tramos de acero para soportar artefactos de alumbrado público.
- [7] Cálculo mecánicos de las uniones soldadas. TUTORIAL N°46. Hermenegildo Rodríguez Galbarro - Sevilla. www.ingemecanica.com
- [8] Reglamento Argentino para la soldadura de estructuras de acero – Centro de Investigación de Reglamentos Nacionales de Seguridad para la Obra Civil – CIRSOC 304 – JULIO 2007.
- [9] Facultad de Ingeniería U.N.L.P. Mecanismos y elementos de máquinas. Cálculo de Uniones soldadas. SEXTA edición 2013. Prof. Pablo Ringegni.
- [10] Teoría de la plasticidad aplicada a los procesos de formado de metales. Lucio Vázquez Briseño – Departamento de Materiales. UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA – Méjico, D.F. Primera edición 2008. Capítulo 7, página 251.
- [11] Fundamentos de matricería – Ing. Claudio Álvarez. Editorial: EDEBE. Capítulo 5: Doblado y curvado

[12] Tutorial N°212 – Sistemas Hidráulicos de Transmisión de potencia.
www.ingmecanica.com/tutorialsemanal/tutorial212.html

[13] Programa FluidSIM 5 Versión 5.6 29-11-2019. FESTO Didactic 1996-2019
www.fluidsim.com

[14] Configurador para selección de componentes hidráulicos PARKER -
<https://econfig.parker.com>

Anexo A:

Hoja de datos equipos iluminación PHILLIPS

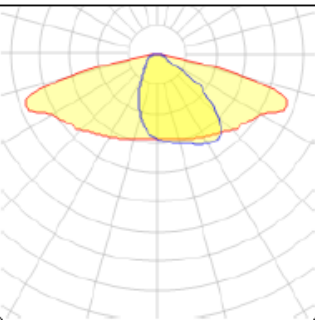
Hoja de dato de productos

LUMISTREET GEN2 BGP292 T25 1 XLED64-4S/830 DM12
BGP291
PHILIPS



Time to upgrade your conventional lighting to LumiStreet gen2. "Increasing numbers of municipalities are having to upgrade large-scale conventional street lighting installations with energy efficient LED technology. But they are having to do this with smaller and smaller budgets. That's why the new generation of LumiStreet has been upgraded and designed to provide a solution to this challenge, it is the ideal solution for performing point-to-point replacement of conventional lighting. LumiStreet gen2 achieves this by offering high efficiency, low Total Cost of Ownership, and ease of installation and maintenance. The ease of installation and maintenance is enabled by the Philips Service tag. Moreover, the Philips SR (System Ready) socket makes it future-ready and you can pair this luminaire with lighting control and software applications such as Interact City.

Emisión de luz 1



1 x Lámpara incandescente para uso general

Potencia nominal de lámpara		LOR	88 %
Flujo de lámpara	6400 lm	Flujo total	5642 lm
Eficiencia luminosa	114 lm/W	Potencia total	49,5 W
CCT	3000 K		
CRI	99		

Tipo de Montaje

Montaje en el cima de mástil

Eléctrico

Potencia: 49,5 W

Forma y medidas

Longitud: 95 mm
Anchura: 234 mm
Altura ajustable: 520 mm

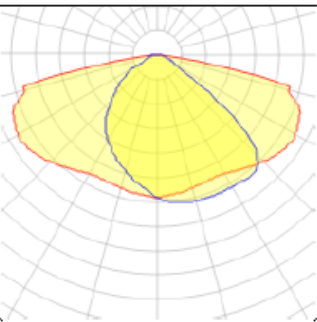
Hoja de dato de productos

LUMISTREET GEN2 BGP293 T25 1 XLED180-4S/740 DM11
BGP291
PHILIPS



Time to upgrade your conventional lighting to LumiStreet gen2. "Increasing numbers of municipalities are having to upgrade large-scale conventional street lighting installations with energy efficient LED technology. But they are having to do this with smaller and smaller budgets. That's why the new generation of LumiStreet has been upgraded and designed to provide a solution to this challenge, it is the ideal solution for performing point-to-point replacement of conventional lighting. LumiStreet gen2 achieves this by offering high efficiency, low Total Cost of Ownership, and ease of installation and maintenance. The ease of installation and maintenance is enabled by the Philips Service tag. Moreover, the Philips SR (System Ready) socket makes it future-ready and you can pair this luminaire with lighting control and software applications such as Interact City.

Emisión de luz 1



1 x Lámpara incandescente para uso general

Potencia nominal de lámpara		LOR	87 %
Flujo de lámpara	18000 lm	Flujo total	15622 lm
Eficiencia luminosa	139 lm/W	Potencia total	112 W
CCT	3000 K		
CRI	99		

Tipo de Montaje

Montaje en el cima de mástil

Eléctrico

Potencia: 112 W

Forma y medidas

Longitud: 95 mm
Anchura: 340 mm
Altura ajustable: 520 mm



LumiStreet gen2

BGP293 LED240-4S/740 I DM11 48/60S

LUMISTREET GEN2 MEDIUM - LED module 24000 lm - 740 neutral white - Safety class I - Distribution medium 11 - Side-entry for diameter 48 to 60 mm

Increasing numbers of municipalities are having to upgrade large-scale conventional street lighting installations with energy efficient LED technology. But they are having to do this with smaller and smaller budgets. That's why the new generation of LumiStreet has been upgraded and designed to provide a solution to this challenge, it is the ideal solution for performing point-to-point replacement of conventional lighting. LumiStreet gen2 achieves this by offering high efficiency, low Total Cost of Ownership, and ease of installation and maintenance. The ease of installation and maintenance is enabled by the Philips Service tag. Moreover, the Philips SR (System Ready) socket makes it future-ready and you can pair this luminaire with lighting control and software applications such as Interact City.

Product data

General Information	
Lamp family code	LED240 [LED module 24000 lm]
Light source color	740 neutral white
Light source replaceable	Yes
Number of gear units	1 unit
Driver/power unit/transformer	Power supply unit regulating
Driver included	Yes
Optical cover/lens type	Flat glass
Luminaire light beam spread	160° - 42° x 54°
Control interface	-
Connection	2 Push-In connector 5-pole
Cable	-

Protection class IEC	Safety class I
Flammability mark	For mounting on normally flammable surfaces
CE mark	CE mark
ENEC mark	ENEC plus mark
Warranty period	5 years
Optic type outdoor	Distribution medium II
Remarks	* At extreme ambient temperatures the luminaire might automatically dim down to protect components
Constant light output	No

Number of products on MCB of 16 A type B	8
EU RoHS compliant	Yes
Light source engine type	LED
Service tag	Yes
Serviceability class	Class A, luminaire is equipped with serviceable parts (when applicable): LED board, driver, control units, surge protection device, optics, front cover and mechanical parts
Product family code	BGP293 [LUMISTREET GEN2 MEDIUM]

Light technical

Upward light output ratio	0
Standard tilt angle posttop	0°
Standard tilt angle side entry	0°

Operating and electrical

Input Voltage	220 to 240 V
Input Frequency	50 to 60 Hz
Inrush current	53 A
Inrush time	0.3 ms
Power Factor (Min)	0.99

Controls and dimming

Dimmable	No
----------	----

Mechanical and housing

Housing Material	Aluminum die cast
Reflector material	Polycarbonate
Optic material	Polymethyl methacrylate
Optical cover/lens material	Glass
Fixation material	Aluminum
Mounting device	Side-entry for diameter 48 to 60 mm
Optical cover/lens shape	Flat
Optical cover/lens finish	Clear
Overall length	626 mm
Overall width	340 mm
Overall height	95 mm
Effective projected area	0.0246 m²
Color	Gray
Dimensions (Height x Width x Depth)	95 x 340 x 626 mm (3.7 x 13.4 x 24.6 in)

Approval and application

Ingress protection code	IP66 [Dust penetration-protected, jet-proof]
Mech. impact protection code	IK08 [5 J vandal-protected]
Surge Protection (Common/Differential)	Luminaire surge protection level until 6 kV differential mode and 8 kV common mode

Initial performance (IEC compliant)

Initial luminous flux (system flux)	20640 lm
Luminous flux tolerance	+/-7%
Initial LED luminaire efficacy	145 lm/W
Init. Corr. Color Temperature	4000 K
Init. Color Rendering Index	70
Initial chromaticity	(0.381, 0.379) SDCM <5
Initial input power	142 W
Power consumption tolerance	+/-10%
Init. Color Rendering Index Tolerance	+/-2

Over time performance (IEC compliant)

Control gear failure rate at median useful life 100000 h	10 %
Lumen maintenance at median useful life* 100000 h	L96

Application conditions

Ambient temperature range	-40 to +50 °C
Performance ambient temperature Tq	25 °C
Maximum dim level	0% (digital)

Product data

Full product code	871951405877400
Order product name	BGP293 LED240-4S/740 I DM11 48/60S
EAN/UPC - Product	8719514058774
Order code	910925866444
Numerator - Quantity Per Pack	1
Numerator - Packs per outer box	1
Material Nr. (12NC)	910925866444
Net Weight (Piece)	6.500 kg



Anexo B:

Informe Estudio lumínico

Proyecto 2022

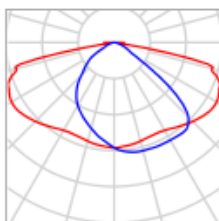
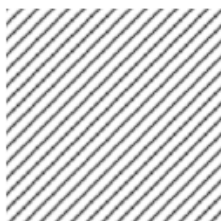
DIALux

Calle 1

Resumen (hacia EN 13201:2015)



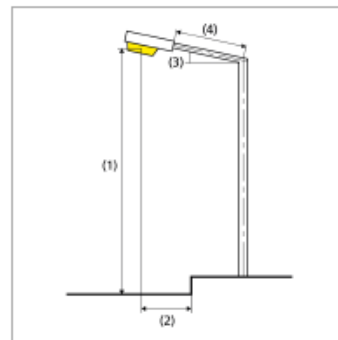
Calle 1

Resumen (hacia EN 13201:2015)

Lámpara	1x LED180-4S/740	P	112.0 W
		$\Phi_{\text{Lámpara}}$	18000 lm
		$\Phi_{\text{Luminaria}}$	15622 lm
		η	86.79 %

60495.Idt (unilateral arriba)

Distancia entre mástiles	30.000 m
(1) Altura de punto de luz	8.000 m
(2) Saliente del punto de luz	0.200 m
(3) Inclinación del brazo	10.0°
(4) Longitud del brazo	0.619 m
Horas de trabajo anuales	4000 h: 100.0 %, 112.0 W
Consumo	3696.0 W/km
ULR / ULOR	0.00 / 0.00



Calle 1

Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Calzada 1 (M4)	L _m	2.01 cd/m ²	≥ 0.75 cd/m ²	✓
	U _o	0.67	≥ 0.40	✓
	U _i	0.83	≥ 0.60	✓
	TI	11 %	≤ 15 %	✓
	R _{ET}	0.49	≥ 0.30	✓

Para la instalación se ha calculado con un factor de mantenimiento de 0.90.

