

**VERIFICADO PELO CQP - FASE OBRA**  
CONTROLE DE QUALIDADE DE PROJETO | CONSÓRCIO EXECUTOR

**MEMORIAL DESCRITIVO**  
**SISTEMA MECÂNICO DE MOVIMENTAÇÃO DAS ASAS**  
**PROJETO EXECUTIVO - MUSEU DO AMANHÃ**

***MECHANICAL SYSTEM OF THE MOVEMENT OF THE WINGS***  
***STEEL STRUCTURE DESCRIPTIVE METHODOLOGY***  
***EXECUTIVE PROJECT - MUSEUM OF TOMORROW***

## **SUMÁRIO / INDEX**

- 1) OBJETO DO TRABALHO / OBJECT OF THIS WORK
- 2) METODOLOGIA ADOTADA / ADOPTED METHODOLOGY
- 3) PREMISSAS DE PROJETO / PREMISES OF DESIGN
  - 3.1) LÓGICA DE MOVIMENTAÇÃO / LOGIC OF MOVEMENT
  - 3.2) CONJUNTO MECÂNICO / MECHANICAL ASSEMBLY
  - 3.3) CONJUNTO HIDRÁULICO / HYDRAULIC ASSEMBLY
- 4) ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA / ELECTRIC FEEDING
- 5) RESUMO EQUIPAMENTOS MATERIAIS / SUMMARY MATERIAL EQUIPMENTS
- 6) NORMAS E DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA / REFERENCE DOCUMENTS

### **1) OBJETO DO TRABALHO / OBJECT OF THIS WORK**

Apresentar as premissas para desenvolvimento de sistema de movimentação mecânico que através de cilindros hidráulicos efetuará movimentação das asas de cobertura do Museu do Amanhã, no Rio de Janeiro, RJ. / To present the premise for development of mechanical movement system that will make movement wings of covering of the Museum of the Tomorrow through hydraulic cylinder, in Rio de Janeiro, RJ.

## **2) METODOLOGIA ADOTADA / ADOPTED METHODOLOGY**

O desenvolvimento do projeto de movimentação das asas será dividido em duas fases, a primeira trata-se do conjunto de integração da estrutura móvel de cobertura "asas" com o conjunto mecânico de acionamento, ou seja o projeto mecânico de movimentação das asas. / The development of this movement design will be divided in two phases, the first is treated of the ASSEMBLY of integration of the movable structure of covering " wings " with the ASSEMBLY mechanical system, or be the mechanical design of movement wings.

A segunda fase de desenvolvimento refere-se ao sistema hidráulico, responsável pelo acionamento dos braços de movimentação, que corresponde ao conjunto hidráulico de movimentação das "asas", mecanismos de controle, tais como sensores e chaves fim-de-curso e sistemas de segurança, estes devem constar no projeto de automação, proporcionando assim a composição dos desenhos de projeto, especificação dos materiais, cilindros, válvulas, unidades hidráulicas e tubulações. / The second development phase refers to the hydraulic system, responsible by arms movement, that corresponds to the hydraulic ASSEMBLY of movement of the " wings ", control mechanisms, such as sensor and keys end-of-course and systems of safety, these should consist in the automation design, providing like this the composition of the drawings, materials specification, cylinders, valves, hydraulic units and pipelines.

Para tanto neste relatório abordaremos preferencialmente os tópicos a seguir: / For so much in this report we will approach mainly the topics to proceed:

Conceituação do conjunto mecânico de movimentação e compatibilização junto à estrutura das asas./ -

Conception of the assembly mechanical movements and verification of the interferences with the structure of the wings.

Especificação das unidades hidráulicas e cilindros hidráulicos, demais itens tais como sensores, chaves fim de curso, controladores lógicos programáveis, controladores analógicos e digitais, devem constar no projeto de automação./ - Specification of the hydraulic units and hydraulic cylinders, other components as sensor, micro-switch, programmable logical controllers, analogical controllers and others, they should consist in the automation design.

Parâmetros básicos da lógica de funcionamento do sistema de movimentação estabelecendo as diretrizes necessárias para desenvolvimento de projeto de automação. / - Basic parameters of the logic operation of the movement system establishing the necessary guidelines for development automation designer.

## **3) PREMISSAS DE PROJETO / PREMISES OF DESIGN**

### **3.1) LÓGICA DE MOVIMENTAÇÃO / LOGIC OF MOVEMENT**

#### **3.1.1) DESCRIÇÃO DE FUNCIONAMENTO DESCRIPTION OF OPERATION**

As asas serão controladas automaticamente através de CLP (Controlador Lógico Programável) com horários para abertura e fechamento pré definido, seu ângulo de movimentação será definido de acordo com a intensidade de iluminação natural, acompanhando o deslocamento do sol durante o dia. / - The wings will be controlled automatically through CLP (Programmable Logical Controller) with schedules for opening and closing predefined, your angle of movement will be defined in agreement with the intensity of natural illumination, accompanying the displacement of the sun during the day.

