00	Emissão Inicial	07/07/2025	Henrique	Henrique
Revisão	**Modificação**	**Data**	**Projetista**	**Aprovador**

Especialidades:	**Autores do Documento:**	**CREA / UF**	**Aprovador**
Instalações de Proteção ao Voo	Henrique López Ullmann	208413/RS	HLU

ENGENHARIA ULLMANN

Sítio

SBCD – AEROPORTO PREFEITO DR. CARLOS ALBERTO DA COSTA NEVES – CAÇADOR/SC

Área do sítio

PISTA DE POUSO E DECOLAGEM

Data:

07/07/2025

Especialidade / Subespecialidade

INSTAL. DE PROT. AO VOO - PAPI / INDICADOR DE TRAJETÓRIA DE APROXIMAÇÃO DE PRECISÃO

Autor (es) do Documento CREA / UF

Henrique López Ullmann – CREA/RS 208413

Tipo / Especificação do documento

MEMORIAL DE CÁLCULO DA CABECEIRA 20

Tipo de obra

INSTALAÇÃO

Classe geral do projeto

PROJETO EXECUTIVO

Aprovador (Fiscal Operacional)

Substitui a

Substituída por

Validador (Gestor de Contrato)

Codificação

SBCD.MEMÓRIAL DE CÁLCULO

PAPI - MEMÓRIA DE CÁLCULO DE INSTALAÇÃO

1 - DADOS DO AERÓDROMO

Aeródromo:	Aeroporto de Caçador
Cidade/UF:	Caçador / SC
Código de Referência do Aeródromo:	2C
Pista de Pouso e Decolagem (PPD):	02/20
Dimensões da PPD:	1873x 30 m
Cabeceira de Instalação:	20
Lado:	Esquerdo
ILS:	Não

Fonte: Rotaer

2 - DADOS DO SISTEMA PAPI

Sistema:	PAPI
Estilo do Sistema:	Estilo B (corrente constante)
Nº de Unidades de Luz:	4
Fabricante:	METROL
Código:	MM-PAPI-4X 200W

3 - RELAÇÃO DE AERONAVES QUE OPERAM REGULARMENTE

Modelo	Fabricante	Código de Referência	Classific.
ATR 42-300	ATR	2C	Usual
ATR 72	ATR	2C	Usual
EMB-195(E2)	Embraer	3C	Usual
B737-700	Boeing	4C	Crítica
A321-200	Airbus	4C	Crítica
A319-100	Airbus	3C	Crítica
	-	-	
	-	-	
	-	-	
	-	-	

