FUNDACIÓN UNIVERSITARIA LOS LIBERTADORES FACULTAD DE INGENIERÍA INGENIERÍA AERONÁUTICA

CONSTRUCCIÓN A PARTIR DE UN PROCESO DE INGENIERÍA INVERSA DE UN ROTOR, PARA OPERAR EN CONDICIONES COLOMBIANAS DE BAJO POTENCIAL EÓLICO, CON LA FINALIDAD DE IMPLEMENTARLO EN ZONAS RURALES NO INTERCONECTADAS

> **POR:** Camilo Andrés Rodríguez Cortes Director: (Prof. Ing.) Julio Enoc Parra Villamarin

BOGOTÁ DC, COLOMBIA 2016

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA LOS LIBERTADORES FACULTAD DE INGENIERÍA INGENIERÍA AERONÁUTICA

CONSTRUCCIÓN A PARTIR DE UN PROCESO DE INGENIERÍA INVERSA DE UN ROTOR, PARA OPERAR EN CONDICIONES COLOMBIANAS DE BAJO POTENCIAL EÓLICO, CON LA FINALIDAD DE IMPLEMENTARLO EN ZONAS RURALES NO INTERCONECTADAS

Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de: Ingeniero Aeronáutico

> POR: Camilo André Rodríguez Cortes Director: (Prof. Ing.) Julio Enoc Parra Villamarin

BOGOTÁ DC, COLOMBIA 2016

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA LOS LIBERTADORES

FACULTAD DE INGENIERÍA INGENIERÍA AERONÁUTICA

APROBACIÓN DE TRABAJO DE GRADO

CONSTRUCCIÓN A PARTIR DE UN PROCESO DE INGENIERÍA INVERSA DE UN ROTOR, PARA OPERAR EN CONDICIONES COLOMBIANAS DE BAJO POTENCIAL EÓLICO, CON LA FINALIDAD DE IMPLEMENTARLO EN ZONAS RURALES NO INTERCONECTADAS

Enviada por **CAMILO ANDRÉS RODRÍGUEZ CORTÉS** en cumplimiento parcial de los requerimientos para el grado en **Ingeniería Aeronáutica**, Fundación Universitaria Los Libertadores.

Msc. Adriana Páez Pino

Decana Departamento de Ingenierías Msc. Andrés Felipe Giraldo Quiceno Director de Departamento, Ingeniería Aeronáutica

Prof. Ing. Julio Enoc Parra Villamarin Tutor, Departamento de Ingeniería Aeronáutica

Miembros del comité evaluador:

Evaluador 1

Evaluador 2

Fecha: _____

Lema

"Far better is it to dare mighty things, to win glorious triumphs – even though chekered by failure – than to rank with those poor spirits who neither enjoy much nor suffer much, because they live in a gray twilight that knows not victory not defeat."

Theodore Roosevelt

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primeramente a Dios, por permitirme vivir esta experiencia de aprendizaje y reto, a mis padres Lucia Cortés y Misael Rodríguez, a mi abuelita Blanca Cortés Q.E.P.D y a mis hermanos por su incondicional y desinteresado apoyo en mi último semestre universitario.

Deseo expresar mi total agradecimiento a mi tutor Prof. Ingeniero Julio Parra, por su valiosa ayuda y guía durante todo el proceso, permitiéndome llevar a buen término la realización de este trabajo de grado. Al director del programa de Ingeniería Aeronáutica Msc. Felipe Giraldo, por su cooperación en la realización del presente trabajo, al Msc. Jairo Gutiérrez, por sus valiosos aportes a la realización del presente trabajo.