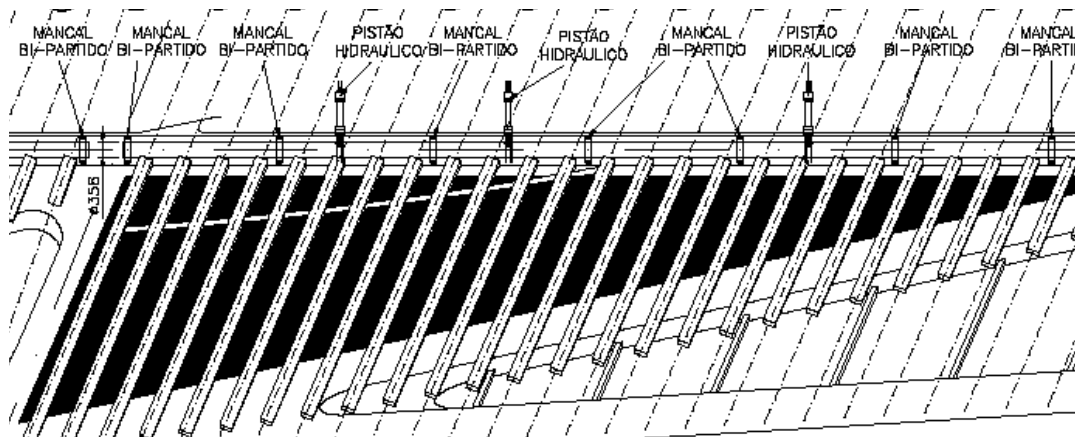
O conjunto de movimentação será individual, ou seja cada asa terá sua unidade hidráulica independente, podendo ser acionado de forma sincronizada com os demais módulos ou de forma independente, simplificando assim sua execução, instalação e manutenção. / - The movement ASSEMBLY will be individual for wing, each wing will have a independent hydraulic unit, could be worked in synchronized way with the other modules or in an independent way, simplifying like this your execution, installation and maintenance.

Cada asa será acionada por um conjunto de pistões de dupla ação, que serão alimentados por uma unidade hidráulica (ver item 3.3). / - Each wing will be worked by a ASSEMBLY of double action cylinders, that will be fed by a hydraulic unit (to see item 3.3)

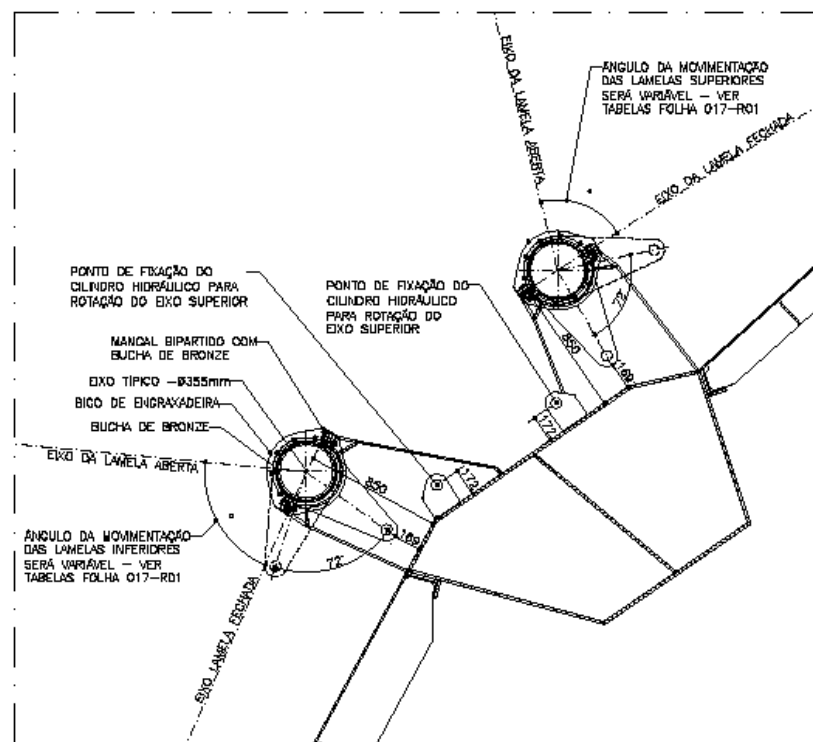
### **3.2) CONJUNTO MECÂNICO / MECHANICAL ASSEMBLY**

#### **3.2.1) DESCRIÇÃO DO CONJUNTO / ASSEMBLY DESCRIPTION**

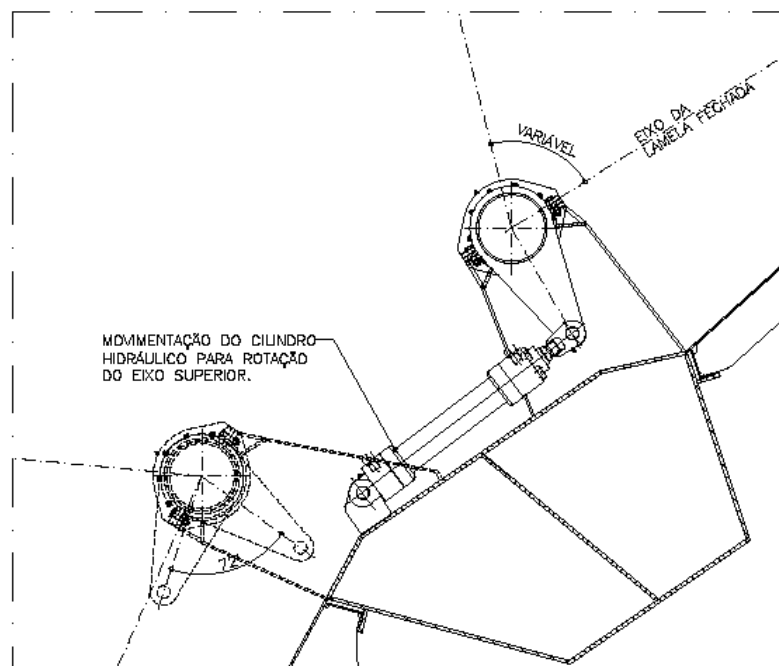
- Cada módulo é constituído por eixo principal, braço de acionamento, mancal de apoio e aletas./
- - Each module is constituted by main axis, movement arm, support axis and fins.



