## ÍNDICE DE REVISÕES

| REV. | DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS |
|---|---|
| 0 | Emissão original. |

| | REV. 0 | REV. A | REV. B | REV. C | REV. D | REV. E | REV. F | REV. G | REV. H |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DATA | 30/06/2023 | | | | | | | | |
| EXECUÇÃO | TDQ7 | | | | | | | | |
| VERIFICAÇÃO | C263 | | | | | | | | |
| APROVAÇÃO | TRL5 | | | | | | | | |


DE ACORDO COM O DOCUMENTO PE-3TP-00218 AS INFORMAÇÕES DESTE DOCUMENTO SÃO PROPRIEDADE DA TRANSPETRO, SENDO PROIBIDA A.

UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE. FORMULÁRIO PERTENCENTE A PETROBRAS N-381 REV M.

## SUMÁRIO


1. OBJETIVO.....3
2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA.....3
3. DIMENSIONAMENTO.....3

## 1. OBJETIVO

Este documento tem por objetivo descrever o dimensionamento preliminar dos medidores de vazão do tipo Coriolis nas linhas de óleo combustível e MGO que serão fornecidos no conjunto das EMEDs (Estações de Medição). Estas serão instaladas na entrada do acesso aos píeres, em razão do projeto de abastecimento de bunker no píer de rebocadores.

O dimensionamento deverá ser confirmado pelo fornecedor, e tem o objetivo de identificar preliminarmente o espaço requerido no projeto, bem como eventual divisão de tramos, em razão da seleção.

## 2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

1. RL-4200.02-6440-940-PTD-001_RB Adequações do píer de rebocadores para abastecimento de bunker – Projeto conceitual.
2. ET-4000.00-6250-800-PTD-002_R0 Estação de medição de petróleo, derivados e biocombustíveis

## 3. DIMENSIONAMENTO

### 3.1. Premissas e condições

Conforme definido na referência 1, as seguintes premissas se aplicam ao projeto.

- Faixa de vazão para o píer de barcaça:
  - MF/VLSFO 100-600 m³/h
  - MGO 100-300 m³/h
- Faixa de vazão para o píer principal:
  - MF/VLSFO 100-600 m³/h
  - MGO 100-440 m³/h

Os seguintes dados dos produtos se aplicam:

- MF/VLSFO
  - Massa específica 880 a 980 kg/m³ @ 30°C
  - Viscosidade 20 a 1554 cSt na temperatura de operação
  - Pressão de vapor 0,02 kgf/cm²a
- MGO
  - Massa específica 880 kg/m³ @ 30°C
  - Viscosidade 6 cSt na temperatura de operação
  - Pressão de vapor 0,02 kgf/cm²a

O tipo de medidor fora indicado no projeto conceitual, sendo selecionado o Coriolis para o MF/VLSFO conforme indicado na N-1882 para produtos de alta viscosidade, medição mássica e pouca disponibilidade de trecho reto.

Em razão de padronização e pouca disponibilidade de espaço (sem trecho reto e filtro), seleciona-se também o Coriolis para o MGO.

Conforme 2, as seguintes condições se aplicam ao instrumento:

- EMA menor ou igual a ±0,2%
- EMA menor ou igual a ±1 kg/m³
- Linearidade máxima de ±0,15%

3.2. Cálculo para MF/VLSFO

A pré-seleção foi realizada pela ferramenta de dimensionamento e seleção da Emerson, resultando no modelo Micro Motion Elite CMFH4M com conexão DN 10”, com perda de carga de 0,74 kgf/cm² na vazão máxima para viscosidade de 1554 cSt e 0,1 kgf/cm² para 20 cSt.