Resultados para indicadores de eficiencia energética

	Tamaño	Calculado	Consumo
Calle 1	D _p	0.018 W/lx*m ²	-
60495.Idt (unilateral arriba)	D _e	2.1 kWh/m ² año,	448.0 kWh/año

Proyecto 2022



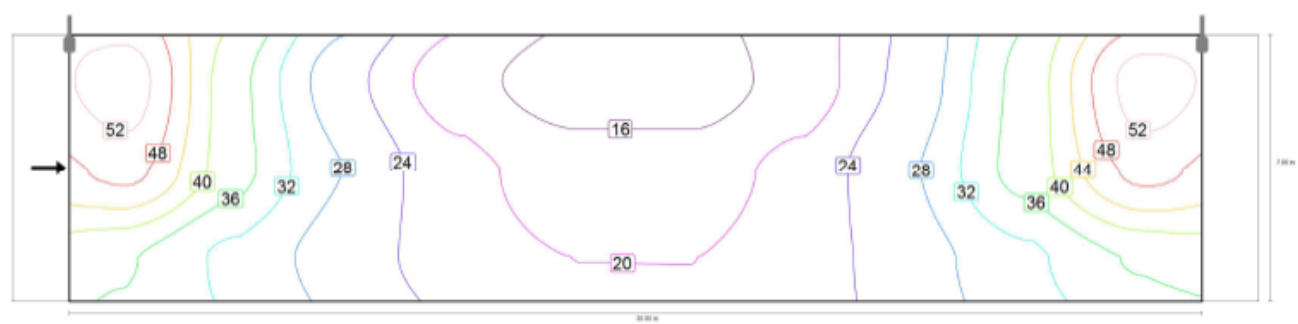
Calle 1
Calzada 1 (M4)

Resultados para campo de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Calzada 1 (M4)	L _m	2.01 cd/m ²	≥ 0.75 cd/m ²	✓
	U _o	0.67	≥ 0.40	✓
	U _l	0.83	≥ 0.60	✓
	TI	11 %	≤ 15 %	✓
	R _{EI}	0.49	≥ 0.30	✓

Resultados para observador

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Observador 1 Posición: -60.000 m, 3.500 m, 1.500 m	L _m	2.01 cd/m ²	≥ 0.75 cd/m ²	✓
	U _o	0.67	≥ 0.40	✓
	U _l	0.83	≥ 0.60	✓
	TI	11 %	≤ 15 %	✓



Valor de mantenimiento iluminancia horizontal [lx] (Líneas Isolux)

Calle 1

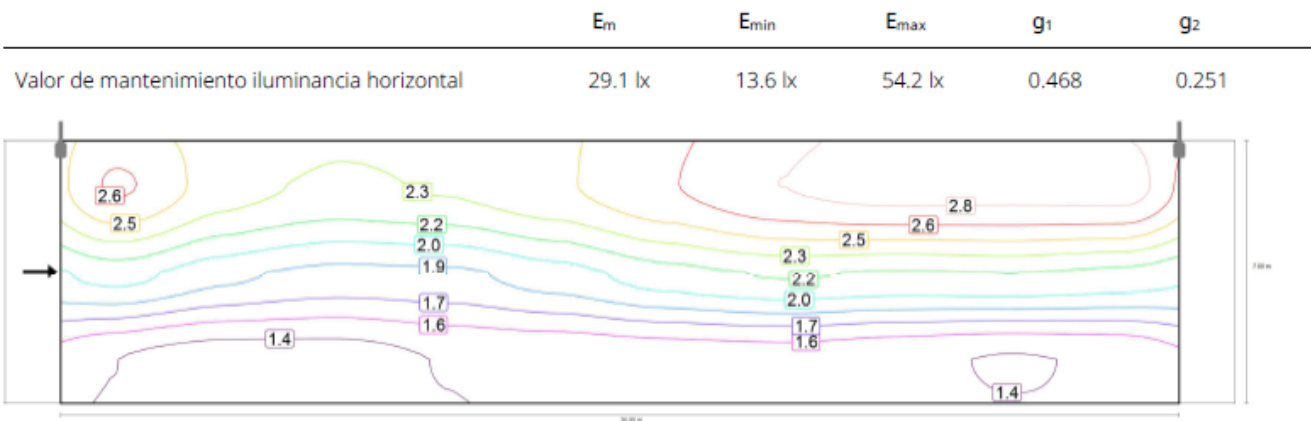
Calzada 1 (M4)



Valor de mantenimiento iluminancia horizontal [lx] (Sistema de valores)

m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500
5.833	54.22	37.46	25.13	17.24	13.60	13.60	17.24	25.13	37.46	54.22
3.500	49.40	37.66	27.66	21.04	17.74	17.74	21.04	27.66	37.66	49.40
1.167	36.44	31.00	25.86	21.80	19.67	19.67	21.80	25.86	31.00	36.44

Valor de mantenimiento iluminancia horizontal [lx] (Tabla de valores)



Observador 1: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca [cd/m²] (Líneas Isolux)



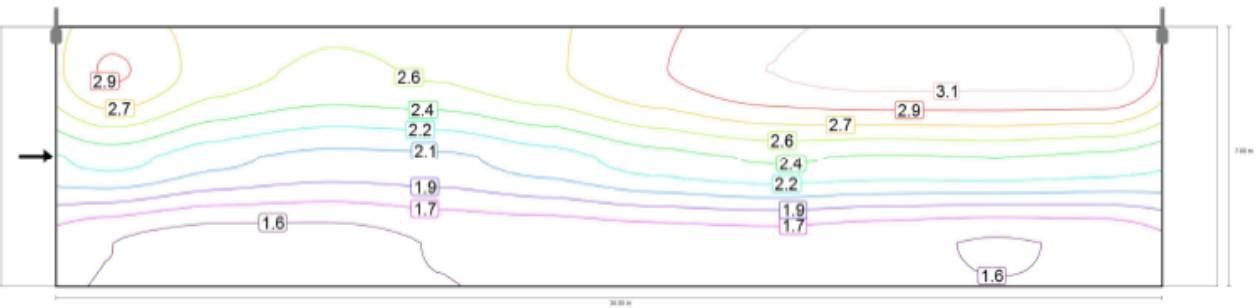
Observador 1: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca [cd/m²] (Sistema de valores)

Calle 1
Calzada 1 (M4)

m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500
5.833	2.63	2.38	2.28	2.33	2.44	2.60	2.76	2.83	2.82	2.83
3.500	2.07	1.90	1.81	1.83	1.94	2.10	2.18	2.14	2.16	2.12
1.167	1.42	1.34	1.35	1.42	1.44	1.47	1.49	1.45	1.41	1.43

Observador 1: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca [cd/m²] (Tabla de valores)

	L_m	L_{min}	L_{max}	g_1	g_2
Observador 1: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca	2.01 cd/m²	1.34 cd/m²	2.83 cd/m²	0.666	0.474



Observador 1: Luminancia para una instalación nueva [cd/m²] (Líneas Isolux)



Observador 1: Luminancia para una instalación nueva [cd/m²] (Sistema de valores)

Proyecto 2022

DIALux

Calle 1

Calzada 1 (M4)

m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500
5.833	2.92	2.65	2.53	2.59	2.71	2.89	3.07	3.15	3.13	3.15
3.500	2.30	2.11	2.01	2.03	2.16	2.33	2.42	2.38	2.40	2.35
1.167	1.58	1.49	1.50	1.58	1.60	1.64	1.66	1.61	1.56	1.59

Observador 1: Luminancia para una instalación nueva [cd/m²] (Tabla de valores)

	L _m	L _{min}	L _{max}	g ₁	g ₂
Observador 1: Luminancia para una instalación nueva	2.24 cd/m ²	1.49 cd/m ²	3.15 cd/m ²	0.666	0.474

Anexo C:

Catálogo RETENAX cables preensamblados para distribución aérea.

RETENAX® PREENSAMBLADO Distribución aérea en BT

**Baja Tensión
0,6 / 1,1 kV
AL RZ**

Normas de referencia: IRAM 2263

Descripción:



Conductor

Metal de las Fases: Aluminio grado eléctrico 1350 (AAC) en los conductores activos.

Flexibilidad: clase 2; según IRAM NM-280 e IEC 60228.

Metal del Neutro (portante): Aleación de Aluminio (AAAC); a pedido (no contempladas en norma IRAM) de Aluminio con alma de acero (ACSR) o Aluminio 1350 H 19 (AAC).

Temperatura máxima en el conductor: 90 °C en servicio continuo, 250 °C en cortocircuito (máximo 5 s).

Aislante:

Polietileno reticulado (XLPE).

Reunión:

Conductores aislados reunidos en torno al neutro portante o conjuntamente con éste.

Marcación:

PRYSMIAN RETENAX PREENSAMBLADO - Industria Argentina.- Sección (mm²) 0,6/1,1KV - IRAM 2263.

Normativas

IRAM 2263, NF 33-209/91, NBR, ICEA u otras bajo pedido.

Tensión nominal de servicio: 0,6 / 1,1 kV.

Certificaciones

Todos los cables de PRYSMIAN están elaborados bajo el Sistema de Gestión de Calidad ISO 9001:2015 y Medio Ambiente ISO 14001:2015, certificados por SGS.

Especialmente adecuado para instalaciones de líneas aéreas en redes secundarias de distribución, electrificación rural, alumbrado público o acometidas a usuarios. Instalación tensada y autosoportada entre postes, sobre apoyos o tendidos en fachadas de edificios.



Sello IRAM



Sello de
Seguridad
Eléctrica

Características

Norma de
fabricación



Tensión
nominal



Temperatura
de servicio



Cuerdas
rígidas



Resistente a
la absorción
de agua



Resistente a
la abrasión



Resistente a
los rayos UV



Resistente al
frío

Condiciones de empleo

Tendido en
morsetería

Prysmian

A Brand of Prysmian Group

RETENAX®

PREENSAMBLADO

Distribución aérea en BT

Baja Tensión
0,6 / 1,1 kV
AL RZ

Características mecánicas (IRAM)

Formaciones de los cables	Diámetro exterior aproximado de cada conductor	Diámetro exterior aproximado del conjunto	Masa total aproximada (4)	Carga de rotura del neutro portante (5)
Nº x mm²	mm	mm	kg/km	daN/mm²
1 x 16/16 (1)	7,5 / 7,7	16	140	445
1 x 25/25 (1)	9 / 9,5	19	220	712
1 x 35/35 (1)	10,5 / 11	22	300	978
1 x 50/50 (1)	11,5 / 12,5	24	395	1405
3 x 1 x 16/16 (1)	7,5 / 7,7	19	285	445
3 x 1 x 25/50 (1)	9 / 12,5	26	515	1405
3 x 1 x 35/50 (1)	10,5 / 12,5	29	635	1405
3 x 1 x 50/50 (1)	11,5 / 12,5	30	755	1405
3 x 1 x 70/50 (1)	13,7 / 12,5	34	960	1405
3 x 1 x 95/50 (1)	16 / 12,5	37	1250	1405
3 x 1 x 120/70 (1)	17,1 / 14,7	41	1520	1933
3 x 1 x 150/70 (1)	18,9 / 14,7	43	1790	1933
3 x 1 x 185/70 (1)	20,5 / 14,7	46	2120	1933
3 x 1 x 185/95 (1)	20,5 / 17	48	2240	2656
3 x 1 x 25/50 (2)	9 / 12,5 / 9	27	620	1405
3 x 1 x 35/50 (2)	10,5 / 12,5 / 9	29	745	1405
3 x 1 x 50/50 (2)	11,5 / 12,5 / 9	31	860	1405
3 x 1 x 70/50 (2)	13,7 / 12,5 / 9	34	1080	1405
3 x 1 x 95/50 (2)	16 / 12,5 / 9	38	1360	1405
3 x 1 x 120/70 (2)	12,5 / 14,7 / 9	41	1640	1933
3 x 1 x 150/70 (2)	18,9 / 14,7 / 9	43	1900	1933
3 x 1 x 185/70 (2)	20,5 / 14,7 / 9	46	2240	1933
3 x 1 x 185/95 (2)	20,5 / 17 / 9	48	2350	2656
3 x 1 x 25/50 (3)	9 / 12,5 / 9	29	730	1405

RETENAX®

PREENSAMBLADO

Distribución aérea en BT

Baja Tensión
0,6 / 1,1 kV
AL RZ

Características eléctricas (IRAM)

Formaciones de los cables	Intensidad de corriente admisible	Resistencia eléctrica a 60°C y 50 Hz	Resistencia eléctrica a 90°C y 50 Hz	Resistencia inductiva media por fase a 50 Hz	Caída de tensión a 60°C y $\cos \phi = 0,8$.	Caída de tensión a 90°C y $\cos \phi = 0,8$.
N° x mm²	(4) A	(5) ohm/km	ohm/km	ohm/km	(5) ohm/km	V / A km
1 x 16/16 (1)	85	2,327	2,558	0,070	3,81	4,18
1 x 25/25 (1)	115	1,458	1,602	0,068	2,41	2,64
1 x 35/35 (1)	141	1,059	1,164	0,068	1,78	1,94
1 x 50/50 (1)	174	0,739	0,834	0,065	1,26	1,41
3 x 1 x 16/16 (1)	60	2,218	2,449	0,089	3,12	3,49
3 x 1 x 25/50 (1)	82	1,394	1,539	0,088	2,02	2,22
3 x 1 x 35/50 (1)	103	1,008	1,113	0,088	1,049	1,63
3 x 1 x 50/50 (1)	124	0,745	0,822	0,086	1,12	1,23
3 x 1 x 70/50 (1)	160	0,515	0,569	0,085	0,80	0,88
3 x 1 x 95/50 (1)	200	0,373	0,411	0,084	0,60	0,66
3 x 1 x 120/70 (1)	232	0,295	0,325	0,083	0,50	0,54
3 x 1 x 150/70 (1)	268	0,241	0,266	0,082	0,42	0,45
3 x 1 x 185/70 (1)	311	0,192	0,212	0,081	0,35	0,38
3 x 1 x 185/95 (1)	311	0,192	0,212	0,081	0,35	0,38
3 x 1 x 25/50 (2)	82	1,394	1,539	0,088	2,02	2,22
3 x 1 x 35/50 (2)	103	1,008	1,113	0,088	1,049	1,63
3 x 1 x 50/50 (2)	124	0,745	0,822	0,086	1,12	1,23
3 x 1 x 70/50 (2)	160	0,515	0,569	0,085	0,80	0,88
3 x 1 x 95/50 (2)	200	0,373	0,411	0,084	0,60	0,66
3 x 1 x 120/70 (2)	232	0,295	0,325	0,083	0,50	0,54
3 x 1 x 150/70 (2)	268	0,241	0,266	0,082	0,42	0,45

