



Inyección de Nitrógeno en Proceso de secado de leche

Nicolás Enso Fullana Pomilio

Universidad Nacional de Rosario
Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura
Escuela de Ingeniería Mecánica
Rosario, Argentina
Año 2023

Inyección de Nitrógeno en Proceso de secado de leche

Nicolás Enso Fullana Pomilio

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

Ingeniero/a Mecánico/a

Directores:

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
Año 2023

A mis padres, por brindarme la posibilidad.

*A mi mujer e hijos por ser el sostén y la
razón del esfuerzo y la dedicación diaria en
todo lo que hago.*

*A todo aquel que de una u otra forma fue
parte del camino.*

Resumen

En la actualidad se está imponiendo una nueva moda de tomar café, esta infusión es denominada café nitro o nitro coffee, es una idea innovadora que nació en Estados Unidos, en los grandes cafés gourmet. Se prepara juntando en un recipiente nitrógeno (en gas) con una preparación de café, en frío.

Mientras que un típico café con leche no tiene la espuma de la leche al vapor, el nitrógeno es el ingrediente especial que le regala a la preparación esa textura espumosa.

Por tal razón es que en esta presentación se decidió realizar la dosificación del nitrógeno directamente en el proceso de elaboración de la leche en polvo. Logrando así un producto que al momento de ser preparado obtiene la espumosis buscada en un café con leche con el agregado de vapor. Pero preparado en cualquier casa de familia.

Logrando así las propiedades mencionadas anteriormente, tanto en un café con leche frío o caliente.

Para esto es que se diseñó un dispositivo que logra esta mezcla homogénea del pre condensado de leche (previo al secado de la misma) con el gas, logrando un grano de leche en polvo más liviano y esponjoso que al momento de ser preparado genera las características de un producto con la textura espumosa de un café con leche gourmet.

Palabras clave: Nitrógeno; Café Nitro; Leche en polvo; Textura Espumosa

Abstract

Currently, a new fashion for drinking coffee is taking over. This infusion is called nitro coffee or nitro coffee. It is an innovative idea that was born in the United States, in the large gourmet coffee shops. It is prepared by combining nitrogen (in gas) with a cold coffee preparation in a container.

While a typical latte does not have the foam of steamed milk, nitrogen is the special ingredient that gives the preparation its foamy texture.

For this reason, in this presentation it was decided to carry out the nitrogen dosage directly in the milk powder production process. Thus achieving a product that when prepared obtains the foaminess sought in a coffee with milk with the addition of steam. But prepared in any family home.

Thus achieving the properties mentioned above, both in a hot or cold coffee with milk.

For this, a device was designed that achieves this homogeneous mixture of the precondensed milk (prior to its drying) with the gas, achieving a lighter and fluffier grain of milk powder that, when prepared, generates the characteristics of a product with the foamy texture of a gourmet latte.

Keywords: Nitro coffee; Nitrogen; Foamy Texture; Milk Powder

Contenido

Agradecimientos	3
Resumen	4
Abstract	5
Contenido	6
Introducción	8
Capítulo 1 Produccion de Leche en Polvo	13
Elaboracion.....	13
Diagrama de Flujo	14
Recoleccion y transporte.....	15
Recepcion.....	16
Higienizacion y Deznatado.....	16
Refrigeracion.....	17
Almacenamiento.....	17
Estandarizacion.....	18
Precalentamiento.....	18
Pateurizacion.....	19
Evaporacion.....	19
Homogeneizacion.....	20
Presurizacion.....	21
Secado.....	22
Almacenamiento.....	23
Fraccionamiento.....	24
Capítulo 2 Inyeccion de Nitrogeno.....	26
Metodo de inyeccion.....	26
Tubo de Venturi	27
Presion de Inyeccion	28
Inyector de Nitrogeno	31
Descripción del sistema.....	32

Capítulo 3 Ubicación de Equipos.....	33
Selección de Equipos.....	34
Conclusiones	39
Conclusiones	39
Bibliografía	40
Anexo: Nombrar el anexo A de acuerdo con su contenido.....	41

Introducción

Este trabajo consta de la inyección de Nitrógeno gaseoso en el proceso de elaboración de la leche en polvo en la etapa de pre condensado de la leche para que las moléculas del gas se adhieran a la misma logrando así una mejora en la textura, cremosidad y mayor espuma al momento de la preparación del café con leche, ya sea caliente o frío.

Leche en polvo

La Leche en Polvo es el producto obtenido por deshidratación de leche pasteurizada, que se presenta como un polvo uniforme, sin grumos, de color blanco amarillento. Contiene todos los componentes naturales de la leche normal y, si bien puede variar su tenor graso (entera, parcialmente descremada o descremada) no puede contener sustancias conservantes ni antioxidantes.

La leche en polvo como producto en sí, no es consumible, para su preparación al momento del consumo se le debe agregar agua.

Definición según CAA

Art 567 - Se entiende por Leche en Polvo al producto que se obtiene por deshidratación de la leche, entera, descremada o parcialmente descremada y apta para la alimentación humana, mediante procesos tecnológicamente adecuados.

De acuerdo con el contenido de materia grasa, la leche en polvo se clasificará en:

- Entera (mayor o igual que 26,0%).
- Parcialmente descremada (entre 1,5 y 25,9%).
- Descremada (menor que 1,5%).

Tabla 1.1: Características Físico-Químicas de la Leche en Polvo. Fuente: CAA

REQUISITOS	ENTERA	PARCIALMENTE DESCREMADA	DESCREMADA	MÉTODO DE ANÁLISIS
Materia grasa (% m/m)	mayor o igual a 26,0	1,5 a 25,9	menor que 1,5	FIL 9C: 1987
Humedad (%m/m)	máx. 3,5	máx. 4,0	máx. 4,0	FIL 26: 1982
Acidez Titulable (ml NaOH0,1N/ 10g sólidos no grasos)	máx. 18,0	máx. 18,0	máx. 18,0	FIL 86: 1981 FIL 81: 1981
Índice de Insolubilidad (ml) Leches ATT	máx. 1,0	máx. 1,0	máx. 1,0 máx. 2,0	FIL 129A: 1988
Partículas quemadas (máx.)	Disco B	Disco B	Disco B	ADMI 916
Para Leche en Polvo Instantánea	Entera	Parcialmente Descremada	Método de análisis	
Descremada Humectabilidad Máx. (s).	60	60	60	FIL 87: 1979
Dispersabilidad Mín. (% m/m).	85	90	90	FIL 87: 1979

Propiedades de la leche en polvo

La transformación de la leche en un producto en polvo presenta muchas ventajas tanto para los fabricantes como para los consumidores, ya que se prolonga la vida útil de la leche, se conserva su valor nutritivo y aumenta su valor económico. Además, se ahorran

costos de transporte y el producto es más fácil de manipular y almacenar que la leche líquida.

Usos de la Leche en Polvo

La Leche en polvo no solo es un producto que se consume en forma doméstica luego de reconstituirla, sino que también puede utilizarse como ingrediente en una gran variedad de productos lácteos como son el queso, yogurt, helado, manteca, leche condensada, productos de panificación y chocolatería, etc.

Esto gracias a que presenta las siguientes propiedades:

- Aumento del valor nutricional.
- Actúa como gelificante, espumante y emulsionante.
- Mejora características de aroma, sabor y color

Nitrógeno

El nitrógeno es un elemento químico de número atómico 7, símbolo N, su masa atómica es de 14,0067 y que en condiciones normales forma un gas diatómico (nitrógeno diatómico o molecular) que constituye el 78 % del aire atmosférico.

El nitrógeno es el miembro más ligero del grupo 15 de la tabla periódica, a menudo llamado pnícógeno. Es un elemento común en el universo, que se estima en aproximadamente séptimo en abundancia total en la Vía Láctea y el Sistema Solar. A temperatura y presión estándar, dos átomos del elemento se unen para formar di nitrógeno, un gas incoloro e inodoro de fórmula N_2 . El di nitrógeno forma alrededor del 78% de la atmósfera terrestre, lo que lo convierte en el elemento no combinado más abundante. El nitrógeno está presente en todos los organismos, principalmente en los aminoácidos (y por tanto en las proteínas), en los ácidos nucleicos (ADN y ARN) y en la molécula de transferencia de energía trifosfato de adenosina. El cuerpo humano contiene alrededor de un 3% de nitrógeno en masa, el cuarto elemento más abundante en el cuerpo después del oxígeno, el carbono y el hidrógeno. El ciclo del nitrógeno describe el movimiento del elemento desde el aire, hacia la biosfera y los compuestos orgánicos, y luego de vuelta a la atmósfera.

Muchos compuestos de importancia industrial, como el amoníaco, el ácido nítrico, los nitratos orgánicos (propulsores y explosivos) y el cianuro, contienen nitrógeno. El fortísimo triple enlace del nitrógeno elemental ($\text{N}\equiv\text{N}$), el segundo enlace más fuerte de cualquier molécula diatómica después del monóxido de carbono (CO),² domina la química del nitrógeno. Esto provoca dificultades tanto para los organismos como para la industria a la hora de convertir el N_2 en compuestos útiles, pero al mismo tiempo significa que la quema, la explosión o la descomposición de los compuestos de nitrógeno para formar gas nitrógeno liberan grandes cantidades de energía a menudo útil. El amoníaco y los nitratos producidos sintéticamente son fertilizantes clave para la industria, y los nitratos de los fertilizantes son contaminantes clave en la eutrofización de los sistemas acuáticos.

Aparte de su uso en fertilizantes y almacenes de energía, el nitrógeno es un constituyente de compuestos orgánicos tan diversos como el Kevlar utilizado en tejidos de alta resistencia y el cianoacrilato utilizado en el superglue. El nitrógeno es un constituyente de todas las principales clases de fármacos, incluidos los antibióticos. Muchos fármacos son imitaciones o pro fármacos de las moléculas naturales de señalización celular que contienen nitrógeno: por ejemplo, los nitratos orgánicos nitroglicerina y nitroprusiato controlan la presión arterial al metabolizarse en óxido nítrico. Muchas drogas notables que contienen nitrógeno, como la cafeína natural y la morfina o las anfetaminas sintéticas, actúan sobre los receptores de los neurotransmisores animales.

En la industria de la alimentación, el nitrógeno suele emplearse como conservante de alimentos. Su uso no deja residuos químicos y mejora la calidad de los métodos clásicos de conservación. Además de preservar los alimentos perecederos, ampliando su durabilidad, el nitrógeno se emplea en el envasado de alimentos con múltiples aplicaciones: empaquetado, almacenamiento, control de plagas y purgas de tanques. Como también es un excelente ingrediente en preparaciones realzando características propias de los alimentos como también generando nuevas texturas y sensaciones en los consumidores.

Adicion de N2 en Leche en polvo

El propósito de la adición del gas N₂ e la elaboración de la leche en polvo es por las propiedades que este le agrega el producto final, logrando una leche en polvo con un peso específico menor al normal, un grano más esponjoso y de mayor volumen, razone por lo cual al momento de la preparación del café con leche se logran las características buscadas.

El Propósito del proyecto es el siguiente:

- 1) Incremento en la altura de la espuma en el café con leche de 3 a 7 mm.
- 2) Homogeneidad entre las moléculas de Nitrógeno y la leche evaporada
- 3) Dosificación constante y controlada de inyección de Nitrógeno gaseoso en línea
- 4) Inyección de Nitrógeno a una presión mayor a la de la línea de condensado de 2 Bar para poder lograr una correcta incorporación.
- 5) Caudal de Nitrógeno a dosificar 4 nl/min.
- 6) Homogeneización por mezcla en bomba

Capítulo 1: Producción de leche en polvo

Elaboración

La leche en polvo se obtiene a partir del sometimiento de la leche fluida, previamente estandarizada, homogeneizada y pasteurizada, a distintos tipos de procesos en los cuales se va extrayendo parcialmente el agua que esta contiene. A partir de la aplicación de estos métodos el producto tratado muestra grandes cambios en su estructura y apariencia física, pasando de un líquido con 88% de humedad, a un polvo seco con tan sólo 3% de humedad.

Existen varios tipos de leche en polvo según su tenor graso:

- Leche en polvo entera (mayor o igual que 26,0%).
- Leche en polvo parcialmente descremada (entre 1,5 y 25,9%).
- Leche en polvo descremada (menor que 1,5%).

Diagrama de flujo de la elaboración de leche en polvo



Recolección y transporte

Los tambos deben contar, principalmente, con tanques de almacenamiento refrigerados, para enfriar y conservar la leche recién ordeñada. Esta, luego del ordeño, se encuentra a una temperatura de 37°C, resultando un excelente caldo de cultivo para todo tipo de bacterias que se encuentran en los tambos (suelo, estiércol, utensilios, depósitos). Por ello, se debe proceder a su rápido enfriamiento a 4-6°C, con lo que se inhibirá el desarrollo de los microorganismos presentes y se obtendrá un producto de buena calidad microbiológica.



Figura 1-1: almacenamiento y transporte en Tambo

El transporte de la leche cruda desde el tambo hasta las industrias se debe realizar con la máxima higiene y utilizando equipos especiales para el mantenimiento del frío, necesarios para impedir la multiplicación de las bacterias contenidas en la leche. Para cumplir con estas exigencias se utilizan camiones cisternas, que se encargan de mantener refrigerada a la leche que ha sido enfriada previamente en el tambo donde se obtuvo.

Recepción

Una vez que la leche cruda llega a la planta industrial, se descarga del camión cisterna utilizando bombas centrífugas sanitarias. La leche es conducida a la etapa de higienización y desnatado a través de cañerías de acero inoxidable.



Figura 1-2: descarga en recibo de leche fresca

Higienización y Desnatado

La higienización tiene por objeto la eliminación de aglomerados de proteínas, partículas orgánicas e inorgánicas como células somáticas, partículas extrañas procedentes del suelo, estiércol, gérmenes, etc. Sin este tratamiento las partículas formarían un sedimento en la leche homogeneizada. El desnatado tiene por objeto la eliminación del contenido graso de la leche por separación de la nata, hasta un 0,05% de tenor graso. Ambos procesos de separación se realizan mediante la aplicación de fuerza centrífuga. Las centrifugas de leche están formadas por un cuerpo cónico dotado de un cierto número de discos o platos perforados con una inclinación determinada.

Dependiendo del producto a elaborar, a la salida de este equipo, la corriente de leche desnatada e higienizada se puede o no combinar con la corriente de nata, para que la misma quede con un % de grasa cercano al del producto final que luego será ajustado en la etapa de estandarización.

La nata restante de este proceso, con una composición de 45% de grasa y 55% de leche, es enviada a tanques refrigerados, para luego ser vendida a granel.



Figura 1-3: Ejemplo de máquina desnatadora

Refrigeración

La leche ya higienizada que sale de la etapa anterior con una temperatura aproximada de 12°C, es refrigerada en un intercambiador de placas hasta una temperatura de 4°C.



Figura 1-4: Ejemplo placa de enfriamiento

Almacenamiento

Se realiza en tanques de acero inoxidable refrigerados, donde se contiene a la leche hasta que la misma se estandariza. Se consigue así una reserva de leche que garantiza la continuidad del proceso, evita colapsos cuando se reciben en pocas horas grandes cantidades de leche y se independiza la recepción de leche en caso de posibles averías en los procesos de tratamiento y transformación.

Estandarización

El contenido de grasa en la leche presenta a veces considerables oscilaciones. La estandarización de la leche se realiza mediante la mezcla de leche entera y descremada, de contenidos grasos conocidos, en las proporciones necesarias para obtener una leche con el porcentaje graso deseado.

Esta operación se realiza dentro de los tanques de almacenamiento, para ajustar el contenido de materia grasa a los % exigidos por la legislación, según el producto que se desee obtener. Así, se buscará obtener el % que se detalla a continuación:

- Leche entera: mínimo 3%
- Leche parcialmente descremada: entre 0,6 y 2,9 %
- Leche descremada: máximo 0,5%



Figura 1-5: Tanques de estandarización de producto

Precalentamiento

Luego que la leche contiene el % de grasa adecuado de acuerdo al producto final que se desee obtener, esta se precalentará hasta 30°C para pasar a la etapa de homogeneización. Dicho calentamiento se llevará a cabo en un intercambiador de calor, el cual puede ser casco y tubo o de placas, logrando el intercambio a través de vapor.

Pasteurización

La pasteurización es un proceso que consiste en calentar la leche a temperaturas suficientemente altas durante un tiempo adecuado que permita destruir los microorganismos patógenos y debilitar otros de manera que pueda transportarse, distribuirse y/o consumirse sin peligro alguno. Para la elaboración de leche en polvo, no es necesario un calentamiento intenso, ya que los gérmenes que puedan quedar no dispondrán de humedad para desarrollarse. No obstante, todos los microorganismos patógenos deben ser destruidos y las enzimas inactivadas en su mayor parte. La pasteurización se le realiza a la leche ya estandarizada mediante un calentamiento uniforme a una temperatura de 95°C durante 15 segundos. Esto asegura la destrucción de los microorganismos patógenos y la casi totalidad de la flora microbiana y enzimas que afectan la calidad de la leche, sin modificación sensible de la naturaleza fisicoquímica, características y cualidades nutritivas de la leche.

