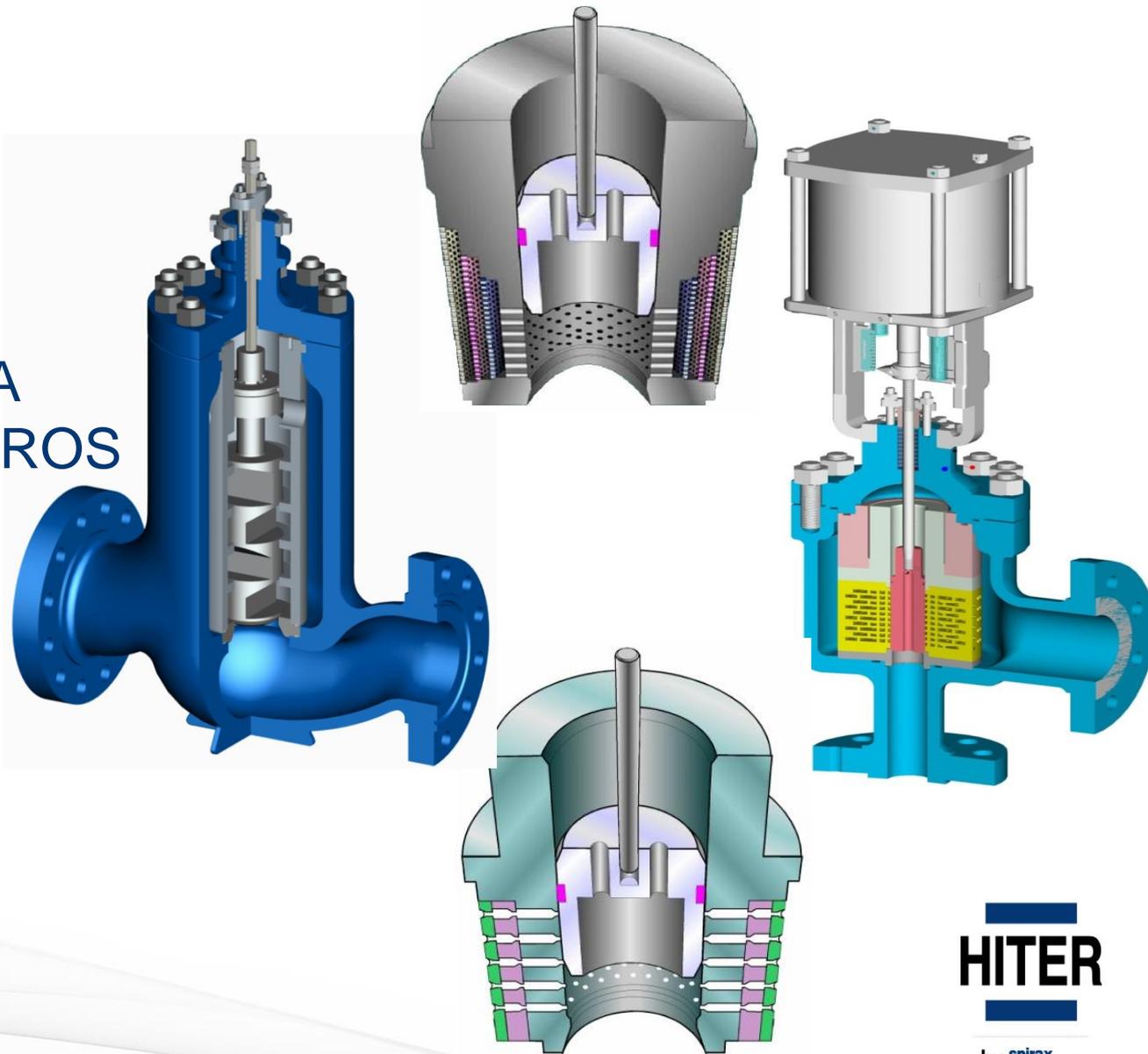




# VÁLVULAS DE CONTROLE PARA SERVIÇOS SEVEROS

Graziano Itri



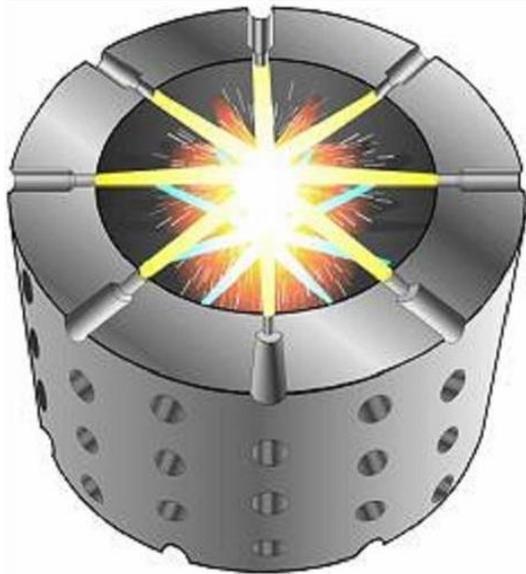


Série 85-Classes: 150 a 600  
Diâmetros: 1" a 8"



Série 1000-Classes: 150 a 600  
Diâmetros: 10" a 24"  
Série 1000A-Classes: 900 a 2500  
Diâmetros: 2" a 24"

# INTERNOS ESPECIAIS TIPO ANTICAVITANTE



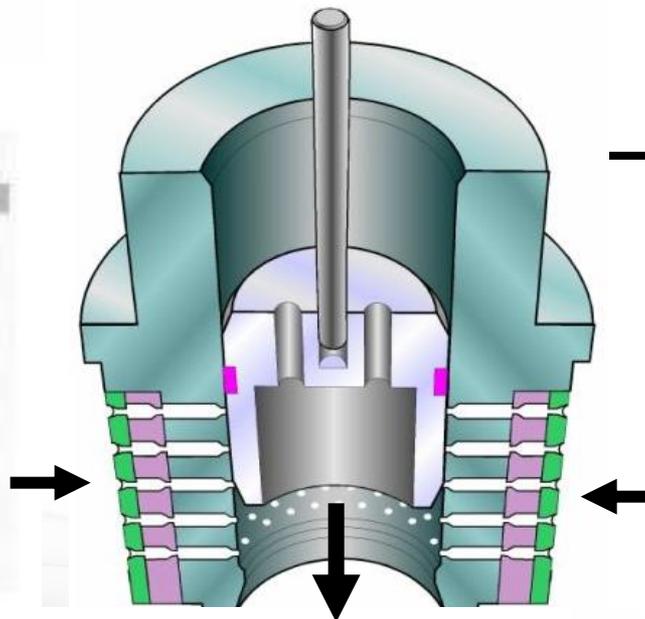
1K – 2 ESTÁGIO

A seleção do número de estágios depende da pressão e temperatura de entrada, da queda pressão e da pressão de vapor.

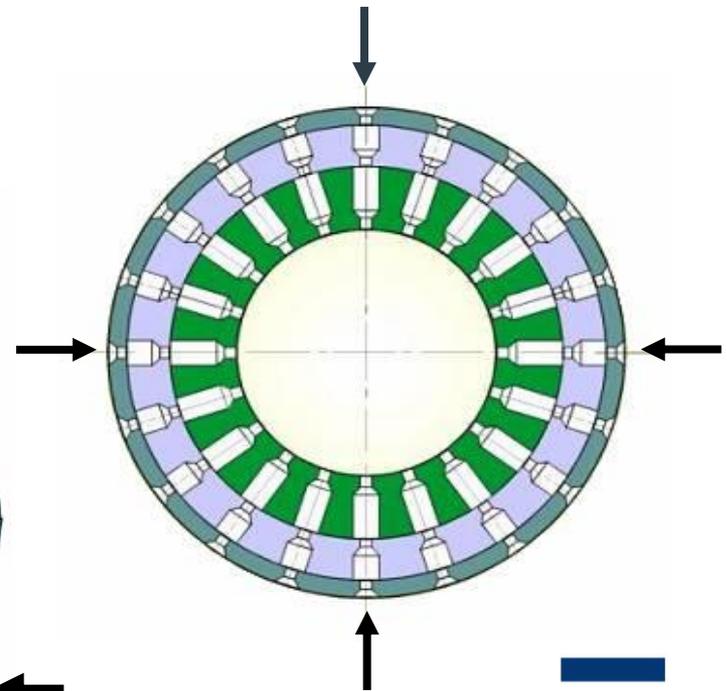
A função de cada estágio é reduzir parcialmente a queda de pressão da válvula.