Tabla de contenido	
AGRADECIMIENTOS	6
LISTA DE FIGURAS	9
LISTA DE TABLAS	11
LISTA DE SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS	13
RESUMEN	19
ABSTRACT	20
ΙΝΤΒΟΟΙ ΙΟΟΙΟΝ	21
	21
OBJETIVO GENERAL	
3.1. Objetivos Específicos	26
ANTECEDENTES	27
4.1 ZONAS RURALES NO INTERCONECTADAS EN COLOMBIA (ZNI)	27
4.1.1 Transformación:	27
4.1.2 Transmisión:	27
4.1.3 Distribución:	27
4.1.4 Comercialización:	
4.2 Estudios de consumo básico de subsistencia en ZNL	29
4.3 Condiciones de bajas velocidades de viento en Colombia	
4.4 INVESTIGACIONES RELACIONADAS SOBRE ENERGÍA EÓLICA PARA BAJAS VELOCIDADES DE VIENTO	
4.5 Estado global de la energía eólica al cierre de 2014	46
MARCO CONCEPTUAL	49
5 1 EL DECUDSO DEL VIENTO	40
5.1 EL RECURSO DEL VIENTO	
5.2 COMPONENTES DE LA TURBINA EOLICA	
5.2.2 Hulas del 10101	
5.2.2 Hub o buje	
5.2.5 Eje de daja velocidada	
5.2.5 El sis de alta velocidad	
5.2.5 El eje de dila velociada.	
5.2.0 Generation electrico.	
5.2.9 Sistema hidráulico	
5.2.0 Unidad de anfriemiente	
5.2.7 Ontada de enjnamiento	
5.2.10 Torre de la latoria eolica	
5.2.11 mecunismo de orientación	
5.3.1 Extendós:	در دع
5.3.2 Intradós	
5.3.2 Intrauos.	
J.J.J DOTUE de diaque	

5.3.4 Borde de salida	54
5.3.5 Cuerda:	54
5.3.6 Línea de curvatura media:	54
5.3.7 Ordenada máxima de la curvatura media:	54
5.3.8 Espesor y distribución del espesor:	54
5.3.9 Radio de curvatura:	54
5.4 FUERZAS AERODINÁMICAS SOBRE EL ALA	54
5.5 CÁLCULO DE LOS COEFICIENTES DE LIFT Y DRAG DESPUÉS DE ÁNGULO DE PERDIDA	58
5.6 El rotor ideal, límite de Betz	60
5.7 TEORÍA DEL ELEMENTO DE PALA	65
5.8 VARIABLES IMPLICADAS EN EL PROCESO DE DISEÑO DE PALA	66
5.8.1 Número Reynolds:	67
5.8.2 Velocidad del viento (V1):	67
5.8.3 Densidad del aire:	68
5.8.4 Tip speed rartio local λr TSR:	68
5.8.5 Coeficientes aerodinámicos (Cl y Cd):	68
5.8.6 Ángulo de ataque (α):	68
5.8.7 Número de palas (B):	68
5.8.8 Radio de rotor (R y r):	68
5.8.9 Cuerda aerodinámica:	69
5.8.10 Twist de la pala:	69
5.8.11 Ángulo del viento relativo (Φ):	70
5.8.12 La Solidez σ :	71
5.8.13 El control de paso:	71
5.8.14 El aspect ratio (AR):	71
5.8.15 Factor de Prandtl en la punta del álabe:	72
5.8.16 Factores de inducción axial y tangencial	72
5.8.16.1 Velocidad del Viento relativo (Vrel):	74
5.8.17 Velocidad tangencial (Vtan):	74
5.9 Análisis del elemento de pala	74
5.9.1 Cálculo de la potencia entregada por el diseño	76
5.9.2 Proceso iterativo usando BEM	77
5.10 Construcción componente del rotor	78
5.10.1 Construcción de las palas	80
5.11 APLICACIONES AEROGENERADORES DE BAJA POTENCIA	81
5.11.1 Instalaciones aisladas a la red eléctrica	81
5.11.2 Instalaciones conectadas a la red eléctrica	82
DESARROLLO DEL PROYECTO	83
6.1 IMPACTO SOCIOECONÓMICO DE IMPLEMENTARSE EL PROYECTO EÓLICO EN ZNI	83
6.2 OTRAS FNCER APLICABLES A ZNI	84
6.3 SELECCIÓN DE UN PERFIL ÓPTIMO PARA OPERAR EN CONDICIONES DE BAJO POTENCIAL EÓLICO	86
6.4 DISEÑO DE LA PALA DEL ROTOR	89
6.4.1 Geometría de pala	