Evaporación

En el proceso de concentración de la leche se ha de incrementar lo más posible la proporción de extracto seco del producto a desecar posteriormente, ya que el proceso de concentración por evaporación es hasta tres veces más eficiente desde el punto de vista térmico que el proceso final de desecación por aire. El concentrado se deshidrata hasta que se llega casi al límite de fluidez, es decir, hasta una proporción de extracto seco del 48-50%.



Para la obtención del concentrado se utilizarán evaporadores de película descendente de funcionamiento en múltiples efectos, los que presentan las siguientes características:

- Multietapas: genera un ahorro de energía tal que por kg de agua evaporada se utiliza $\frac{1}{4}$ kg de vapor vivo, en un evaporador de cuatro efectos.
- Vacío: logra que la temperatura de ebullición/evaporación del agua disminuya. La temperatura de trabajo estará comprendida entre 45-80°C.
- Re compresión mecánica de vahos (MVR): se utilizan ventiladores centrífugos de etapa simple, tipo compresores de alta presión o turbo-compresores. Esto permite ahorro de energía, ya que se aprovecha el calor de los vahos al comprimirlos y aumentar su temperatura.

- Película Descendente: la denominación hace referencia a que el producto es inyectado desde la parte superior del equipo y cae por gravedad formando una fina película sobre toda la superficie del tubo, aumentando el contacto con la parte calefaccionada.
- La extracción del agua de la leche se hace a través de vapor, este vapor se separa del producto en los separadores de vahos, y es reutilizado para calefaccionar el cuerpo siguiente.

Homogeneización

La homogeneización evita la separación de la nata y favorece una distribución uniforme de la misma, ya que produce la división y rotura de los glóbulos de grasa. Durante esta operación, el diámetro de los glóbulos grasos se reduce de 10 μ m a 1 μ m como se muestra en la **Figura 2-6**. El efecto de rotura de los glóbulos grasos se consigue haciendo pasar la leche por pequeñas ranuras a alta presión.

El efecto de la homogeneización sobre la estructura física de la leche en polvo presenta las siguientes ventajas:

- Obtención de características uniformes, que luego posibilitan la formación de gotitas homogéneas en la atomización para el secado, facilitando la evaporación para formar las partículas de polvo.
- Mejora la solubilidad del polvo, al momento de la reconstitución.
- Mejora el color, quedando más blanco.
- Reducción de la sensibilidad de los procesos de oxidación de la grasa.

Para llevar a cabo esta etapa se utilizará un homogeneizador a presión en dos etapas. Este equipo está constituido por una bomba de desplazamiento positivo que trabaja a una presión de 150 Bar, dotado de dos válvulas de homogenización colocadas en serie en la boca de descarga.

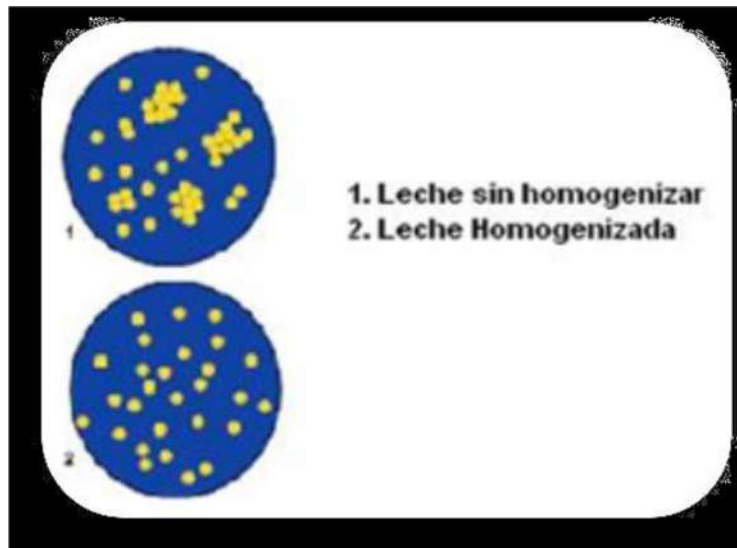


Figura 1-6: Homogeneización de glóbulos grasos en leche

Presurización

La etapa de presurizado del condensado de la leche extraído del evaporador consta de una bomba de desplazamiento positivo de alta presión que trabaja hasta los 200 Bar, dotado de dos válvulas de homogenización colocadas en serie en la boca de descarga.

Al bombear la leche a través del espacio existente entre la primera válvula (1) y su asiento ($300\ \mu\text{m}$), la elevada presión que se genera, mueve al líquido a gran velocidad ($100\text{-}400\ \text{m/s}$) **Figura 1-7**. A la salida de esta válvula, la velocidad de movimiento de la leche cae bruscamente y la extrema turbulencia que se produce genera una gran fuerza de cizalla que es la que rompe a los glóbulos de grasa. Luego la leche es conducida a la segunda válvula (2), que trabaja a una presión inferior que la primera, con la finalidad de evitar la coalescencia de los glóbulos grasos de menor tamaño formados en la primera válvula.

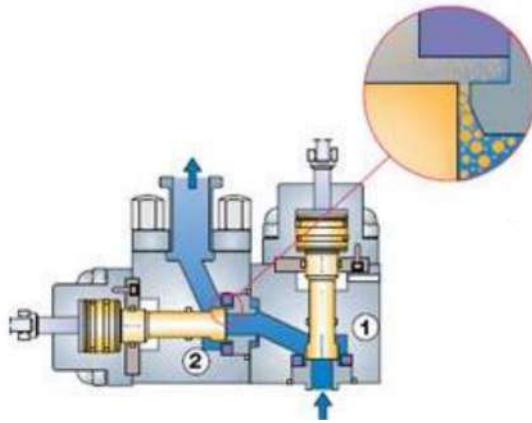


Figura 1-7: sistema de etapas de presurización de pre condensado de leche

Secado

La leche en polvo se obtendrá mediante secado por atomización o pulverización. El proceso de secado por atomización se lleva a cabo en la cámara spray, **Figura 1-8**. Se basa en el contacto del producto atomizado en finas gotas, con una corriente de aire secante que circula en equis o contracorriente, a alta temperatura para lograr la evaporación del agua en forma prácticamente instantánea. De esta forma, la humedad superficial es evaporada rápidamente por aire a alta temperatura y la partícula de leche es protegida del exceso de temperatura por dicha evaporación. Esto reduce notablemente la alteración de sus proteínas y otros constituyentes, lo que permite obtener excelentes índices de reconstitución.



Figura 1-8: cámara de secado de leche en polvo

Luego de esta etapa el polvo obtenido es enviado al vibro-fluidificador donde se ajusta su contenido de humedad, se mezcla con los finos recuperados y se convierte en un polvo instantáneo.

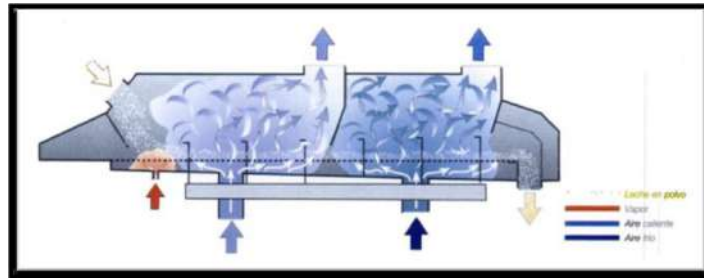


Figura 1-9: Ejemplo de Vibro- Fluidificador

Almacenamiento

Una vez finalizado el proceso de elaboración de leche en polvo, la misma se almacenará en silos de acero inoxidable de gran capacidad, controlando parámetros de humedad, temperatura, oxígeno, etc. para mantener su calidad original. Es de vital importancia, en esta etapa, identificar cada lote de elaboración. La leche en polvo permanecerá en estos silos hasta que se requiera su fraccionamiento.



Figura 1-10: producto terminado

Fraccionamiento

El fraccionamiento de la leche en polvo será según las necesidades del mercado.

Alguno de los cuales pueden ser:

- Softpack de 200 g, 400 g, 800 g o 1 Kg.
- Latas de 400 g u 800 g
- Bolsas de 25 Kg
- Big Bag de 1000 kg

Capítulo 2: Inyección de nitrógeno

La inyección del gas N_2 , se realizara posteriormente a la etapa de homogeneización del pre condensado de leche, dado que es la etapa previa a la presurización del producto, etapa en la cual se eleva la presión a 190 Bar, siendo muy compleja la adición de N_2 en esta etapa.

El nitrógeno utilizado es un gas de grado alimenticio. El nitrógeno de grado alimenticio es un nitrógeno con una pureza y calidad que cumplen las normas estadounidenses, europeas y otras normas mundiales para su uso con alimentos y bebidas. Por ejemplo, la Unión Europea define el nitrógeno de grado alimentario con una pureza del 99% (menos del 1% de oxígeno restante).

El mismo es transportado a granel y almacenado en tanques para su posterior uso según sea requerido.

Método de inyección

El sistema de adición de N_2 al pre condensado de leche se realizara con un dispositivo que utiliza el principio del Tubo de Venturi para generar un aumento de la velocidad del pre condensado generando una depresión para la incorporación del gas a la mezcla. El sistema es similar a la aireación de agua en canillas domésticas. Sistema que se puede apreciar en la figura 2-1

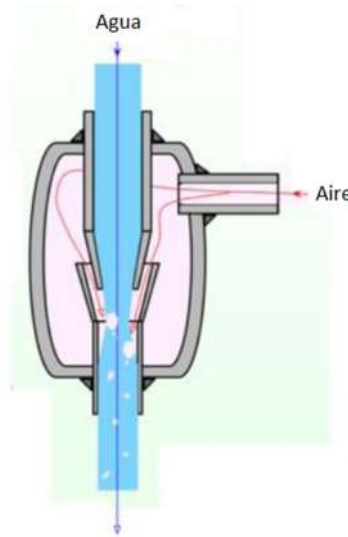


Figura 2-1: sistema de aireación de canillas

Tubo de Venturi

El efecto Venturi (también conocido tubo de Venturi) consiste en que un fluido en movimiento dentro de un conducto cerrado, disminuye su presión al aumentar la velocidad después de pasar por una zona de sección menor. Si en este punto del conducto se introduce el extremo de otro conducto, se produce una aspiración del fluido contenido en este segundo conducto. Este efecto, demostrado en 1797, recibe su nombre del físico italiano Giovanni Batista Venturi (1746-1822). El efecto Venturi se explica por el Principio de Bernoulli y el principio de continuidad de masa.

Si el caudal de un fluido es constante pero la sección disminuye, necesariamente la velocidad aumenta tras atravesar esta sección. Por el teorema de la conservación de la energía mecánica, si la energía cinética aumenta, la energía determinada por el valor de la presión disminuye forzosamente.

La aplicación clásica de medida de velocidad de un fluido consiste en un tubo formado por dos secciones cónicas unidas por un tubo estrecho en el que el fluido se desplaza consecuentemente a mayor velocidad. La presión en el tubo Venturi puede medirse por un tubo vertical en forma de U conectando la región ancha y la canalización estrecha.

La diferencia de alturas del líquido en el tubo en U permite medir la presión en ambos puntos y consecuentemente la velocidad. Cuando se utiliza un tubo de Venturi hay que tener en cuenta un fenómeno que se denomina cavitación. Este fenómeno ocurre si la presión en alguna sección del tubo es menor que la presión de vapor del fluido.

Para este tipo particular de tubo, el riesgo de cavitación se encuentra en la garganta del mismo, ya que aquí, al ser mínima el área y máxima la velocidad, la presión es la menor que se puede encontrar en el tubo.

Cuando ocurre la cavitación, se generan burbujas localmente, que se trasladan a lo largo del tubo. Si estas burbujas llegan a zonas de presión más elevada, pueden colapsar produciendo así picos de presión local con el riesgo potencial de dañar la pared del tubo. El tubo de Venturi se utiliza para medir la velocidad de un fluido incompresible. Consiste en un tubo con un estrechamiento, de modo que las secciones antes y después del estrechamiento son A_1 y A_2 , con $A_1 > A_2$.

En cada parte del tubo hay un manómetro, de modo que se pueden medir las presiones respectivas p_1 y p_2 . Encuentra una expresión para la velocidad del fluido en cada parte del tubo en función del área de las secciones, las presiones y su densidad.

La ley de conservación de la masa establece que en un flujo estacionario toda la masa que entra por un lado de un recinto debe salir por otro, lo que implica que la velocidad debe ser mayor en la parte más estrecha del tubo. (Ver ecuación 2.1)

$$v_1 A_1 = v_2 A_2 \quad (3.1)$$

Por otro lado, la ley de Bernouilli establece que para dos puntos situados en la misma línea de corriente se cumple (ver ecuación 2.2)

$$\rho_1 + \rho g y_1 + \frac{\rho}{2} g v_1^2 = \rho_2 + \rho g y_2 + \frac{\rho}{2} g v_2^2 \quad (2.2)$$

Si los dos puntos se encuentran a la misma altura la presión hidrostática es la misma para ambos, por lo que tendremos una simplificación de la ecuación (2.2) (ver ecuación 2.3)

$$\rho_1 + \rho g \gamma_1 + \frac{\rho}{2} g v_1^2 = \rho_2 + \rho g \gamma_2 + \frac{\rho}{2} g v_2^2 \quad (2.3)$$

Reordenando términos tendremos (ver ecuación 3.4)

$$\rho_2 = \rho_1 + \frac{\rho}{2} (v_1^2 - v_2^2) \quad (2.4)$$

Presión de Inyección

Las variables conocidas, para lograr una efectiva utilización del nitrógeno en la incorporación del condensado de leche son las siguientes:

- Presión de condensado p_1 : es la presión de salida de la bomba de homogeneización la cual para este caso es de 7 Bar.
- Caudal másico de condensado Q : es el caudal entregado por el evaporador en la etapa de evaporación, este ronda los 4500 Kg/h.
- Velocidad de pre condensado: la misma se obtiene de la formula $Q=AV$, donde podemos determinarla ya que las cañerías utilizadas son de 2" podemos determinar un área $A_1 = 0,002026 \text{ m}^2$.
- Densidad del pre condensado ρ : es la densidad del pre condensado de la leche luego del paso del evaporador el cual es 1150 Kg/m^3 .
- Se busca un aumento de velocidad al triple $v_2 = 3v_1$

Según las variables conocidas del proceso podemos determinar las ecuaciones (2.5 y 2.6)

$$A_2 = \frac{Q}{3v_1} \quad (3.5) \quad v_1 = \frac{Q}{A_1} \quad (2.6)$$

Reemplazando por los valores conocidos obtenemos:

$$v_1 = \frac{3,91 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}}{\frac{(0,0508 \text{ m})^2 \pi}{4}} = \frac{3,91 \text{ m}^3/\text{h}}{0,002 \text{ m}^2} = 1956,5 \frac{\text{m}}{\text{h}}$$

$$A_2 = \frac{3,91 \frac{m^3}{h}}{3 \times 1956,5 \frac{m}{h}} = 0,00066 m^2$$

De la ecuación (3.5) se desprende el diámetro de la cañería d_2

$$d_2 = \sqrt{\frac{4 \times A_2}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,00067 m^2}{\pi}} \quad (2.7)$$

$$d_2 = \sqrt{0,00084 m^2} = 0,0291 m = 29,1 mm$$

De la ecuación (2.4) se desprende la presión de condensado a vencer por el nitrógeno (ecuación 2.8)

$$\rho_2 = \rho_1 + \frac{\rho}{2}(v_1^2 - (3v_1)^2) = \rho_1 + \frac{\rho}{2}(v_1^2 - 9v_1^2)$$

$$\rho_2 = \rho_1 - 8v_1^2 \frac{\rho}{2} = \rho_1 - 4v_1^2 \rho \quad (3.8)$$

$$\rho_2 = 3,5 Bar + 4(0,543 \frac{m}{s})^2 1150 \frac{Kg}{m^3}$$

$$\rho_2 = 3,5 Bar - 1355,85 Pa \left(\frac{Bar}{10^{-5} Pa} \right) = 3,48 Bar$$

Inyector de Nitrógeno

De los datos obtenidos se llevan a cabo el sistema de inyección de nitrógeno basado en el tubo de Venturi según se determinó en este capítulo y son reflejados en el Anexo A3 “Planimetría inyector de Nitrógeno”