Tabla de pesos teóricos Tubos Acero con costura – SIDERSA. Según Norma IRAM IAS U 500 2592



SIDERSA

TABLA DE PESOS TEORICOS - Kg por metro

Tubos de Acero con Costura

COMPANY WITH
QUALITY SYSTEM
CERTIFIED BY DNV GL
• ISO 9001 •

18/1/17

Tubos Redondos		Cuadro	Rectan- gular	Espesores en mm																	
Pulgadas	mm			0.65	0.70	0.80	0.90	1.00	1.10	1.25	1.40	1.60	1.80	2.00	2.50	2.85	3.20	4.00	4.75	6.35	
1/2"	12.70			0.193	0.207	0.235	0.262	0.288	0.315	0.353											
		10x10		0.182	0.195	0.218	0.241	0.262	0.283	0.312											
5/8"	15.87			0.244	0.262	0.297	0.332	0.367	0.400	0.450	0.499	0.563									
		12x12		0.223	0.238	0.268	0.297	0.325	0.352	0.390											
3/4"	19.50			0.302	0.324	0.369	0.413	0.456	0.499	0.562	0.625	0.706									
		15x15																			
		10x20		0.284	0.304	0.344	0.382	0.419	0.456	0.508	0.558	0.621									
7/8"	22.23			0.346	0.371	0.423	0.473	0.523	0.573	0.646	0.719	0.814	0.906	0.997							
		15x20																			
		10x25		0.335	0.359	0.407	0.453	0.498	0.542	0.606	0.668	0.747	0.822	0.893							
1"	25.40				0.426	0.485	0.544	0.601	0.659	0.744	0.828	0.939	1.047	1.154	1.411						
		20x20																			
		15x25		0.386	0.414	0.469	0.523	0.576	0.628	0.704	0.778	0.873	0.963	1.050	1.247						
		10x30																			
		14x30		0.544	0.458	0.520	0.580	0.639	0.697	0.783	0.866	0.973	1.076	1.175	1.404						
1 1/8"	28.57					0.548	0.614	0.680	0.745	0.842	0.938	1.064	1.188	1.310	1.606						
		15x30				0.532	0.594	0.655	0.715	0.802	0.888	0.998	1.104	1.207	1.444						
1 1/4"	31.75				0.536	0.610	0.684	0.758	0.831	0.940	1.047	1.189	1.329	1.467	1.802						
		25x25																			
		20x30			0.524	0.595	0.665	0.733	0.801	0.901	0.998	1.124	1.246	1.364	1.640						
		10x40																			
1 3/8"	34.92					0.673	0.755	0.836	0.917	1.037	1.157	1.314	1.469	1.623	1.998						
		20x35				0.658	0.735	0.812	0.887	0.999	1.108	1.249	1.387	1.521	1.836						
1 1/2"	38.10					0.736	0.825	0.914	1.003	1.135	1.266	1.440	1.611	1.780	2.194						
		30x30					0.721	0.806	0.890	0.974	1.097	1.218	1.375	1.528	1.678	2.032					
		20x40						0.896	0.993	1.089	1.233	1.376	1.565	1.751	1.936	2.389	2.699				
1 5/8"	41.27							0.877	0.969	1.060	1.195	1.328	1.501	1.670	1.835	2.229	2.489				
		25x40							0.861	0.966	1.071	1.175	1.331	1.486	1.690	1.892	2.093	2.585	2.922		
1 3/4"	44.45																				
		35x35																			
		20x50				0.846	0.947	1.047	1.146	1.293	1.437	1.626	1.811	1.992	2.425	2.713					
		30x40																			
1 7/8"	47.62							1.036	1.149	1.261	1.429	1.595	1.815	2.033	2.249	2.780	3.145				
		25x50						1.018	1.126	1.233	1.391	1.547	1.752	1.952	2.149	2.621	2.937				
		35x57						1.258	1.393	1.526	1.725	1.921	2.179	2.433	2.682	3.288	3.697				
2"	50.80					0.986	1.107	1.228	1.348	1.505	1.706	1.940	2.174	2.406	2.976	3.368	3.755	4.614			
		40x40																			
		20x60																			
		30x50					1.089	1.204	1.319	1.489	1.657	1.877	2.094	2.306	2.817	3.160	3.491	4.198			
		50x34																			
2 1/4"	57.15							1.248	1.384	1.520	1.722	1.924	2.191	2.456	2.719	3.368	3.815	4.258			
		45x45																			
		30x60					1.230	1.361	1.492	1.686	1.877	2.129	2.376	2.620	3.210	3.608	3.993				
		40x50																			
2 1/2"	63.50							1.389	1.541	1.692	1.918	2.143	2.441	2.738	3.032	3.759	4.261	4.756	5.866	6.879	
		50x50																			
		30x70					1.371	1.518	1.665	1.882	2.097	2.380	2.659	2.934	3.602	4.055	4.495	5.454	6.293		
		40x60																			
3"	76.20							1.670	1.854	2.036	2.309	2.581	2.944	3.301	3.660	4.544	5.153	5.761	7.120	8.366	
		60x60																			
		40x80																			
		50x70					1.654	1.832	2.010	2.274	2.536		2.882	3.224	3.562	4.387	4.950	5.500	6.710	7.784	
		20x100																			
3 1/2"	88.90												3.443	3.864	4.284	5.330	6.045	6.760	8.380	9.853	12.930
		70x70																			
		40x100																			
		60x80											3.385	3.789	4.190	5.172	5.845	6.505	7.966	9.276	11.876
		50x90																			

			50x100								3.636	4.072	4.504	5.565	6.293	7.007	8.594	10.022	12.873
4"	101.60										3.944	4.428	4.910	6.110	6.937	7.770	9.630	11.339	14.920
			80x80																
			40x120								3.887	4.354	4.820	5.960	6.740	7.510	9.220	10.767	13.870
			60x100																
4 1/2"	114.30										4.445	4.991	5.536	6.889	7.829	8.763	10.875	12.826	16.896
			90x90																
			60x120								4.389	4.920	5.446	6.742	7.635	8.510	10.480	12.259	15.860
			80x100																
5"	127.00										4.946	5.555	6.162	7.680	8.721	9.770	12.130	14.320	18.890
			100x100																
			80x120								4.892	5.485	6.074	7.527	8.530	9.520	11.734	13.750	17.858
5 1/2"	139.70										5.446	6.118	6.788	8.455	9.614	10.767	13.379	15.800	20.872
			100x120								5.394	6.050	6.702	8.312	9.425	10.524	12.990	15.242	19.852

Largo Máximo de Barra: 8 metros
Entre 8 y 12.8 metros consultar
Largo Mínimo de Barra: 4 metros
Largo Estandar
Tubos Uso General y Estructural: 6 metros
Tubos Uso Mecánico: 6,40 metros
Tolerancia en el largo: -0 / +50 mm.
Largos especiales: consultar tolerancia restringida

Tubos para uso estructural según Norma IRAM IAS U 500 2592

TUBOS USO MECANICO Largo 6,40 metros											
Diám. Nom.	Diám. Ext.	2.00	2.25	2.50	2.85	3.20	3.55	4.00	4.75	6.35	Diám. Nom.
3/4"	26.75	1.220	1.359	1.494							3/4"
1"	33.7	1.563	1.744	1.923	2.167						1"
1 1/4"	42.4	1.992	2.227	2.459	2.778						1 1/4"
1 1/2"	48.3	2.282	2.554	2.822	3.193						1 1/2"
2"	60.3	2.874	3.219	3.562	4.036	4.504					2"
2 1/2"	76.2	3.658	4.101	4.542	5.153	5.758	6.357	7.119	8.366		2 1/2"
3"	88.9	4.284	4.806	5.324	6.045	6.760	7.468	8.371	9.853	12.921	3"
4"	114.3	5.536	6.214	6.889	7.829	8.763	9.691	10.875	12.826	16.896	4"
5"	139.7	6.788	7.623	8.455	9.614	10.767	11.914	13.379	15.800	20.872	5"
	168.3								19.160	25.360	

Anexo E:

Catálogo para selección de bomba engranajes PARKER Serie PGP330

Catalog HY13-PMD300/US
PGP/PGM330 Characteristics

PGP/PGM 300/400 Series
Gear Pumps & Motors

- **Three-piece cast iron construction**
High efficiency and long life in severe operating environments.
- **Low friction bushing**
Provides strength in heavy duty applications.
- **Balanced thrust plates**
Optimize pump efficiency.
- **Largest journal bearings available**
for high pressure and long life.



Product Features	Description
Pump Type	Heavy-duty, cast iron, external gear
Mounting	SAE standard flanges, ZF, others
Ports	SAE split flanges and other types of threaded ports, see Specifications
Shaft Style	SAE splined, keyed, and others, see Specifications
Maximum Speed	400 - 3000 rpm, see Specifications
Theor. displacement	See Specifications
Drive	Clockwise, counterclockwise, double. Direct drive with flexible coupling is recommended. Pumps subject to radial loads must be specified with an outboard bearing. Axial loading is not allowed.
Inlet pressure	30 psia (15psig) maximum pressure / 5 in. Hg maximum vacuum at operating temperature
Outlet pressure	See Specifications
Hydraulic fluids	Mineral oil, fire resistant fluids: water-oil emulsions 60/40, MFB; water-glycol, HFC; phosphate-esters, HFD (FPM seals required)

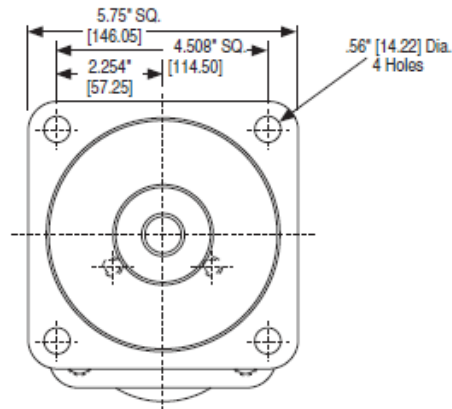
Product Features	Description
Fluid viscosity	From 7.5 to 1600 cSt (50 to 7500 sus). Recommended 15 to 75 cSt.
Fluid temperature	Mineral oil with standard seals: 0°F to 180°F (-20°C to 80°C); Fire resistant fluids HFB, HFC: 0°F to 150°F (-20°C to 65°C)
Filtration	ISO 4406 code: • 19/16 at 2000 psi/140 bar • 17/14 at 3000 psi/210 bar • 15/12 at 4000 psi/275 bar
Direction of rotation (looking at the drive shaft)	CW, CCW, Bi-Rotational
Multiple pump assemblies	Up to 6 gear selections of the same model, even with different gear widths
Separate or common inlet capability	Common

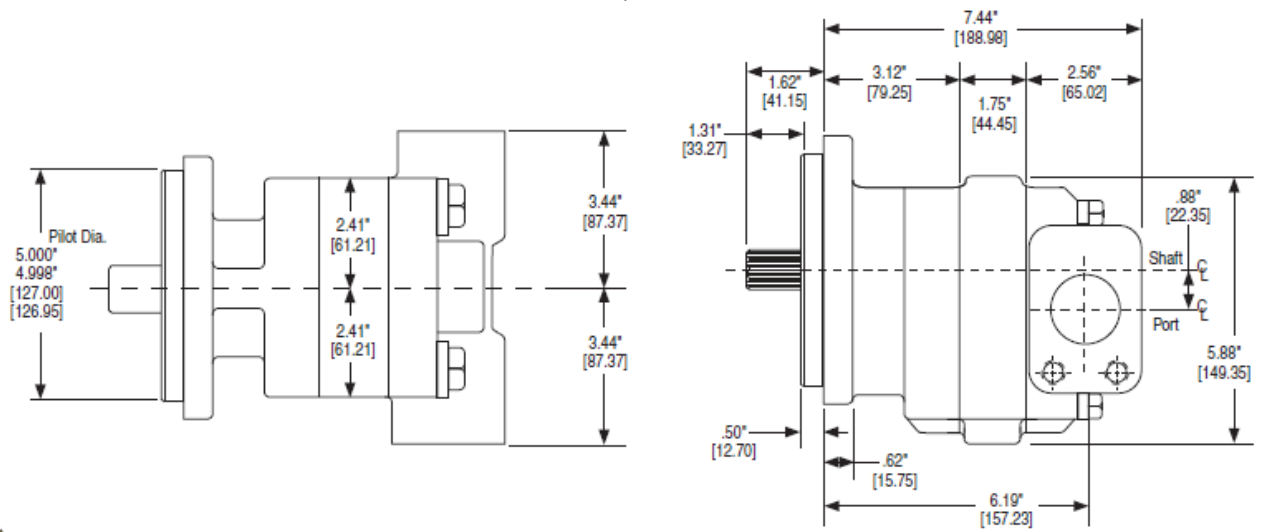
Catalog HY13-PMD300/US

PGP/PGM330 Specifications/Dimensions**PGP/PGM 300/400 Series
Gear Pumps & Motors****PGP/PGM330 Specifications**