6.4.2 Proceso iterativo para hallar los ángulos del viento relativo respecto al plano de rotación y el coeficiente
de potencia93
6.4.3 Simulación del diseño en el software Q-Blade98
6.5 DATOS TEÓRICOS DE LAS CURVAS DE POTENCIA DEL DISEÑO VERSUS AEROGENERADOR EOLOS 450-600W 106
6.5.1 Especificaciones Aerogenerador Eolos 400-600W. (Ibíd.):
6.5.2 Especificaciones del diseño107
CONCLUSIONES
RECOMENDACIONES
9. REFERENCIAS
ANEXO A: ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO AERODINÁMICO DE LOS PERFILES EMPLEADOS PARA BAJOS
POTENCIALES EÓLICOS
ANEXO B: HOJA DE CÁLCULO DEL DISEÑO DE PALA, USANDO BLADE ELEMENT MOMENTUM
THEORY (BEM)
ANEXO C: SIMULACIÓN DE LA CURVA DE POTENCIA Y CARGAS ESTRUCTURALES DEL DISEÑO CON Q-BLADE155

Lista de figuras

FIGURA 1: PROBABILIDAD DE OCURRENCIA VELOCIDADES DEL VIENTO EN COLOMBIA, JUSTIFICACIÓN	25
FIGURA 2: INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA COLOMBIANA. (UPME, 2003).	28
FIGURA 3: CENTROS POBLADOS EXISTENTES EN COLOMBIA. (IBÍD.)	30
FIGURA 4: VELOCIDAD PROMEDIO DEL VIENTO A 10 METROS DE ALTURA (M/S) MULTIANUAL (IBÍD.)	33
FIGURA 5: PROBABILIDAD DE OCURRENCIA VELOCIDADES DEL VIENTO EN COLOMBIA.	34
FIGURA 6: VARIACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE SUSTENTACIÓN DE LOS PERFILES S1223 Y S1210, CON DIFERENTES	S
ESPESORES DE BORDE DE FUGA, EN 148.000 REYNOLDS. (IBÍD.)	38
FIGURA 7: DRAG POLAR PARA LOS PERFILES S1223 Y S1210 CON SUS MODIFICACIONES RESPECTO AL BORDE DE FU	GA.
(RONIT, ET. AL., 2011)	39
FIGURA 8: CL VS ÁNGULO DE ATAQUE DEL PERFIL AF300 COMPARADO CON OTROS USADOS EN PEQUEÑAS TURBINA	4S
EÓLICAS, EN 100.000 REYNOLDS. (RONIT, ET., AL., 2011)	39
FIGURA 9: POLAR DEL PERFIL AF300 COMPARADO CON OTROS USADOS EN PEQUEÑAS TURBINAS EÓLICAS, EN 100.0	000
Reynolds. (Ibíd.)	40
FIGURA 10: POLAR DEL PERFIL AF300 COMPARADO CON OTROS USADOS EN PEQUEÑAS TURBINAS EÓLICAS, EN	
100.000 Reynolds. (Ronit, et. al., 2011)	40
FIGURA 11. NUEVO PERFIL AERODINÁMICO AF300. (RONIT, ET. AL., 2011).	41
FIGURA 12: ESPECIFICACIONES DEL ROTOR AF300. (IBÍD.)	42
FIGURA 13: ROTORES AIR X MARINE Y AF300 (CATALOGO AIR X MARINE), (RONIT, ET. AL., 2012)	42
FIGURA 14: GRÁFICAS DE POTENCIA AIR X MARINE Y AF300. (IBÍD.)	43
FIGURA 15: MODELOS BIDIMENSIONALES NACA 2509 Y NACA4412. (IBÍD.)	44
FIGURA 16: PROCESO DE FABRICACIÓN PALAS NACA 4412 Y 2509 (GÓMEZ, 2011).	45
FIGURA 17: ROTORES CONSTRUIDOS Y ENSAMBLADOS. (IBÍD.)	45