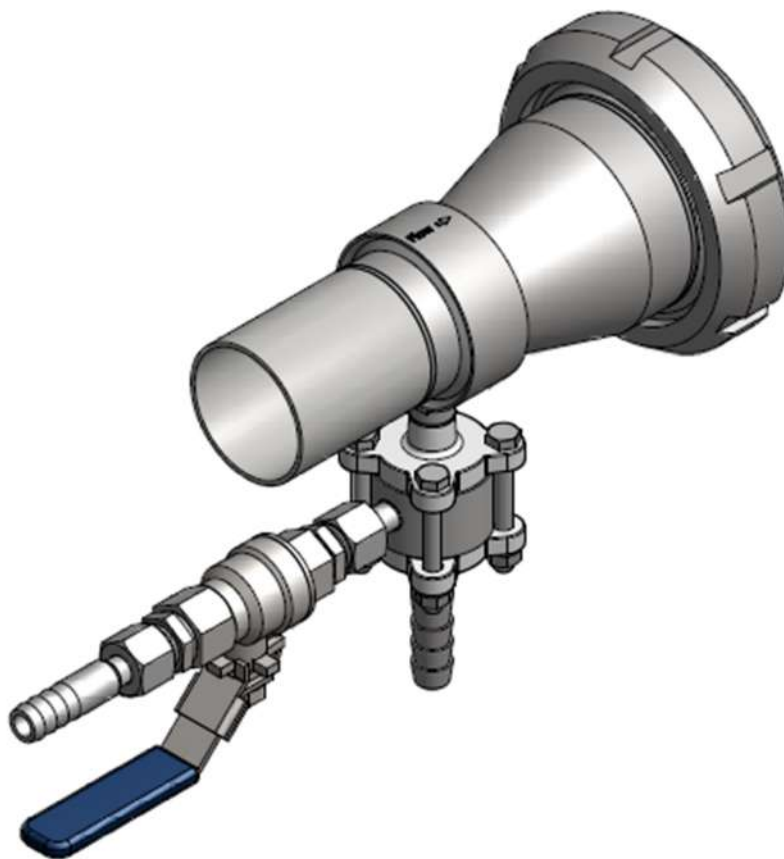


Figura 3-2: Inyector de Nitrógeno

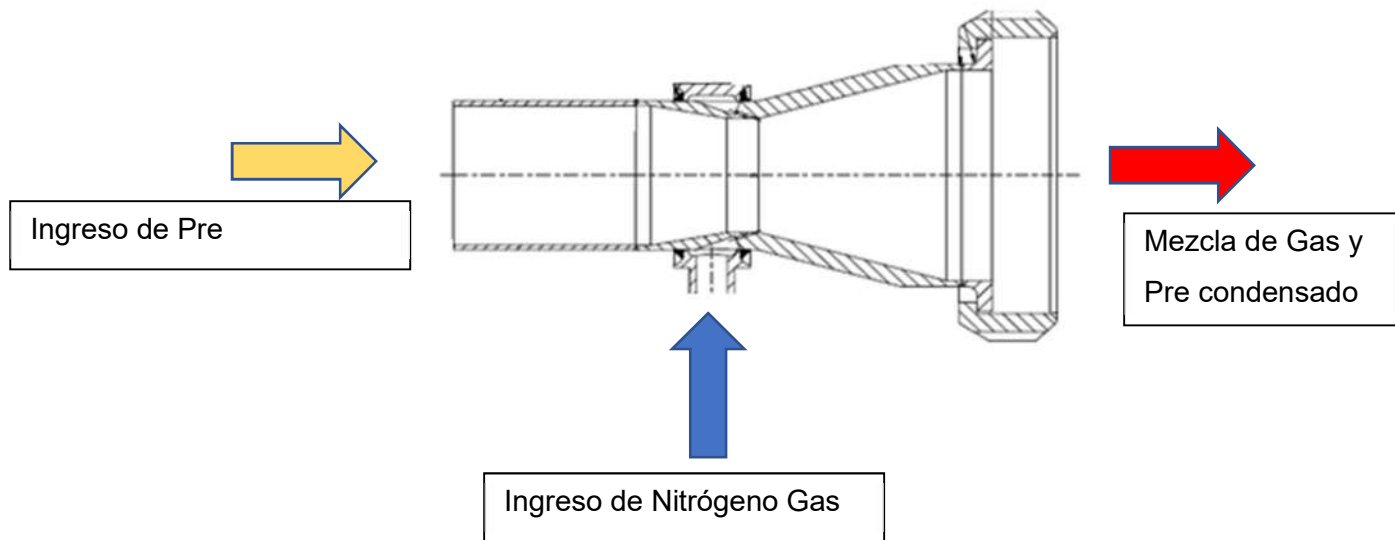


Figura 3-3: Figura en corte de sistema de inyección de Nitrógeno

Descripción del sistema de Inyección

El pre condensado es bombeado desde la bomba homogeneizadora de baja presión PUMP 105 hasta el inyector de Nitrógeno, donde ya se encuentra una atmosfera de gas a una presión establecida por el regulador I1 y controlada por el presostato I2, si ambas condiciones son las solicitadas en el sistema de control se actúa la Válvula V1 permitiendo el paso del N2 para ser regulado con el caudalimetro I3 según el caudal de pre condensado bombeado por la PUMP 105 para lograr una mezcla según solicite la receta del producto.

El efecto Venturi garantiza una mezcla del pre condensado como del nitrógeno, el cual es tomado por la bomba PUMP MIXER P1, para la homogeneización de la misma, la cual es controlada por el presostato I6 que garantiza que el producto final tiene la condición necesaria para el ingreso a la bomba de alta presión PUMP 133 que genera la impulsión a la torre de secado.

Capítulo 3: Ubicación de Equipos

El sistema de inyección consta no solo del inyector que se detalló en el capítulo previo, sino también de varios equipos aledaños y complementarios que son necesarios para lograr los resultados esperados y mencionados en la propuesta inicial, para esto es que se deben seleccionar una determinada cantidad de equipos estándares que se detallaran a continuación para que todo el sistema cumpla con la función de lograr una inyección exacta que hará de la mezcla una solución uniforme que cumpla con los requisitos propuestos.

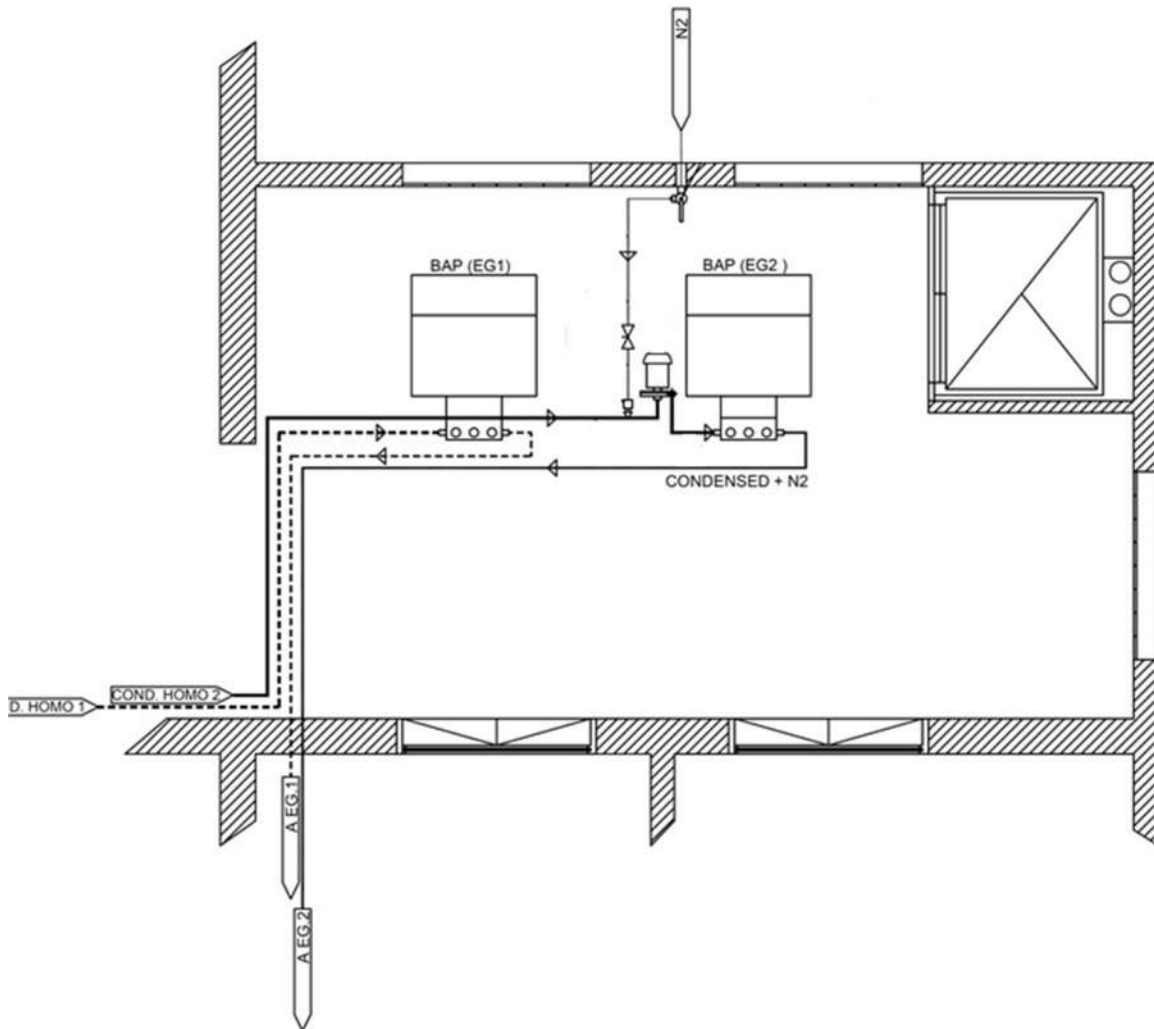


Figura 3-1: Lay out de Equipos

Selección de Equipos

Se detalla una tabla con los equipos necesarios para el funcionamiento del sistema.

Referidos al diagrama de flujo que se observa en el Anexo A1 “diagrama de equipos”

Injection N2							
LIST: VALVE / INSTRUMENTS / PUMP							
ID	LUGAR	TIPO	MATERIAL	DESCRIPCION	EQUIPO	Ø	FLUJO
I-1	LINEA N2	INSTRUMENTO	A°I°	REGULADOR DE PRESION	Festo - Regulador de Presión de Precisión LRP ¼-10; Número de artículo: 159502	1/4"	N2
I-2	LINEA N2	INSTRUMENTO	A°I°	SENSOR DE PRESION	E+H - PMP23-AA1M1PB3CJ Cerabar PMP23	0,5"	N2
I-3	LINEA N2	INSTRUMENTO	A°I°	CAUDALINETRO	E+H - Proline Promass A 300 / 8A3B	0.5"	N2
I-4	LINEA CONDENSADO	INSTRUMENTO	A°I°	SENSOR DE PRESION	E+H - Ceraphant PTP33B	2"	CONDENSADO
I-5	LINEA N2	EQUIPO	A°I°	INYECTOR N2	-	1.5"	CONDENSADO / N2
I-6	LINEA CONDENSADO	INSTRUMENTO	A°I°	SENSOR DE PRESION	E+H - Ceraphant PTP33B	2"	CONDENSADO
V-1	LINEA N2	VALVULA	A°I°	VALVULA ESFERICA (ACTUADA)	TETRAPACK - Valve 2100/50E W-ISO DN15 316L/PTFE NC	0.5"	N2
V-2	LINEA CONDENSADO	VALVULA	A°I°	VALVULA MARIPOSA (ACTUADA)	TETRAPACK - Valve LKB-M BF-51- Actuador LKLA	2"	CONDENSADO
P-1	LINA CONDENSADO	BOMBA	A°I°	BOMBA MIXER	FRISTAM - FSP 3522/145 VP	2"	CONDENSADP / N2

Tabla 3-1: Regulador de Presión

A continuación se encuentran las ilustraciones de los equipos seleccionados, los cuales se puede observar los catálogos y las fichas técnicas de los mismos en el Anexo A2 “catálogos”

ID- I1 Regulador de Presión en línea de Nitrógeno. Utilizado para garantizar la presión necesaria sobre el inyector.



Figura 3-2: Regulador de Presión

ID I-2 Sensor de presión de línea Nitrógeno, instrumento necesario para control de la presión de la línea.



Figura 3-3: Sensor de Presión

ID I-3 Caudalímetro línea nitrógeno, equipo necesario para regular el caudal necesario para la correcta homogeneización de la mezcla a utilizar según especificación



Figura 3-4: Caudalímetro de N2

ID I-4 / I-5 Sensor de presión línea Condensado, Instrumento de control para garantizar una correcta presión de entrada en el condensado de la línea, como también de la mezcla homogeneizada.



Figura 3-5: Sensor de presión Condensado

ID V-1 Válvula esférica de corte nitrógeno a la línea



Figura 3-6: Válvula esférica actuada

ID V-2 Válvula mariposa con actuador para corte de línea de Condesado



Figura 3-7: Válvula mariposa Actuada

ID P-1 Bomba Mixer en línea de condensado, es la encargada de mezclar y homogeneizar el Nitrógeno con el pre condensado de leche logrando partículas finas y homogéneas.



Figura 3-8: Bomba Mixer Fristam

Conclusiones

Conclusiones

Como resultado final de este trabajo logramos un dispositivo basado en uno de los principios de la física, para la incorporación de un gas, en este caso Nitrógeno, a una línea de producto. Haciéndolo de manera controlada mediante instrumentos de medición y control de flujo según los requerimientos del proceso.

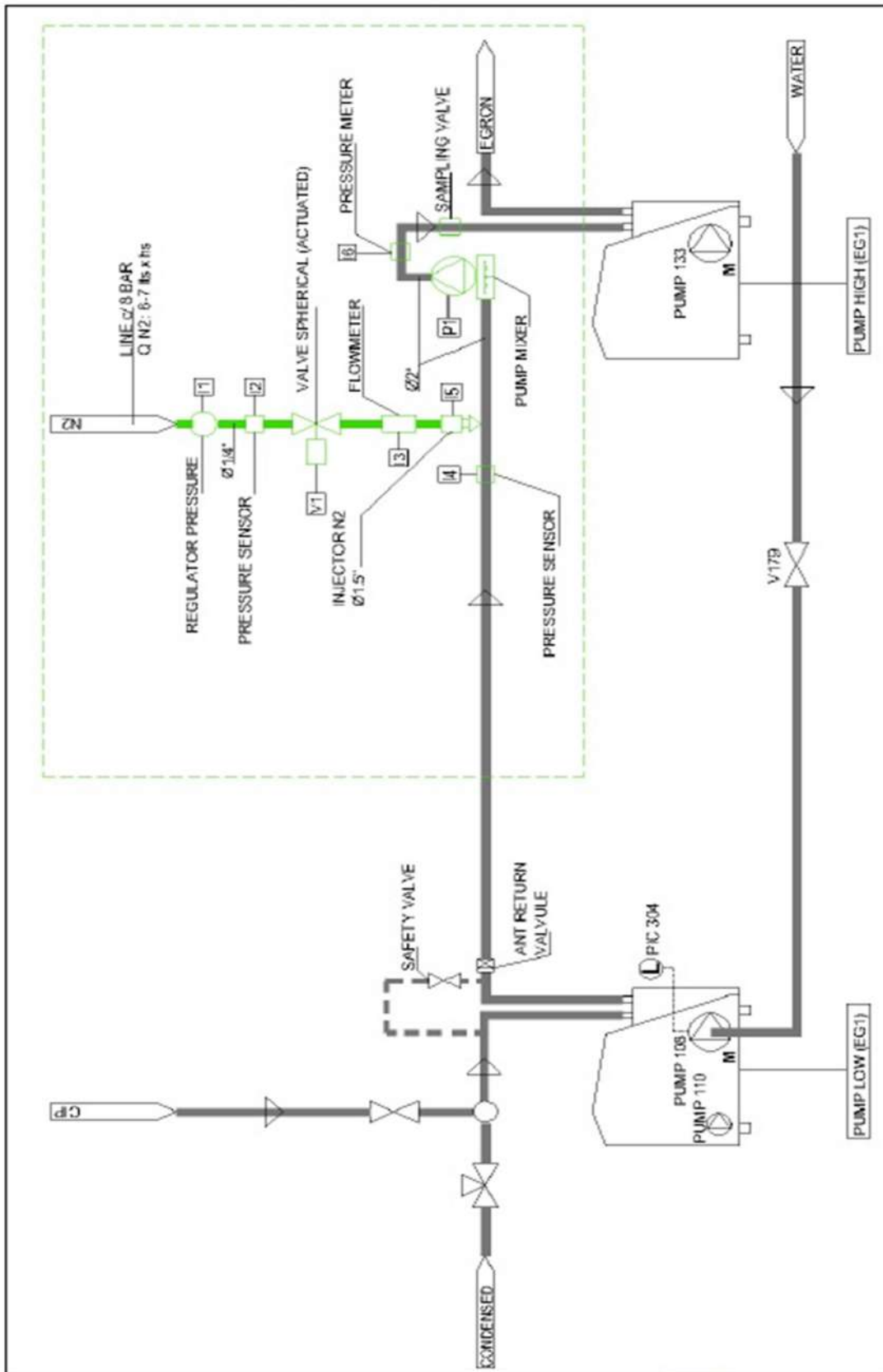
Logrando así una homogeneidad en producto con un grano de leche en polvo liviano y esponjoso que genera un producto final que va a entregar un valor agregado al consumidor final, sin tener la necesidad de aditivos.

Pudiendo ser preparado en cualquier hogar logrando una cremosidad y una espuma igual a la generada por máquinas de vapor.