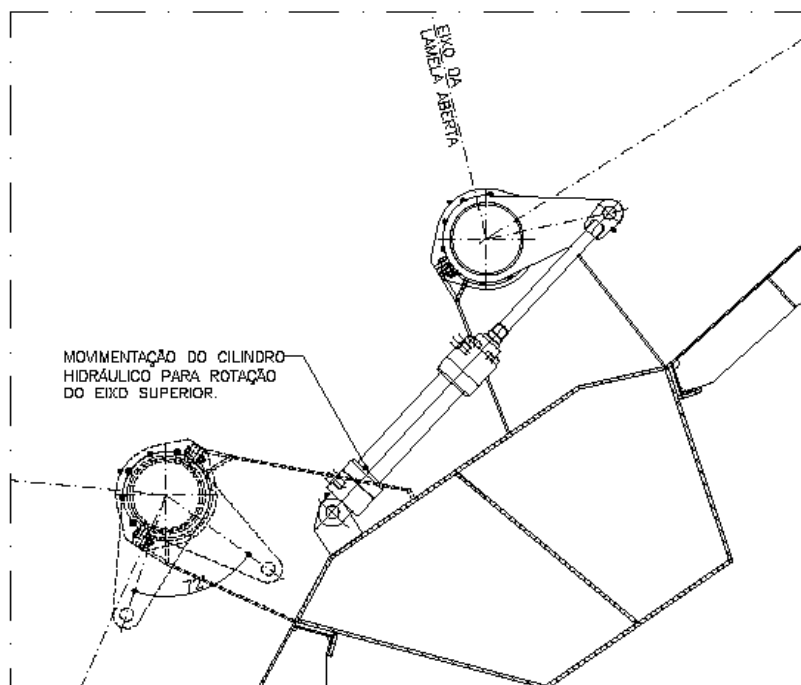
PLANTA ESQUEMÁTICA - CONJUNTO MECÂNICO  
SCHEMATIC PLANT - MECHANICAL ASSEMBLY



CORTE ESQUEMÁTICO 1 - CONJUNTO MECÂNICO  
SCHEMATIC VIEW 1 - MECHANICAL ASSEMBLY



CORTE ESQUEMÁTICO 2 - CONJUNTO MECÂNICO  
SCHEMATIC VIEW 2 - MECHANICAL ASSEMBLY

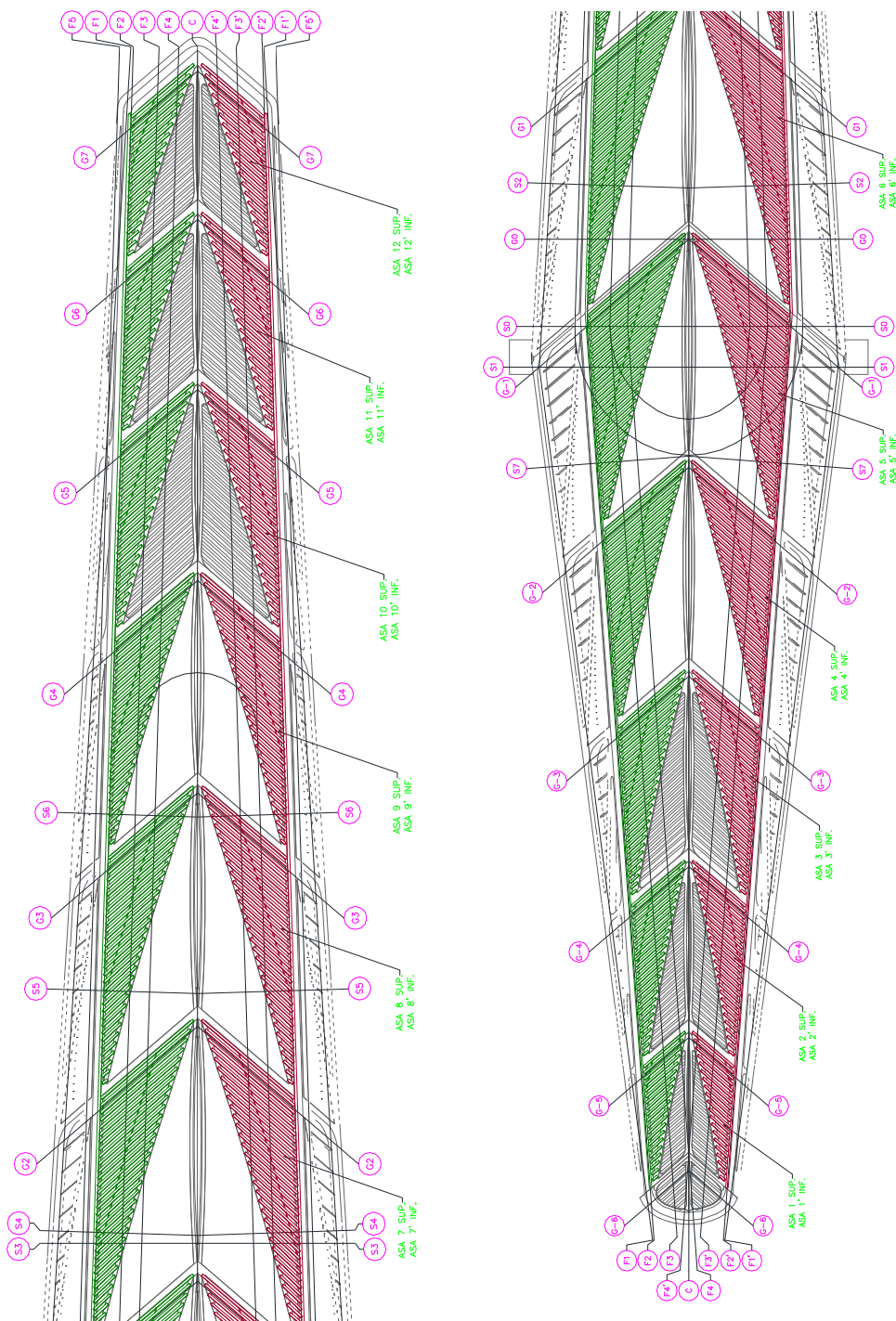


CORTE ESQUEMÁTICO 3 - CONJUNTO MECÂNICO  
SCHEMATIC VIEW 3 - MECHANICAL ASSEMBLY



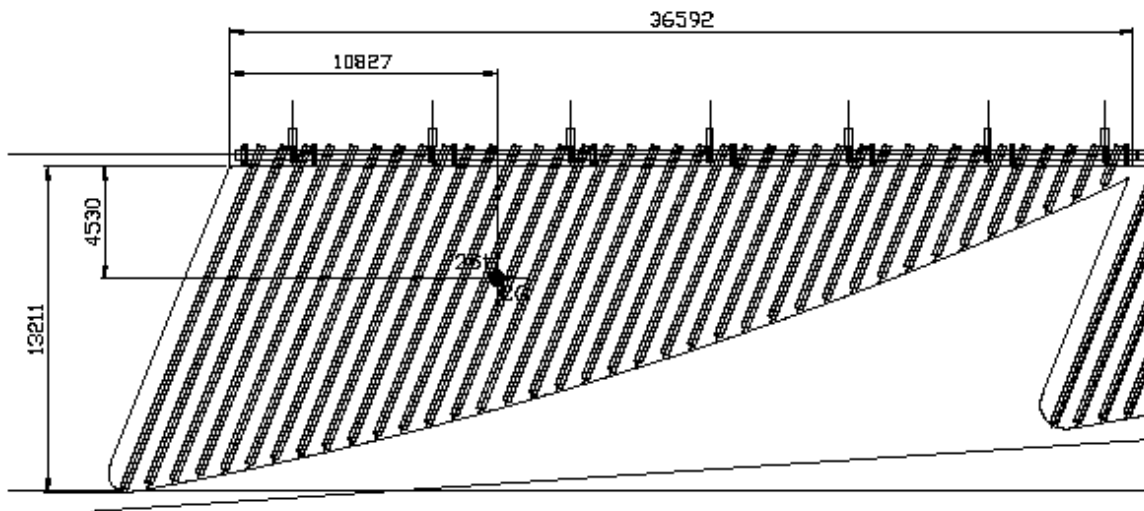


### 3.2.3) LOCAÇÃO DAS ALETAS / WINGS LOCALIZATION

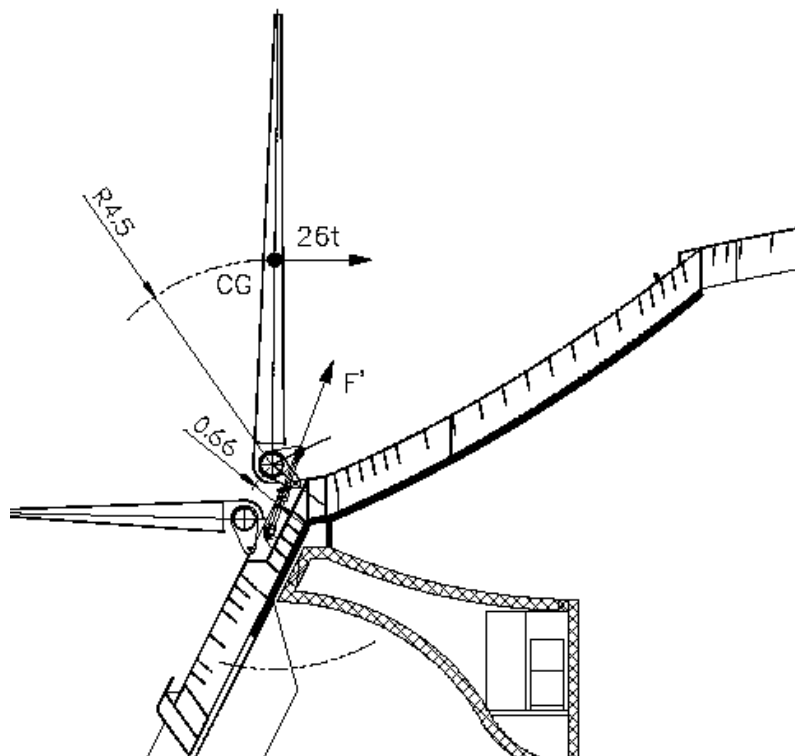




### 3.3) CONJUNTO HIDRÁULICO/ HYDRAULIC ASSEMBLY



PLANTA DE ASA ESQUEMÁTICA / SCHEMATIC WING



CORTE DE ASA ESQUEMÁTICA / VIEW SCHEMATIC WING

CÁLCULO DA FORÇA HIDRÁULICA NECESSÁRIA  
CALCULATION OF THE HYDRAULIC FORCE

$F=26tf$ (peso próprio da asa)  
 $L=4,5m$ (distância do CG até o eixo de rotação da asa)  
 $F'=x$ (força necessária para movimentação da asa)  
 $L'=0,6m$ (distância do eixo de atuação do pistão até o eixo de rotação da asa)