FIGURA 18: LISTA DE 10 PAÍSES CON NUEVA CAPACIDAD INSTALADA Y ACUMULADA AL 2014. (IBÍD.)	
FIGURA 19: CAPACIDAD ANUAL INSTALADA POR REGIÓN (2006-2014). (FRIEND, ET. AL., 2014)	
FIGURA 21: PREDICCIÓN ACUMULADA POR REGIÓN (2014-2019). (FRIEND, ET. AL., 2014)	
FIGURA 20: PREDICCIÓN POR REGIÓN (2014-2019). (IBÍD.)	
FIGURA 22: FORMACIÓN DE VIENTO. (HTTP://WWW.TARINGA.NET/)	50
FIGURA 23: COMPONENTES DE LA TURBINA EÓLICA. (HTTP://WWW.FING.EDU.UY).	51
FIGURA 24: DEFINICIÓN DE ALA. (CARMONA, 2000)	53
FIGURA 25. FUERZAS AERODINÁMICAS SOBRE EL ALA. (RONCERO, 2010)	55
FIGURA 26: ÁNGULO DE ATAQUE. (IBÍD.)	55
FIGURA 27. COEFICIENTE DE LIFT EN FUNCIÓN DEL ÁNGULO DE ATAQUE. (IBÍD.)	57
FIGURA 28: COEFICIENTE DE DRAG EN FUNCIÓN DEL ÁNGULO DE ATAQUE. (IBÍD.)	57
FIGURA 29. COEFICIENTES DE LIFT Y DRAG SUEPRIOR AL ÁNGULO DE PERDIDA (SONG Q., 2012)	58
FIGURA 30: COMPORTAMIENTO DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO EN UN ROTOR, BAJO CONDICIONES IDEALES. (M	I ANWEL
et al., 2009)	61
FIGURA 31. ESQUEMA DEL ELEMENTO DE PALA: C, ES LA LONGITUD DE CUERDA; DR, ES LA LONGITUD RADIAL	DEL
ELEMENTO; R, ES EL RADIO; R, RADIO DEL ROTOR; Ω , VELOCIDAD ÁNGULAR DEL ROTOR. (MANWEL ET AI	L.; 2009)
	66
FIGURA 32. GEOMETRÍA DE PALA, PARA EL ANÁLISIS DE UNA TURBINA DE EJE HORIZONTAL. (MANWEL ET AL.	; 2009).
	67
FIGURA 33: VARIACIÓN DEL TWIST Y DE LAS VELOCIDADES TANGENCIAL Y RELATIVA A LO LARGO DE LA LONG	GITUD
DE UN ÁLABE DE UN ROTOR, DONDE VO ES LA VELOCIDAD AXIAL DEL VIENTO, VTAN ES LA VELOCIDAD	
TANGENCIAL Y VREL ES LA VELOCIDAD RELATIVA. (GUTIÉRREZ, ET. AL., 2007)	70
FIGURA 34. SECCION DE PALA A UNA DISTANCIA R DEL HUB (SOREN GUNDTOFT., 2009)	74
FIGURA 35. FUERZAS AERODINAMICAS SOBRE EL ELEMENTO DE PALA DESCOMPUESTAS SOBRE EL PLANO DE RU	OTACION
(SOREN GUNDTOFT., 2009)	
FIGURA 36: RENDIMIENTO Y FLUJO DE POTENCIA A PLENA CARGA DE UN AEROGENERADOR. (RUIZ, 2009)	
FIGURA 37: DIAGRAMA PATRON DE PALA (SANCHEZ, 2010).	
FIGURA 38: PLANTILLA DE LA PALA Y SOPORTES DEL PATRON SUPERIOR E INFERIOR. (IBID.)	
FIGURA 39: MOLDE DE PALA TERMINADO. (IBID.)	
FIGURA 40: PALA TERMINADA. (SANCHEZ, 2010).	
FIGURA 41: PERFILES AERODINÁMICOS ANALIZADOS A 130.000 REYNOLDS. (TOOLS, 2016).	87
FIGURA 42: A VS CL Y A VS CL/CD PARA LOS PERFILES DE LA FIGURA 43	
FIGURA 43: A VS CD Y A VS CM.	
FIGURA 44: RELACIÓN CL/CD VS ALPHA.	
FIGURA 45: PERFIL AERODINÁMICO S1210 12%. (TOOLS, 2016).	
FIGURA 46. COEFICIENTES AERODINÁMICOS HALLADOS POR MÉTODO DE VITERNA, DESPUÉS DEL ÁNGULO DE I	PÉRDIDA
FIGURA 47. COEFICIENTES AERODINAMICOS Y RELACIÓN CL/CD, PERFIL S1210 12%	
FIGURA 48. POLARES PERFIL S1210 12%, Q-BLADE	
FIGURA 49. POLARES 3D PERFIL S1210 12% USANDO METODO VITERNA, Q-BLADE	100
FIGURA 50. DATOS DEL DISENO DE PALA, Q-BLADE	101
FIGURA 51. COEFICIENTE DE POTENCIA, COEFICIENTE DE TORQUE Y FACTORES DE INDUCCION AXIAL Y TANGE	NCIAL,
	102
FIGURA 52. POTENCIA ENTREGADA POR EL AEROGENERADOR DISENADO EN VELOCIDAD DE DISENO V 1=5M/S,	TORQUE
Y FACTOR DE INDUCCION AXIAL.	103
FIGURA 55. CAMPO DE FLUJO, VELOCIDAD DE DISENO	