# Micro Motion Calculation Summary

| | |
|---|---|
| **Date:** | 07/28/23 |
| **Company:** | Petrobras |
| **Project Name:** | Especificação de Medidores Coriolis |
| **Service:** | |
| **Sensor Model #:** | CMFHC4M841N2BIP3ZZ |
| **Sensor Tag(s):** | |
| **Transmitter Model #:** | 5700R12ABEAZZZAAZZZTG |
| **Transmitter Tag(s):** | |
| **Wetted Material:** | 316L stainless steel |
| **Fluid:** | OC |
| **Fluid State:** | Liquid |
| **Mass Flow Accuracy at Operating. Flow (+/- % of Rate):** | 0,11324 |
| **Density Accuracy at all Rates ( +/- ):** | 0,00020 g/cm3 |
| **Pressure Drop at Operating Flow:** | 0,00483 bar |
| **Sensor Minimum Pressure at operating conditions:** | bar-g |
| **Velocity at Operating Flow:** | 0,86629 m/sec |

| | Min | Operating* | Max | Design | Units |
|---|---|---|---|---|---|
| **Flow Rate:** | | 100,000 | 600,000 | | m3/hr |
| **Pressure:** | | 5,000 | | | bar-g |
| **Process Fluid Temperature:** | | 25,000 | | | C |
| **Ambient Temperature:** | | 25,000 | | | C |
| **Density:** | | 0,880 | 0,991 | | g/cm3 |
| **Viscosity:** | | 20,000 | 1554,000 | | centistokes |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Gas only** | **Base Reference Temperature:** F | | Density: | |
| | **Base Reference Pressure:** psia | | | |
| | **Base Reference Density:** g/cm3 | | | |

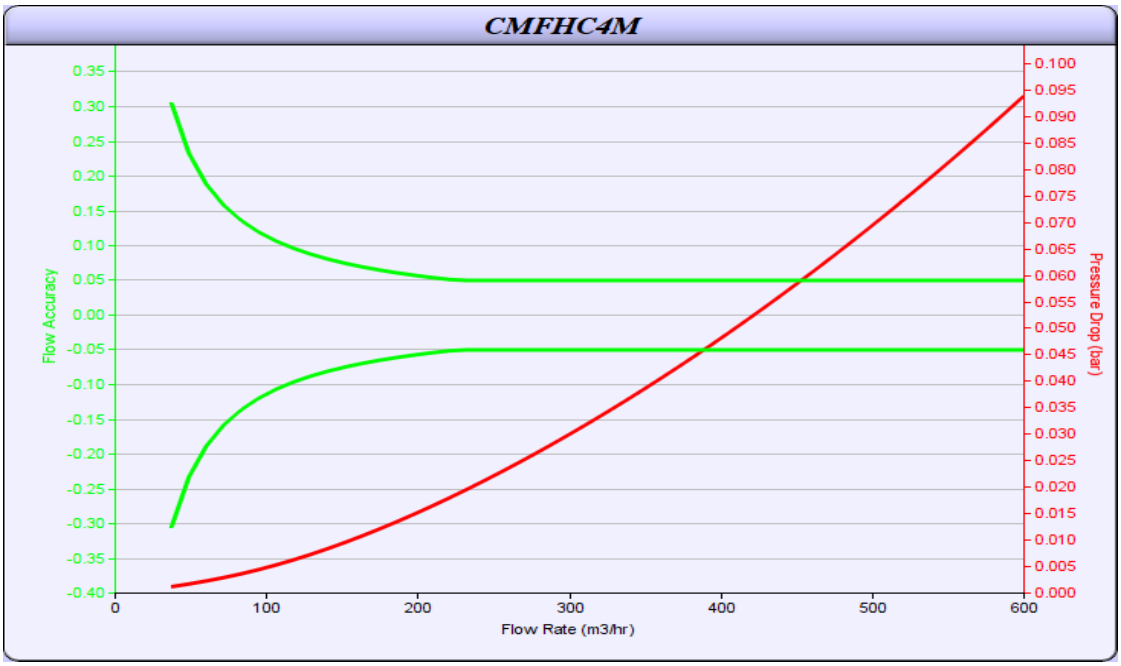
| | |
|---|---|
| **Process Connection:** | 10-inch CL150 ASME B16.5 F316/F316L Weld neck flange Raised face |
| **Process Connection Pressure Rating:** | 18,961 bar-g |
| **@ Temperature:** | 25,000 C |