2K – 2 ESTÁGIOS



3K - ESTÁGIOS



# VÁLVULA SÉRIE 2011 COM OBTURADOR AXIAL TIPO MULTI-ESTÁGIOS

A válvula série 2011 de fluxo axial com grande áreas de passagens, para aplicações com diferenciais de pressões muitas altas onde a cavitação e os sólidos em suspensão estão presentes causando entupimento nos furos das gaiolas.

A válvula série 2011 pode ser oferecidas com corpo convencional ou angular, com assento metálico ou resileinte, obturador balanceado ou desbalanceados sendo fabricada nos seguintes diâmetros, classes e números de estágios conforme segue:

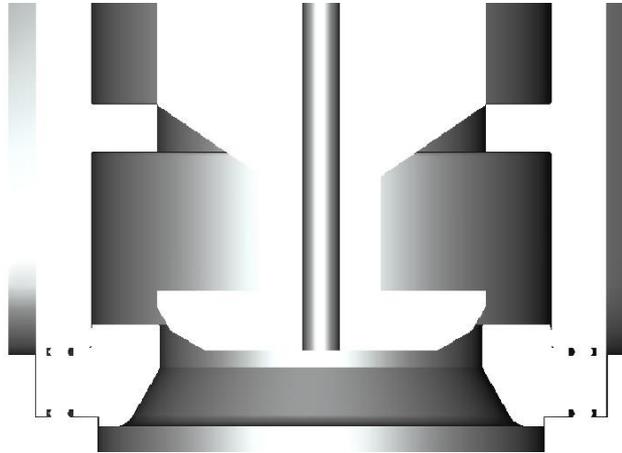
Diâmetros: 1" a 12"