PGP330 Frame Size	05	07	10	12	15	17	20
Displacement – cm ³ /rev (in ³ /rev)	16.1 (0.99)	24.2 (1.48)	32.3 (1.97)	40.4 (2.46)	48.4 (2.96)	56.5 (3.45)	64.6 (3.94)
Max continuous pressure – bar (psi)	241 (3,500)	241 (3,500)	241 (3,500)	241 (3,500)	241 (3,500)	224 (3,250)	207 (3,000)
Max Speed – RPM	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
Approximate Weight – Lbs. [kg]	33.6 [15.2]	34.8 [15.8]	36 [16.3]	37.3 [16.9]	38.5 [17.5]	40 [18.1]	41.3 [18.7]

PGM330 Frame Size	05	07	10	12	15	17	20
Displacement – cm ³ /rev (in ³ /rev)	16.1 (0.99)	24.2 (1.48)	32.3 (1.97)	40.4 (2.46)	48.4 (2.96)	56.5 (3.45)	64.6 (3.94)
Max continuous pressure – bar (psi)	241 (3,500)	241 (3,500)	241 (3,500)	241 (3,500)	241 (3,500)	224 (3,250)	207 (3,000)
Max Speed – RPM	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
Approximate Weight – Lbs. [kg]	33.6 [15.2]	34.8 [15.8]	36 [16.3]	37.3 [16.9]	38.5 [17.5]	40.0 [18.1]	41.3 [18.7]

PGP/PGM330 Dimensions



WARNING: This product can expose you to chemicals including lead or DEHP which are known to the state of California to cause cancer, birth defects, and other reproductive harm. www.p65warnings.ca.gov



Catalog HY13-PMD300/US

PGP/PGM330 Performance Data**PGP/PGM 300/400 Series
Gear Pumps & Motors****PGP330 Pump Performance Data**

Speed RPM	Output Flow Input Power	Gear Widths						
		1/2"	3/4"	1"	1-1/4"	1-1/2"	1-3/4"	2"
900	GPM	3.2	5.1	7.0	8.8	10.6	12.4	14.3
	LPM	12	19	26	33	40	47	54
	HP	9	13	17	21	26	28	29
	kW	6	10	13	16	19	21	22
1200	GPM	4.5	7.0	9.5	12.0	14.5	16.9	19.4
	LPM	17	26	36	45	55	64	73
	HP	11	17	23	28	34	37	39
	kW	8	13	17	21	25	28	29
1500	GPM	5.8	8.9	12.1	15.2	18.3	21.4	24.5
	LPM	22	34	46	57	69	81	93
	HP	14	21	28	35	43	46	49
	kW	11	16	21	26	32	34	36
1800	GPM	7.1	10.8	14.7	18.4	22.1	25.9	29.6
	LPM	27	41	55	70	84	98	112
	HP	17	26	34	43	51	55	58
	kW	13	19	25	32	38	41	44
2100	GPM	8.4	12.7	17.2	21.6	26.0	30.3	34.7
	LPM	32	48	65	82	98	115	131
	HP	20	30	40	50	60	65	68
	kW	15	22	30	37	44	48	51
2400	GPM	9.6	14.7	19.8	24.8	29.8	34.8	39.8
	LPM	36	55	75	94	113	132	151
	HP	23	34	45	57	68	74	78
	kW	17	25	34	42	51	55	58
3000	GPM	12.2	18.5	24.9	31.2	37.5	43.8	50.1
	LPM	46	70	94	118	142	166	190
	HP	28	43	57	71	85	92	97
	kW	21	32	42	53	64	69	73

PGM330 Motor Performance Data

Speed RPM	Output Torque	Gear Widths									
		1" 3500 psi		1-1/4" 3500 psi		1-1/2" 3500 psi		1-3/4" 3250 psi		2" 3000 psi	
		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
900	in/lbs	10.1	1010	12.3	1270	14.5	1530	16.7	1665	19.0	1770
	Nm	38	114.1	47	143.5	55	172.9	63	188.1	72	200.0
1200	in/lbs	12.8	1005	15.7	1265	18.6	1525	21.4	1660	24.3	1760
	Nm	49	113.6	59	142.9	70	172.3	81	187.6	92	198.9
1500	in/lbs	15.6	1000	19.1	1255	22.6	1515	26.1	1650	29.6	1750
	Nm	59	113.0	72	141.8	85	171.2	99	186.4	112	197.7
1800	in/lbs	18.4	995	22.5	1250	26.6	1505	30.8	1640	34.9	1740
	Nm	69	112.4	85	141.2	101	170.0	116	185.3	132	196.6
2100	in/lbs	21.1	990	25.9	1240	30.7	1495	35.4	1625	40.2	1720
	Nm	80	111.9	98	140.1	116	168.9	134	183.6	152	194.3
2400	in/lbs	23.9	985	29.3	1235	34.7	1480	40.1	1605	45.5	1695
	Nm	90	111.3	111	139.5	131	167.2	152	181.3	172	191.5
3000	in/lbs	29.2	980	35.9	1230	42.6	1475	49.3	1595	56.0	1685
	Nm	110	110.7	136	139.0	161	166.7	186	180.2	212	190.4

A: Input Flow GPM/LPM; B: Output Torque IN/LBS/Nm

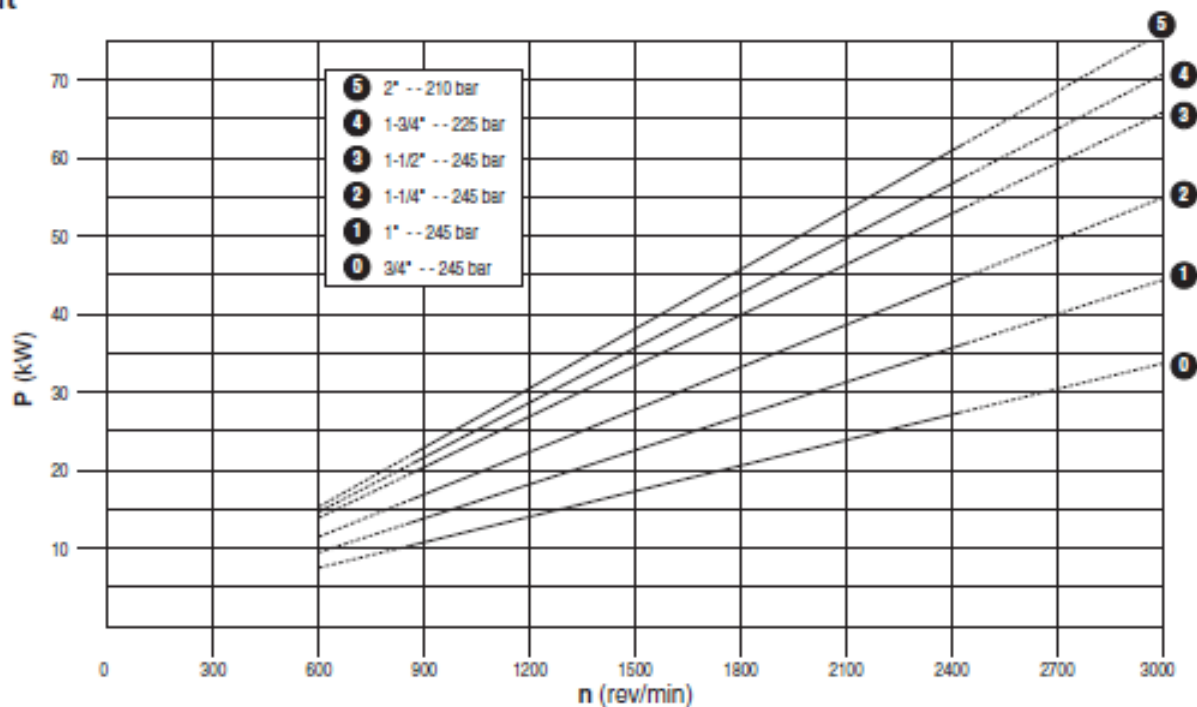
Note: In accordance with our policy of continuing product development, we reserve the right to change specifications shown in this catalog without notice.

Catalog HY13-PMD300/US

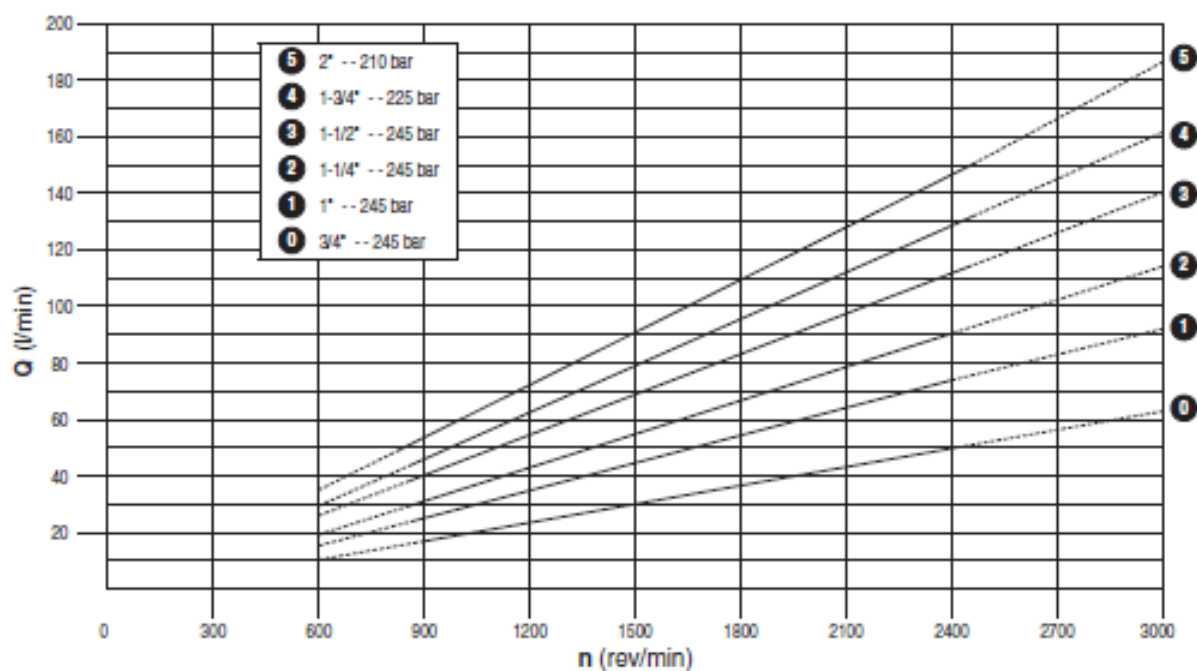
PGP/PGM330 Performance Charts

PGP/PGM 300/400 Series
Gear Pumps & Motors

Input

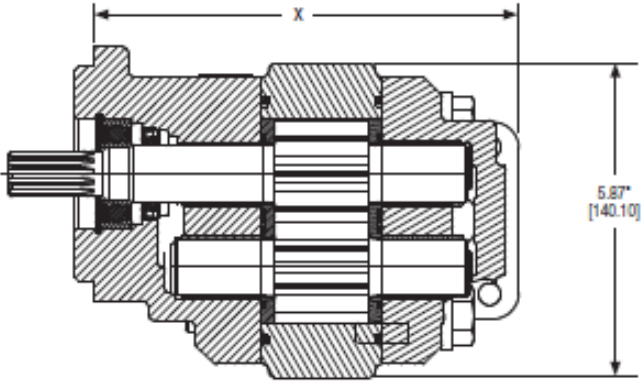


Output



Catalog HY13-PMD300/US
PGP/PGM330 Shaft End Cover

PGP/PGM 300/400 Series
Gear Pumps & Motors



X DIMENSION							
SEC CODE	05	07	10	12	15	17	20
42	6.69" [169.93]	6.94" [176.28]	7.19" [182.63]	7.44" [188.98]	7.69" [195.33]	7.94" [201.68]	8.19" [208.02]
78	6.69" [169.93]	6.94" [176.28]	7.19" [182.63]	7.44" [188.98]	7.69" [195.33]	7.94" [201.68]	8.19" [208.02]
97	6.69" [169.93]	6.94" [176.28]	7.19" [182.63]	7.44" [188.98]	7.69" [195.33]	7.94" [201.68]	8.19" [208.02]

Catalog HY13-PMD300/US
PGP/PGM330 Ordering Code

PGP/PGM 300/400 Series
Gear Pumps & Motors

Tandem: Repeat if Necessary

PG	1	330	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	6	6	7	7	10
----	---	-----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Code	1 – Type
P	Pump
M	Motor