| Flow Rate m3/hr | Mass Flow Accuracy +/- % of Rate | Pressure Drop* bar | Velocity* m/sec | Re |
|---|---|---|---|---|
| 600,000 | 0,050 | 0,094 | 5,198 | 37131,512 |
| 543,711 | 0,050 | 0,080 | 4,710 | 33648,033 |
| 487,422 | 0,050 | 0,067 | 4,223 | 30164,553 |
| 431,134 | 0,050 | 0,054 | 3,735 | 26681,074 |
| 374,845 | 0,050 | 0,043 | 3,247 | 23197,594 |
| 318,556 | 0,050 | 0,033 | 2,760 | 19714,115 |
| 262,267 | 0,050 | 0,024 | 2,272 | 16230,635 |
| 205,979 | 0,055 | 0,016 | 1,784 | 12747,156 |
| 149,690 | 0,076 | 0,009 | 1,297 | 9263,676 |
| 100,000 | 0,113 | 0,005 | 0,866 | 6188,585 |
| 37,112 | 0,305 | 0,001 | 0,322 | 2296,718 |

*All pressure drop and velocity results are based on the process conditions (except flow rate) that are entered in the Operating column. Estimated pressure drop values represent ANSI B16.5 CL150 flanges in matching nominal line size. Actual pressure drop may vary depending on actual operating conditions and selected process connection.

**Notes:**

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Prepared by:** | | **Project ID:** | 001-20230714-721305 |
| **Instrument Toolkit** | Version: 3.0 (Build223F) | **Application:** | FT - OC (20cSt) |


CMFHC4M
Flow Accuracy
Pressure Drop (bar)
Flow Rate (m3/hr)
0.35
0.30
0.25
0.20
0.15
0.10
0.05
0.00
-0.05
-0.10
-0.15
-0.20
-0.25
-0.30
-0.35
-0.40
0.100
0.095
0.090
0.085
0.080
0.075
0.070
0.065
0.060
0.055
0.050
0.045
0.040
0.035
0.030
0.025
0.020
0.015
0.010
0.005
0.000
0
100
200
300
400
500
600