Bibliografía

- [1] ROBERT L. MOTT. Mecánica de Fluidos Aplicada, pág. 379
- [2] REPORTE DE SUSTENTABILIDAD. Grupo Mastellone 2015, pág. 44-60
- [3] REGLAMENTO TECNICO PARA LA FIJACION DE IDENTIDAD Y CALIDAD DE LA LECHE EN POLVO. ACTA. Nº 01/15 Brasil, 06 a 10 de abril de 2015.
- [4] PRODUCCION DE LECHE EN POELVO ENTERA, PARCIALMENTE DESCREMADA Y DESCREMADA. Estudio de Pre factibilidad, Universidad de Cuyo.
- [5] CAA. Código alimenticio argentino

Anexo A1: Diagrama de Equipos

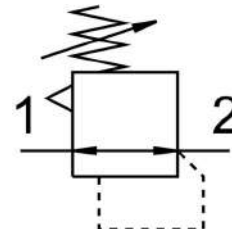


Anexo 2: Catalogo de Equipos

Regulador de presión de precisión LRP-1/4-10

Número de artículo: 159502

FESTO



Hoja de datos

Característica	Valor
Bloqueo del accionamiento	Botón giratorio con bloqueo
Posición de montaje	Cualquiera
Forma constructiva	Válvula reguladora de membrana de precisión servopilotada
Función del regulador	Presión inicial constante Con escape de aire secundario
Símbolo	00991540
Indicador de presión	Preparado para G1/8
Presión de funcionamiento	0.1 MPa ... 1.2 MPa
Presión de funcionamiento	1 bar ... 12 bar
Margen de regulación de presión	0.1 bar ... 10 bar
Histéresis máxima de la presión	0.02 bar
Caudal nominal normal	2300 l/min
Medio de funcionamiento	Aire comprimido según ISO 8573-1:2010 [7:4:4] Gases inertes
Nota sobre el medio de trabajo/mando	Funcionamiento con lubricación imposible
Conformidad PWIS	VDMA24364-B1/B2-L
Temperatura del medio	-10 °C ... 60 °C
Temperatura ambiente	-10 °C ... 60 °C
Peso del producto	310 g
Tipo de fijación	En panel frontal Instalación en la tubería Con accesorios
Conexión neumática 1	G1/4
Conexión neumática 2	G1/4
Nota sobre el material	Conformidad con la Directiva RoHS
Material de las juntas	NBR
Material del cuerpo	Aluminio

Presión absoluta y relativa Cerabar PMP23

Transductor de presión económico con un diseño totalmente soldado para la industria de la alimentación y bebidas



Ventajas:

- Instalación y configuración fáciles y rápidas en la planta gracias a un diseño muy compacto y a unos rangos de medición personalizables
- Las conexiones a proceso totalmente soldadas maximizan la seguridad del proceso, reduciendo el uso de juntas
- Está garantizada una disponibilidad de proceso mejorada mediante el uso estricto de material 316L y la posibilidad de protección de entrada IP69 para condiciones de lavado, así como la alta reproducibilidad y estabilidad a largo plazo del producto
- Se garantiza una alta flexibilidad de uso y, por lo tanto, una reducción de los costes de almacenamiento puesto que el PMP23 es adecuado para la limpieza CIP/SIP
- El PMP23 puede dar soporte a la necesidad de documentación higiénica y a la trazabilidad en la planta, puesto que las certificaciones tales como EHEDG, 3-A o (CE) 1935/2004 se encuentran disponibles entre otros certificados y declaraciones de fabricación pertinentes
- El IO-Link reduce los costos y la complejidad debido a la fácil configuración de los dispositivos a través de herramientas de ingeniería

Resumen de especificaciones

- **Precisión** 0,3%
- **Temperatura del proceso** -10...+100 °C (+14...+212 °F) 135 °C durante 1 h (275 °F durante 1 h)
- **Rango de medición del proceso** 400 mbar...+40 bar (6...+600psi)

- **Celda de medición** +400 mbar...+40 bar (+6 psi...+600 psi)

Ámbito de aplicación: Cerabar PMP23 es un transmisor de presión absoluta o relativa económico y compacto. La célula de medición piezorresistiva con diafragma enrasado en 316L se ha diseñado para aplicaciones de la industria higiénica. PMP23 ofrece diversas conexiones a proceso higiénicas certificadas EHEDG y 3-A, materiales conformes a la FDA y a la EG 1935/2004, clase de protección IP69, IO-Link opcional, así como certificados para zonas con peligro de explosión. El dispositivo se puede entregar con rangos de medición personalizados de hasta 40 bar.

Características y especificaciones

Presión

Measuring principle

Presión absoluta y del medidor

Característica

Transductor de presión rentable, sensor piezorresistivo con diafragma de medición metálico para aplicaciones higiénicas

Suministro de voltaje

10...30 VCC

Precisión de Referencia

0,3 %

Estabilidad a largo plazo

0.2 % de URL / año

Temperatura del proceso

-10 °C...+100 °C
(+14 °F...+212 °F)
+135 °C durante 1 h
(+275 °F durante 1 h)

Temperatura ambiente

-40 °C...+85 °C
(-40 °F...+185 °F)

Presión

Celda de medición

+400 mbar...+40 bar
(+6 psi...+600 psi)

Límite máx. de sobrepresión

160 bar (2400 psi)

Conexión a proceso

Roscas:
G1, M24

Conexión a proceso higiénica

DIN11851,
Abrazadera,
SMS,
Varivent,
Adaptador universal

Comunicación

4...20 mA
IO- Link

Certificados / Aprobaciones

ATEX, FM, CSA, IEC Ex, NEPSI, EAC

Aprobación de diseños

EN 10204-3.1
Reporte de inspección final
Libre de aceite y grasa
Medición de la aspereza de la superficie

Aprobaciones higiénicas

3A, EHEDG
EG1935/ 2004

Continuo / Líquidos**Measuring principle**

Presión absoluta y del medidor

Característica / Aplicación

Transductor de presión económico, sensor piezorresistivo con diafragma de medición metálico para aplicaciones higiénicas

Suministro / Comunicación

10...30 VDC

Precisión

0,3%

Estabilidad a largo plazo

0.2% de URL / año

Temperatura ambiente

-40...+85°C
(-40...+185°F)

Temperatura del proceso

-10...+100 °C
(+14...+212 °F)
135 °C durante 1 h
(275 °F durante 1 h)

Presión de proceso absoluta / límite de sobrepresión máx.

160 bar (2400 psi)

Rango de medición del proceso

400 mbar...+40 bar
(6...+600psi)

Conexión a proceso

Rosca:
G1, M24

Continuo / Líquidos

Conexión a proceso higiénica

DIN11851,
Abrazadera,
SMS,
Varivent,
Adaptador universal

Comunicación

4...20 mA
IO-Link

Certificados / Aprobaciones

ATEX, FM, CSA, IEC Ex, NEPSI, EAC

Aprobaciones de diseño

EN 10204-3.1
Informe de inspección final
Limpio de aceite y grasa
Medición de la rugosidad superficial

Aprobaciones higiénicas

3A, EHEDG
EG1935/ 2004

Más información www.ar.endress.com/PMP23

Proline Promass A 300 / 8A3B



Más información y precios actuales:

www.ar.endress.com/8A3B

Ventajas:

- Máxima seguridad de proceso – diseño de tubo de medición autodrenable
- Menor cantidad de puntos de medición – medición multivariable (caudal, densidad, temperatura)
- Ahorro de espacio – sin necesidad de tramos rectos de entrada/salida
- Acceso completo a la información de proceso y de diagnóstico – numerosos buses de campo y E/S combinables con libertad
- Complejidad y variedad reducidas - funcionalidad E/S configurable con libertad
- Verificación integrada – Tecnología Heartbeat

Resumen de especificaciones

- **Error de medición máx.** Flujo másico (líquido): ± 0.1 % Flujo volumétrico (líquido): ± 0.1 % Flujo másico (gas): ± 0.5 % Densidad (líquido): ± 0.0005 g/cm³
- **Rango de medición** 0 a 450 kg/h (0 a 16.5 lb/min)
- **Rango de temperatura del medio** -50 a $+205$ °C (-58 a $+401$ °F)
- **Máx. presión de proceso** PN 40, Clase 300, 20K, 400 bar (5800 psi)
- **Materiales húmedos** Tubo de medición: 1.4539 (904L); Aleación C22, 2.4602 (UNS N06022) Conexión: 1.4539 (904L); Aleación C22, 2.4602 (UNS N06022); 1.4404 (316/316L)

Ámbito de aplicación: El Promass A autodrenable mide con precisión los caudales más bajos de líquidos y gases, también a altas presiones. Permite el control continuo del proceso para una amplia gama de aplicaciones exigentes. Con su transmisor compacto, Promass A 300 ofrece una gran flexibilidad respecto a la operación e integración de sistemas: acceso desde un lateral, indicador remoto y opciones de conectividad mejoradas. La Heartbeat Technology garantiza el cumplimiento de las normas y la seguridad del proceso en todo momento.

Características y especificaciones

Líquidos

Measuring principle

Título del producto

std_productprofile_product_usp_7824.

Medición precisa de cantidades mínimas de líquidos y gases para un control del proceso en continuo.

Características del sensor

Máxima seguridad de proceso – diseño del tubo de medición autodrenable. Menor cantidad de puntos de medición – Medición multivariable (caudal, densidad, temperatura). Instalación de tamaño reducido: no se necesitan tramos rectos de entrada/salida.

De diámetros nominales: DN de 1 a 4 (de 1/24 a 1/8"). Presión de proceso hasta 400 bar (5.800 psi). Temperatura del producto hasta +205 °C (+401 °F).

Características del transmisor

Acceso completo a la información de proceso y de diagnóstico – numerosos buses de campo y E/S libremente combinables. Complejidad y variedad reducidas; funcionalidad E/S configurable según la necesidad. Verificación integrada: Heartbeat Technology.

Compact dual-compartment housing with up to 3 I/Os. Indicador retroiluminado con control óptico y acceso WLAN. Indicador remoto disponible.

Rango de diámetro nominal

DN 1 a 4 (1/24 a 1/8")

Materiales húmedos

Tubo de medición: 1.4539 (904L); Aleación C22, 2.4602 (UNS N06022)
Conexión: 1.4539 (904L); Aleación C22, 2.4602 (UNS N06022); 1.4404 (316/316L)

Variables medidas

Flujo másico, densidad, temperatura, flujo volumétrico, flujo volumétrico corregido, densidad de referencia, concentración

Líquidos

Error de medición máx.

Flujo másico (líquido): $\pm 0.1 \%$

Flujo volumétrico (líquido): $\pm 0.1 \%$

Flujo másico (gas): $\pm 0.5 \%$

Densidad (líquido): $\pm 0.0005 \text{ g/cm}^3$

Rango de medición

0 a 450 kg/h (0 a 16.5 lb/min)

Máx. presión de proceso

PN 40, Clase 300, 20K, 400 bar (5800 psi)

Rango de temperatura del medio

-50 a $+205 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (-58 a $+401 \text{ }^{\circ}\text{F}$)

Rango de temperatura ambiente

Estándar: -40 a $+60 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (-40 a $+140 \text{ }^{\circ}\text{F}$)

Opción: -50 a $+60 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (-58 a $+140 \text{ }^{\circ}\text{F}$)

Material de carcasa del sensor

1.4301 (304), resistente a la corrosión

Material de la cubierta del transmisor

Recubierto de AlSi10Mg; 1.4409 (CF3M) similar a 316L; acero inoxidable para un diseño de transmisor higiénico

Grado de protección

IP66/67, gabinete tipo 4X

Pantalla/Operación

Display retro iluminado de 4 líneas con control táctil (operación desde afuera)

Posible configuración vía el display local y las herramientas de operación

Display remoto disponible

Líquidos

Salidas

3 salidas:

4-20 mA HART (activa/pasiva)

4-20 mA WirelessHART

4-20 mA (activa/pasiva)

Salida de pulso/frecuencia/interruptor (activa/pasiva)

Salida de doble pulso (activa/pasiva)

Salida de relevador

Entradas

Entrada de estatus

Entrada 4-20 mA

Comunicación digital

HART, HART Inalámbrico, PROFIBUS PA/DP, FOUNDATION Fieldbus, Modbus RS485, Ethernet/IP, PROFINET

Suministro de energía

DC 24 V

AC 100 a 230 V

AC 100 a 230 V / DC 24 V (área no peligrosa)

Aprobaciones para áreas peligrosas

ATEX, IECEx, cCSAus, NEPSI, INMETRO, EAC

Seguridad del producto

CE, C-TICK, EAC

Seguridad funcional

Seguridad funcional

Aprobaciones y certificados metrológicos

Calibración realizada en instalaciones de calibración acreditadas (de acuerdo a ISO/IEC 17025)

La Tecnología Heartbeat cumple con los requerimientos de rastreabilidad de acuerdo a ISO 9001:2008 – Sección 7.6 a (certificación TÜV SÜD)

Certificados y aprobaciones de presión

CRN

Líquidos

Certificados del material

material 3.1

Aprobaciones higiénicas y certificados

3-A, EHEDG

Gas

Measuring principle

Título del producto

std_productprofile_product_usp_7824.

Medición precisa de cantidades mínimas de líquidos y gases para un control del proceso en continuo.

Características del sensor

Máxima seguridad de proceso – diseño del tubo de medición autodrenable. Menor cantidad de puntos de medición – Medición multivariable (caudal, densidad, temperatura). Instalación de tamaño reducido: no se necesitan tramos rectos de entrada/salida. De diámetros nominales: DN de 1 a 4 (de 1/24 a 1/8"). Presión de proceso hasta 400 bar (5.800 psi). Temperatura del producto hasta +205 °C (+401 °F).

Características del transmisor

Acceso completo a la información de proceso y de diagnóstico – numerosos buses de campo y E/S libremente combinables. Complejidad y variedad reducidas; funcionalidad E/S configurable según la necesidad. Verificación integrada: Heartbeat Technology. Compact dual-compartment housing with up to 3 I/Os. Indicador retroiluminado con control óptico y acceso WLAN. Indicador remoto disponible.

Rango de diámetro nominal

DN 1 a 4 (1/24 a 1/8")

Gas

Materiales húmedos

Tubo de medición: 1.4539 (904L); Aleación C22, 2.4602 (UNS N06022)
Conexión: 1.4539 (904L); Aleación C22, 2.4602 (UNS N06022); 1.4404 (316/316L)

Variables medidas

Flujo másico, densidad, temperatura, flujo volumétrico, flujo volumétrico corregido, densidad de referencia, concentración

Error de medición máx.

Flujo másico (líquido): ± 0.1 %
Flujo volumétrico (líquido): ± 0.1 %
Flujo másico (gas): ± 0.5 %
Densidad (líquido): ± 0.0005 g/cm³

Rango de medición

0 a 450 kg/h (0 a 16.5 lb/min)

Máx. presión de proceso

PN 40, Clase 300, 20K, 400 bar (5800 psi)

Rango de temperatura del medio

-50 a +205 °C (-58 a +401 °F)

Rango de temperatura ambiente

Estándar: -40 a +60 °C (-40 a +140 °F)
Opción: -50 a +60 °C (-58 a +140 °F)

Material de carcasa del sensor

1.4301 (304), resistente a la corrosión

Material de la cubierta del transmisor

Recubierto de AlSi10Mg; 1.4409 (CF3M) similar a 316L; acero inoxidable para un diseño de transmisor higiénico

Grado de protección

IP66/67, caja tipo 4X

Gas**Pantalla/Operación**

Display retro iluminado de 4 líneas con control táctil (operación desde afuera)

Posible configuración vía el display local y las herramientas de operación

Display remoto disponible

Salidas

3 salidas:

4-20 mA HART (activa/pasiva)

4-20 mA WirelessHART

4-20 mA (activa/pasiva)

Salida de pulso/frecuencia/interruptor (activa/pasiva)

Salida de doble pulso (activa/pasiva)

Salida de relevador

Entradas

Entrada de estatus

Entrada 4-20 mA

Comunicación digital

HART, HART inalámbrico, PROFIBUS PA/DP, FOUNDATION Fieldbus, Modbus RS485, Ethernet/IP, PROFINET

Suministro de energía

DC 24 V

AC 100 a 230 V

AC 100 a 230 V / DC 24 V (área no peligrosa)

Aprobaciones para áreas peligrosas

ATEX, IECEx, cCSAus, NEPSI, INMETRO, EAC

Seguridad del producto

CE, C-TICK, EAC

Seguridad funcional

Seguridad funcional

Gas

Aprobaciones y certificados metrológicos

Calibración realizada en instalaciones de calibración acreditadas (de acuerdo a ISO/IEC 17025)

La tecnología Heartbeat cumple con los requerimientos de rastreabilidad de acuerdo a ISO 9001:2008 – Sección 7.6 a (certificación TÜV SÜD)

Certificados y aprobaciones de presión

3.1 material, calibración realizada en instalaciones de calibración acreditadas (de acuerdo a ISO/IEC 17025), NAMUR, CRN

Certificados del material

material 3.1

Aprobaciones higiénicas y certificados

Tamaño de Conexión a Proceso: DN25 DIN11851, 3-A, EHEDG

Densidad

Measuring principle

Título del producto

std_productprofile_product_usp_7824.

Medición precisa de cantidades mínimas de líquidos y gases para un control del proceso en continuo.

Características del sensor

Máxima seguridad de proceso – diseño del tubo de medición autodrenable. Menor cantidad de puntos de medición – Medición multivariable (caudal, densidad, temperatura). Instalación de tamaño reducido: no se necesitan tramos rectos de entrada/salida. De diámetros nominales: DN de 1 a 4 (de 1/24 a 1/8"). Presión de proceso hasta 400 bar (5.800 psi). Temperatura del producto hasta +205 °C (+401 °F).

Densidad

Características del transmisor

Acceso completo a la información de proceso y de diagnóstico – numerosos buses de campo y E/S libremente combinables. Complejidad y variedad reducidas; funcionalidad E/S configurable según la necesidad. Verificación integrada: Heartbeat Technology. Compact dual-compartment housing with up to 3 I/Os. Indicador retroiluminado con control óptico y acceso WLAN. Indicador remoto disponible.

Densidad/concentración

Measuring principle

Título del producto

std_productprofile_product_usp_7824.