Classes: 600 a 2500

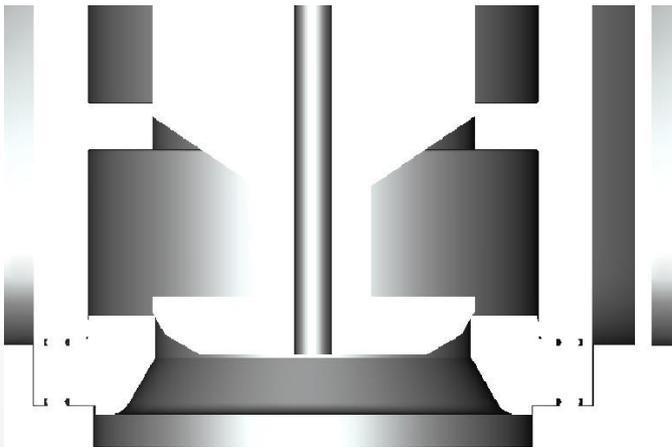
No. de Estágios: 3, 4, 6 e 8



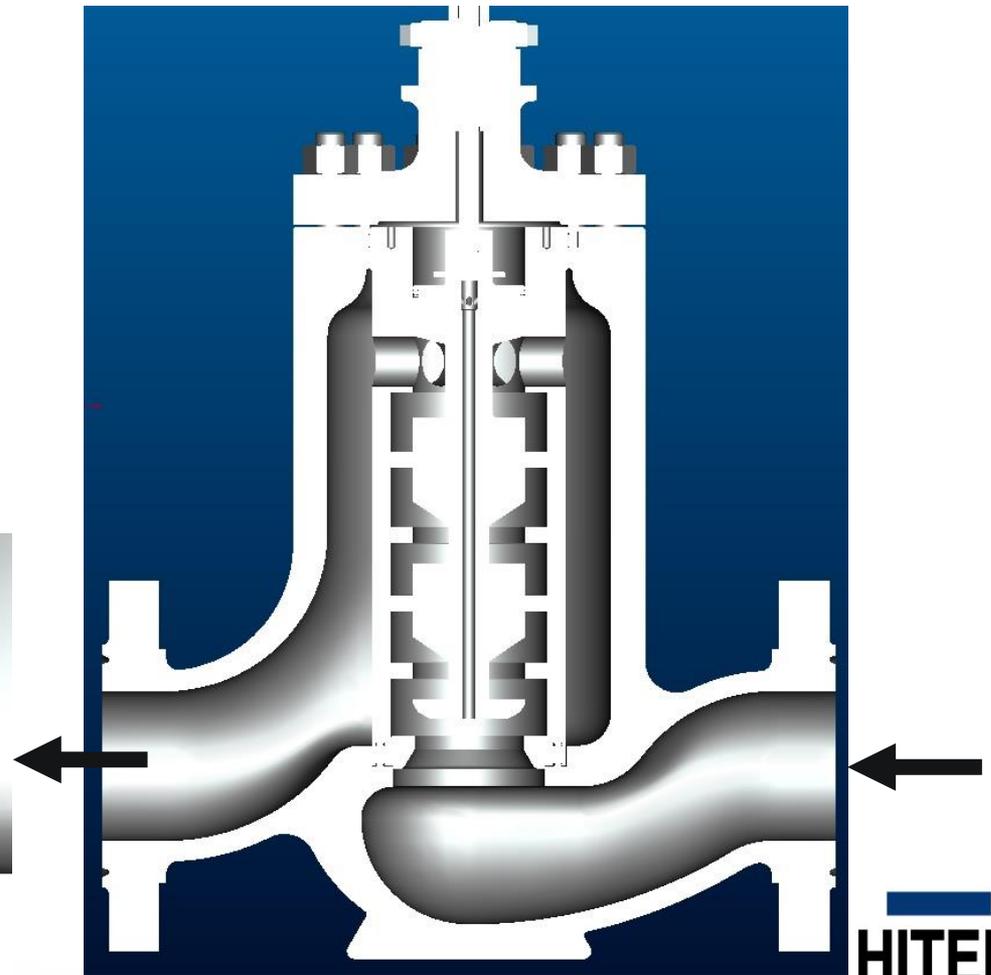
# VÁLVULA SÉRIE 2011 COM OBTURADOR AXIAL TIPO MULTI-ESTÁGIOS



Válvula 15% de Abertura



Válvula Fechada



Válvula Aberta

# PROJECT: $C_v$ AND CAVITATION STUDY OF 2011 8" X 900 VALVE TRIM: AXIAL PLUG 4AX0116 (4 SECTIONS)

**Project Scope:** The Cavitation study with crude oil flow at 65° C

## Boundary condition:

Inlet Pressure: 109 kg/cm<sup>2</sup> man

Outlet Pressure: 25 kg/cm<sup>2</sup> man

Fluid: Crude Oil

Fluid Properties

Fluid Flow: Incompressible Flow

Critical Pressure: 23 Kg/cm<sup>2</sup> abs

Vapour Pressure: 1.53 Kg/cm<sup>2</sup> abs

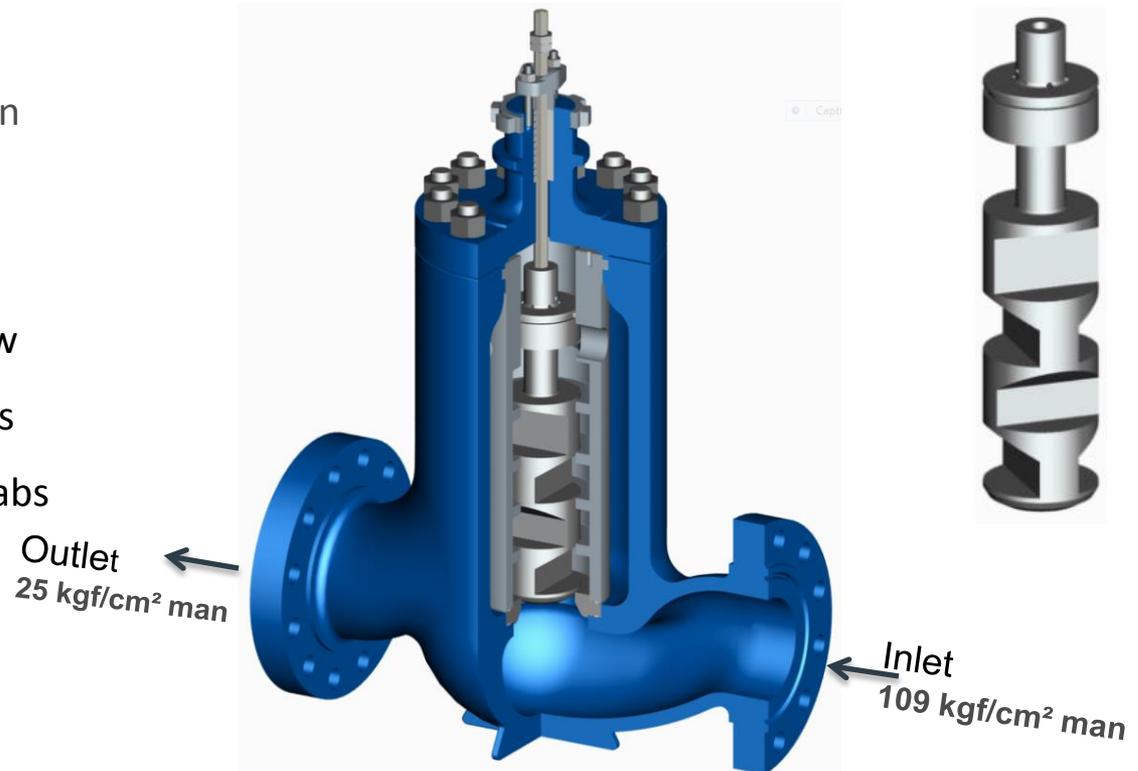
Relative density: 0.962

Viscosity: 117.4 cp

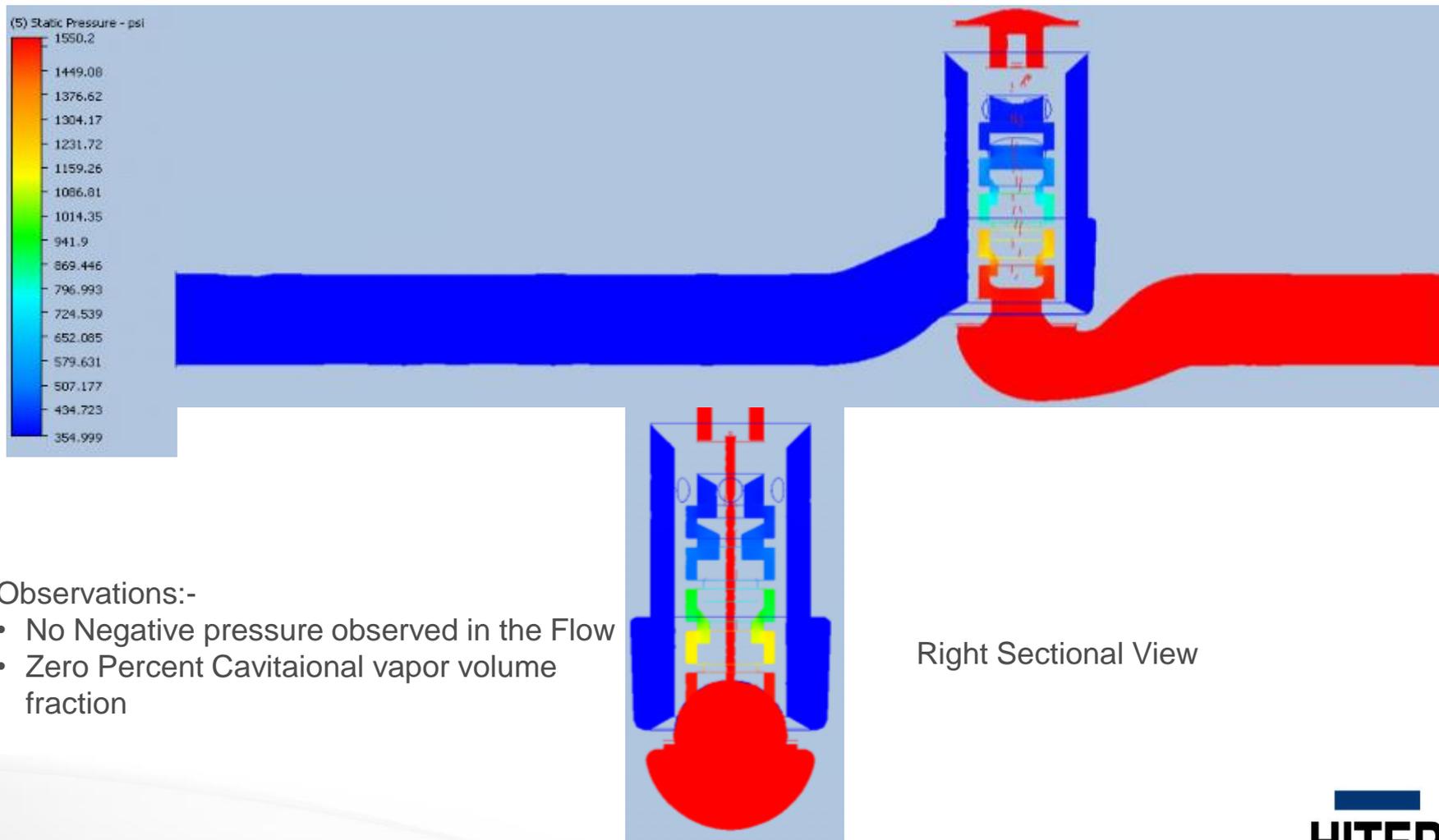
Flow temperature: 65° C

## Analysis methodology:

As per ANSI/ISA 75.01.01-2002 , 2D Inlet and 6D outlet pipe length considered for analysis to match actual test condition.



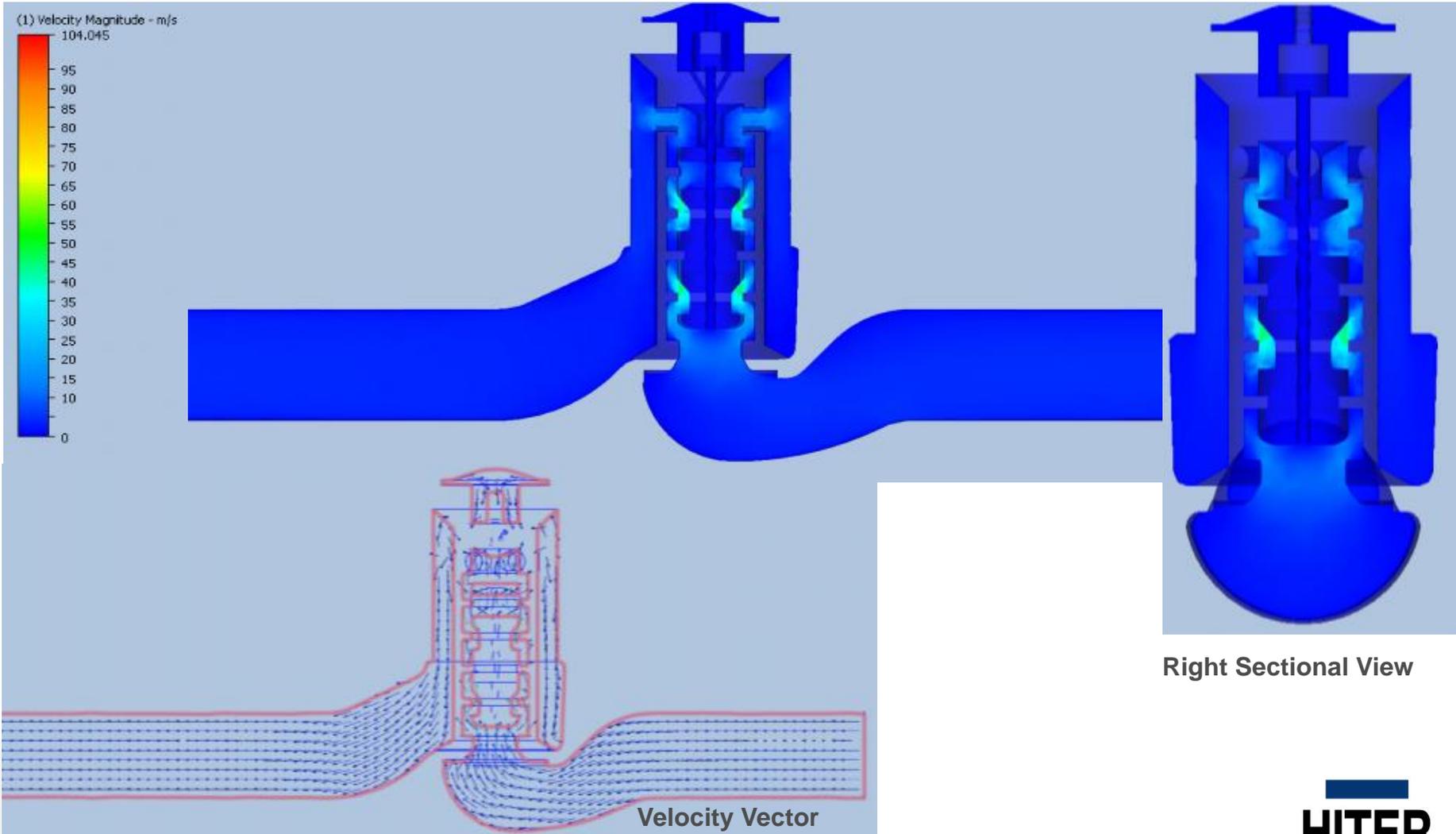
# PRESSURE CONTOUR



Observations:-

- No Negative pressure observed in the Flow
- Zero Percent Cavitaional vapor volume fraction