FIGURA	54.	. SIMULACIÓN DEL DISEÑO EN CONDICIONES DE VELOCIDAD DE DISEÑO 5M/S	104
FIGURA	55.	. SIMULACIÓN CARGAS ESTRUCTURALES SOBRE LA PALA	105
FIGURA	56:	: ROTOR EOLOS 450 – 600W 12V 3 ASPAS. (RENOVABLES DEL SUR, S/F)	106
FIGURA	57.	. Curva de potencia Diseño vs Aerogenerador Eolos 450 W- 600W	109
FIGURA	58:	: GRÁFICAS DE 9 PERFILES A 130.000 REYNOLDS, SERIE S DE LOS 14 SELECCIONADOS PREVIAMENTE.	126
FIGURA	59:	: GRÁFICAS DE 9 PERFILES A 190.000 REYNOLDS, SERIE S DE LOS 14 SELECCIONADOS PREVIAMENTE.	127
FIGURA	60:	: GRÁFICAS DE 9 PERFILES A 250.000 REYNOLDS, SERIE S DE LOS 14 SELECCIONADOS PREVIAMENTE.	127
FIGURA	61:	: GRÁFICAS DE 9 PERFILES A 370.000 REYNOLDS, SERIE S DE LOS 14 SELECCIONADOS PREVIAMENTE.	128
FIGURA	62:	: GRÁFICAS DE 9 PERFILES A 490.000 REYNOLDS, SERIE S DE LOS 14 SELECCIONADOS PREVIAMENTE.	128
FIGURA	63:	: GRÁFICAS DE 5 PERFILES A 130.000 REYNOLDS, SERIE NACA DE LOS 14 SELECCIONADOS PREVIAM	ENTE.
			129
FIGURA	64:	: GRÁFICAS DE 5 PERFILES A 190.000 REYNOLDS, SERIE NACA DE LOS 14 SELECCIONADOS PREVIAM	ENTE.
			129
FIGURA	65:	: GRÁFICAS DE 5 PERFILES A 250.000 REYNOLDS, SERIE NACA DE LOS 14 SELECCIONADOS PREVIAM	ENTE.
			130
FIGURA	66:	: GRÁFICAS DE 5 PERFILES A 370.000 REYNOLDS, SERIE NACA DE LOS 14 SELECCIONADOS PREVIAM	ENTE.
			130
FIGURA	67:	: GRÁFICAS DE 5 PERFILES A 490.000 REYNOLDS, SERIE NACA DE LOS 14 SELECCIONADOS PREVIAM	ENTE.
			131
FIGURA	68.	. PERFILES AERODINÁMICOS A BAJO POTENCIAL EÓLICO. (TOOLS, 2016)	131
FIGURA	69.	. COEFICIENTES AERODINÁMICOS Y RELACIÓN CL/CD, PERFIL S1210 12%	132
FIGURA	70.	. COMPORTAMIENTO DE LOS COEFICIENTES AERODINÁMICOS DESPUÉS DEL ÁNGULO DE PÉRDIDA	133
FIGURA	71.	. COEFICIENTES DE POTENCIA Y TORQUE DEL DISEÑO, Q-BLADE	155
FIGURA	72.	. FACTORES DE INDUCCIÓN AXIAL DEL DISEÑO. Q-BLADE	156
FIGURA	73.	. SIMULACIÓN DEL DISEÑO A 2M/S, Q-BLADE	157
FIGURA	74.	. SIMULACIÓN DEL DISEÑO 5M/S, Q-BLADE	157
FIGURA	75.	. SIMULACIÓN DEL DISEÑO 8M/S, Q-BLADE	158
FIGURA	76.	. SIMULACIÓN DEL DISEÑO 11M/S, Q-BLADE	158
FIGURA	77.	. SIMULACIÓN DEL DISEÑO 14M/S, Q-BLADE	158
FIGURA	78.	. SIMULACIÓN ESTRUCTURAL DE LA PALA DEL DISEÑO A V1=5M/S, Q-BLADE	160