Medición precisa de cantidades mínimas de líquidos y gases para un control del proceso en continuo.

Características del sensor

Máxima seguridad de proceso – diseño del tubo de medición autodrenable. Menor cantidad de puntos de medición – Medición multivariable (caudal, densidad, temperatura). Instalación de tamaño reducido: no se necesitan tramos rectos de entrada/salida. De diámetros nominales: DN de 1 a 4 (de $\frac{1}{24}$ a $\frac{1}{8}$ "). Presión de proceso hasta 400 bar (5.800 psi). Temperatura del producto hasta +205 °C (+401 °F).

Características del transmisor

Acceso completo a la información de proceso y de diagnóstico – numerosos buses de campo y E/S libremente combinables. Complejidad y variedad reducidas; funcionalidad E/S configurable según la necesidad. Verificación integrada: Heartbeat Technology. Compact dual-compartment housing with up to 3 I/Os. Indicador retroiluminado con control óptico y acceso WLAN. Indicador remoto disponible.

Rango de diámetro nominal

DN 1 to 4 ($\frac{1}{24}$ to $\frac{1}{8}$ ")

Densidad/concentración**Materiales húmedos**

Measuring tube: 1.4539 (904L); Alloy C22, 2.4602 (UNS N06022)
Connection: 1.4539 (904L); Alloy C22, 2.4602 (UNS N06022); 1.4404 (316/316L)

Variables medidas

Mass flow, density, temperature, volume flow, corrected volume flow, reference density, concentration

Error de medición máx.

Mass flow (liquid): ± 0.1 %
Volume flow (liquid): ± 0.1 %
Mass flow (gas): ± 0.5 %
Density (liquid): ± 0.0005 g/cm³

Rango de medición

0 to 450 kg/h (0 to 16.5 lb/min)

Máx. presión de proceso

PN 40, Class 300, 20K, 400 bar (5800 psi)

Rango de temperatura del medio

-50 to +205 °C (-58 to +401 °F)

Rango de temperatura ambiente

Standard: -40 to +60 °C (-40 to +140 °F)
Option: -50 to +60 °C (-58 to +140 °F)

Material de carcasa del sensor

1.4301 (304), corrosion resistant

Material de la cubierta del transmisor

AlSi10Mg, coated; 1.4409 (CF3M) similar to 316L; stainless steel for hygienic transmitter design

Grado de protección

IP66/67, type 4X enclosure
IP69

Densidad/concentración**Pantalla/Operación**

4-line backlit display with touch control (operation from outside)
Configuration via local display and operating tools possible
Remote display available

Salidas

3 outputs:
4-20 mA HART (active/passive)
4-20 mA WirelessHART
4-20 mA (active/passive)
Pulse/frequency/switch output (active/passive)
Double pulse output (active/passive)
Relay output

Entradas

Status input
4-20 mA input

Comunicación digital

HART, PROFIBUS DP, PROFIBUS PA, FOUNDATION Fieldbus, Modbus
RS485, Profinet, Ethernet/IP, OPC-UA

Suministro de energía

DC 24 V
AC 100 to 230 V
AC 100 to 230 V / DC 24 V (non-hazardous area)

Aprobaciones para áreas peligrosas

ATEX, IECEx, cCSAus, NEPSI, INMETRO, EAC

Seguridad del producto

CE, C-tick, EAC marking

Seguridad funcional

Functional safety according to IEC 61508, applicable in safety-relevant applications in accordance with IEC 61511

Densidad/concentración

Aprobaciones y certificados metrológicos

Calibration performed on accredited calibration facilities (acc. to ISO/IEC 17025)

Heartbeat Technology complies with the requirements for traceable verification according to ISO 9001:2008 – Section 7.6 a (TÜV SÜD attestation)

Certificados y aprobaciones de presión

CRN

Certificados del material

3.1 material

Aprobaciones higiénicas y certificados

3-A, EHEDG

Más información www.ar.endress.com/8A3B

Presión absoluta y relativa

Ceraphant PTP33B

Presostato económico con sensor metálico de conexión completamente soldada para uso en aplicaciones higiénicas



Ventajas:

- Una electrónica de conmutación integrada para una monitorización y un control del proceso descentralizados y económicos
- Comprobación de funciones e información en campo gracias a los LED y el indicador digital
- Transductor de presión compacto para aplicaciones sanitarias
- Apto para ciclos CIP/SIP
- Conexiones a proceso higiénicas pequeñas de montaje enrasado con certificaciones 3-A y EHEDG
- O-Link reduce los costes y la complejidad gracias a su fácil configuración y a su flexible integración en todos los sistemas de bus de campo

Resumen de especificaciones

- **Celda de medición** +400 mbar....+40 bar (+6 psi....+600 psi)

Ámbito de aplicación: El equipo Ceraphant PTP33B es un presostato económico con diafragma metálico para la medición y monitorización segura de presiones absolutas y relativas. El presostato con diseño compacto es muy estable y resistente a sobrecargas. PTP33B con cabezal de acero inoxidable está homologado según 3-A y EHEDG. La capacidad IO-Link permite una fácil integración y parametrización del dispositivo.

Características y especificaciones

Presión

Measuring principle

Interruptor de presión

Característica

Presostato inteligente con diafragma de metal para aplicaciones higiénicas,
estable a largo plazo

Suministro de voltaje

10....30VDC

Precisión de Referencia

0,5 %,
Platino: 0,3 %

Estabilidad a largo plazo

0.2 % de URL / año

Temperatura del proceso

-40 °C...+100 °C
(-40 °F...+212 °F)

Temperatura ambiente

-20 °C...+70 °C
(-4 °F...+158 °F)

Celda de medición

+400 mbar....+40 bar
(+6 psi....+600 psi)

Límite máx. de sobrepresión

160 bar (2320 psi)

Conexión a proceso

Rosca: M24

Conexión a proceso higiénica

DIN11851, triclamp, SMS, Varivent

Presión

Comunicación

1 interruptor PNP
2 interruptores PNP
1 interruptor PNP + 4...20 mA analógico

Aprobación de diseños

Informe de inspección final EN 10204-3.1,
Limpio de aceite y grasa,
Ajuste alarma mín

Aprobaciones higiénicas

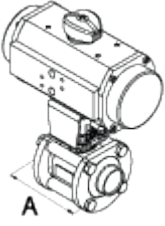
De acuerdo con FDA
3A, EHEDG,
EG1935/2004

Especialidades

Display digital,
Conexiones a proceso totalmente soldadas

Más información www.ar.endress.com/PTP33B

Válvulas de bola automáticas para soldar SMS

	Descripción	Denominación	kvs	A	Tamaño corporal	Número de pieza
	PS4, soldadura, 316L Conexión: Extremos soldados Actuador neumático Material del cuerpo: AISI 316L Auto-SMS-W 76.1x1.6 kv223 Material de la bola de la válvula: AISI 316L Material de las juntas del asiento: TFM1600 (PTFE)	Auto-SMS-W 18X1 KV8	8	sesenta y cinco	DN10	90511-2607
		Auto-SMS-W 25x1.2 kv13	13	70	DN15	90511-2608
		Auto-SMS-W 38x1.2 kv46	46	100	DN25	90511-2609
		Auto-SMS-W 51x1.2 kv82	82	110	DN35	90511-2610
		Auto-SMS-W 63.5x1.6 kv120	120	125	DN40	90511-2611
		Auto-SMS-W 76.1x1.6 kv223	223	150	DN50	90511-2612
		Auto-SMS-W 101.6x2 kv397	397	180	DN65	90524-2268
	Unidad de indicación para actuador neumático El. conexión: conector M12 10-38V CC 3 hilos ¡NOTA! Se deben pedir los 3 números de pieza para obtener la unidad cpl según la imagen.	Tornillos de cabeza M5 x 30 mm	-	-	-	90525-4562
		Sensor inductivo	-	-	-	90512-1023
		Disco y pieza distanciadora	-	-	-	90529-4430



Manual o automática: usted decide

Alfa Laval LKB Válvula de mariposa automática o manual LKB

Concepto

La LKB es una válvula sanitaria de mariposa accionada de forma automática o manual que se utiliza en sistemas de tubos de acero inoxidable.

Principios de funcionamiento

La LKB puede operarse por control remoto (mediante un actuador) o manualmente (utilizando un mango).

El actuador cuenta con tres versiones estándar: normalmente cerrado (NC), normalmente abierto (NA) y activado por aire/aire (A/A).

El actuador ha sido diseñado para que un movimiento axial de un pistón se transforme en un giro de 90° de un eje. El par del actuador se incrementa cuando el disco de la válvula se pone en contacto con la junta de estanqueidad de la válvula de mariposa.

El mango para el manejo manual bloquea de forma mecánica la válvula en su posición de apertura o cierre. Los mangos para las válvulas de tamaño DN125 y DN150, diseñadas para que se bloqueen en dos posiciones intermedias, permiten que la válvula se ajuste para poder regular el caudal.



DATOS TÉCNICOS

Válvula

Presión máx. de producto: 1000 kPa (10 bar)
Presión de producto mín.: Vacío completo
Escala de temperatura: de -10 °C a +95 °C
de temperatura máx. si la
válvula funciona

Actuador

Presión de aire máx.: 700 kPa (7 bar)
Presión de aire mín., NC y NA: 400 kPa (4 bar)
Escala de temperatura: de -25 °C a +90 °C
Consumo de aire (litros de aire libre), Ø 85
mm: 0,24 x p (bar)
Consumo de aire (litros de aire libre), Ø
133 mm: 0,95 x p (bar)
Peso: - Ø 85 mm: 3 kg
- Ø 133 mm: 12 kg.



DATOS FÍSICOS

Cuerpos de válvula

Piezas de acero bañadas por
producto: 1.4307 (304L) o 1.4404 (316L)
Disco: 1.4301 (304) o 1.4404 (316L)
Otras piezas de acero: 1.4301 (304)
Calidades del caucho: Q, EPDM, FPM, HNBR o PFA
Cojinetes para el disco de la
válvula: PVDF
Acabado: Semibrillante

Actuador

Cuerpo del actuador: 1.4307 (304L)
Émbolo: Aleación ligera (para Ø 85 mm: Bronce).
Versión aire/aire
Cierres: NBR

Diseño estándar

La LKB se encuentra disponible en tres versiones, LKB para tubos ISO, LKB-2 para tubos DIN y LKB-F para conexión de brida.

La válvula consta de dos medios cuerpos de válvula, disco de válvula, cojinetes para el vástago del disco y junta de estanqueidad. La LKB-F contiene también dos bridas y dos juntas de estanqueidad de brida. La válvula está montada con tornillos y tuercas.

Dos tamaños de actuadores, $\varnothing$ 85 mm y $\varnothing$ 133 mm, cubren todos los tamaños de válvulas. El actuador se encuentra disponible en dos versiones, LKLA y LKLA-T.

El actuador se acopla a la válvula mediante un soporte y tornillos. (Asimismo, el actuador puede acoplarse a válvulas de bola mediante soportes especiales.)

El mango para el manejo manual se acopla a la válvula mediante un sistema de caperuza/bloque y un tornillo.

La válvula tiene extremos soldados estándar, pero la LKB y la LKB-2 pueden suministrarse con conexiones.

Opciones

- A. Piezas macho o revestimientos de abrazadera de conformidad con la normativa en vigor.
- B. ThinkTop® para control e indicación.*
- C. Unidad de indicación con microinterruptores.*
- D. Unidad de indicación con interruptores de proximidad inductivos.*
- E. Unidad de indicación con interruptores de proximidad Hall.*
- F. Unidad de indicación a prueba de explosión con interruptores de proximidad inductivos.*
- G. Soporte para el actuador. (También para válvulas de bola).
- H. Mango con dos o cuatro posiciones (estándar en DN125 y DN150).
- I. Mango para indicación de posición eléctrica.
- J. Mango con posiciones intermedias infinitas (excepto para DN125 y DN150).
- K. Mango multiposición**.
- L. Mango multiposición con bloqueo. El candado puede montarse tal y como se muestra en la figura 3.

Nota: El candado no se incluye en el envío.

M. Caperuza especial para posición de mango girada 90°.

N. Herramienta de servicio para el actuador.

O. Herramienta de servicio para ajustar discos de válvula de 25-38 mm (DN25 - DN40).

* Para obtener más información, consulte el catálogo del producto, capítulo "Control e indicación".

** Se puede montar un candado en el mango multiposición con bloqueo tal y como se muestra en la figura de enfrente.

Nota: El candado no se incluye en el envío.

Nota:

Para obtener más detalles, consulte también ESE02446.

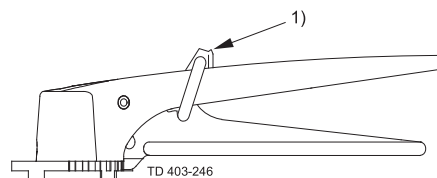


Fig. 1. Mango multiposición con bloqueo con candado.

1. Candado

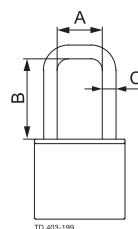


Fig. 2. Dimensiones: candado.

A. Mín. 20 mm

B. Mín. 35 mm

C. $\varnothing$ 6 mm

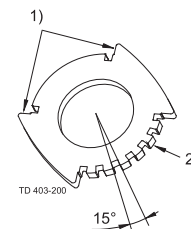
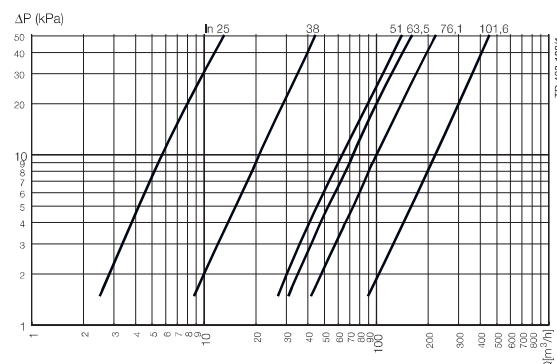


Fig. 3. Caperuza de posicionamiento.

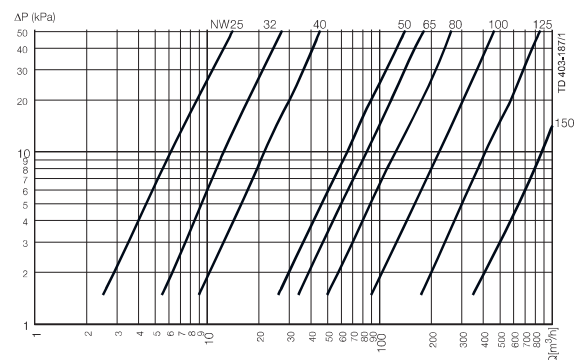
1. Conectado/Desconectado

2. Multiposición

Diagramas de capacidad/caída de presión



LKB y LKB-F completamente abiertas



LKB-2 y LKB-F completamente abiertas

NOTA:

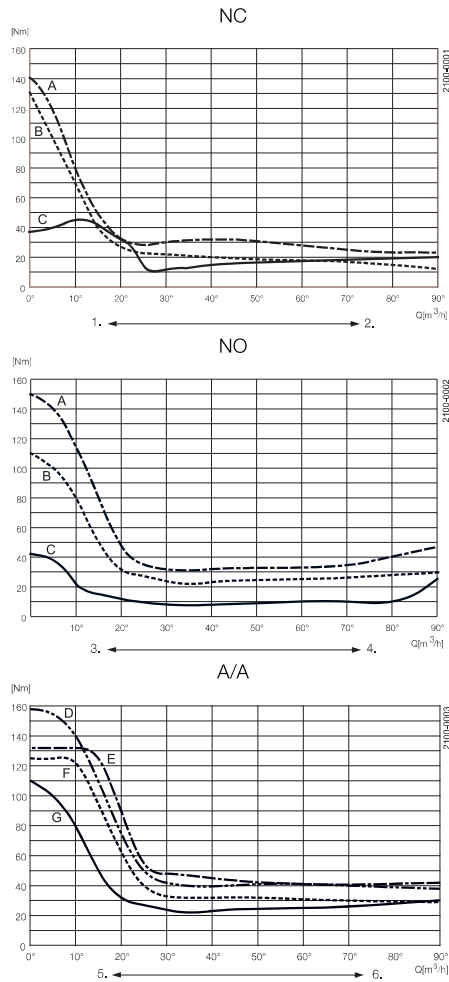
Para los diagramas, se aplica lo siguiente:

Medio: Agua (20 °C)(68 °F).

Medida: De conformidad con VDI 2173.