# VELOCITY CONTOUR



# VALVE FLOW COEFFICIENT $C_v$

Valve Flow Coefficient:  $Q(SG/dp)^{1/2}$

Pressure Drop  $\Delta P$  (dp)= 84 kg/cm<sup>2</sup> = 1194 psi

Flow rate  $Q$  = 4045 gpm

Specific Density [ $\rho_1/ \rho_0$ ] = 0.962

Valve Flow Coefficient [ $C_v$ ] = **114,82**

Valve Flow Coefficient Calculated [ $C_v$ ] = **116,0**

# DIÂMETRO 8" – CLASSE 900 COM OBTURADOR AXIAL COM 4 ESTÁGIOS (FORNECIDAS PARA PETROBRAS/MACAÉ)



Atuador Pneumático PP006I- RK



Atuador Manual MV - 4

# APLICAÇÕES

1 – Serviço Severo

1.1 - Ruído

1.2 - Cavitação (sólidos em suspensão)

1.3 - Vibração

1.4 – Erosão

2 – Plataforma

3 – BFW (recirculação de água de caldeira)

4 – BFW (reguladora de água de caldeira)

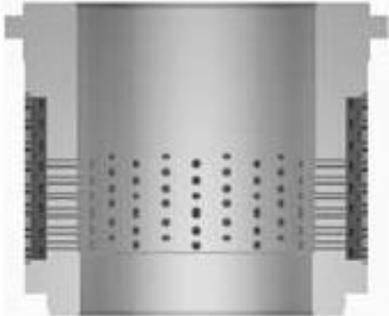
5 – Outras

# INTERNOS ESPECIAIS TIPO BAIXO RUÍDO

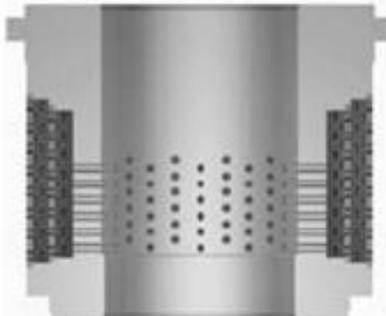
1R - Estágio



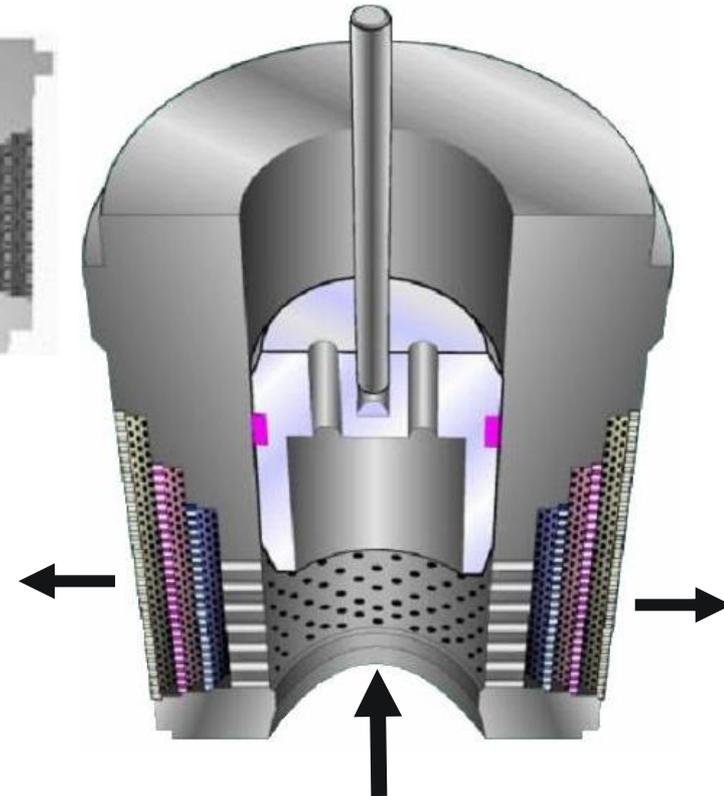
2R – 2 Estágios



3R – Estágios



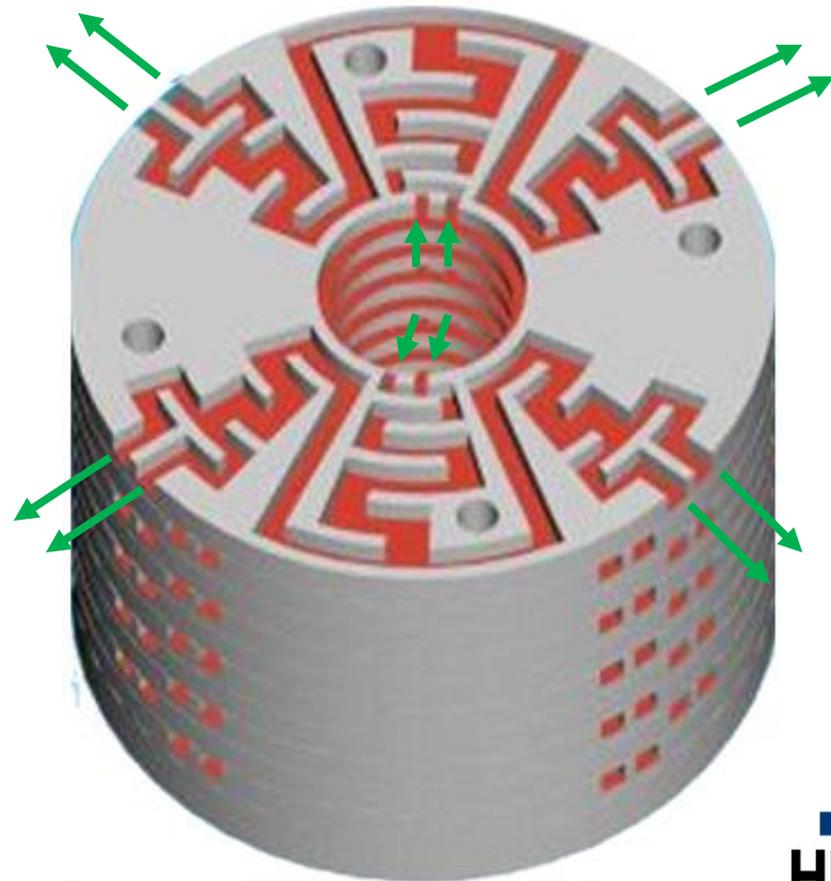
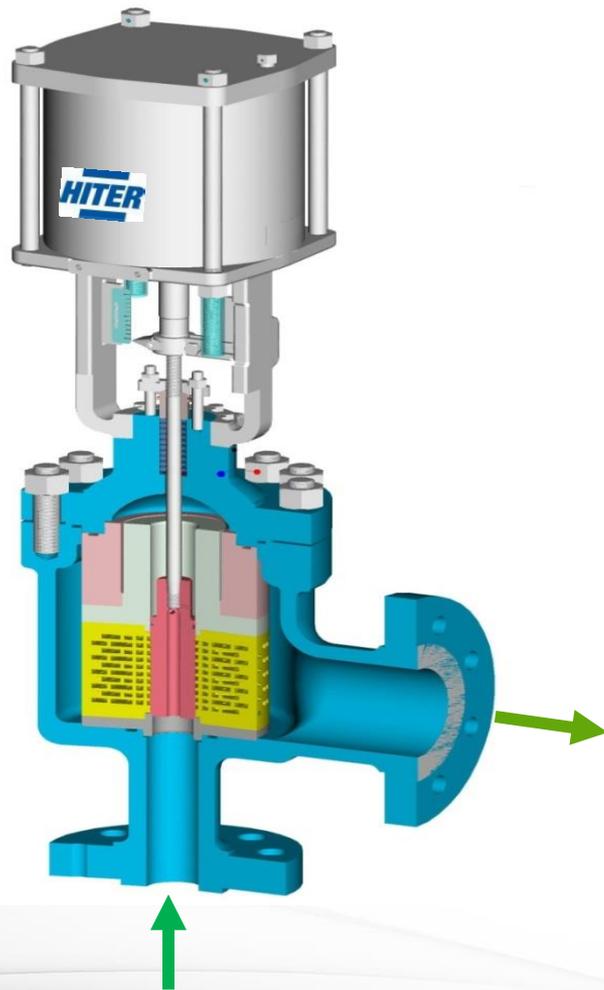
4R - Estágios



O número de estágios utilizados depende das condições de operação e da atenuação de ruído requerida.