# Micro Motion Calculation Summary

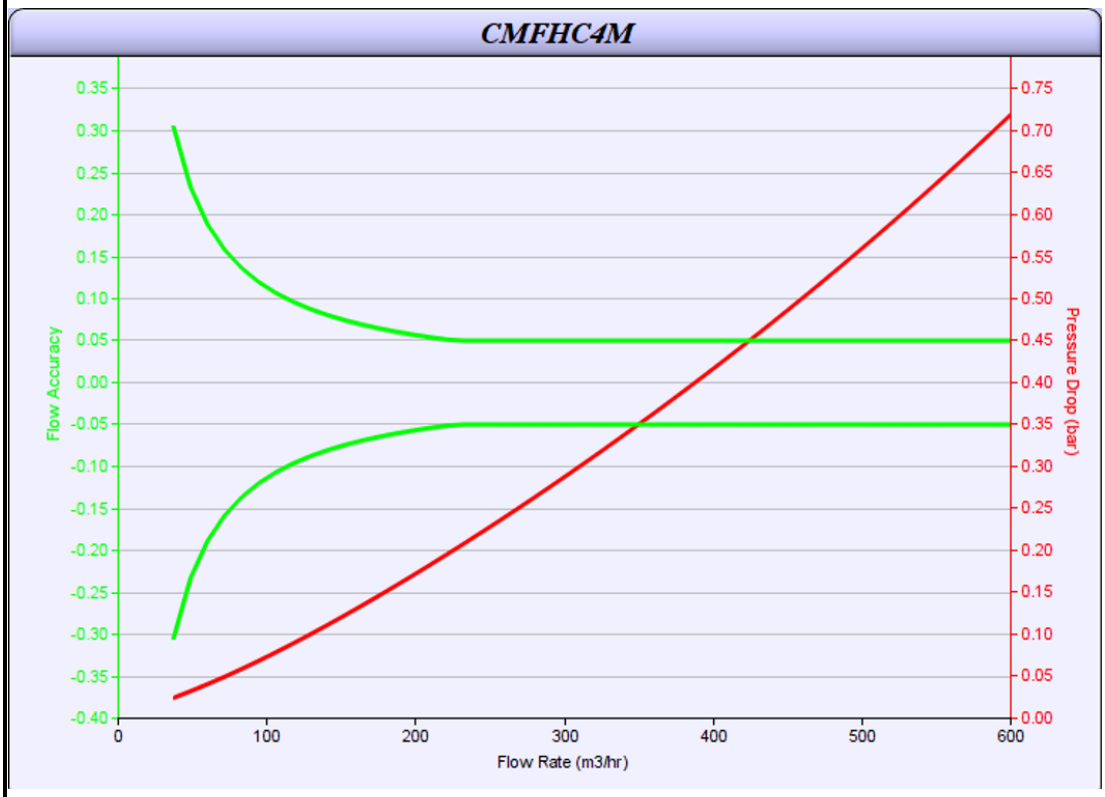
| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Date:** | | 07/28/23 | | | | |
| **Company:** | | Petrobras | | | | |
| **Project Name:** | | Especificação de Medidores Coriolis | | | | |
| **Service:** | | | | | | |
| **Sensor Model #:** | | CMFHC4M841N2BIP3ZZ | | | | |
| **Sensor Tag(s):** | | | | | | |
| **Transmitter Model #:** | | 5700R12ABEAZZZAAZZZTG | | | | |
| **Transmitter Tag(s):** | | | | | | |
| **Wetted Material:** | | 316L stainless steel | | | | |
| **Fluid:** | | OC | | | | |
| **Fluid State:** | | Liquid | | | | |
| **Mass Flow Accuracy at Operating. Flow (+/- % of Rate):** | | 0,11324 | | | | |
| **Density Accuracy at all Rates ( +/- ):** | | 0,00020 | g/cm3 | | | |
| **Pressure Drop at Operating Flow:** | | 0,07331 | bar | | | |
| **Sensor Minimum Pressure at operating conditions:** | | | bar-g | | | |
| **Velocity at Operating Flow:** | | 0,86629 | m/sec | | | |
| | | **Min** | **Operating*** | **Max** | **Design** | **Units** |
| **Flow Rate:** | | | 100,000 | 600,000 | | m3/hr |
| **Pressure:** | | | 5,000 | | | bar-g |
| **Process Fluid Temperature:** | | | 25,000 | | | C |
| **Ambient Temperature:** | | | 25,000 | | | C |
| **Density:** | | | 0,880 | 0,991 | | g/cm3 |
| **Viscosity:** | | | 1554,000 | | | centistokes |
| **Gas only** | **Base Reference Temperature:** F | | | | Density: | |
| | **Base Reference Pressure:** psia | | | | | |
| | **Base Reference Density:** g/cm3 | | | | | |
| **Process Connection:** | | 10-inch CL150 ASME B16.5 F316/F316L Weld neck flange Raised face | | | | |
| **Process Connection Pressure Rating:** | | 18,961 | bar-g | | | |
| **@ Temperature:** | | 25,000 | C | | | |

| Flow Rate m3/hr | Mass Flow Accuracy +/- % of Rate | Pressure Drop* bar | Velocity* m/sec | Re |
|---|---|---|---|---|
| 600,000 | 0,050 | 0,719 | 5,198 | 477,883 |
| 543,711 | 0,050 | 0,628 | 4,710 | 433,051 |
| 487,422 | 0,050 | 0,541 | 4,223 | 388,218 |
| 431,134 | 0,050 | 0,460 | 3,735 | 343,386 |
| 374,845 | 0,050 | 0,383 | 3,247 | 298,553 |
| 318,556 | 0,050 | 0,311 | 2,760 | 253,721 |
| 262,267 | 0,050 | 0,242 | 2,272 | 208,888 |
| 205,979 | 0,055 | 0,179 | 1,784 | 164,056 |
| 149,690 | 0,076 | 0,120 | 1,297 | 119,224 |
| 100,000 | 0,113 | 0,073 | 0,866 | 79,647 |
| 37,112 | 0,305 | 0,024 | 0,322 | 29,559 |

*All pressure drop and velocity results are based on the process conditions (except flow rate) that are entered in the Operating column. Estimated pressure drop values represent ANSI B16.5 CL150 flanges in matching nominal line size. Actual pressure drop may vary depending on actual operating conditions and selected process connection.