Diagramas de par (actuador)

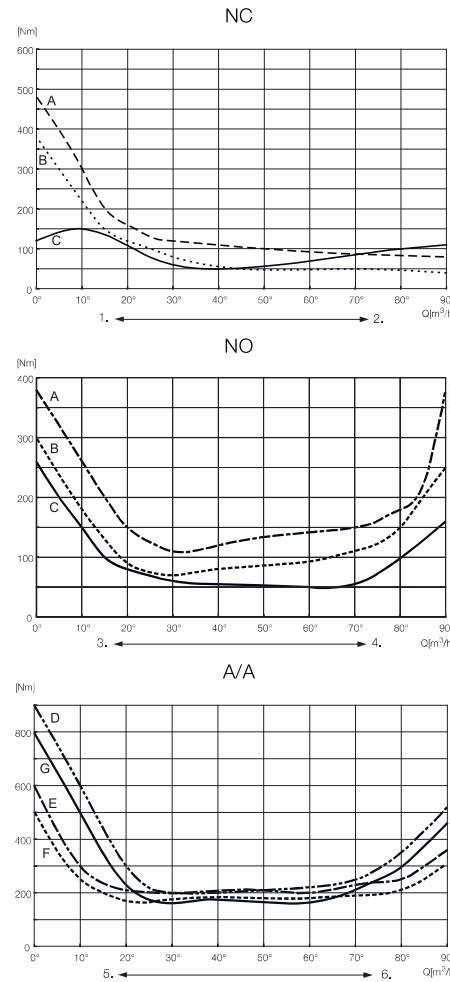
LKLA ø 85 mm:



A = 6 bares de presión de aire
B = 5 bares de presión de aire
C = Cierre/apertura con muelle

D = 6 conexión de bares de presión de aire en la parte superior
E = 6 conexión de bares de presión de aire en la parte inferior
F = 5 conexión de bares de presión de aire en la parte superior
G = 5 conexión de bares de presión de aire en la parte inferior

LKLA ø 133 mm:



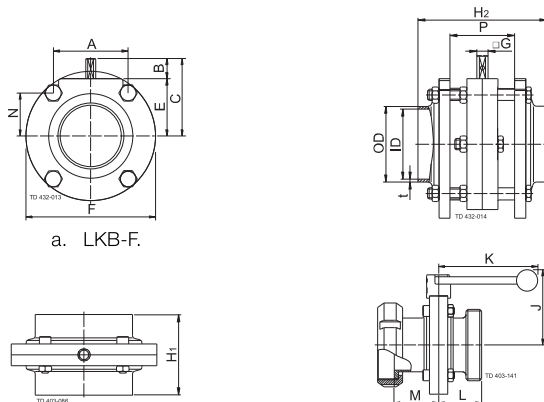
Movimiento angular del actuador:
1. Cierre: activado por muelle
2. Apertura: activada por aire
3. Cierre: activado por aire
4. Apertura: activada por muelle
5. Cierre
6. Apertura

Valores de par (para girar el disco de la válvula en una junta de estanqueidad seca)

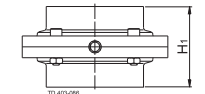
Tamaño	Máx. Nm
25 mm/DN25	15
DN32	15
38 mm/DN40	15
51 mm/DN50	20
63,5 mm/DN65	25
76 mm/DN80	30
101,6 mm/DN100	35
DN125	50
DN150	120

Dimensiones de la válvula (mm)

Fig. 1. Dimensiones: Válvula.



a. LKB-F.

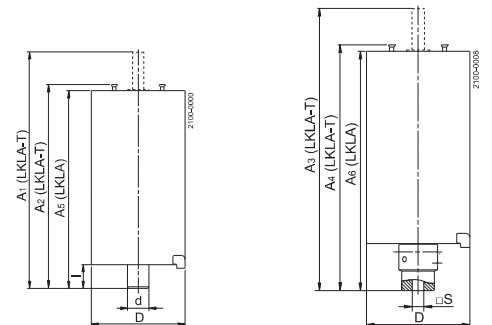


b. LKB con extremos para soldar.

Nota: LKB tamaños DN 125 y 150 tienen seis tornillos.

c. LKB con pieza macho / tuerca y revestimiento.

Fig. 2. Dimensiones: Actuador



a. Sin acoplamiento.
a1 = d

b. Con acoplamiento.
b1 = □S

Dimensiones (mm): Válvula

LKB, LKB-2, LKB-F:

Tamaño	25	38	51	63.5	76.1	101.6	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	25	32	40	50	65	80	100	125	150
A	42.0	42.0	61.0	61.0	79.5	106.0	42.0	42.0	42.0	61.0	61.0	79.0	106.0	106.0	98.0
B	15.5	16.7	16.6	17.5	16.6	16.0	14.7	15.9	16.7	16.6	17.5	16.0	16.0	18.0	18.0
C	49.0	49.0	58.5	69.5	73.5	93.0	48.0	49.0	54.0	63.0	75.0	79.0	93.0	115.0	122.0
OD	25.6	38.6	51.6	64.1	76.6	102.2	30.0	36.0	42.0	54.0	70.0	85.0	104.0	129.0	154.0
ID	22.5	35.5	48.5	60.5	72.0	97.6	26.0	32.0	38.0	50.0	66.0	81.0	100.0	125.0	150.0
t	1.55	1.55	1.55	1.8	2.3	2.3	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
E	32.5	32.5	42.0	52.0	57.0	77.0	33.3	33.3	37.7	46.6	57.3	63.0	77.0	96.7	104.0
F	78.0	78.0	99.0	117.0	132.0	169.0	79.0	79.0	86.5	105.7	125.0	143.0	169.0	199.0	216.0
G	8.0	8.0	8.0	8.0	10.0	12.0	8.0	8.0	8.0	8.0	10.0	10.0	12.0	14.0	15.0
H ₁	47.0	47.0	52.0	54.0	62.0	80.0	47.0	47.0	47.0	52.0	62.0	64.0	80.0	110.0	80.0
H ₂	83.0	83.0	92.0	92.0	114.0	132.0	83.0	83.0	83.0	92.0	114.0	116.0	132.0	136.0	152.0
J	82.0	82.0	92.0	102.0	107.0	127.0	74.0	74.0	78.0	88.0	98.0	104.0	118.0	150.0	161.0
K	120.0	120.0	120.0	120.0	162.0	162.0	120.0	120.0	120.0	120.0	162.0	162.0	162.0	223.0	338.0
L IDF/ISO	45.0	45.0	47.5	48.5	52.5	61.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M IDF/ISO	55.5	55.5	58.0	59.0	63.0	81.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
L DS	42.0	43.5	46.0	51.0	55.0	64.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M DS	54.5	54.5	57.0	59.0	63.0	72.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
L SMS	38.5	43.5	46.0	51.0	55.0	75.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M SMS	51.0	52.5	55.0	56.0	61.0	72.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
L BS	45.7	45.7	48.2	49.2	53.2	67.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M BS	50.5	50.5	53.0	54.0	58.0	71.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
L DIN	45.5	45.5	48.0	52.0	61.0	70.0	40.0	40.0	37.0	37.0	43.0	48.0	51.0	55.0	115.0
M DIN	61.5	61.5	66.0	67.0	71.0	83.0	45.5	48.5	49.5	54.0	63.0	69.0	84.0	89.0	77.0
L Abrazadera	45.0	45.0	47.5	48.5	52.5	61.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N	26.5	26.5	30.5	40.5	43.5	53.0	27.3	27.3	31.7	35.1	45.8	49.5	53.0	72.7	85.0
P	42.0	42.0	46.0	46.0	58.0	58.0	42.0	42.0	42.0	46.0	58.0	58.0	58.0	62.0	78.0
Peso LKB-F (kg)	1.6	1.3	2.1	2.9	5.0	7.9	1.6	1.6	1.7	2.6	4.7	5.8	7.9	11.7	12.3
Peso LKB/ LKB-2 (kg)	1.2	1.0	1.5	2.1	3.0	4.7	1.2	1.1	1.3	1.8	3.0	3.5	5.1	7.5	9.0

NOTA: Los pesos corresponden a las válvulas con mangos y extremos para soldar.

Dimensiones (mm): Actuador
LKLA y LKLA-T:

Válvula tamaño	25-63.5 DN25-50	76.1 DN65-80	101.6 DN100	101.6 DN100	DN125	DN125	DN150	DN150
A ₁	244	242	242	363	246	363	246	363
A ₂	193	191	191	316	195	316	195	316
A ₃	244	244	244	337	244	337	244	337
A ₄	173	173	173	290	173	290	173	290
D	85	85	85	133	85	133	85	133
d	17	17	17	30	20	30	20	30
l	16.5	16.5	16.5	34	16.5	34	16.5	34
S	8	10	12	12	14	14	15	15
Función	NC,NO,A/A	NC,NO,A/A	NC,NO,A/A	NC,NO,A/A	A/A	NC,NO,A/A	A/A	NC,NO,A/A

Conexiones

Aire comprimido

R1/8" (BSP), roscado interno.

Fristam shear pumps FSP

A three-dimensional shearing process to continuously produce perfect blends of consistent quality. Hygienic, effective, robust, highly economical. Fristam shear pumps achieve incomparably homogenous products, reducing raw material input while considerably shortening processing times.

EXCEPTIONAL PRODUCT TEXTURE

Fristam's FSP enables you to blend multiphase products efficiently, producing inseparable emulsions and absolutely homogenous end products. They prevent lumps and agglomerates in your product and produce consistent, repeatable results.

By improving disaggregation of ingredients, the shear pumps provide for considerable savings of raw materials.

Compared with conventional dissolving processes in large tanks or boilers, the use of Fristam's FSP can cut processing times significantly.

The shear pumps are suitable for various batch sizes, and are fully CIP-capable.

CUSTOMISED USES

As application possibilities vary in type and complexity, we offer process-oriented customised solutions, ranging from single units to large in-line installations.

SPECIFIC CONSTRUCTION

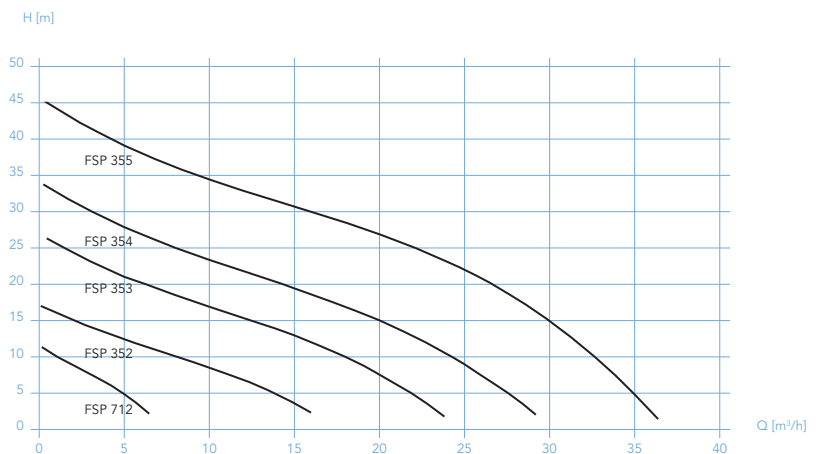
Fristam shear pumps were developed based on our proven centrifugal pumps of the FP series. In place of their impeller, a rotor-and-stator system draws inhomogeneous products through shearing clearances of just 0.3 mm at tip speeds of up to 38 m/s.

As a result of extremely high flow rates in the rotor-and-stator system, and the high shear rates of up to 125,000 1/s, multiphase products are blended with supreme efficiency.



TECHNICAL DETAILS

- 5 different sizes
- Impeller Ø from 130 to 250 mm
- Shear rates up to 125,000 1/s
- Revolution speed up to 5,800 rpm
- Viscosities up to 100,000 mPa s