ONDE TEMOS:

$F \cdot L = F' \cdot L'$ ;  
 $26 \cdot 4,5 = F' \cdot 0,66 \Rightarrow F' = 177tf$ .

$F'' \rightarrow$  força atuante em cada pistão / force each cylinder.  
 $NP \rightarrow$  Número de pistões/atuadores / number of cylinders  
 $fw \rightarrow$  Fator de Carga = 1,35 / charge factor  
 $F'' = (F' \cdot fw) / NP$   
 $F'' = (177 \cdot 1,35) / 8 = 29,9tf$

**Pistão adotado / Cylinder choose:**

Fabricante / By: **Bosh Rexroth ou similar.**  
Código/ Code: - **CDH1 MP5 140 90 700 A 1X B 2 C G U M W B**  
Referência **+CGGAS140**



Pressão Nominal de Trabalho/Nominal Pressure	194 bar
Pressão Máxima/ Maximum Pressure	375 bar
Φ Embolo/piston	140 mm
Φ Haste/axis of piston	90 mm
Curso/range	700 mm
Comprimento do Cilindro Fechado/length close	1382 mm
Comprimento do Cilindro Aberto/length open	2082 mm
Massa Cilindro	212 kg

### Áreas, forças, vazões

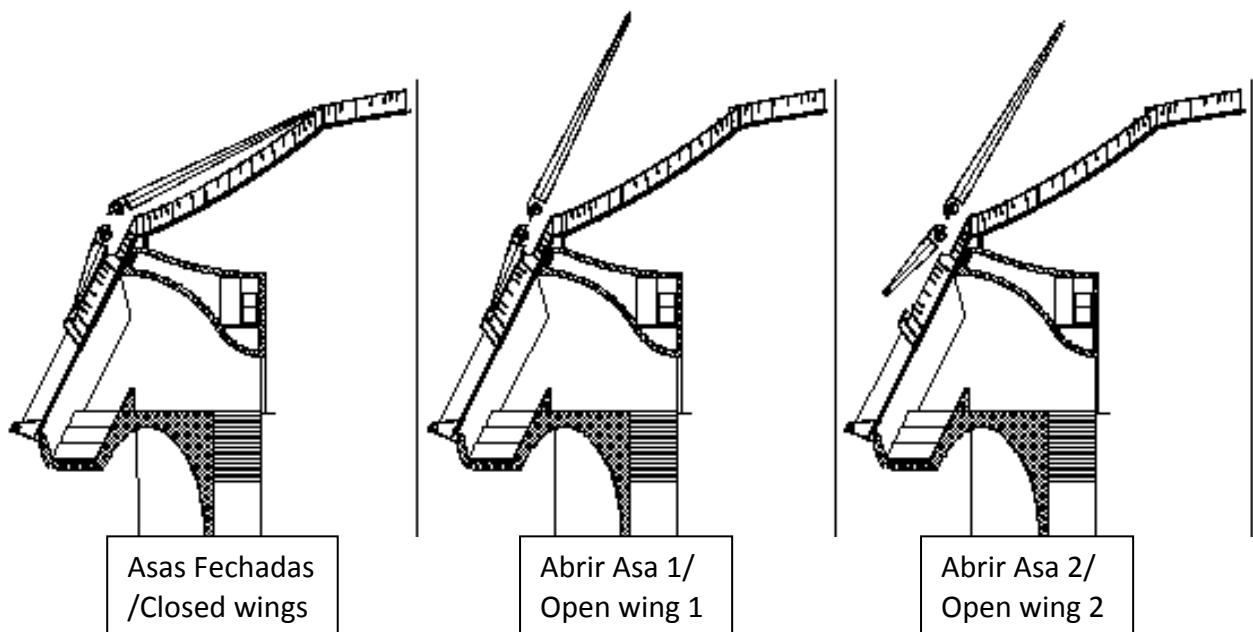
Êmbolo	Haste	Relação de área	Áreas			Força a 250 bar <sup>1)</sup>			Vazão a 0.1 m/s <sup>2)</sup>		