Lista de tablas

TABLA 1: DESAGREGACIÓN DE USUARIOS POR SISTEMA Y POR DEPARTAMENTO. (UPME, 2014).	31
TABLA 2: MODIFICACIONES E ITERACIONES DE LOS 10 PERFILES SELECCIONADOS. (RONIT, ET. AL., 2011)	37
TABLA 3. COEFICIENTE DE SUSTENTACIÓN ÓPTIMO EN PERFILES AERODINÁMICOS PARA PEQUEÑAS TURBINAS EÓI	LICAS.
(Іві́D.)	41
TABLA 4: SELECCIÓN PERFIL AERODINÁMICO (BAJOS REYNOLDS). (IBÍD.)	44
TABLA 5: EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA AERODINÁMICA DE LOS ROTORES. (GÓMEZ, ET. AL., 2011)	45
TABLA 6: CAPACIDAD GLOBAL INSTALADA, DISTRIBUCIÓN REGIONAL. FRIEND, ET. AL., 2014).	47
TABLA 7. ENERGÍAS RENOVABLES VS CONVENCIONALES	83
TABLA 8. VALORES DE CÁLCULO, MÉTODO DE VITERNA PARA EL PERFIL S1210 12%, EN ÁNGULOS DE ATAQUE	
SUPERIORES AL ÁNGULO DE PERDIDA	89
TABLA 9. PROPIEDADES GEOMÉTRICAS INICIALES DEL DISEÑO	93