O número de orifícios em cada elemento é calculado de forma a manter a velocidade média de escoamento igual em todos os estágios.

# GLOBO ANGULAR COM INTERNOS TIPO LABIRINTO COM 22 ESTÁGIOS

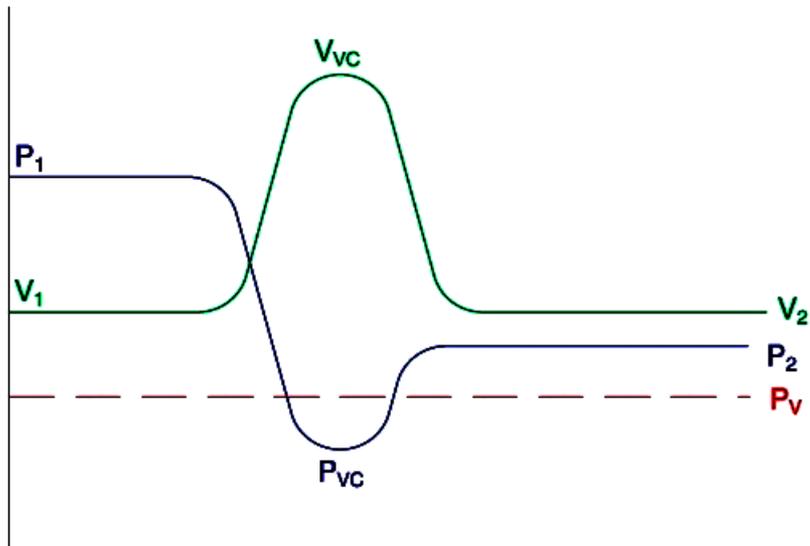


# VÁLVULA SÉRIE REVEL COM INTERNOS TIPO LABIRINTO

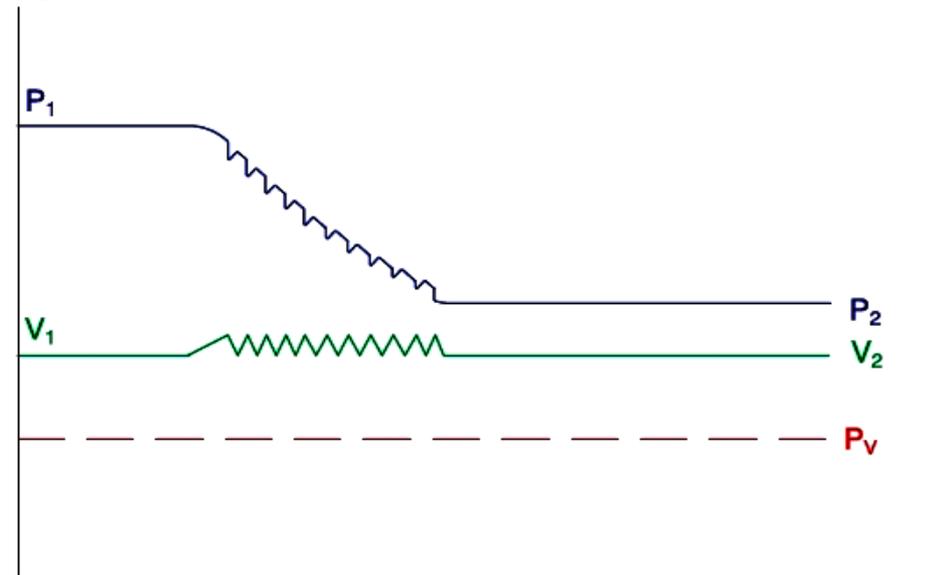
## Conceito:

O conceito de dimensionamento de válvulas de controle, é baseado em limitar a **Velocidade** e por consequência a **Energia Cinética** no diâmetro de saída.

Estudos atuais demonstram que esta limitação deve ser feita para a velocidade na saída do interno da válvula, logo após o estrangulamento da vazão. Neste tipo de interno o fluxo escoar por diversos. As passagens perpendiculares entre si formando um labirinto com várias curvas alterando a direção continua da expansão da área possibilita o controle da **Energia Cinética** do fluido em cada trecho ao mesmo tempo em que reduz gradualmente sua pressão.



**Figura 1-** Perfil da pressão e da velocidade dentro de uma válvula com interno convencional



**Figura 2-** Perfil da pressão e da velocidade dentro de uma válvula com interno labirinto (**Revel**)

# ENERGIA CINÉTICA E/OU VELOCIDADE

**CALCULA - SE A ENERGIA CINÉTICA PELA SEGUINTE EQUAÇÃO:**

$$K_E = \frac{\rho_o * V_o^2}{9273,6}$$

$K_E$ : Energia Cinética (psi)  
 $\rho_o$ : Peso Específico (lb/pés<sup>3</sup>)  
 $V_o$ : Velocidade (pés/s)

**CALCULA - SE A VELOCIDADE PELA SEGUINTE EQUAÇÃO:**

$V_o$ : Velocidade (pés/s)  
 $A_o$ : Área de passagem, (Pol<sup>2</sup>)  
 $\rho_o$ : Peso Específico (lb/pés<sup>3</sup>)  
 $W$ : Vazão (lb/h)

$$V_o = \frac{W}{25 * \rho_o * A_o}$$

**TABELA 1: LIMITES DA ENERGIA CINÉTICA E VELOCIDADE DOS LÍQUIDOS**

Condições de serviços	Limite da Energia Cinética psi ( kpa )	Velocidade do Óleo com D. Rel. 0,777 pés/s ( m/s )	Velocidade da Água com D. Rel. 1,000 pés/s ( m/s )
Serviço contínuo ou fluídos de fase simples	70 ( 480 )	115 ( 35 )	100 ( 30 )
Cavitação ou múlti fases ( Vaporização )	40 ( 275 )	87 ( 27 )	75 ( 23 )
Sistemas vibratórios sensíveis	11 ( 75 )	46 ( 14 )	40 ( 12 )

# PROJECT: $C_v$ AND CAVITATION STUDY OF REVEL 4"X 1500 VALVE TRIM: LABYRINTH TYPE 12L0022 (12 SECTIONS)

Scope : To Perform CFD analysis to evaluate the  $C_v$  and cavitation in the valve

Output :

1. Velocity and pressure in each one of 12 sections of labyrinth
2. Cavitation in each one of 12 sections of the labyrinth.
3.  $C_v$  Curve in steps of 10% of total Stroke

Tools used: Autodesk CFdesign 2013

Analysis methodology:

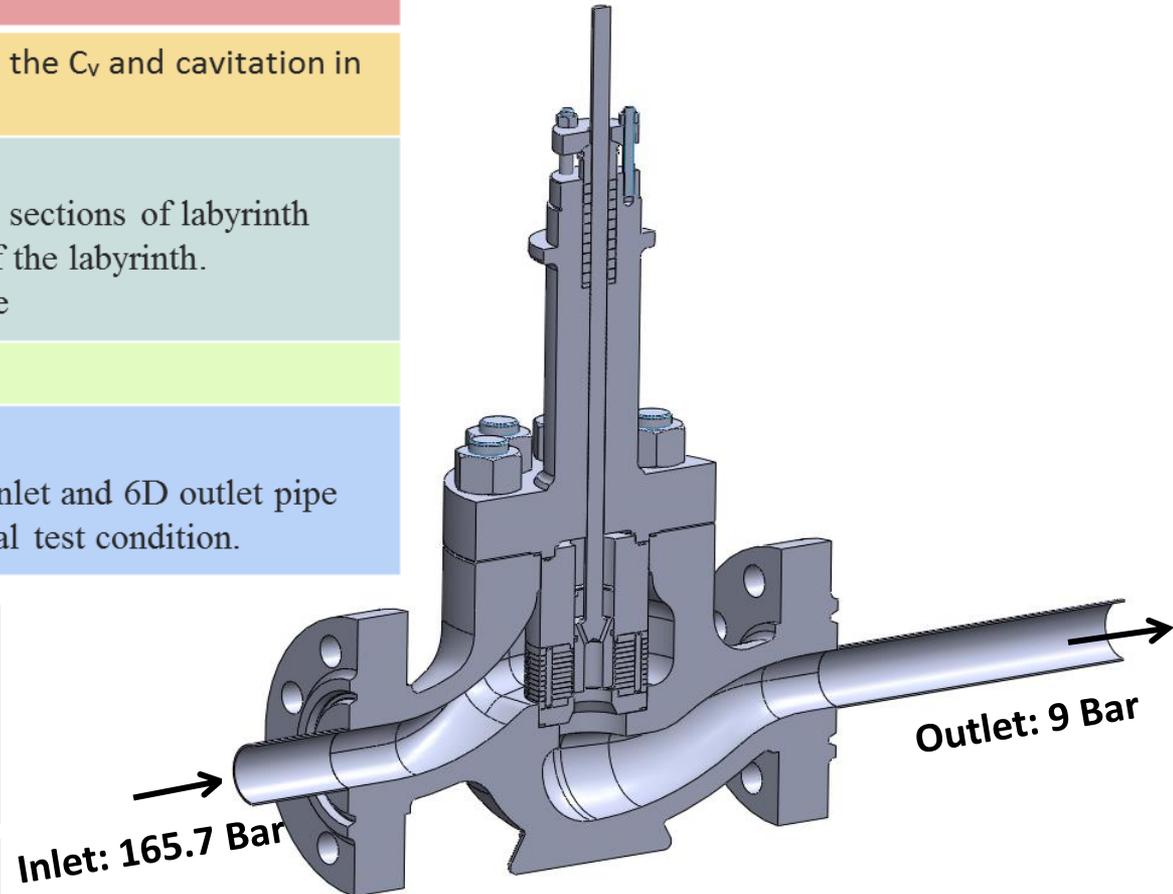
- As per ANSI/ISA 75.01.01-2002 , 2D Inlet and 6D outlet pipe length considered for analysis to match actual test condition.

Fluid environment reference :-

Fluid : Water  
Fluid Flow : Incompressible Flow  
Fluid temperature : 149° C  
Reference vapor pressure: 4.6006 Bar

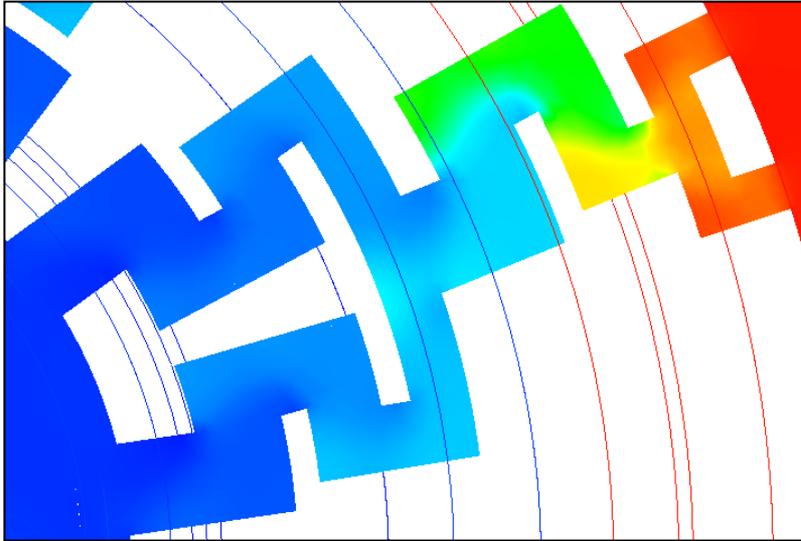
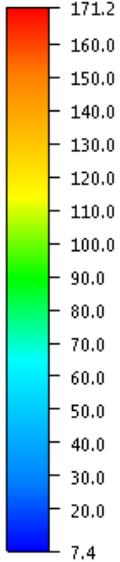
Boundary Condition:-

Inlet pressure : 165.7 Bar  
Outlet pressure : 9 Bar



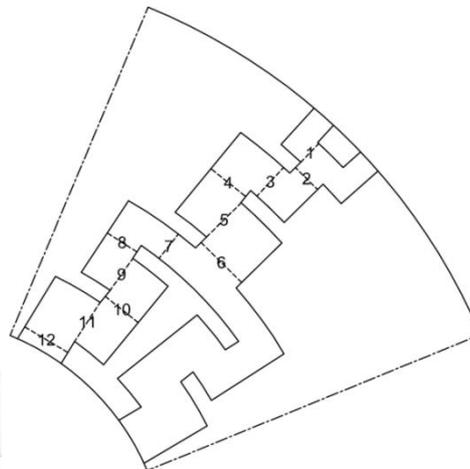
# PRESSURE CONTOUR 100% REVEL DETAIL

(5) Static Pressure - bar



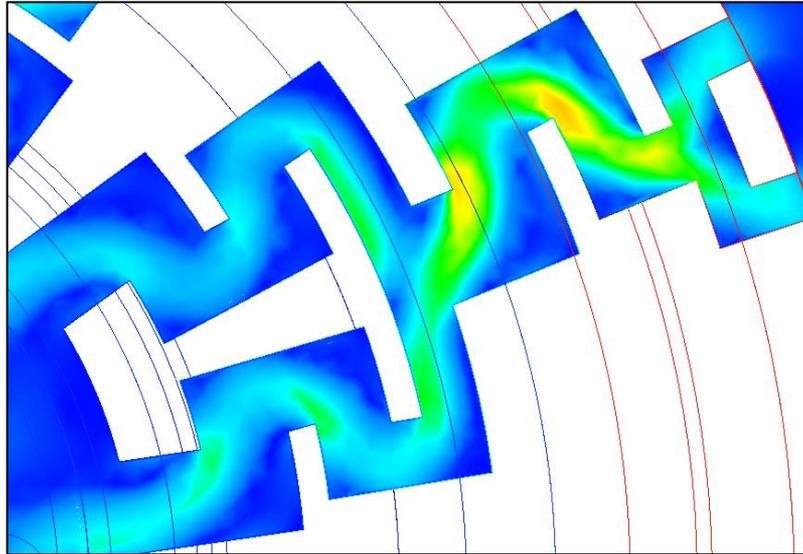
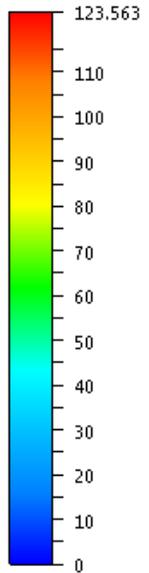
Revel Details	
Cross-Section	Average Pressure Bar
1	140,2
2	109,3
3	79,2
4	66,7
5	47,5
6	38,8
7	29,4
8	23,8
9	18,4
10	15,8
11	13,5
12	11,3

For reference



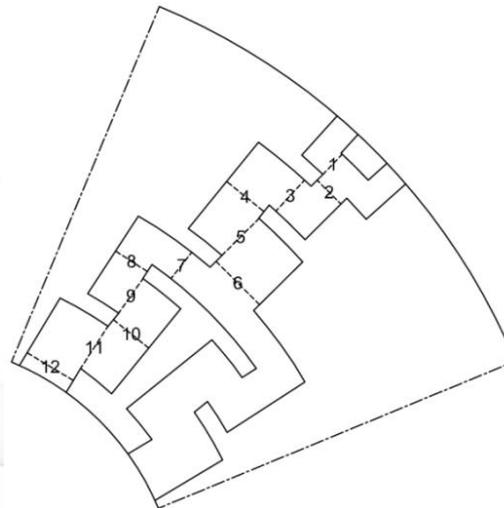
# VELOCITY CONTOUR 100% REVEL DETAIL

(1) Velocity Magnitude - m/s



Revel Details	
Cross-Section	Average eVelocity m/s
1	80,8
2	64,9
3	58,6
4	51,0
5	47,1
6	43,2
7	37,0
8	28,3
9	23,6
10	21,8
11	20,2
12	18,9