Fontes: Boletim de horários previstos do Aeroporto de Caçador

4 - ÂNGULOS DAS UNIDADES DE LUZ

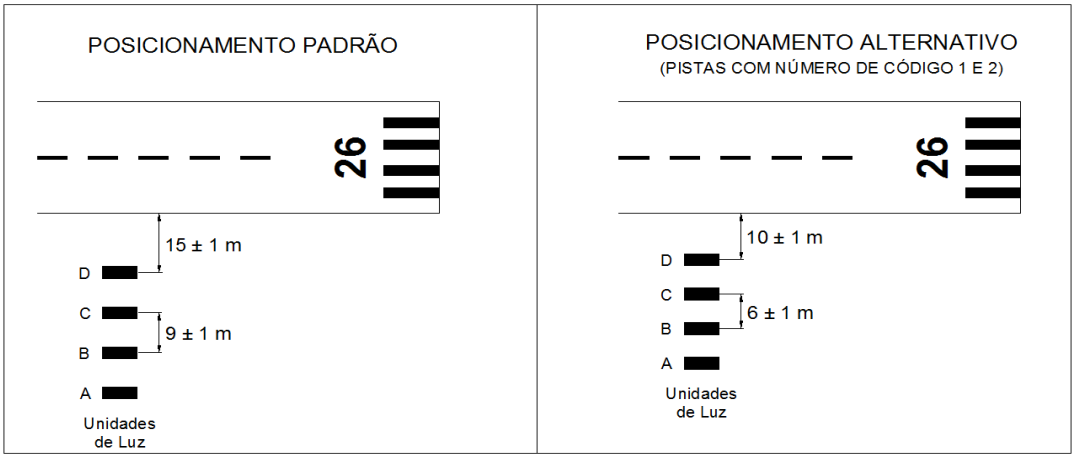
Ângulo de Rampa (θ) [°] = 3,50

Unidade de Luz	Variação de Ângulo: Instalação Padrão [min]	Aeronaves Grupo 4 e pistas com ILS [min]
A	**-30**	-35
B	**-10**	-15
C	**10**	15
D	**30**	35

Ângulo da Unidade de Luz A (θ_{ULA}) [°] = 3,00
Ângulo da Unidade de Luz B (θ_{ULB}) [°] = 3,33
Ângulo da Unidade de Luz C (θ_{ULC}) [°] = 3,67
Ângulo da Unidade de Luz D (θ_{ULD}) [°] = 4,00

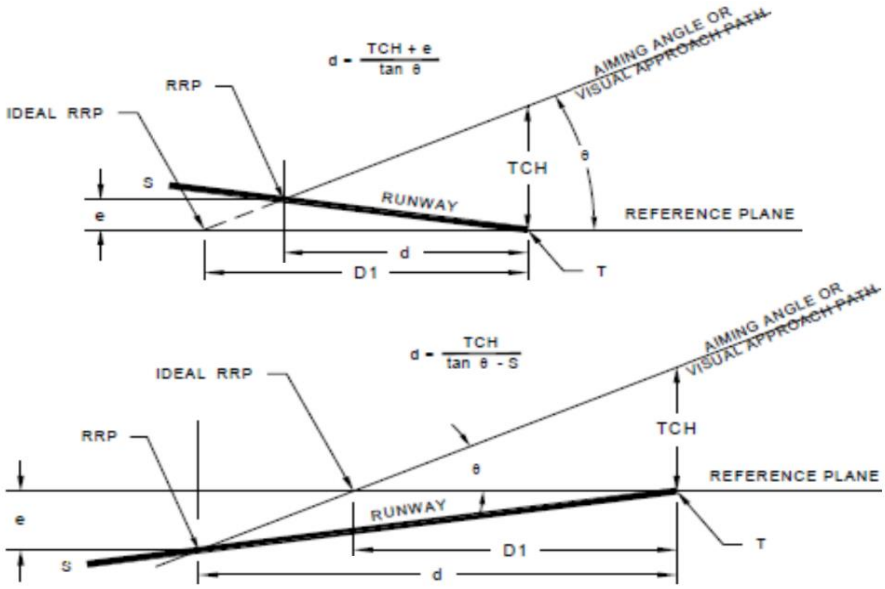
PAPI - MEMÓRIA DE CÁLCULO DE INSTALAÇÃO

5 - POSIÇÃO TRANSVERSAL DAS UNIDADES DES LUZ



Posição em relação a Borda da Pista: <u>POSICIONAMENTO PADRÃO</u>

6 - CÁLCULO DA POSIÇÃO LONGITUDINAL DO PAPI



$$TCH = H_{olho-roda} + ACR$$

Aeronave	Altura Olho-Roda	$ACR_{desejada}$	ACR_{min}	$TCH_{desejada}$	$TCH_{mín}$
ATR 42-300	3,68	9,0	4,0	12,68	7,68
ATR 72	3,74	9,0	4,0	12,74	7,74
EMB-195(E2)	5,27	9,0	5,0	14,27	10,27
B737-700	5,85	9,0	5,0	14,85	10,85
A321-200	6,88	9,0	5,0	15,88	11,88
A319-100	6,63	9,0	5,0	15,63	11,63
0	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D
0	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D
0	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D

Unidades em metro.