**Notes:**

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Prepared by:** | | **Project ID:** | 001-20230714-721305 |
| **Instrument Toolkit** | Version: 3.0 (Build223F) | **Application:** | FT - OC (1554 cSt) |




3.3. Cálculo para MGO

A pré-seleção foi realizada pela ferramenta de dimensionamento e seleção da Emerson, resultando no modelo Micro Motion Elite CMFHC2 com conexão DN 6” e perda de carga máxima de 0,3 kgf/cm².

# Micro Motion Calculation Summary

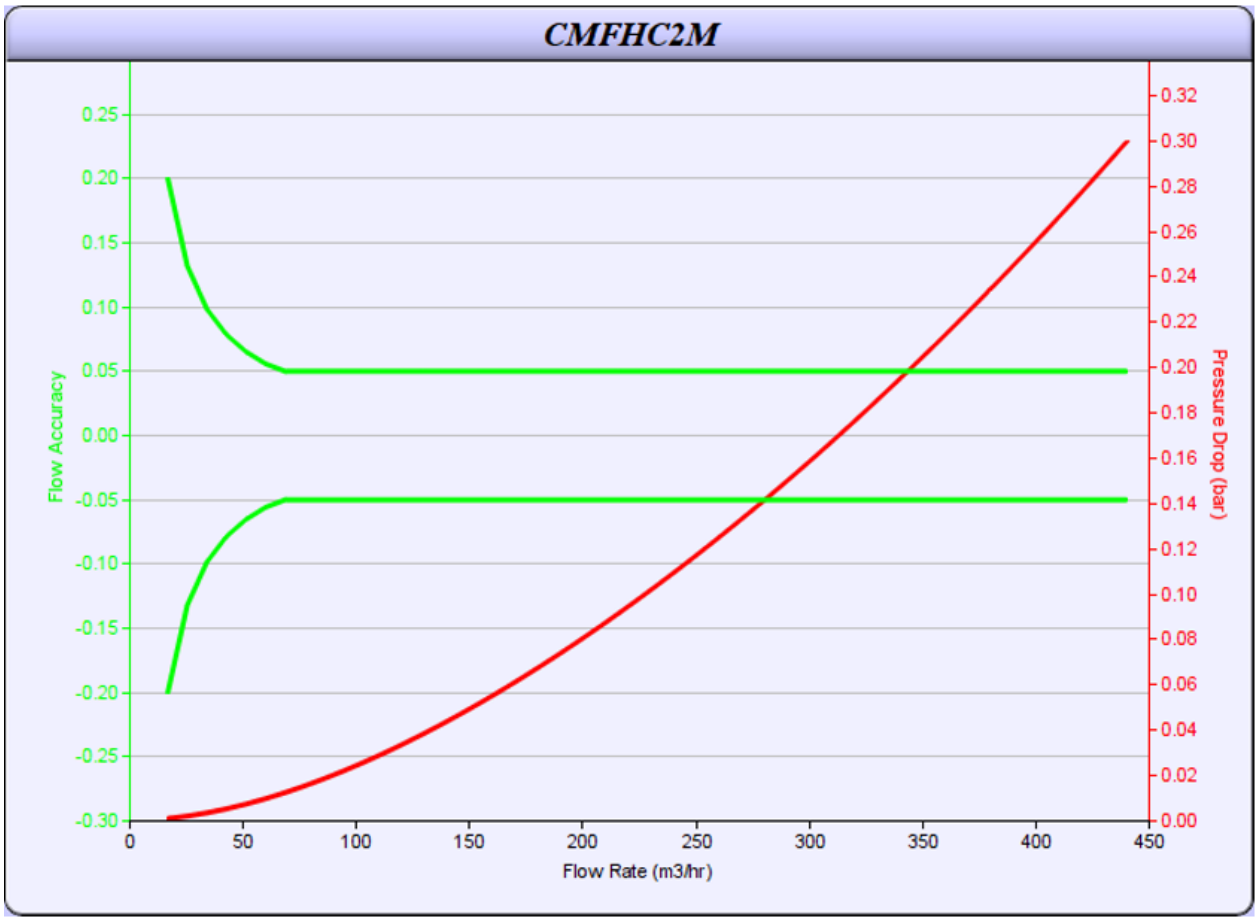
| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Date:** | | 07/28/23 | | | | |
| **Company:** | | Petrobras | | | | |
| **Project Name:** | | Especificação de Medidores Coriolis | | | | |
| **Service:** | | | | | | |
| **Sensor Model #:** | | CMFHC2M451N2BIP3ZZ | | | | |
| **Sensor Tag(s):** | | | | | | |
| **Transmitter Model #:** | | 5700R12ABEAZZZAAZZZTG | | | | |
| **Transmitter Tag(s):** | | | | | | |
| **Wetted Material:** | | 316L stainless steel | | | | |
| **Fluid:** | | MGO | | | | |
| **Fluid State:** | | Liquid | | | | |
| **Mass Flow Accuracy at Operating. Flow (+/- % of Rate):** | | 0,05000 | | | | |
| **Density Accuracy at all Rates ( +/- ):** | | 0,00020 | g/cm3 | | | |
| **Pressure Drop at Operating Flow:** | | 0,02446 | bar | | | |
| **Sensor Minimum Pressure at operating conditions:** | | | bar-g | | | |
| **Velocity at Operating Flow:** | | 2,23756 | m/sec | | | |
| | | **Min** | **Operating*** | **Max** | **Design** | **Units** |
| **Flow Rate:** | | | 100,000 | 440,000 | | m3/hr |
| **Pressure:** | | | 5,000 | | | bar-g |
| **Process Fluid Temperature:** | | | 25,000 | | | C |
| **Ambient Temperature:** | | | 25,000 | | | C |
| **Density:** | | | 0,880 | 0,991 | | g/cm3 |
| **Viscosity:** | | | 6,000 | | | centistokes |
| **Gas only** | **Base Reference Temperature:** F | | | | Density: | |
| | **Base Reference Pressure:** psia | | | | | |
| | **Base Reference Density:** g/cm3 | | | | | |
| **Process Connection:** | | 6-inch CL150 ASME B16.5 F316/F316L Weld neck flange Raised face | | | | |
| **Process Connection Pressure Rating:** | | 18,961 | bar-g | | | |
| **@ Temperature:** | | 25,000 | C | | | |