For reference



# VALVE FLOW COEFFICIENT $C_v$ CALCULATION FOR 100% OPENING

$$C_v = (7/6) (Q/31.6) (SG / dp)^{1/2}$$

where

$Q = \text{water flow (m}^3/\text{h)} = 240.6$

$SG = \text{specific gravity (0.917 for water @149}^\circ\text{ C)}$

$dp = \text{pressure drop (Bar)} = 156.7$

Valve Flow Coefficient  $[C_v] = 21.61$

Valve Flow Coefficient Calculated  $[C_v] = 22$

# REVEL DETAILS :-

Revel Details-100% opening		
Cross-Section	Average Pressure Bar	Average Velocity m/s
1	140,2	80,8
2	109,3	64,9
3	79,2	58,6
4	66,7	51,0
5	47,5	47,1
6	38,8	43,2
7	29,4	37,0
8	23,8	28,3
9	18,4	23,6
10	15,8	21,8
11	13,5	20,2
12	11,3	18,9

Revel Details-90% opening		
Cross-Section	Average Pressure Bar	Average Velocity m/s
1	141,2	79,6
2	107,2	64,6
3	84,5	58,4
4	70,9	55,0
5	49,1	48,8
6	40,1	44,6
7	31,1	37,8
8	24,3	31,1
9	21,4	27,6
10	18,3	25,5
11	14,6	22,5
12	12,3	19,2

Revel Details-80% opening		
Cross-Section	Average Pressure Bar	Average Velocity m/s
1	140,6	78,4
2	110,0	66,4
3	84,9	58,8
4	70,8	53,7
5	48,4	45,0
6	39,6	37,5
7	31,2	32,6
8	26,1	28,5
9	20,2	25,2
10	17,1	24,8
11	14,8	22,2
12	12,1	19,6

Revel Details-70% opening		
Cross-Section	Average Pressure Bar	Average Velocity m/s
1	140,5	78,4
2	107,1	63,0
3	86,0	58,7
4	70,2	55,4
5	48,4	48,7
6	40,0	45,4
7	31,0	38,7
8	24,8	33,7
9	20,9	28,9
10	17,8	25,6
11	13,0	21,3
12	11,6	19,0

Revel Details-60% opening		
Cross-Section	Average Pressure Bar	Average Velocity m/s
1	140,1	77,2
2	102,1	67,2
3	79,7	57,2
4	69,3	55,4
5	47,8	49,4
6	39,5	41,1
7	30,1	29,9
8	25,2	25,5
9	20,2	23,6
10	17,4	22,1
11	14,0	21,9
12	11,3	19,0

Revel Details-50% opening		
Cross-Section	Average Pressure Bar	Average Velocity m/s
1	120,5	80,6
2	109,5	72,9
3	88,9	65,9
4	70,3	59,5
5	47,0	50,7
6	38,2	41,3
7	31,4	33,9
8	26,1	28,4
9	20,1	25,6
10	18,3	23,8
11	14,4	21,8
12	11,3	20,0

# REVEL DETAILS :-

Revel Details-40% opening		
Cross-Section	Average Pressure Bar	Average Velocity m/s
1	133,2	73,4
2	110,3	62,3
3	84,6	56,2
4	68,5	52,7
5	48,1	44,2
6	36,9	40,9
7	30,4	28,2
8	25,2	26,5
9	20,5	23,9
10	17,3	22,1
11	13,8	21,7
12	10,7	18,4

Revel Details-30% opening		
Cross-Section	Average Pressure Bar	Average Velocity m/s
1	140,0	79,3
2	109,4	65,6
3	86,2	56,3
4	65,9	51,2
5	48,4	44,4
6	39,1	36,2
7	30,4	30,4
8	24,7	27,9
9	19,4	24,7
10	17,5	22,1
11	13,7	21,3
12	10,6	20,4

Revel Details-20% opening		
Cross-Section	Average Pressure Bar	Average Velocity m/s
1	139,9	78,4
2	109,0	68,3
3	81,0	62,7
4	69,1	56,3
5	47,3	45,7
6	35,3	36,1
7	28,3	29,4
8	23,9	25,1
9	20,1	22,3
10	17,3	26,6
11	13,7	21,7
12	10,5	20,0

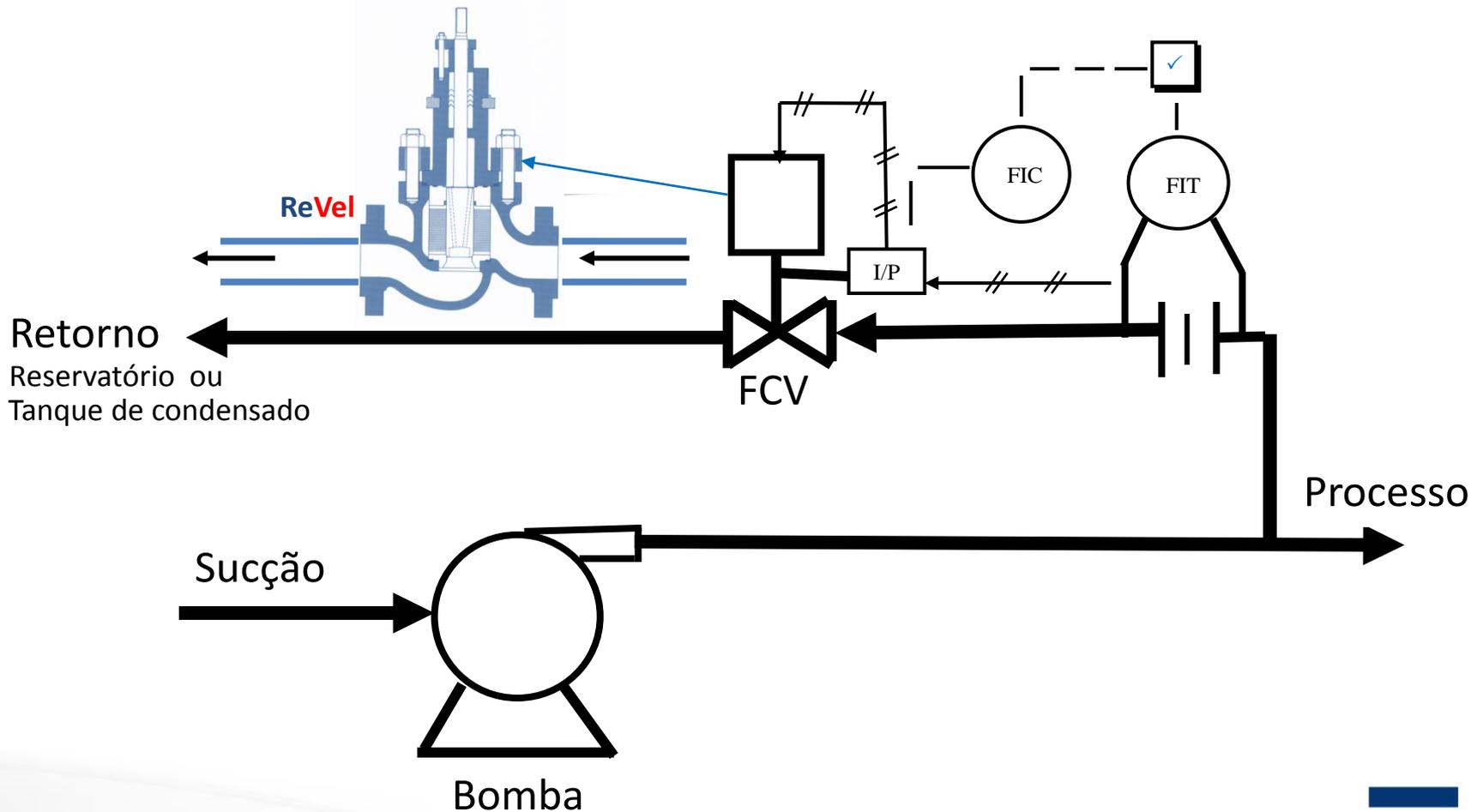
Revel Details-10% opening		
Cross-Section	Average Pressure Bar	Average Velocity m/s
1	133,8	71,6
2	109,4	67,5
3	78,8	61,0
4	69,5	51,9
5	47,7	43,9
6	46,5	35,8
7	30,2	28,5
8	25,5	24,5
9	20,1	22,8
10	17,5	21,8
11	14,3	20,7
12	11,7	19,1