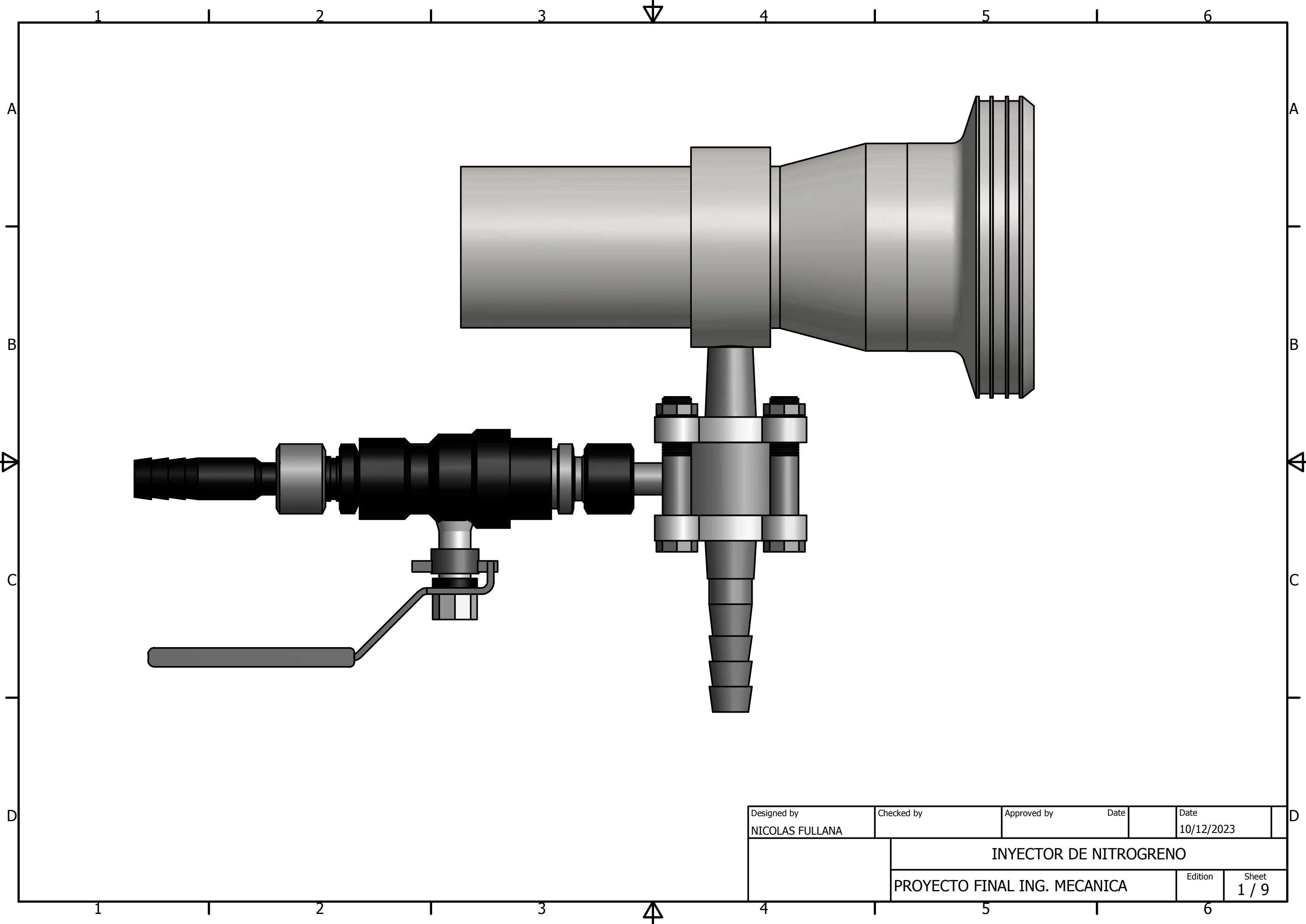


Characteristic curves of the Fristam series FSP

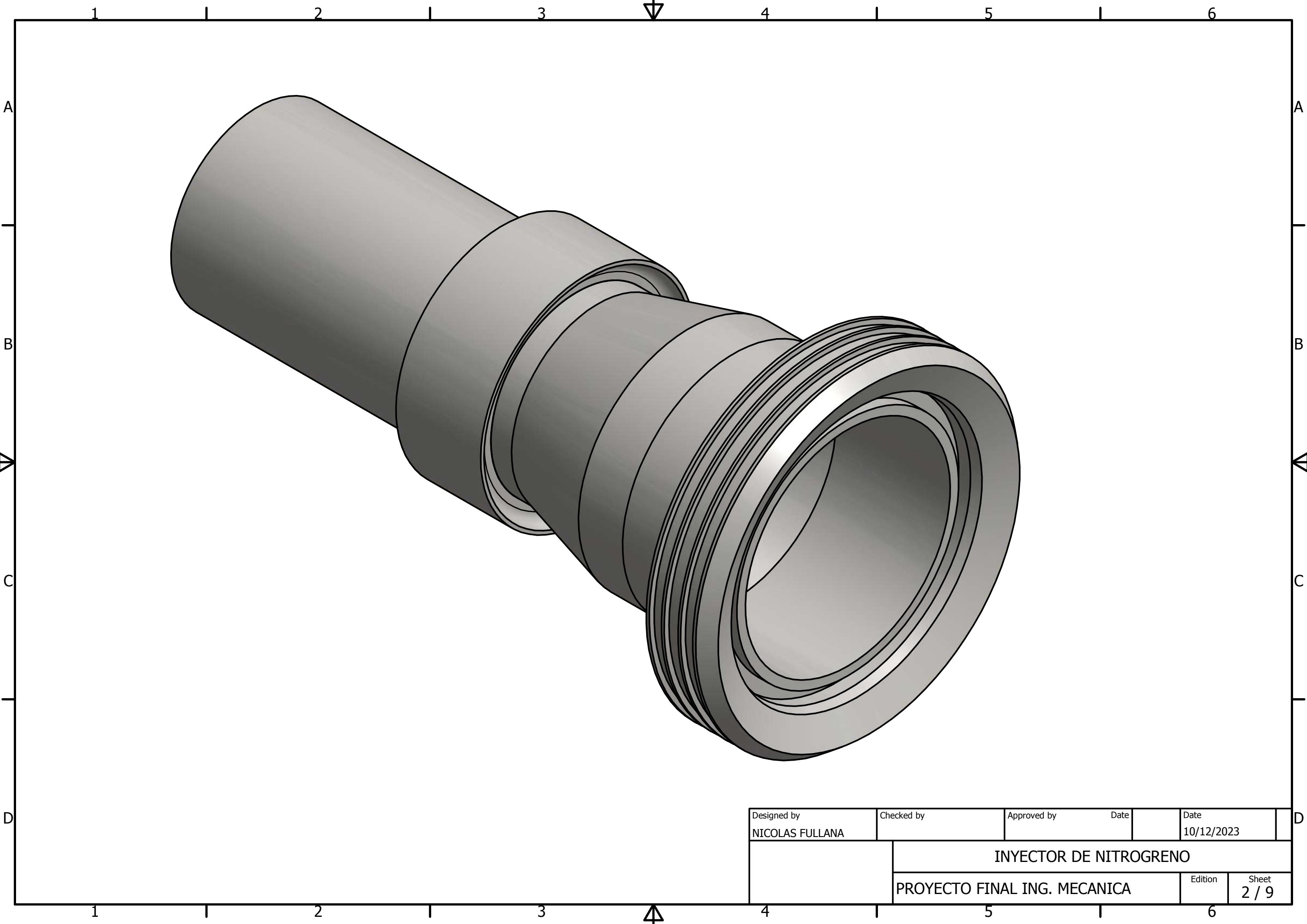


Rotors from the Fristam series FSP

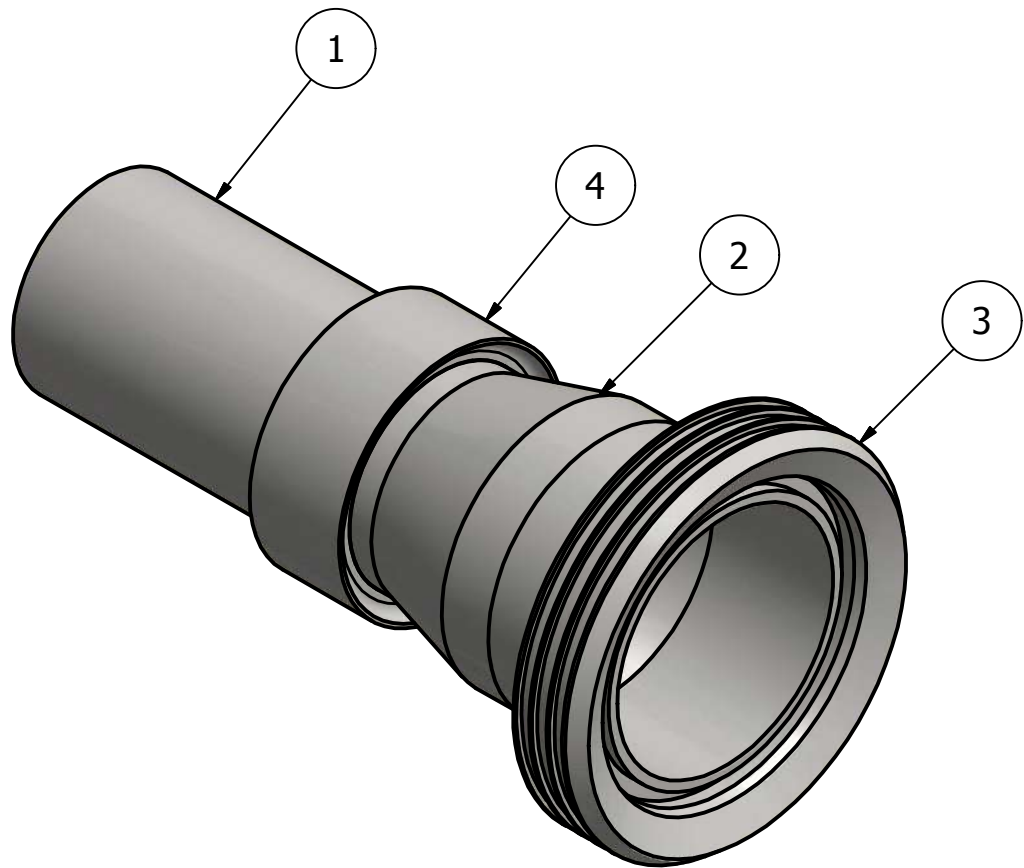
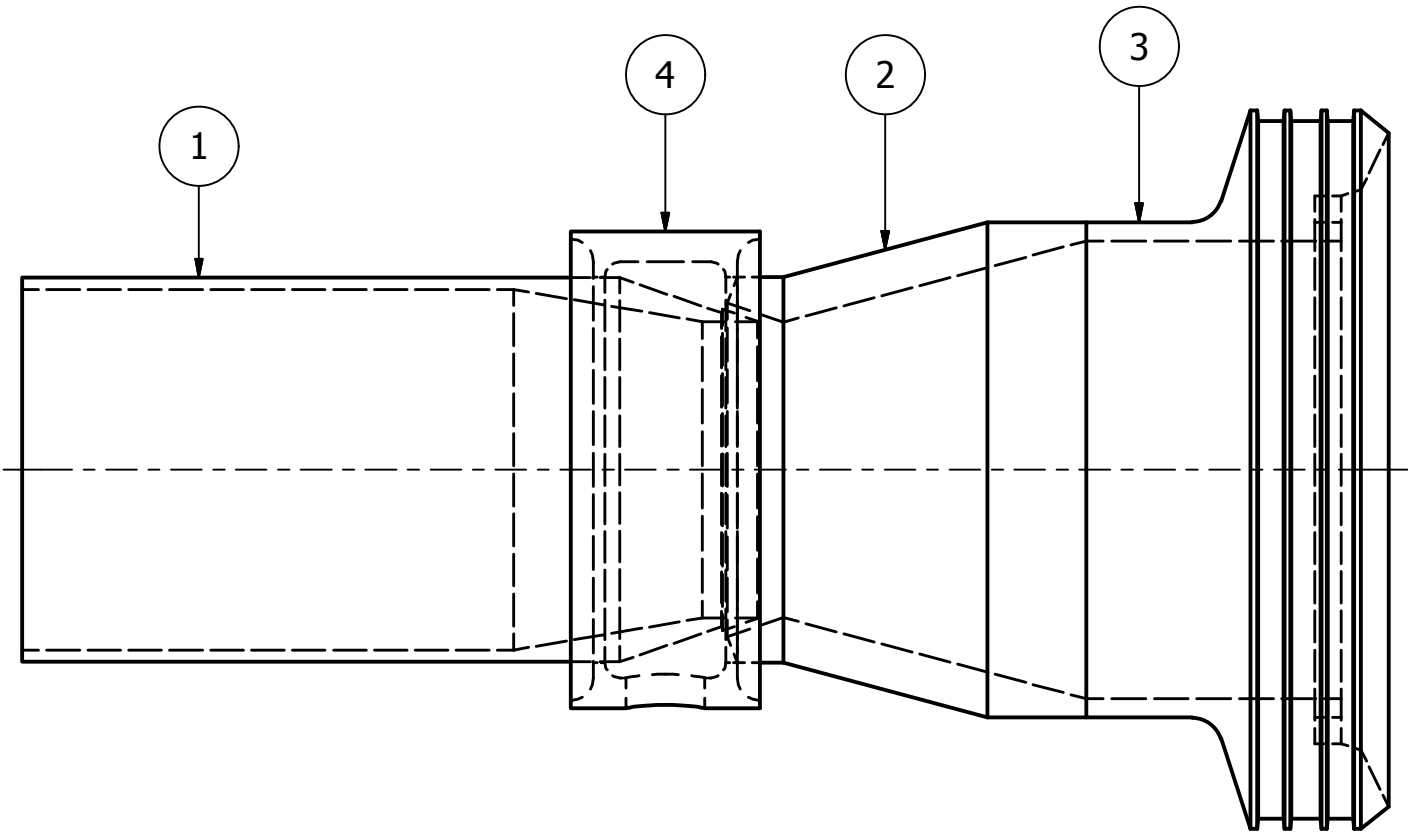
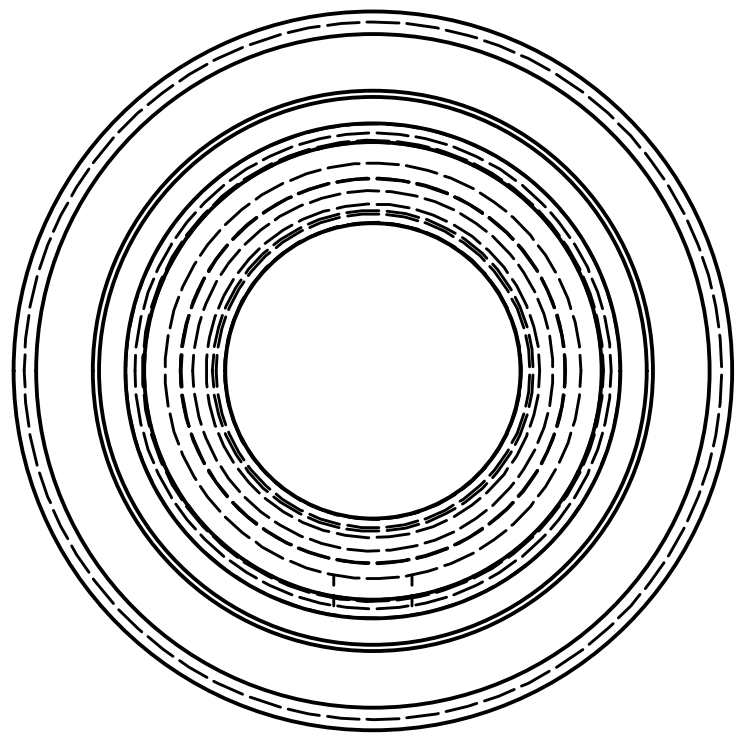
A3: Planimetría inyector de Nitrógeno



Designed by NICOLAS FULLANA	Checked by	Approved by	Date		Date 10/12/2023	
		INYECTOR DE NITROGENO				
		PROYECTO FINAL ING. MECANICA			Edition	Sheet 1 / 9

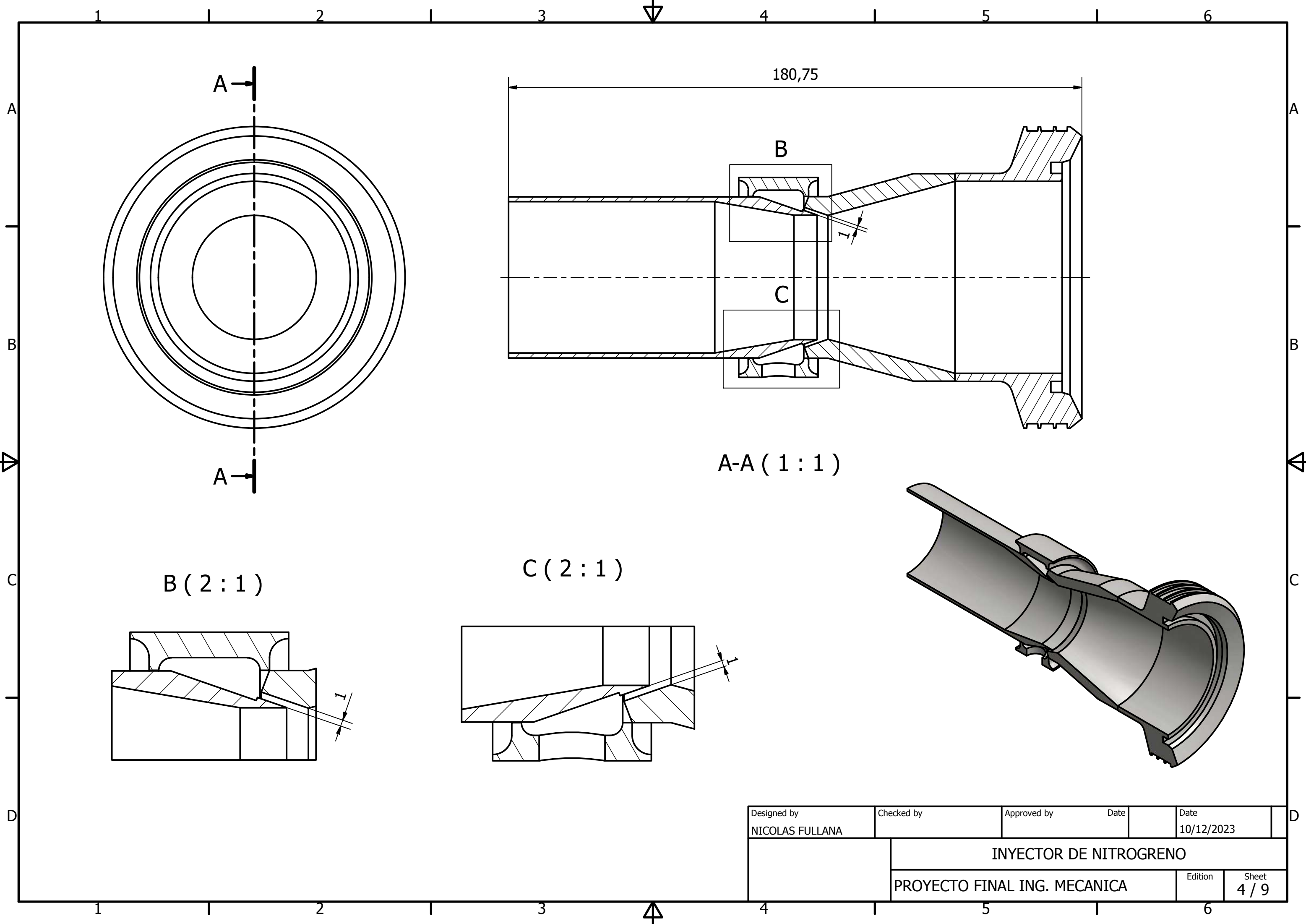


Designed by NICOLAS FULLANA	Checked by	Approved by	Date 10/12/2023
INYECTOR DE NITROGRENO			
PROYECTO FINAL ING. MECANICA			Edition 2 / 9

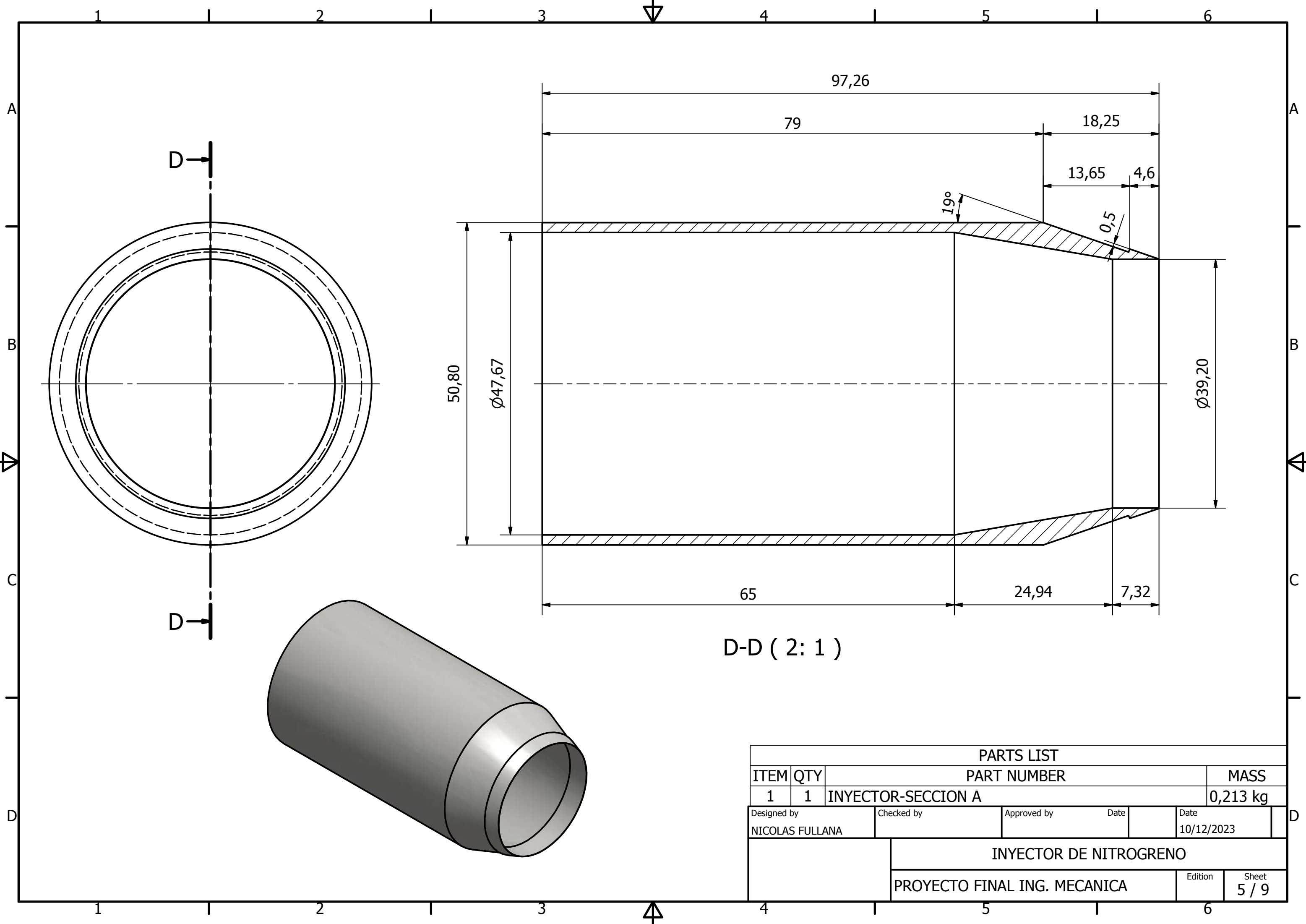


PARTS LIST			
ITEM	QTY	PART NUMBER	MASS
1	1	INYECTOR-SECCION A	0,213 kg
2	1	INYECTOR-SECCION B	0,327 kg
3	1	INYECTOR-SECCION D	0,595 kg
4	1	INYECTOR-SECCION C	0,133 kg