| Flow Rate m3/hr | Mass Flow Accuracy +/- % of Rate | Pressure Drop* bar | Velocity* m/sec | Re |
|---|---|---|---|---|
| 440,000 | 0,050 | 0,300 | 9,845 | 145873,797 |
| 397,670 | 0,050 | 0,253 | 8,898 | 131840,225 |
| 355,341 | 0,050 | 0,210 | 7,951 | 117806,654 |
| 313,011 | 0,050 | 0,170 | 7,004 | 103773,082 |
| 270,682 | 0,050 | 0,134 | 6,057 | 89739,510 |
| 228,352 | 0,050 | 0,101 | 5,110 | 75705,939 |
| 186,023 | 0,050 | 0,071 | 4,162 | 61672,367 |
| 143,693 | 0,050 | 0,046 | 3,215 | 47638,796 |
| 100,000 | 0,050 | 0,024 | 2,238 | 33153,136 |
| 59,034 | 0,057 | 0,010 | 1,321 | 19571,652 |
| 16,705 | 0,200 | 0,001 | 0,374 | 5538,081 |

*All pressure drop and velocity results are based on the process conditions (except flow rate) that are entered in the Operating column. Estimated pressure drop values represent ANSI B16.5 CL150 flanges in matching nominal line size. Actual pressure drop may vary depending on actual operating conditions and selected process connection.

**Notes:**

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Prepared by:** | | **Project ID:** | 001-20230714-721305 |
| **Instrument Toolkit** | Version: 3.0 (Build223F) | **Application:** | FT - MGO |


CMFHC2M
Flow Accuracy
Pressure Drop (bar)
Flow Rate (m3/hr)
0.25
0.20
0.15
0.10
0.05
0.00
-0.05
-0.10
-0.15
-0.20
-0.25
-0.30
0.32
0.30
0.28
0.26
0.24
0.22
0.20
0.18
0.16
0.14
0.12
0.10
0.08
0.06
0.04
0.02
0.00
0
50
100
150
200
250
300
350
400
450