			Êmbolo	Haste	Anel	Pressão	Dif.	Tração	Avanço	Dif.	Retorno
AL Ø mm	MM Ø mm	$\varphi$ $A_1/A_2$	$A_1$ cm <sup>2</sup>	$A_2$ cm <sup>2</sup>	$A_3$ cm <sup>2</sup>	$F_1$ kN	$F_2$ kN	$F_3$ kN	$q_{v1}$ L/min	$q_{v2}$ L/min	$q_{v3}$ L/min
40	22 28	1.43 1.96	12.56	3.80 6.16	8.76 6.40	31.40	9.50 15.40	21.90 16.00	7.5	2.3 3.7	5.3 3.8
50	28 36	1.46 2.08	19.63	6.16 10.18	13.47 9.45	49.10	15.40 25.45	33.70 23.65	11.8	3.7 6.1	8.1 5.7
63	36 45	1.48 2.04	31.17	10.18 15.90	20.99 15.27	77.90	25.45 39.75	52.45 38.15	18.7	6.1 9.5	12.6 9.2
80	45 56	1.46 1.96	50.26	15.90 24.63	34.36 25.63	125.65	39.75 61.55	85.90 64.10	30.2	9.5 14.8	20.7 15.4
100	56 70	1.46 1.96	78.54	24.63 38.48	53.91 40.06	196.35	61.55 96.20	134.80 100.15	47.1	14.8 23.1	32.3 24.0
125	70 90	1.46 2.08	122.72	38.48 63.62	84.24 59.10	306.75	96.20 159.05	210.55 147.70	73.6	23.1 38.2	50.5 35.4
140	90 100	1.70 2.04	153.94	63.62 78.54	90.32 75.40	384.75	159.05 196.35	225.70 188.40	92.4	38.2 47.1	54.2 45.3
	100	1.64		78.54	122.50		196.35	306.15		47.1	73.5