PAPI - MEMÓRIA DE CÁLCULO DE INSTALAÇÃO

6.1 - Cálculo da Posição do PAPI para Cabeceira com ILS (Glide Slope)

Dados do ILS:

Ângulo de Rampa (Θ_{ILS}) [°] = 3,00

Altura Eixo ILS sobre a Cabeceira (TCH_{ILS}) [m] = ← Carta IAC ILS

$$Origem\ do\ Sinal\ do\ ILS = \frac{TCH_{ILS}}{\tan\theta_{ILS}}$$

Origem do Sinal do ILS [m] = 0

Dist. Média Traj. Olho-Antena ILS ($H_{olho\text{-}ant}$) [m] = 0 ← Fonte: Airbus Aircraft Data for Visual Aids Calibration.

Posição Nominal do PAPI (D1) [m] = 0

$$D1 = \frac{TCH_{ILS} + H_{olho-ant}}{\tan\theta_{ILS}}$$

6.1.1 - Check Para Altura de Cruzamento de Roda

Mínima Alt. de Cruz. de Cab. (METH) [m] = 0

Mínima Alt. de Cruz. de Cab. (METH) [pés] = 0,00

$$METH = D1 \cdot \tan(\theta_{ULB} - 2')$$

$$ACR = METH - H_{olho-roda}$$

Aeronave	ACR Calculada [m]
ATR 42-300	-3,68
ATR 72	-3,74
EMB-195(E2)	-5,27
B737-700	-5,85
A321-200	-6,88
A319-100	-6,63
0	#N/D
0	#N/D
0	#N/D
0	#N/D

Média: -3,71

NÃO APLICÁVEL

6.1.2 - Posição do PAPI Corrigida Para Declividade da Pista

Nível da Cabeceira ($H_{cabeceira}$) [m] =

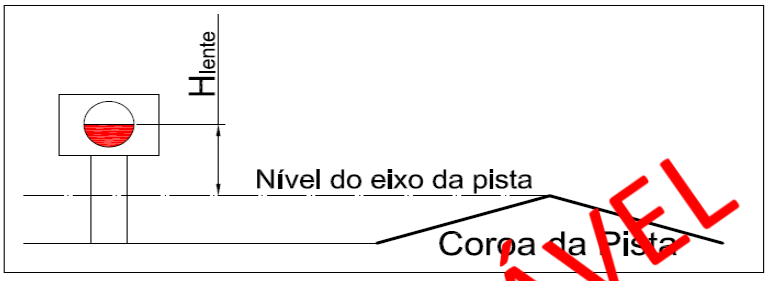
Convergência de valores:

Posição	Interpolação		Nível da Posição	Nível Primário	Diferença de Nível	Deslocar o PAPI em:	Nova Posição
	Posição	Nível					
0,000			#DIV/0!	0,000	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
#DIV/0!			#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
#DIV/0!			#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	-	-

Posição do PAPI Corrigida (d) [m] = #DIV/0!

PAPI - MEMÓRIA DE CÁLCULO DE INSTALAÇÃO

6.1.3 - Posição do PAPI Corrigida Para Altura das Lentes



$$Deslocamento = -\frac{Altura\ das\ Lentes}{\tan(\theta_{ULB} - 2')}$$

Altura das Lentes (H_{lente}) [m] = -0,3 ← Valor usual: -0,30 a +0,30 m. Recomendação presente no manual do fabricante (pag. 3-18).

Deslocamento [m] = -515,661957

Posição Final do PAPI ($D1_{final}$) [m] = #DIV/0!

NÃO APLICAVEL

6.1.4 - CHECK de METH

$$METH = D1_{final} \cdot \tan(\theta_{ULB} - 2') + \Delta H_{PAPI-Cab} + H_{lente}$$

Diferença de Nível PAPI-Cab ($\Delta H_{PAPI-Cab}$) [m] =

Mínima Alt. de Cruz. de Cab. (METH) [m] = #DIV/0!