Code	2 – Unit
A	Single Unit
B	Tandem Unit (flush studs)
C	Single or Tandem with two-piece shaft (O.B. bearing required)
L	Unit with Extended Studs

Code	3 – Shaft End Cover
1	Pump, cw w/o O.B. bearing
2	Pump, ccw w/o O.B. bearing
4	Pump, cw with O.B. bearing
5	Pump, ccw with O.B. bearing
8	Motor, bi-rot with O.B. bearing + 1/4" ODT drain
9	Motor, bi-rot w/o O.B. bearing + 1/4" ODT drain

Code	4 – Shaft End Cover
42	SAE B 4-Bolt
78	SAE C 4-Bolt
97	SAE B 2-Bolt

Code	5 – Port End Cover		
SIDE PORTED			
CW	CCW	IN	OUT
SAE Split Flange (pump)			
EJ	JE	1-1/2"	1-1/4"
EK	KE	1-1/2"	1"
EL	LE	1-1/4"	1-1/4"
EM	ME	1-1/4"	1"
EN	NE	1"	1"
OF	FO	1-1/2"	-
OG	GO	1-1/4"	-
OJ	JO	1"	-
OM	MO	-	1-1/4"
ON	NO	-	1"
SAE Split Flange (motor)			
CS-Double		1-1/4"	1-1/4"
CT-Double		1"	1"
CV-Double		3/4"	3/4"
OD Tube Porting (pump)			
FJ	JF	1-1/4"	1"
FL	LF	1"	1"
BG	GB	1-1/4"	-
BJ	JB	1"	-
BN	NB	-	1"
OD Tube Porting (motor)			
VC-Double		1-1/4"	1-1/4"
VN-Double		1"	1"
VR-Double		3/4"	3/4"
Unported (pump)			
BI		Unported	
Unported (motor)			
BA		Unported	

Code	6 – Gear Housing
AB	Pump
EB	Motor

Code	7 – Gear Width				
	Gear Width	in. ³ /rev.	cm ³ /rev.	Max Pressure	
				psi	bar
05	1/2"	0.99	16.1	3500	241
07	3/4"	1.48	24.2	3500	241
10	1"	1.97	32.3	3500	241
12	1-1/4"	2.46	40.4	3500	241
15	1-1/2"	2.96	48.4	3500	241
17	1-3/4"	3.45	56.5	3250	224
20	2"	3.94	64.6	3000	207

Code	8 – Shaft Type
7	SAE C Spline (two-piece only)
11	SAE C Keyed (two-piece only)
25	SAE B Spline
30	SAE B Keyed
43	SAE BB Keyed

Catalog HY13-PMD300/US

PGP/PGM330 Ordering Code (cont.)

PGP/PGM 300/400 Series
Gear Pumps & Motors

														Tandem: Repeat if Necessary								
PG	1	330	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	6	6	7	7	10

98	SAE BB Splined			
For Single or Tandem Units - unless noted				
Code	9 – Bearing Carriers			
DUAL OUTLET - PUMP ONLY				
Outlets: for clockwise porting the top port number comes first; for counter-clockwise porting the bottom port number comes first				
CW	CCW	IN	OUT	
SAE Split Flange				
AM	MA	2"	1-1/4"	1-1/4"
AN	NA	2"	1-1/4"	1"
AP	PA	2"	1"	1"
AT	TA	1-1/2"	1-1/4"	1-1/4"
AU	UA	1-1/2"	1-1/4"	1"
AV	VA	1-1/2"	1"	1"
AW	WA	1-1/4"	1-1/4"	1-1/4"
AX	XA	1-1/4"	1-1/4"	1"
AY	YA	*1-1/4"	1"	1"
AZ	ZA	1"	1"	1"
OD Tube Porting				
GV	VG	1-1/2"	1"	1"
GY	YG	1-1/4"	1"	1"
GZ	ZG	1"	1"	1"

* Outlet port for rear section

Code	9 – Bearing Carriers (cont.)			
SINGLE OUTLET - PUMP ONLY				
Outlet for front section				
CW	CCW	IN	OUT	
SAE Split Flange				
HB	BH	2"	1-1/2"	
HC	CH	2"	1-1/4"	
HF	FH	2"	1"	
HL	LH	1-1/2"	1-1/2"	
HM	MH	1-1/2"	1-1/4"	
HN	NH	1-1/2"	1"	
HO	OH	1-1/4"	1-1/4"	
HP	PH	1-1/4"	1"	
HQ	QH	1"	1"	
RS	SR	1-1/4"	1"	
OD Tube Porting				
KM	MK	1-1/2"	1-1/4"	
KN	NK	1-1/2"	1"	
KO	OK	1-1/4"	1-1/4"	
KP	PK	1-1/4"	1"	
KQ	QK	1"	1"	

Code	9 – Bearing Carriers (cont.)		
COMBINED OUTLET			
Outlet for front section			
CW	CCW	IN	OUT
SAE Split Flange (pump)			
UN	NU	2"	1-1/2"
UO	OU	2"	1-1/4"
UP	PU	1-1/2"	1-1/2"
UQ	QU	1-1/2"	1-1/4"
UR	RU	1-1/4"	1-1/4"
SAE Split Flange (motor)			
BB-Double		1-1/2"	1-1/2"
CC-Double		1-1/4"	1-1/4"
EE-Double		1"	1"
FF-Double		3/4"	3/4"
OD Tube Porting (pump)			
PQ	QP	1-1/2"	1-1/4"
PR	RP	1-1/4"	1-1/4"
OD Tube Porting (motor)			
NN-Double		1-1/4"	1-1/4"
QQ-Double		1"	1"
RR-Double		3/4"	3/4"
Common Inlet Passage			
C	D	No Ports	

Code	10 – Connecting Shaft
1	Connecting Shaft
For connecting tandem units	

Hoja resumen bomba engranajes:



PARKER HANNIFIN ARGENTINA SAIC

PHARGENTINA@PARKER.COM

STEPHENSON 2711

Ph: +54 3327 44 4129

BUENOS AIRES, 1667

Fax: +54 3327 44 4199

ARGENTINA

Cast Iron Pumps – PGP330 Series

Código de configuración/N.º de pieza

PGP330 C 4 42 FJ AB 05 7

Configurator

Part Number	PGP330C442FJAB05-7
Series	[PGP330] - Pump
Unit	[A] - Single unit
Contintental Shaft or Extended Studs	[C] - Unit with two-piece shaft
System Operating Speed	1800 RPM
System Rotation	ClockWise
System Porting	O.D. Tube
Shaft End Cover/Outboard Bearings	[4] - with OutBoard Bearings
Shaft End Cover/Mounting Flange	[42] - 4-Bolt SAE B, ANSI 101-4
Port End Cover	[FJ] - 1-1/4"x1"
Gear Housing/Maximum Pressure	2750 PSI (190 bar)
Gear Housing	[AB] - Pump Housing
Gear Housing/Width (Displacement)	[05] - 0.500"/.98 cu.in./16.1 cc
Gear Housing / Flow (Reference)	7.1 GPM / 27 LPM at 1800 RPM
Drive Shaft	[7] - SAE C Spline
Bearing Carrier / Outlet Configuration	None
Bearing Carriers	☐ - None
Gear Housing/Maximum Pressure (Section 2)	None
Gear Housing (Section 2)	☐ - None
Gear Housing/Width (Displacement) (Section 2)	☐ - None
Gear Housing / Flow (Reference) (Section 2)	None

Anexo F:

Catálogo para selección de filtro PARKER Serie PGP330



High Pressure Filters

15P/30P Series

MAX 200 l/min - 207 bar



High Pressure Filters

15P/30P Series

Features & Benefits

Features	Advantages	Benefits
Compact aluminium housing	Light weight but still robust design	Reliable and continuous operation both in mobile and industrial applications
Two head sizes and two bowl lengths	Optimised sizing	Efficient filtration Right filter for each application
Large ports and wide flow paths	Low differential pressure across housing and element	Higher flow rates possible Less lost energy
Microglass III replacement elements	Multi-layered design produced high capacity and efficiency	Great performance value Reliable performance throughout element life
	Wire support reduces pleat bunching, keeps performance consistent	Reduces downtime, maximises element life
Visual, electrical and electronic indicators available	Check element condition at a glance	Optimise element life, prevent bypassing
	Right style for the application	Matches your system electrical connections

Typical Applications

- Saw mills
- Aircraft ground support equipment
- Asphalt pavers
- Hydraulic fan drives
- Power steering circuits
- Domestic refuse vehicles
- Cement trucks
- Servo control protection
- Logging equipment



The Parker Filtration 15P/30P Series High Pressure Filters.

These application examples have one thing in common...the need for clean hydraulic fluid.

Modern high pressure hydraulic systems are demanding. Better controls and long component life are expected. To deliver the high standards of performance, hydraulic components are built with tighter tolerances which increases their sensitivity to contamination.

That's where Parker pressure filters come into play. They filter out ingressed contamination before it jams a valve or scores a cylinder. They block pump generated debris before it gets to servo or proportional valves. Parker pressure filters are a key ingredient in meeting today's system demands.

Put your hydraulic systems in the care of Parker Filtration. We are committed to designing and building the best filters available to industry.

Specification

Pressure ratings:

Maximum allowable operating pressure 207 bar.
Filter housing pressure pulse fatigue tested: 138 bar.

Connections:

Inlet and outlet connections are threaded.

<i>Connection style</i>	<i>Model</i>	
	15P	30P
BSPF(G)	3/4"	1"
ISO 6149	M27	M33

Filter housing:

Head material extruded aluminium (anodised 6061-T6).
Bowl material impacted aluminium (anodised 6061-T6).

Seal material:

Nitrile or Fluoroelastomer.

Operating temperature range:

-20°C to +100°C.

Bypass valve:

Opening pressure 3.5 bar.

Filter element:

Degree of filtration:

Determined by multipass-test according to ISO 16889.

Flow fatigue characteristics:

Filter media is supported so that the optimal fatigue life is achieved (ISO 3724).

Microglass III:

Supported with epoxy coated metal wire mesh, end cap material reinforced composite and metal inner core. Collapse rating 24 bar (ISO 2941).

High collapse elements:

High collapse elements available. For details please contact Parker Filtration.

Indicator options:

Indicating differential pressure: 2.5 ± 0.3 bar.

- visual M3.

- electrical T1.

- electronic F1 (PNP).

- electronic F2 (NPN).

For indicator details see catalogue section 6.

Weights (kg):

<i>Model</i>	<i>Length 1</i>	<i>Length 2</i>
15P	1.6	2.1
30P	2.9	3.9

Fluid compatibility:

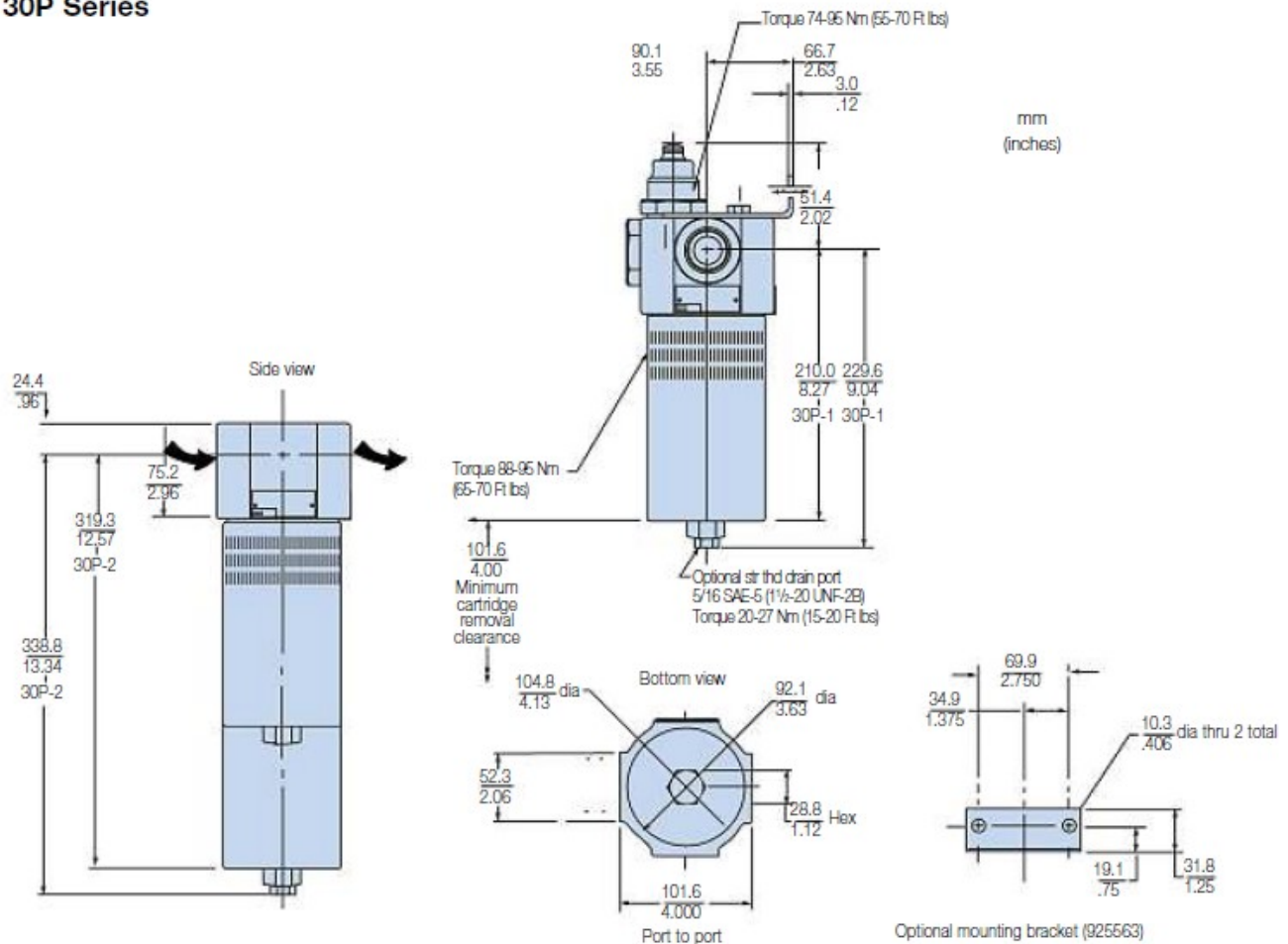
Suitable for use with mineral and vegetable oils, and some synthetic oils. For other fluids, please consult Parker Filtration.