### TABELA DE DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO / TABLE OF CYLINDER DETERMINATION

POSIÇÃO ASA	Peso (tf)	M.Torsor (tf·m)	FORÇA PISTÃO (tf)	Nº PISTÕES NECESSÁRIOS	Nº PISTÕES ADOTADOS	VOLUME OSCILANTE (l)	UNIDADE HIDRÁULICA	TIPO	CAPACIDADE SISTEMA HIDRÁULICO (%)	POTÊNCIA MOTOR (CV)
1	5,6	16,8	25,5	1	3	13,4	1	UH100	0,28	10
1'	1,2	3,6	5,5	0	2	8,9	1		0,09	-
2	9,1	33,67	51,0	2	4	17,8	-		0,43	-
2'	2,1	7,77	11,8	1	2	8,9	-		0,20	-
3	12	51,6	78,2	4	5	22,3	1	UH100	0,52	10
3'	4,9	8,33	12,6	1	2	8,9	-		0,21	-
4	15,7	86,35	130,8	6	10	44,5	1	UH250	0,44	15
4'	7,8	21,06	31,9	1	4	17,8	-		0,27	-
5	20	130	197,0	9	13	57,9	1	UH250	0,51	15
5'	11,8	47,2	71,5	3	5	22,3	-		0,48	-
6	21	126	190,9	9	14	62,3	1	UH250	0,45	15
6'	15,6	78	118,2	5	8	35,6	-		0,49	-
7	18	102,6	155,5	7	10	44,5	1	UH250	0,52	15
7'	11,9	47,6	72,1	3	5	22,3	-		0,48	-
8	15,2	79,04	119,8	5	8	35,6	1	UH250	0,50	15
8'	8,8	29,04	44,0	2	3	13,4	-		0,49	-
9	12,8	61,44	93,1	4	6	26,7	1	UH100	0,52	10
9'	6,8	17	25,8	1	2	8,9	-		0,43	-
10	10,7	48,15	73,0	3	5	22,3	1	UH100	0,49	10
10'	4,2	8,4	12,7	1	2	8,9	-		0,21	-
11	8,8	36,96	56,0	3	4	17,8	1	UH100	0,47	10
11'	2,3	9,66	14,6	1	2	8,9	1		0,24	-
12	7,1	26,98	40,9	2	3	13,4	1	UH100	0,45	10
12'	1,2	4,56	6,9	0	3	13,4	1		0,08	-

Obs: A tabela contempla os equipamentos para um lado do museu estes valores se repetem para o outro lado devido ao eixo de simetria longitudinal/this table contemplates the equipments a side of the museum these values repeat to the other side due to your symmetrical axis.

As unidades hidráulicas foram distribuídas visando racionalização do sistema, portanto uma unidade hidráulica alimenta duas asas, uma de cada vez conforme esquema abaixo/ The hydraulic units was distribute seeking rationalization sistem, so each unit comand twice wings, each one for time see esquema bellow:



#### DETERMINAÇÃO DA UNIDADE HIDRÁULICA: DETERMINATION OF THE HYDRAULIC SYSTEM

- Volume oscilante de cada pistão/ variable cylinder oil: 4,5 l.
- Pressão de trabalho / Effective Pressure: 250bar
- Volume do reservatório necessário para as asas  
1,1';2,2';3,3';9,9';10,10';11,11';12,12':  
Tank volume to wings 1,2;3,3';9,9';10,10';11;12:

$$VR' = NP \cdot V_{cp} \rightarrow 8 \times 4,5 = 36l$$

$$VR'' = NP \cdot V_{cp} \rightarrow 3 \times 4,5 = 13,5l$$

$$VRt = VR' + VR'' \rightarrow 36 + 13,5 = 49,5l$$

- Volume do reservatório necessário para as asas 4,4';5,5';6,6';7,7';8,8':  
Tank volume to wings 4,4';5,5';6,6';7,7';8,8':

$$VR' = NP \cdot V_{cp} \rightarrow 15 \times 4,5 = 67,5l$$

$$VR'' = NP \cdot V_{cp} \rightarrow 10 \times 4,5 = 45l$$

$$VR_t = VR' + VR'' \rightarrow 63 \times 40,5 = 112,5l$$

Portando adotamos as seguintes unidades hidráulicas:

Carrying adopted the following hydraulic units:



Fabricante/ By: **Bosh Rexroth ou similar.**

Reservatório/ Tank: TN100 / TN250

Bomba/ Bomb: AZPF 004/008

Potência/ Potency: 10 / 15 CV.

Pressão/Pressure: 250 bar.

Volume nominal/Nominal volume: 4,1/8,2cm<sup>3</sup>

**BOMBAS  
ADOTADAS**

Tamanho nominal		2	4	5	8	11	14	16	19	22
Volume nominal teórico	cm <sup>3</sup>	2,6	4,1	5,6	8,2	11,3	14,4	16,5	19,6	22,9
Pressão de operação, Entrada:	bar	$p_{abs\ min} 0,7$ $p_{abs\ max} 3,0$								
pressão absoluta										
max. pressão contínua $p_1$	bar	200	250	250	250	250	250	250	210	180
max. pressão intermitente $p_2$	bar	230	280	280	280	280	280	280	230	210
max. pressão de pico $p_3$	bar	250	300	300	300	300	300	300	250	230
min. rotação à $p \leq 100$ bar	min <sup>-1</sup>	700	600	500	500	500	500	500	500	500
max. rotação à $p_3$	min <sup>-1</sup>	4000	4000	4000	4000	3500	3000	3000	3000	2500
Peso com flange B; R; Q; M	kg	2,3	2,8	2,85	2,9	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8
Peso com flange P; Q;	kg	2,1	2,4	2,45	2,5	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4
Peso com flange A	kg	2,9	3,4	3,45	3,5	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4

RP 10 03 1D/03.05

2/14

Bomba AZ PF

**COMPONENTES POR UNIDADE HIDRÁULICA**

ITEM	QUANTIDADE	DESCRIÇÃO
1	1	RESERVATÓRIO
2	1	MOTO-BOMBA
3	1	VISOR DE NÍVEL
4	1	FILTRO DE AR
5	1	FILTRO DE RETORNO
6	1	VÁLVULA ISOLADORA
7	1	MANÔMETRO
8	1	PRESSOSTATO BAIXA PRESSÃO
9	1	VÁLVULA DIRECIONAL 4/2 VIAS
-	4	AMORTECEDOR VIBRAÇÃO $\phi 90$ mm(VIBRA-STOP/SIMILAR)
-	1	PAINEL ELÉTRICO COM INVERSOR FREQUÊNCIA

**COMPONENTES HIDRÁULICOS POR ASA**

10	1	VÁLVULA DIRECIONAL 4/3 VIAS
11	2	VÁLVULA DE RETENÇÃO
12	1(*)	OBTURADOR PARA DESCIDA
13	1(**)	CONJUNTO PISTÕES ASA SUPERIOR
14	1(**)	CONJUNTO PISTÕES ASA LATERAL
-	1(***)	TUBO $\phi 12$ mm ASTM A519 S/COSTURA GALVANIZADO