Designed by NICOLAS FULLANA	Checked by	Approved by	Date 10/12/2023	
INYECTOR DE NITROGRENO				
PROYECTO FINAL ING. MECANICA			Edition	Sheet 3 / 9

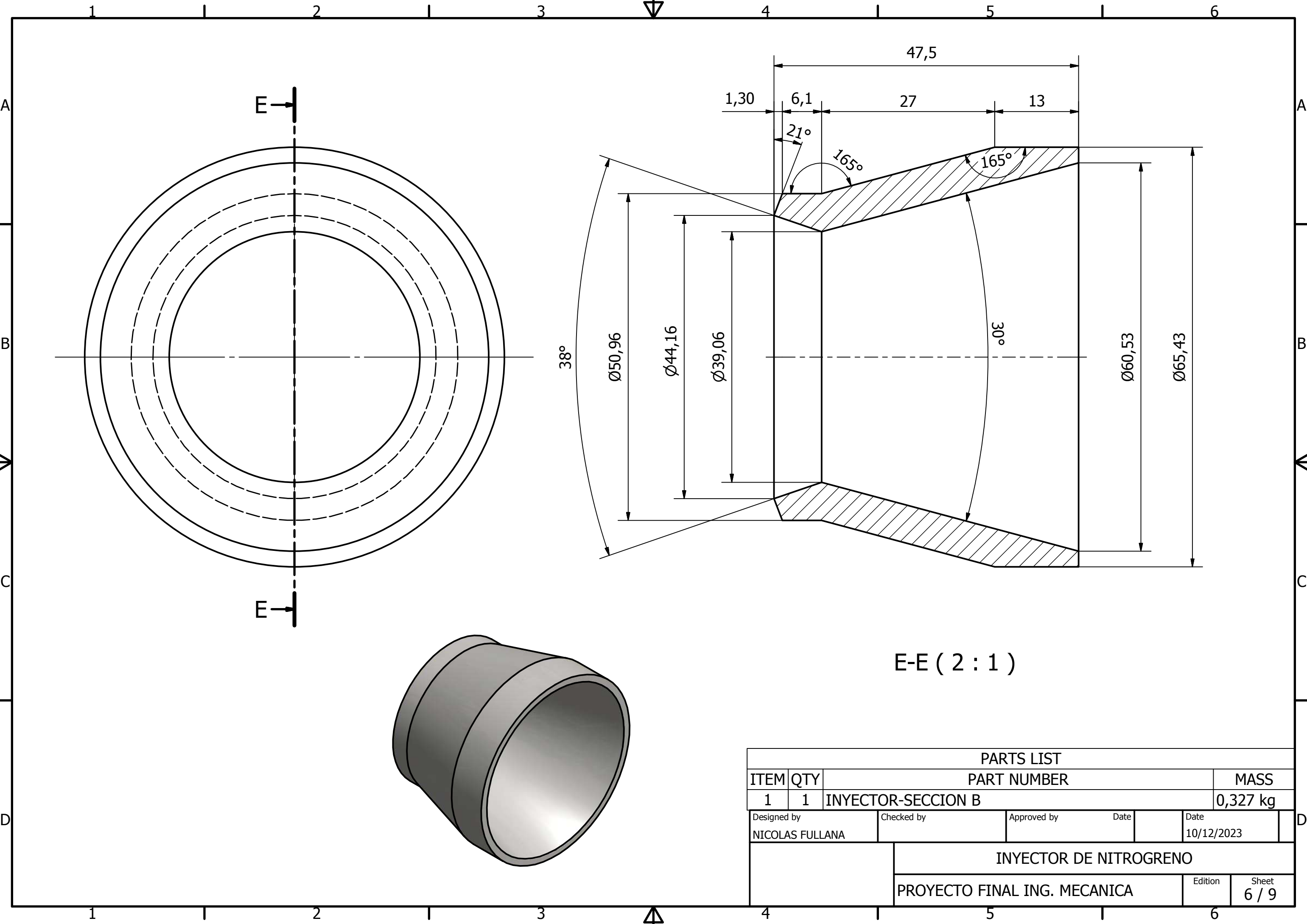


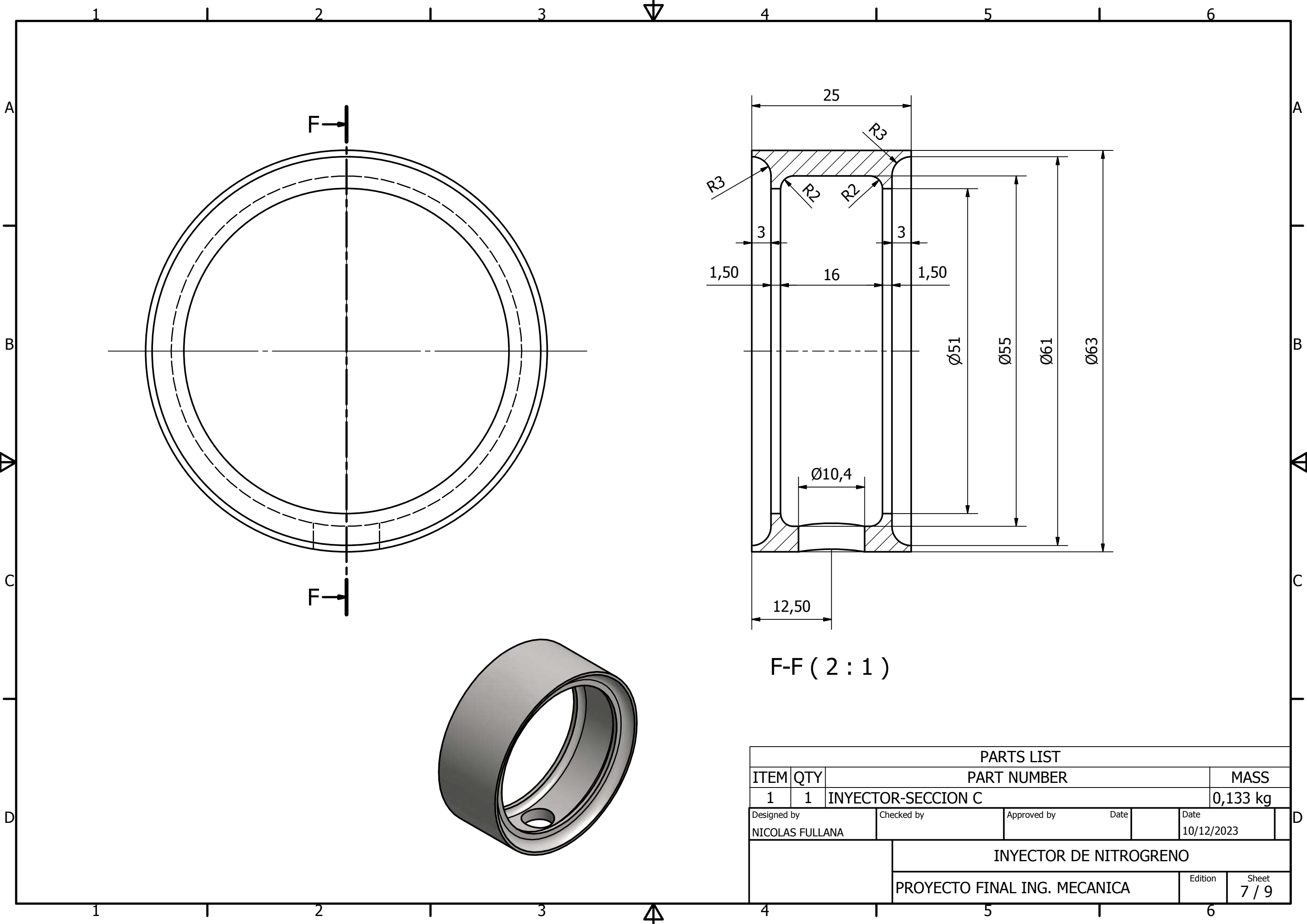
Designed by NICOLAS FULLANA	Checked by	Approved by	Date 10/12/2023	
INYEKTOR DE NITROGRENO				
PROYECTO FINAL ING. MECANICA			Edition	Sheet 4 / 9



D-D (2: 1)

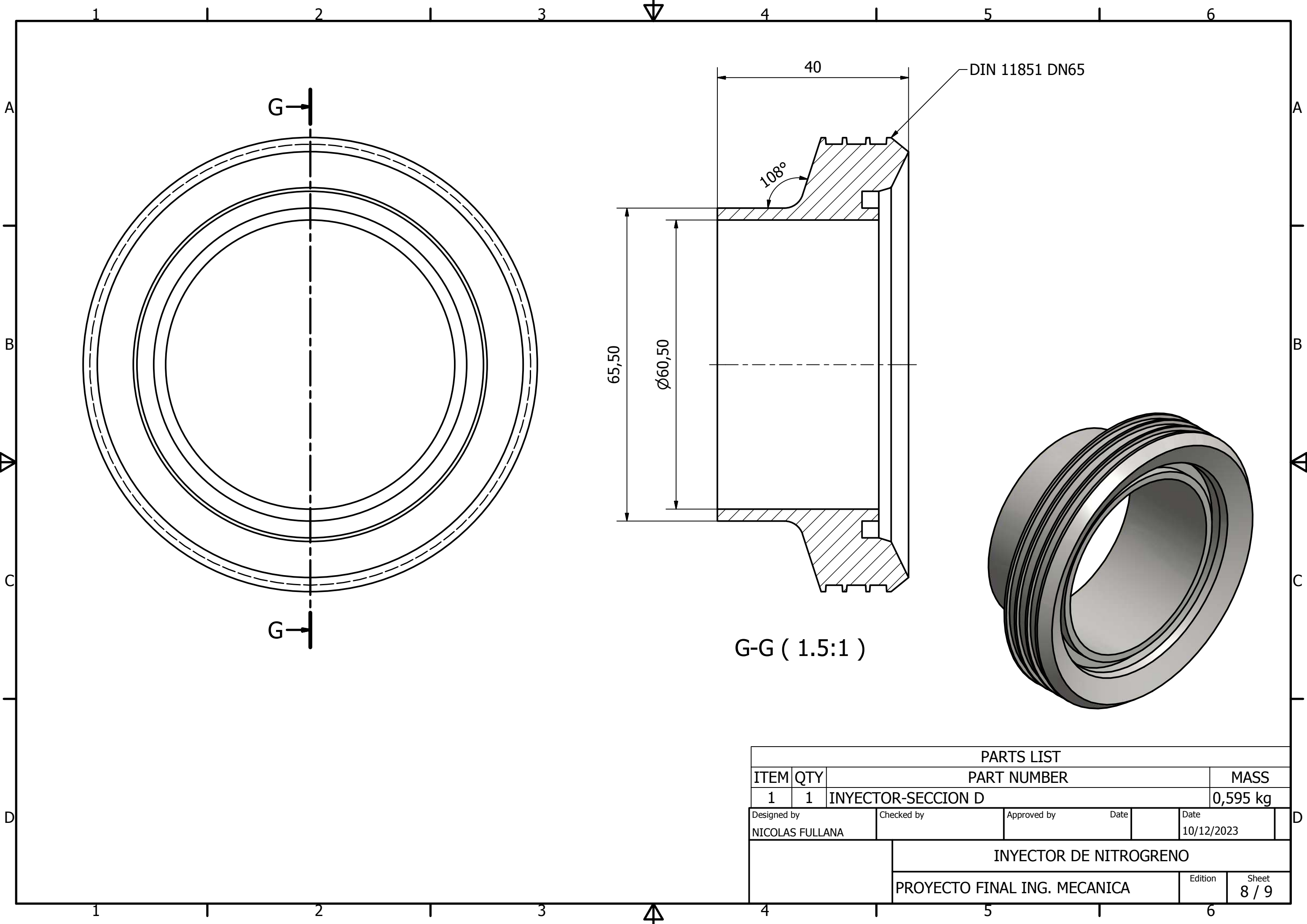
PARTS LIST					
ITEM	QTY	PART NUMBER			MASS
1	1	INYEKTOR-SECCION A			0,213 kg
Designed by		Checked by		Approved by	Date
NICOLAS FULLANA					10/12/2023
		INYEKTOR DE NITROGRENO			
		PROYECTO FINAL ING. MECANICA			Edition Sheet 5 / 9

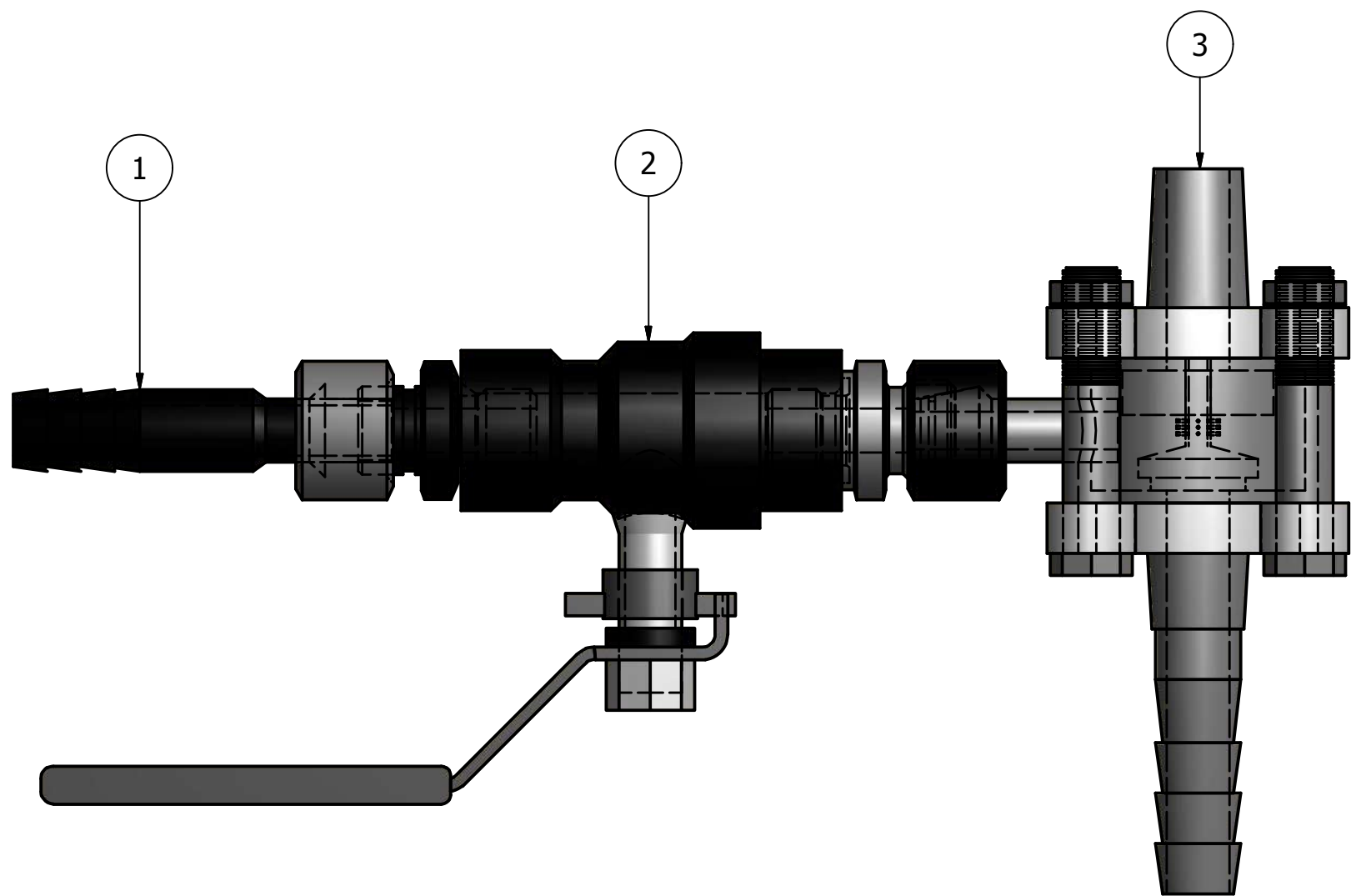




F-F (2 : 1)

PARTS LIST					
ITEM	QTY	PART NUMBER			MASS
1	1	INYEKTOR-SECCION C			0,133 kg
Designed by		Checked by		Approved by	Date
NICOLAS FULLANA					10/12/2023
		INYEKTOR DE NITROGRENO			
		PROYECTO FINAL ING. MECANICA			Edition Sheet 7 / 9





PARTS LIST					
ITEM	QTY	PART NUMBER			MASS
1	1	ACOMPLE DENTADO COMERCIAL			
2	1	VALVULA ESFERICA DE 1/2 PULGADA COMERCIAL			
3	1	VALVULA DE RETENCION HAM-LET 1/2 PULGADA			
Designed by		Checked by		Approved by	Date
NICOLAS FULLANA					10/12/2023
		INYECTOR DE NITROGRENO			
		PROYECTO FINAL ING. MECANICA			Edition Sheet 9 / 9