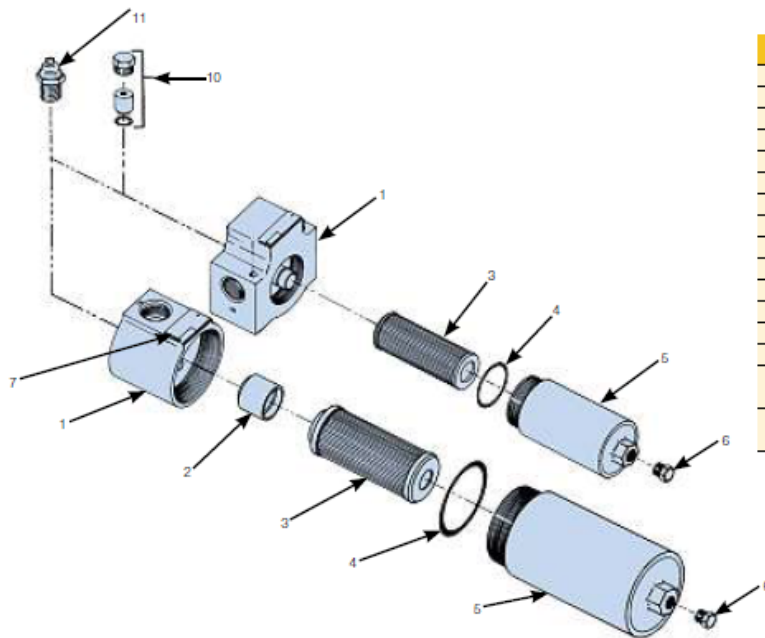
High Pressure Filters

15P/30P Series

Installation Details (cont.)

30P Series





Index	Description	15P	30P
1	Head		
2	Bypass assembly		
3	Element	See chart in product configurator	
4	Bowl O-ring - buna	N92138	N92151
	Bowl O-ring - fluoroelastomer	V92138	V92151
5	Bowl		
6	Drain plug - c/w buna seal		
	Drain plug - c/w fluoroelastomer seal		
7	Nameplate		
10	Blank indicator kit		
11	Indicators		
	M3 - Visual auto reset indicator	FMUM3KVAU14M	
	T1 - Electrical indicator	FMUT1KVAU14M	
	F1 - Electronic indicator PNP with 4 LED	FMUF1KVAU14M	
	F2 - Electronic indicator NPN with 4 LED	FMUF2KVAU14M	

Ordering Information

Standard products table

Part number	Supersedes	Flow (l/min)	Model number	Element length	Media rating (µ)	Seals	Indicator	Bypass settings	Ports	Replacement elements
15P110QBM3KG121	15P-1-10Q-M2-50-B2B2-1	45	15P	Length 1	10	Nitrile	Visual	3.5 bar	G1/2"	939102Q
15P110QBT1KG121	15P-1-10Q-TW3-50-B2B2-1	45	15P	Length 1	10	Nitrile	Electrical	3.5 bar	G1/2"	939102Q
15P210QBM3KG121	15P-2-10Q-M2-50-B2B2-1	70	15P	Length 2	10	Nitrile	Visual	3.5 bar	G1/2"	939106Q
15P210QBT1KG121	15P-2-10Q-TW3-50-B2B2-1	70	15P	Length 2	10	Nitrile	Electrical	3.5 bar	G1/2"	939106Q
30P110QBM3KG161	30P-1-10Q-M2-50-C2C2-1	120	30P	Length 1	10	Nitrile	Visual	3.5 bar	G1"	939110Q
30P110QBT1KG161	30P-1-10Q-TW3-50-C2C2-1	120	30P	Length 1	10	Nitrile	Electrical	3.5 bar	G1"	939110Q
30P210QBM3KG161	30P-2-10Q-M2-50-C2C2-1	170	30P	Length 2	10	Nitrile	Visual	3.5 bar	G1"	939114Q
30P210QBT1KG161	30P-2-10Q-TW3-50-C2C2-1	170	30P	Length 2	10	Nitrile	Electrical	3.5 bar	G1"	939114Q

Note: Filter assemblies ordered from the product configurator below are on extended lead times. Where possible, please make your selection from the table above.

Note 1: Part numbers featured with bold highlighted codes will ensure a 'standard' product selection.

Note 2: Alternate displayed part number selection will require you to contact Parker Filtration for availability.

Product configurator

Box 1	Box 2	Box 3	Box 4	Box 5	Box 6	Box 7	Box 8
15P	1	10Q	B	M3	K	G12	1

Box 1

Code	
Model	Code
High pressure filter, T-port	15P
High pressure filter, T-port	30P

Highlights Key (Denotes part number availability)

123	Item is standard
123	Item is standard green option
123	Item is semi standard
123	Item is non standard

Note: Standard items are in stock, semi standard items are available within four weeks

Box 2

Filter type	
Length	Code
Length 1	1
Length 2	2

Box 3

Degree of filtration			
Element media		Glass fibre	
		Media code	
Microglass III element		02Q	05Q
		10Q	20Q

Box 4

Seal type	
Seal material	Code
Nitrile	B
Fluoroelastomer	V

Box 5

Indicator	
	Code
Plugged with steel plug	P
Visual indicator	M3
Electrical indicator	T1
No indicator port	N
Electronic 4 LED, PNP, N.O.	F1
Electronic 4 LED, NPN, N.O.	F2
Electronic 4 LED, PNP, N.C.	F3
Electronic 4 LED, NPN, N.C.	F4

Box 6

Bypass and indicator settings		
Bypass valve	Indicator	Code
3.5 bar	2.5 bar	K

When filter includes a bypass valve but not an indicator, code denotes bypass setting.

Box 7

Filter connection	
Connections	Code
15P: Thread G $\frac{1}{4}$	G12
Thread M27, ISO 6149	M27
30P: Thread G 1	G16
Thread M33, ISO 6149	M33

Box 8

Options	
Options	Code
Standard	1
Drain port on bowl	4

Replacement elements with nitrile seals				
Media	15P-1	15P-2	30P-1	30P-2
02Q	939100Q	939104Q	939108Q	939112Q
05Q	939101Q	939105Q	939109Q	939113Q
10Q	939102Q	939106Q	939110Q	939114Q
20Q	939103Q	939107Q	939111Q	939115Q

Nominal flow (l/min) at viscosity 30 cSt				
Filter model	02Q	05Q	10Q	20Q
15P-1	25	30	45	70
15P-2	40	60	70	90
30P-1	70	90	120	170
30P-2	120	150	170	200

Degree of filtration						Code
Average filtration beta ratio B (ISO 16889) / particle size µm [c]						
Bx(c)=2	Bx(c)=10	Bx(c)=75	Bx(c)=100	Bx(c)=200	Bx(c)=1000	Disposable Microglass II
% efficiency, based on the above beta ratio (Bx)						
50.0%	90.0%	98.7%	99.0%	99.5%	99.9%	
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	4.5	02Q
N/A	N/A	4.5	5	6	7	05Q
N/A	6	8.5	9	10	12	10Q
6	11	17	18	20	22	20Q

Hoja resumen filtro retorno:



High Pressure Filters - 15P/30P Series | #30P105QBT1KG161

 [Ver página de la serie](#)



High pressure hydraulic filters for flow rates up to 200 l/min, with a maximum flow rate of 207 bar.

 [compartir / correo electrónico](#)

Especificaciones técnicas

Longitud:

Length 1

Tipo de filtro:

30P

Tamaño del puerto:

G1

Tipo de elemento de filtro:

Q005 microglass

Caudal:

0 to 110 l/min

División:

Hydraulic and Industrial Process Filtration EMEA

Marca:

Parker

Tecnología:

Filtration

Tipo de productos:

Hydraulic Filter

Tipo de filtro:

High Pressure Filter

Serie del producto:

15P/30P Series

Aplicación:

- Saw mills
- Aircraft ground support equipment
- Asphalt pavers
- Hydraulic fan drives
- Power steering circuits
- Domestic refuse vehicles
- Cement trucks
- Servo control protection
- Logging equipment

Rango de presión:

2.5 bar

Material de la junta:

Nitrile

Rango de presión de la válvula de derivación:

3.5 bar

Opciones:

None

Anexo G:

Catálogo para selección de válvula seguridad PARKER

Bulletin HY14-2544-B7/US
Technical Information

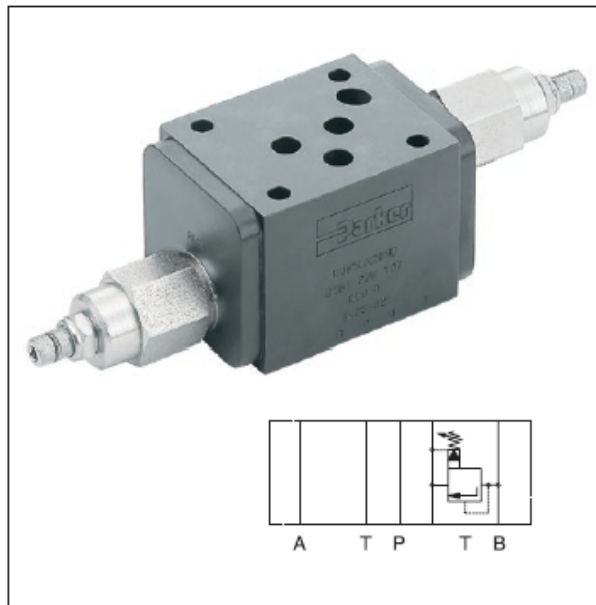
**Sandwich Valves
 Series RV**

General Description

Series RV direct acting, pressure relief valves are designed to limit pressure in various parts of a hydraulic circuit. The relief valve function options are P to T, A to T, B to T or A & B to T. Another option is for A to B & B to A crossover relief functions.