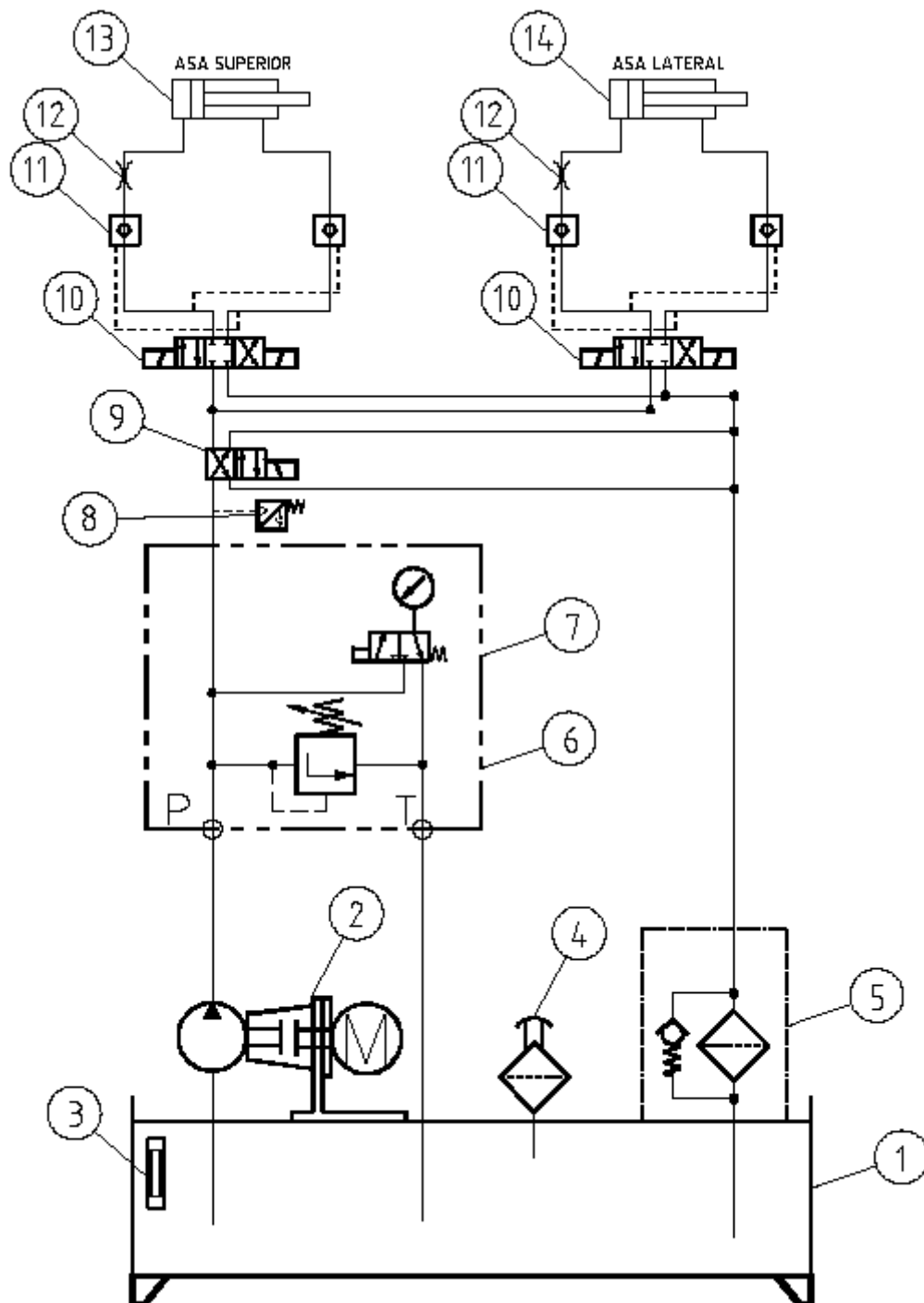
(\*) Um obturador por pistão

(\*\*) Ver quantidade de pistões na tabela de dimensionamento hidráulico

(\*\*\*)Tubo pré-dimensionado, após detalhamento do projeto este deve ser revisado.



ESQUEMA HIDRÁULICO MÓDULO TÍPICO / HYDRAULIC DIAGRAM:



#### 4) ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA / ELECTRIC FEEDING

- Tensão Nominal / Nominal tension – 380Volts
- Frequência Nominal / Nominal frequency 60Hz
- Potência Nominal / Nominal potency 10 / 15 CV
- Potência Nominal Total / Total Nominal potency  $2 \times (15 \times 5 + 10 \times 6) = 270 \text{CV}$

#### 5) RESUMO EQUIPAMENTOS MATERIAIS / SUMMARY MATERIAL EQUIPMENTS

##### ALTERAR ANTES DE EMITIR

LISTA GERAL EQUIPAMENTOS	
TOTAL PISTÕES	250
FLUIDO HIDRÁULICO (l)	3600
UNIDADE HIDRÚLICA TN100	12
UNIDADE HIDRÚLICA TN250	10
TUBO $\phi 12 \text{mm}$ ESTIMATIVA(m)(*)	2200

(\*) Valor estimado, valor final somente após detalhamento do projeto

Pos. Asa	Massa(t)
Asa 1-1'	6,8
Asa 2-2'	11,2
Asa 3-3'	16,9
Asa 4-4'	23,5
Asa 5-5'	31,8
Asa 6-6'	36,6
Asa 7-7'	29,9
Asa 8-8'	24,0
Asa 9-9'	19,6
Asa 10-10'	14,9
Asa 11-11'	11,1
Asa 12-12'	8,3
<b>Total</b>	<b>234,6</b>
<b>TB <math>\phi 355 \text{mm}</math></b>	<b>155,6</b>
<b>Total Geral</b>	<b>624,8</b>

Obs: Valores estimados, valor final após detalhamento projeto executivo.

## 6) NORMAS E DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA / REFERENCE DOCUMENTS

### NORMAS / NORMS

- AISC – 13th EDITION – 2005;
- S.J.I. – STEEL JOIST INSTITUTE – 1 994;
- CISC – Canadian Institute of Steel Construction;
- AWS D1.1 /92 ( American Welding Society )
- DIN 24339;
- DIN 2402;
- DIN 2413;
- DIN 2445
- DIN 1629
- DIN 1630
- DIN EN 10305-1
- NBR 8800/2008- Projeto e Execução de Estruturas de Aço de Edifícios;
- NBR 6123/88 - Efeito do Vento nas Edificações
- NBR 5419 - Proteção de Estruturas contra Descargas Atmosféricas
- NBR 10138 – Sistemas Hidráulicos e Pneumáticos
  
- Manual Tecnologia Pneumática Industrial Parker M1001BR
- RP 10 031D/03.05 Catálogo bombas Rexroth
- RP 17 331/09.05 Catálogo Cilindros hidráulicos Rexroth
- RP 51107/09.04 Catálogo Unidades hidráulicas Rexroth
- RP 23178/04.04 Catálogo Válvulas Direcionais Rexroth