PAPI - MEMÓRIA DE CÁLCULO DE INSTALAÇÃO

6.2 - Cálculo da Posição do PO do PAPI para Cabeceira sem ILS

Mínima Alt. de Cruz. de Cab. (METH) [m] = 15,74
Mínima Alt. de Cruz. de Cab. (METH) [pés] = 51,65

$$D1 = \frac{TCH}{\tan(\theta_{ULG} - 2')}$$

Posição Nominal do PAPI (D1) [m] = 273,01

6.2.1 - Check Para Altura de Cruzamento de Roda

$$ACR = METH - H_{olho-roda}$$

Aeronave	ACR Calculada [m]
ATR 42-300	12,06
ATR 72	12,00
EMB-195(E2)	10,47
B737-700	9,89
A321-200	8,86
A319-100	9,11
0	#N/D
0	#N/D
0	#N/D
0	#N/D

Média: 11,51

6.2.2 - Posição do PO do PAPI Corrigida Para Declividade da Pista

Nível da Cabeceira ($H_{cabeceira}$) [m] = 1022,305

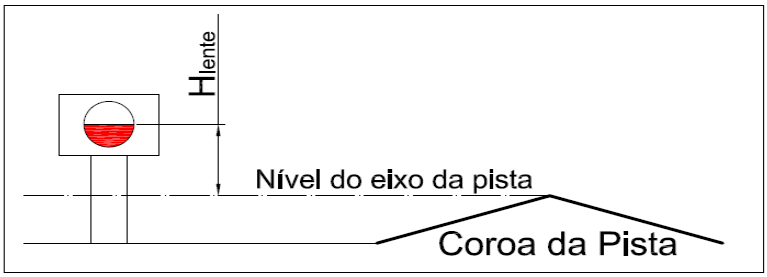
Convergência de valores:

Posição	Interpolação		Nível da Posição	Nível Primário	Diferença de Nível	Deslocar o PAPI em:	Nova Posição
	Posição	Nível					
273,01	270	1020,903	1020,887	1022,305	-1,418	24,592	297,599
	280	1020,850					
297,60	290	1020,797	1020,748	1020,887	-0,139	2,405	300,004
	300	1020,733					
300,00	300	1020,733	1020,733	1020,748	-0,015	-	-
	3210	1020,693					

Posição do PO do PAPI Corrigida para Diferença Elevação Cabeceira(d) [m] = 300,004

PAPI - MEMÓRIA DE CÁLCULO DE INSTALAÇÃO

6.2.3 - Posição corrigida das Caixas de Luz do PAPI p/ Altura das Lentes



$$Deslocamento = -\frac{Altura\ das\ Lentes}{\tan(\theta_{ULB} - 2')}$$

Altura das Lentes (H_{lente}) [m] = 0

Deslocamento [m] = 0,000

← Valor usual: -0,30 a +0,30 m. Recomendação presente no manual do fabricante.

Posição Final das Caixas de Luz do PAPI ($D1_{final}$) [m] = 300,004

← Nível 8,985m (no eixo da PPD p/ posição final)

6.2.4 - CHECK de METH

$$METH = D1_{final} \cdot \tan(\theta_{ULG} - 2') + \Delta H_{PAPI-Cab} + H_{lente}$$