Features

- High flow capacity.
- Pressure function in P, A, B or A + B.
- Sizes:
 - RV05 – NFPA D05 / NG10 / CETOP 5
 - RV5H – NFPA D05HE / NG10 / CETOP 5H
 - RV07 – NFPA D07 / NG16 / CETOP 7
 - RV08 – NFPA D08 / NG25 / CETOP 8



Specifications

General				
Size	D05 / NG10	D05HE / NG10	D07 / NG16	D08 / NG25
Mounting Position	Unrestricted			
Ambient Temperature Range	-20°C to +50°C (-4°F to +122°F)			
Hydraulic				
Maximum Operating Pressure	Aluminum Body – up to 207 Bar (3000 PSI); Ductile Iron Body – up to 345 Bar (5000 PSI)			
Nominal Flow	189 LPM (50 GPM)	189 LPM (50 GPM)	189 LPM (50 GPM)	378 LPM (100 GPM)
Leakage	10 DPM	10 DPM	10 DPM	10 DPM
Reseat Pressure	> 90% Setting			
Adjustment Screw Hex Size	5/32	5/32	5/32	5/32
Fluid Temperature	-20°C to +80°C (-4°F to +176°F)			
Viscosity	Permitted	10 to 650 cSt / mm²/s (46 to 3013 SSU) 30 cSt / mm²/s (139 SSU)		
Recommended				
Filtration	ISO Class 4406 (1999) 18/16/13 (acc. NAS 1638: 7)			

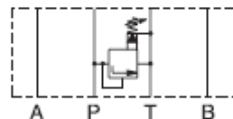
Bulletin HY14-2544-B7/US
Ordering Information

**Sandwich Valves
 Series RV**

RV																													
Pressure Relief Valve	Size	Style	Pressure Range	Seal	Body Material																								
<table><tr><th>Code</th><th>Description</th></tr><tr><td>03</td><td>See RM2</td></tr><tr><td>05</td><td>NFPA D05 / NG10</td></tr><tr><td>5H*</td><td>NFPA D05HE / NG10</td></tr><tr><td>07</td><td>NFPA D07 / NG16</td></tr><tr><td>08</td><td>NFPA D08 / NG25</td></tr></table> * Valve comes with D05HE (ISO) pattern seal plate (990-120-012). If D05H pattern is required, order seal plate kit 990-120-009.	Code	Description	03	See RM2	05	NFPA D05 / NG10	5H*	NFPA D05HE / NG10	07	NFPA D07 / NG16	08	NFPA D08 / NG25		<table><tr><th>Code</th><th>Description</th></tr><tr><td>10</td><td>69 Bar (1000 PSI)** 34.5 to 207 Bar (500 to 3000 PSI)</td></tr><tr><td>20*</td><td>69 Bar (1000 PSI)** 69 to 414 Bar (1000 to 6000 PSI)</td></tr></table> * Ductile iron body only. ** Standard setting.	Code	Description	10	69 Bar (1000 PSI)** 34.5 to 207 Bar (500 to 3000 PSI)	20*	69 Bar (1000 PSI)** 69 to 414 Bar (1000 to 6000 PSI)		<table><tr><th>Code</th><th>Description</th></tr><tr><td>A</td><td>Aluminum</td></tr><tr><td>D</td><td>Ductile Iron</td></tr></table>	Code	Description	A	Aluminum	D	Ductile Iron	
Code	Description																												
03	See RM2																												
05	NFPA D05 / NG10																												
5H*	NFPA D05HE / NG10																												
07	NFPA D07 / NG16																												
08	NFPA D08 / NG25																												
Code	Description																												
10	69 Bar (1000 PSI)** 34.5 to 207 Bar (500 to 3000 PSI)																												
20*	69 Bar (1000 PSI)** 69 to 414 Bar (1000 to 6000 PSI)																												
Code	Description																												
A	Aluminum																												
D	Ductile Iron																												
	<table><tr><th>Code</th><th>Description</th></tr><tr><td>PT</td><td>P – T</td></tr><tr><td>AT</td><td>A – T</td></tr><tr><td>BT</td><td>B – T</td></tr><tr><td>DT</td><td>A – T & B – T</td></tr><tr><td>DX</td><td>A – B & B – A</td></tr></table>	Code	Description	PT	P – T	AT	A – T	BT	B – T	DT	A – T & B – T	DX	A – B & B – A	<table><tr><th>Code</th><th>Description</th></tr><tr><td>N</td><td>Nitrile</td></tr><tr><td>V*</td><td>Fluorocarbon</td></tr></table> * Upon request.	Code	Description	N	Nitrile	V*	Fluorocarbon									
Code	Description																												
PT	P – T																												
AT	A – T																												
BT	B – T																												
DT	A – T & B – T																												
DX	A – B & B – A																												
Code	Description																												
N	Nitrile																												
V*	Fluorocarbon																												

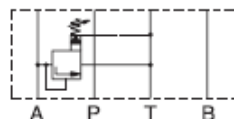
RVPT**

Pressure control P-T



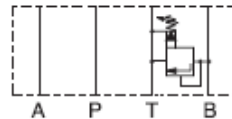
RVAT**

Pressure control A-T



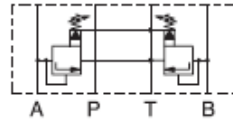
RVBT**

Pressure control B-T



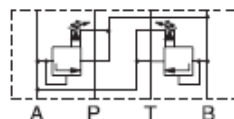
RVDT**

Pressure control A-T & B-T



RVDX**

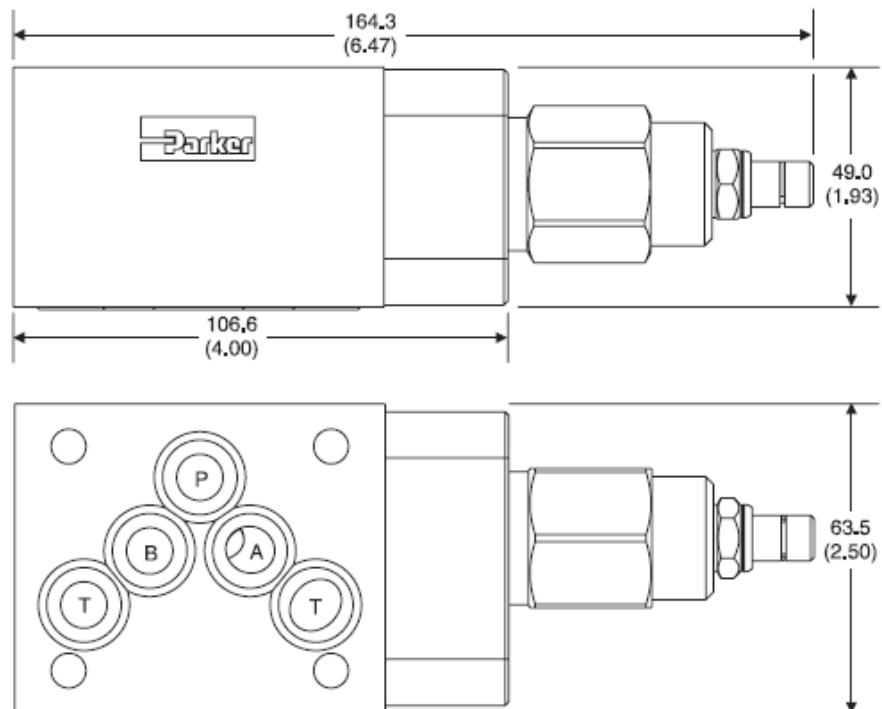
Pressure control A-B & B-A



Weight:

Size	RV**AT30NA	RV**AT30ND	RV**BT30NA	RV**BT30ND	RV**DT30NA	RV**DT30ND	RV**DX30NA	RV**DX30ND	RV**PT30NA	RV**PT30ND
RV05, RV5H	1.0 kg (2.2 lbs.)	2.2 kg (4.8 lbs.)	1.0 kg (2.2 lbs.)	2.2 kg (4.8 lbs.)	1.2 kg (2.6 lbs.)	2.1 kg (4.7 lbs.)	1.4 kg (3 lbs.)	2.6 kg (5.7 lbs.)	1.0 kg (2.2 lbs.)	2.2 kg (4.8 lbs.)
RV07	1.7 kg (3.7 lbs.)	3.6 kg (7.9 lbs.)	1.5 kg (3.3 lbs.)	3.2 kg (7.2 lbs.)	2.6 kg (5.7 lbs.)	5.6 kg (12.3 lbs.)	2.1 kg (4.7 lbs.)	4.5 kg (10.0 lbs.)	1.5 kg (3.3 lbs.)	3.3 kg (7.2 lbs.)
RV08	3.9 kg (8.6 lbs.)	9.1 kg (20 lbs.)	3.8 kg (8.5 lbs.)	9 kg (19.7 lbs.)	5.6 kg (12.3 lbs.)	12.4 kg (27.4 lbs.)	4.4 kg (9.6 lbs.)	9.2 kg (20.3 lbs.)	3.9 kg (8.6 lbs.)	9.1 kg (20 lbs.)

Bulletin HY14-2544-B7/US

Dimensions**Sandwich Valves
Series RV****RV05AT** – Inch equivalents for millimeter dimensions are shown in (**)

Hoja resumen válvula seguridad:



Pressure Relief Sandwich Valve – RV Series | #RV05AT10NA

☰ [Ver página de la serie](#)



Especificaciones técnicas**Rango de presión (psi):**

500 to 3000

Conexión del puerto:

A to T

Tamaño:

NFFA D05; CETOP 5; NG10

Material del cuerpo:

Aluminum

Temperatura máxima de funcionamiento:

+176 °F

Índice de caudal máximo:

50 Gal/min

Temperatura mínima de funcionamiento:

-4 °F

Tipo de accionamiento:

Hydraulic Pressure

Material de la junta:

Nitrile

Estilo de productos:

Pressure Relief Valve

Presión de trabajo máxima:

3000 psi, 207 bar

Fuga del circuito permitida:

10 DPM

Clasificación de eficiencia del filtro:

ISO 4406 (1999); 18/16/13 (meet NAS 1638:7)

Medio:

Oil

Tipo de montaje:

Subplate

Peso:

2.2 lb, 1 kg

Anexo H:

Catálogo para selección de válvula control fluido PARKER – Serie 3DW

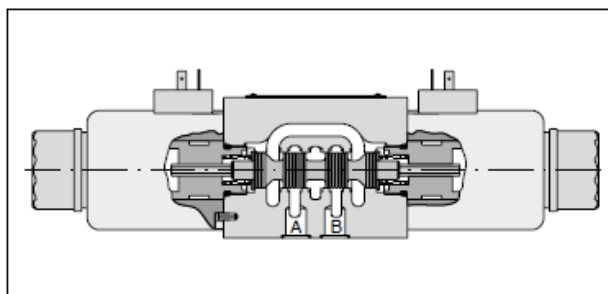
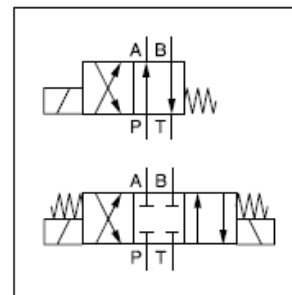
Catalogue MSG11-3500/UK Characteristics

Directional Control Valve Series D3W

The NG10 direct operated directional control valve series D3W provides high functional limits up to 150 l/min in combination with a low, energy saving pressure drop.

The wide variety of options includes soft shift anchor tubes for smooth operation.

Versions with position control, additional surface protection and connector variants are shown in the following chapters.


2

Technical data

General	
Design	Directional spool valve
Actuation	Solenoid
Size	DIN NG10 / CETOP 05 / NFPA D05
Mounting interface	DIN 24340 A10 / ISO 4401 / CETOP RP 121-H / NFPA D05
Mounting position	unrestricted, preferably horizontal
Ambient temperature	[°C] -25...+60
MTTF ₀ value	[years] 150
Weight	[kg] 4.8 (1 solenoid), 6.3 (2 solenoids)
Vibration resistance	[g] 10 Sinus 5...2000 Hz acc. IEC 68-2-6 30 Random noise 20...2000 Hz acc. IEC 68-2-36 15 Shock acc. IEC 68-2-27
Hydraulic	
Max. operating pressure	[bar] P, A B: 350; T: 210 (DC), 105 (AC)
Fluid	Hydraulic oil according to DIN 51524
Fluid temperature	[°C] -20 ... +70 (NBR: -25...+70)
Viscosity permitted	[cSt] / [mm²/s] 2.8...400
Viscosity recommended	[cSt] / [mm²/s] 30...80
Filtration	ISO 4406 (1999); 18/16/13
Flow max.	[l/min] 150 (DC); 115 (AC) (see shift limits)
Leakage at 50 bar	[ml/min] Up to 20 per flow path, depending on spool
Static / Dynamic	
Step response	see table response times

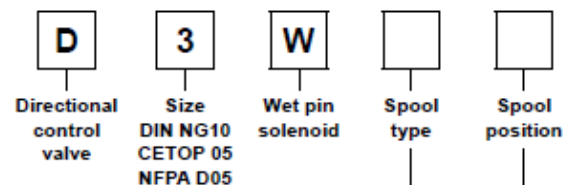
Electrical characteristics							
Duty ratio		100 % ED; CAUTION: coil temperature up to 150 °C possible					
Max. switching frequency	[1/h]	10000					
Protection class		IP65 in accordance with EN 60529 (with correctly mounted plug-in connector)					
	Code	K	J	U	G	Y	T
Supply voltage / ripple	[V]	12 V =	24 V =	98 V =	205 V =	110 V at 50 Hz/ 120 V at 60 Hz	230 V at 50 Hz/ 240 V at 60 Hz
Tolerance supply voltage	[%]	±10	±10	±10	±10	±5	±5
Current consumption hold	[A]	3	1.5	0.35	0.18	0.8 / 0.72	0.4 / 0.36
Current consumption in rush	[A]	3	1.5	0.35	0.18	3.41 / 3.31	1.75 / 1.7
Power consumption hold	[W]	36	36	34	36	88 / 86	88 / 86
Power consumption in rush	[W]	36	36	34	36	375 / 397	385 / 408
Solenoid connection		Connector as per EN 175301-803, solenoid identification as per ISO 9461.					
Wiring min.	[mm ²]	3 x 1.5 recommended					
Wiring length max.	[m]	50 recommended					

With electrical connections the protective conductor (PE $\downarrow$) must be connected according to the relevant regulations.