# RESULTS – CHARACTERISTIC: LINEAR

4"-Revele Valve												
Opening	Unit	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Volumetric Flow rate	m <sup>3</sup> /h	0,0	25,6	51,1	77,2	98,8	127,8	152,9	178,2	203,2	220,7	240,6
C <sub>v</sub>		0,0	2,3	4,6	6,9	8,8	11,4	13,7	15,9	18,1	19,7	21,6

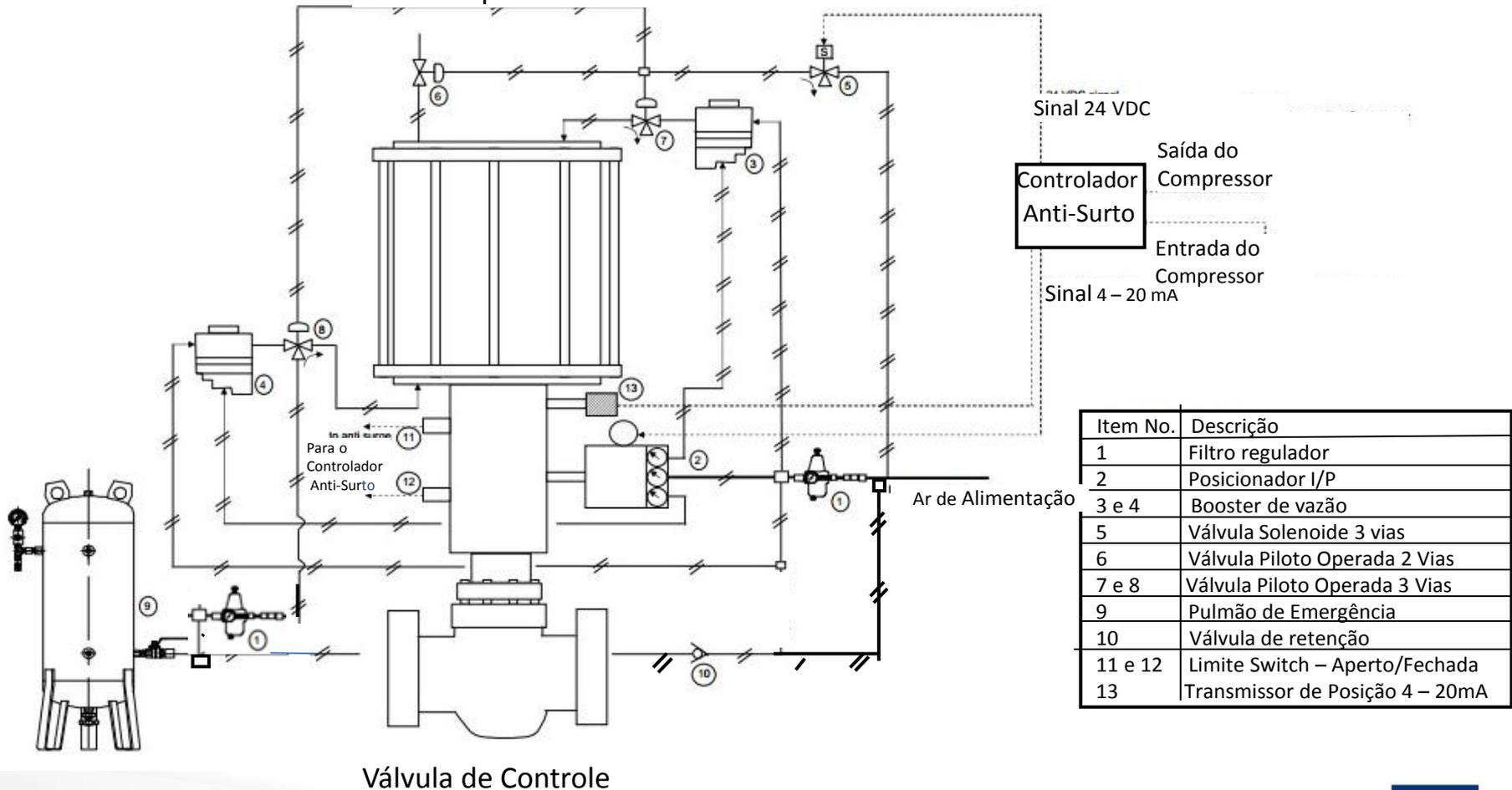


# ESQUEMA TÍPICO DE RECIRCULAÇÃO DE FLUXO MÍNIMO DE BOMBA



# ESQUEMA TÍPICO DE CONTROLE ANTI-SURTO (ANTI-SURGE)

Sistema Típico de Válvula de Controle Anti -Surto



# VALVES BUILT (Cliente: Skanska/Petrobras – UTE Fluminense)



**HITER**  
by spirax sarco

# APLICAÇÕES

1 – Serviço severo

1.1 - Ruído

1.2 - Cavitação

1.3 - Vibração

1.4 – Erosão

2 – Compressor (anti-surge)

3 – Descarga de vapor (durante partida de caldeira)

4 – Descarga para atmosfera (Vent to flare)

5 – BFW (recirculação de água de caldeira)

6 – BFW (reguladora de água de caldeira)

7– Turbina (by – pass)

5 – Outras

**REVEL:**

**Regulador**

**de**

**Velocidade**



# Softwares:

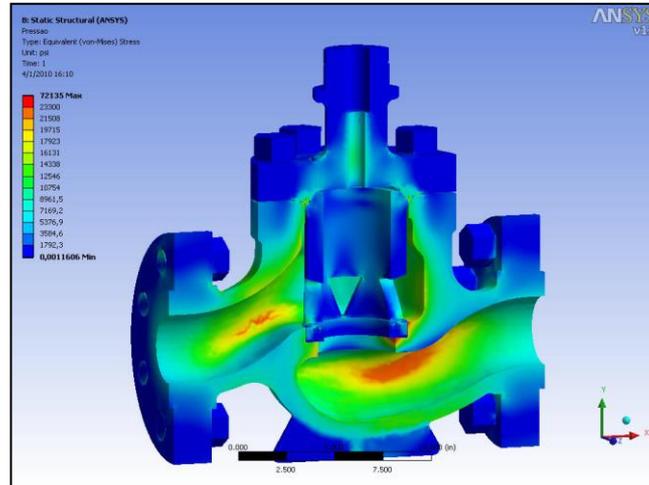
## PRO ENGINEER (CAD)



Computer (Computador)  
Aided (Auxiliado)  
Design (Projeto)

Programa CAD em 3D paramétrico  
Permite visualizar o projeto antes  
do produto final.

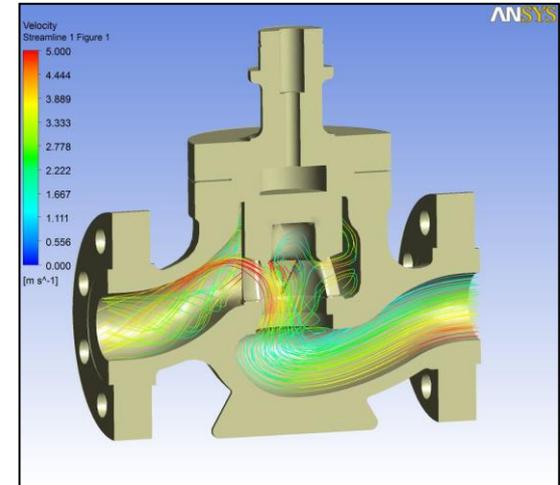
## ANSYS (FEA)



Computer (Computador) Analysis  
(Análise) Element (Elemento)

Programa utilizado para análise estrutural  
da peça

## ANSYS (CFD)



Computer (Computador) Fluid  
(Fluido) Dynamic (Dinâmico).

Programa utilizado para simulação de  
fluidos dinâmicos. (Virtual)

Alguma Pergunta? Comentários?  
**Obrigado!**