Diferença de Nível PAPI-Cab ($\Delta H_{PAPI-Cab}$) [m] = -1,572

Mínima Alt. de Cruz. de Cab. (METH) [m] = 15,73

PAPI - MEMÓRIA DE CÁLCULO DE INSTALAÇÃO

7 - ALTURA DAS UNIDADES DE LUZ

Posição Final do PAPI ($D1_{final}$) [m] = 300,004

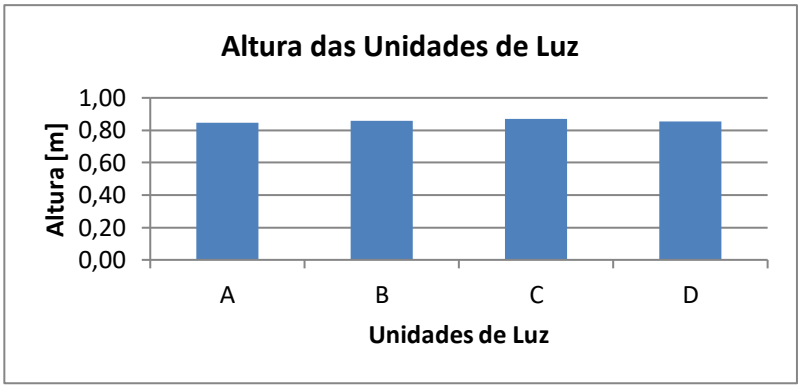
Nível do Eixo da Pista [m] = 1020,733 ← Na posição final do PAPI.

Altura das ULs sem correção do solo:

Unidade de Luz	Interpolação		Nível do Solo [m]	Diferença de Nível [m]	Altura do PAPI [m]	Observação
	Posição	Nível				
A		1018,84	1018,840	1,89	2,00	Elevar Base em 1,15m
	300	1018,84				
B		1019,18	1019,179	1,55	1,66	Elevar Base em 0,80m
	300	1019,18				
C		1059,52	1019,519	1,21	1,32	Elevar Base em 0,45m
	300	1019,52				
D		1019,83	1019,832	0,90	1,01	Elevar Base em 0,15m
	300	1019,83				

Altura das ULs com correção do solo:

Unidade de Luz	Nível do Solo [m]	Correção do Solo [m]	Novo Nível do Solo [m]	Diferença de Nível [m]	Altura do PAPI [m]
A	1018,84	1,15	1019,990	0,74	0,85
B	1019,18	0,8	1019,979	0,75	0,86
C	1019,52	0,45	1019,969	0,76	0,87
D	1019,83	0,15	1019,982	0,75	0,86



8 - ANÁLISE DA SUPERFÍCIE LIVRE DE OBSTÁCULOS (SLO)

$$Rampa\ da\ SLO = A - 0{,}57°$$ ← ICAO Anexo 14, Volume I, Capítulo 5, tabela 5-2.

Menor Ângulo do PAPI (A) [°] = 3,00

Rampa da SLO [°] = 2,43

Conforme análise do giro de horizonte contido no levantamento topográfico Pré-site do PAPI, pode-se constatar que existem alguns objetos acima do plano da superfície livre de obstáculos.

Radial	Elevação	Distância	Obstáculo
-14,317	2,395	800m	Árvore
-4,546	1,632	1070m	Árvore
11,363	1,66	1130m	Rede MT
13,88	2,082	1180m	Árvore

PAPI - MEMÓRIA DE CÁLCULO DE INSTALAÇÃO

9 - CONCLUSÃO

Posição Longitudinal das Caixas de Luz do PAPI [m] = 300,00

Posição Longitudinal do PO do PAPI [m] = 300,00

Lado da Pista: Esquerdo

Posição Transversal do PAPI: Posicionamento Padrão

Ângulo das Unidades de Luz:
Unidade de Luz A [°] = 3,00
Unidade de Luz B [°] = 3,33
Unidade de Luz C [°] = 3,67
Unidade de Luz D [°] = 4,00

Altura do PAPI:
Unidade de Luz A [m] = 0,85
Unidade de Luz B [m] = 0,86
Unidade de Luz C [m] = 0,87
Unidade de Luz D [m] = 0,86

Superfície Livre de Obstáculos: Não. Conforme item 8

gov.br Documento assinado digitalmente
RICHARD FERREIRA FERNANDES
Data: 13/05/2026 16:16:44-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br