Catalogue MSG11-3500/UK
Ordering Code

Directional Control Valve
Series D3W

2



3 position spools		
Code	Spool type	
	a	0 b
001		
002		
003		
004		
005		
006		
007		
008 ¹⁾		
009 ¹⁾		
010 ²⁾		
011		
012		
014		
015		
016		
021 ²⁾		
022 ²⁾		
031 ²⁾		
032 ²⁾		
081 ²⁾		
082 ²⁾		
102 ²⁾		

2 position spools	
Code	Spool type
	a b
020	
026	
030	
101 ²⁾	

3 position spools			
Code	Spool position		
C			3 positions. Spring offset in position "0". Operated in position "a" or "b".
	Standard	Spool type 008, 009	
E	 Operated in position "a".	 Operated in position "b".	2 positions. Spring offset in position "0".
F	 Spring offset in position "b".	 Spring offset in position "a".	2 positions. Operated in position "0".
K	 Operated in position "b".	 Operated in position "a".	2 positions. Spring offset in position "0".
M	 Spring offset in position "a".	 Spring offset in position "b".	2 positions. Operated in position "0".

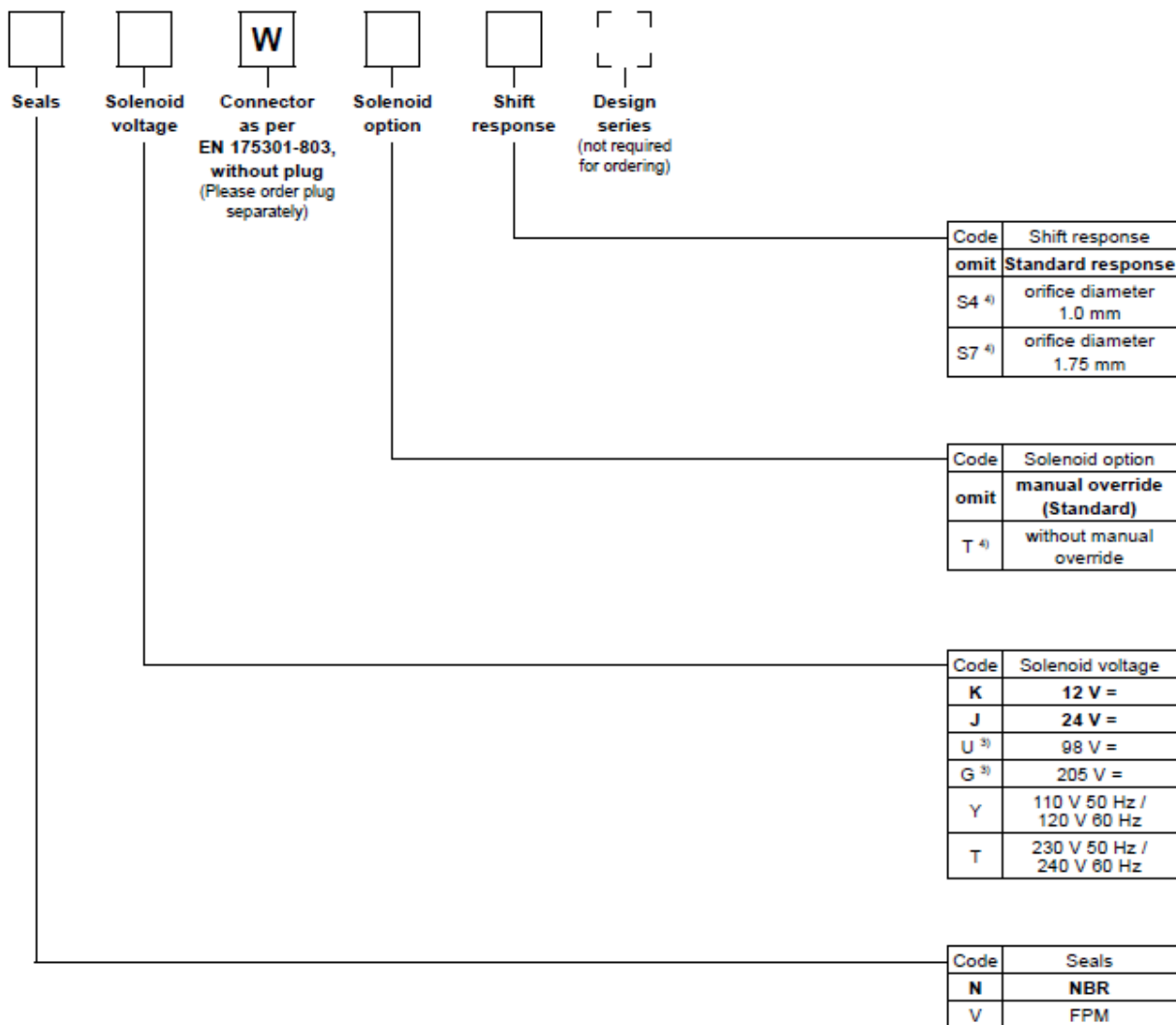
2 position spools		
Code	Spool position	
B		2 positions. Spring offset in position "b". Operated in position "a".
D		2 positions. Operated in position "a" or "b". No center or offset position.
H		2 positions. Spring offset in position "a". Operated in position "b".

Catalogue MSG11-3500/UK

Ordering Code

Directional Control Valve

Series D3W



Hoja resumen válvula control:



Válvula de control direccional: serie D3W | #D3W001MNTW

[☰ Ver página de la serie](#)



La serie D3VW de válvulas de control direccional de accionamiento directo en NG10 ofrece unos límites de funcionamiento altos de hasta 150 L/min, además de una caída de presión baja, que permite ahorrar energía.

 [compartir / correo electrónico](#)

Especificaciones técnicas

Código del carrete:

001

Posición del carrete:

2 positions, operated in position 0, spring offset in position a

Opción del solenoide:

With manual override

Material de la junta:

NBR

Voltaje de entrada:

230/240 VAC, 50/60 Hz

Tamaño del orificio:

na

Tipo de montaje:

Subplate mounting

Tipo de operación:

Direct

Tipo de accionamiento:

Solenoid

Serie del producto:

Directional control valve

Peso:

4.8 kg

Índice de caudal máximo:

70 L/min

Presión de trabajo máxima:

350 bar

Temperatura máxima de funcionamiento:

60 °C

Temperatura mínima de funcionamiento:

-25 °C

Material de la junta:

NBR

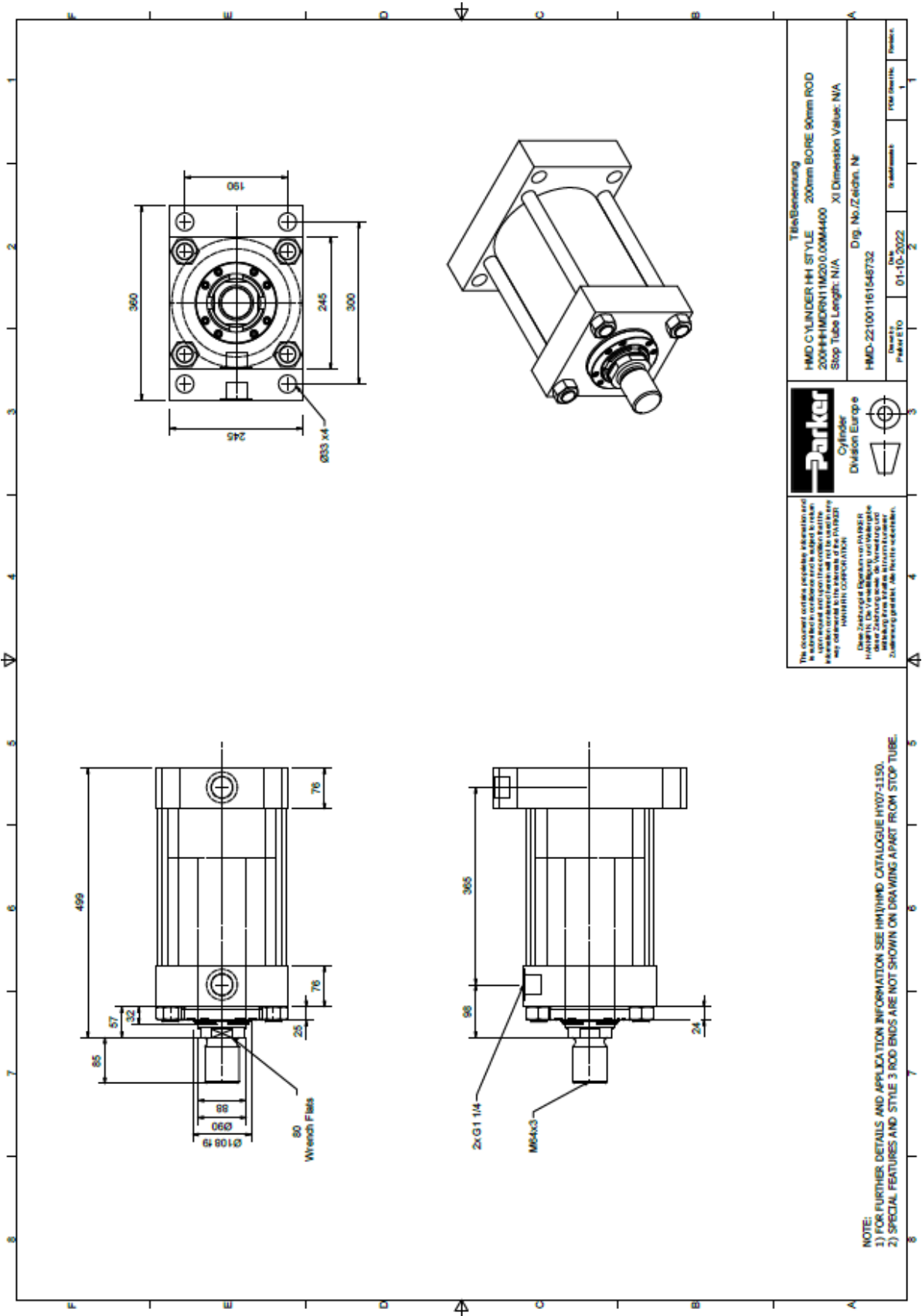
Para tipo de fluido:

Hydraulic oil according to DIN 51524

Función: 2-Way	
Material del cuerpo: Cast iron	

Anexo I:

**Plano cilindro actuador empuje matriz PARKER – Serie
HMD**



Hoja resumen actuador empuje matriz:

Parker Hannifin Cylinder Configurator™



Summary Report

Model Code, for info only : 200HHHMDRN11M200.00M4400

Product Summary

Número de referencia único	HMD-221001161548732
Diámetro	200 mm
Tipo de montaje	HH - Culata rectangular (ISO estilo ME6)
Conexión	R - ISO 1179-1(BSPP) - G1.1/4
Pistón	N - Pistón estándar
Head End - Número de Rod	1- 90 mm
Head End - Barra de pistón Fin	1 - Male thread (4 flats)
Head End - rosca del vástago	M - M64x3
Carrera	200.00
Fluidos	M - Group 1 Mineral Oil HH, HL, HLP, HLP-D, HM, HV, MIL-H-5606 Oil, Air, Nitrogen
Posición de la cabeza puertos	4
Puertos Posición Cap	4
Aire sangra Cabeza	No
Aire sangra Cap	No
Head End Rod - Number of flats	Standard option

Anexo J:

**Plano cilindro actuador matriz autocentrantes PARKER
– Serie HMD**

Hoja resumen actuador empuje matriz autocentrante:

Parker Hannifin Cylinder Configurator™



Summary Report

Model Code, for info only : 200JJHMDRN11M100.00M1100

Product Summary

Número de referencia único	HMD-221001161548732
Diámetro	200 mm
Tipo de montaje	JJ - Cabeza rectangular (ISO estilo ME5)
Conexión	R - ISO 1179-1(BSPP) - G1.1/4
Pistón	N - Pistón estándar
Head End - Número de Rod	1- 90 mm
Head End - Barra de pistón Fin	1 - Male thread (4 flats)
Head End - rosca del vástago	M - M64x3
Carrera	100.00
Fluidos	M - Group 1 Mineral Oil HH, HL, HLP, HLP-D, HM, HV, MIL-H-5606 Oil, Air, Nitrogen
Posición de la cabeza puertos	1
Puertos Posición Cap	1
Aire sangra Cabeza	No
Aire sangra Cap	No
Head End Rod - Number of flats	Standard option