TABLA 10. ITERACIÓN INICIAL, PARA HALLAR LOS FACTORES DE INDUCCIÓN AXIAL Y TANGENCIAL	94
TABLA 11. ITERACIÓN DOS, CÁLCULO DE LOS FACTORES AXIALES Y TANGENCIALES	95
TABLA 12. ÚLTIMA ITERACIÓN, DATOS FINALES PARA EL DISEÑO.	96
TABLA 13. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE POTENCIA A PARTIR DEL ÁREA BAJO LA CURVA.	97
TABLA 14. COMPOSICIÓN ESTRUCTURAL DEL DISEÑO Y CARGAS ESTRUCTURALES SOBRE CADA UNA DE LAS	SECCIONES
	105
TABLA 15. PROPIEDADES DE FIBRAS (NAVARRO UGENA., 2008)	
TABLA 16: TABLA DE POTENCIA ROTORES DISEÑO Y EOLOS 400-600W.	
TABLA 17: A VS CL, PARA 490.000 REYNOLDS.	
TABLA 18: A VS CL, PARA 370.000 REYNOLDS.	
TABLA 19: A VS CL, PARA 250.000 REYNOLDS.	
TABLA 20: A VS CL, PARA 190.000 REYNOLDS.	
TABLA 21: A VS CL, PARA 130.000 REYNOLDS.	122
TABLA 22: TABLAS DE CONCLUSIÓN, PERFILES CON COEFICIENTE MÁS ALTO.	
TABLA 23: A VS CL/CD, PARA 130.000 REYNOLDS.	123
TABLA 24: A VS CL/CD, PARA 190.000 REYNOLDS.	124
TABLA 25: A VS CL/CD, PARA 250.000 REYNOLDS.	124
TABLA 26: A VS CL/CD, PARA 370.000 REYNOLDS.	124
TABLA 27: A VS CL/CD, PARA 490.000 REYNOLDS.	125
TABLA 28: TABLAS DE CONCLUSIÓN, PERFILES CON CL/CD MÁS ALTO	
TABLA 29. PARÁMETROS DE DISEÑO	
TABLA 30. OPTIMIZACIÓN PARCIAL DEL DISEÑO	
TABLA 31. CÁLCULO DE LOS FACTORES DE INDUCCIÓN AXIAL Y TANGENCIAL INICIALES	136
TABLA 32. CÁLCULO 2 DE LOS FACTORES DE INDUCCIÓN AXIAL Y TANGENCIAL	
TABLA 33. CÁLCULO 3 Y 4 DE LOS FACTORES DE INDUCCIÓN AXIAL Y TANGENCIAL.	
TABLA 34. CÁLCULO 5 Y 6 FACTORES DE INDUCCIÓN AXIAL Y TANGENCIAL	
TABLA 35. CÁLCULO 7 Y 8 DE LOS FACTORES DE INDUCCIÓN AXIAL Y TANGENCIAL	140
TABLA 36. CÁLCULO 9 Y 10 DE LOS FACTORES DE INDUCCIÓN AXIAL Y TANGENCIAL	141
TABLA 37. CÁLCULO 11 Y 12 DE LOS FACTORES DE INDUCCIÓN AXIAL Y TANGENCIAL	
TABLA 38. CÁLCULO 13 Y 14 DE LOS FACTORES DE INDUCCIÓN AXIAL Y TANGENCIAL	143
TABLA 39. CÁLCULO 15 Y 16 DE LOS FACTORES DE INDUCCIÓN AXIAL Y TANGENCIAL	
TABLA 40. CÁLCULO 17 Y 18 DE LOS FACTORES DE INDUCCIÓN AXIAL Y TANGENCIAL	145
TABLA 41. CÁLCULO 19 Y 20 DE LOS FACTORES DE INDUCCIÓN AXIAL Y TANGENCIAL.	146
TABLA 42. CÁLCULO 21 Y 22 DE LOS FACTORES DE INDUCCIÓN AXIAL Y TANGENCIAL.	147
TABLA 43. CÁLCULO 23 Y 24 DE LOS FACTORES DE INDUCCIÓN AXIAL Y TANGENCIAL.	148
TABLA 44. CÁLCULO 25 Y 26 DE LOS FACTORES DE INDUCCIÓN AXIAL Y TANGENCIAL.	149
TABLA 45. CÁLCULO 27 Y 28 DE LOS FACTORES DE INDUCCIÓN AXIAL Y TANGENCIAL.	150
TABLA 46. CÁLCULO 29 Y 30 DE LOS FACTORES DE INDUCCIÓN AXIAL Y TANGENCIAL.	
TABLA 47. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE POTENCIA A PARTIR DEL ÁREA BAJO LA CURVA	152
TABLA 48. VELOCIDAD RELATIVA, FUERZAS TANGENCIALES, FUERZAS NORMALES, RPM, VELOCIDAD TANG	GENCIAL Y
NÚMEROS REYNOLDS DE CADA SECCIÓN DEL ELEMENTO DE PALA	154
TABLA 49. TABLA DE MATERIAL Y CARGAS EXPERIMENTADAS EN LA PALA A V1= 5m/s, Q-Blade	
TABLA 50. MATERIAL Y CARGAS ESTRUCTURALES DE LA PALA DEL DISEÑO A V $1=14$ m/s, Q-Blade	
TABLA 51. SIMULACIÓN ESTRUCTURAL DE LA PALA A V1=14M/S, Q-BLADE	

DIAGRAMA DE FLUJO 1	. PROCESO ITERATIVO CÁL	CULO DE LOS FACTORES	AXIAL Y TANGENCIAL.	(SOREN GUNDTOFT.,
2009)				

LISTA DE SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS

Símbolo	Término	Unidad SI	Definición
L	Fuerza aerodinámica	Ν	Fuerza de Lift
D	Fuerza aerodinámica	Ν	Fuerza de Drag
CL	Coeficiente de Lift	_	Coeficiente de sustentación.
CD	Coeficiente de Drag	_	Coeficiente de Arrastre.
CD Max	Coeficiente de drag máximo	g —	Coeficiente de drag máximo en α=90°
CD St	Coeficiente de drag de pérdida.	ə —	Coeficiente de drag, donde la perdida α=14º
СМ	Coeficiente de Momento	_	Coeficiente de momento.
Cn	Coeficiente	-	Coeficiente de carga normal
Ct	Coeficiente	-	Coeficiente de carga tangencial
Ср	Coeficiente	-	Coeficiente de potencia

Símbolo	Término	Unidad SI	Definición
Ср мах	Coeficiente	-	Coeficiente de potencia máximo limite de Betz
СТ	Coeficiente	-	Coeficiente de Torque de la pala.
CL/CD	Relación Coeficiente Lift y Coeficiente Drag	, -	Eficiencia porcentual del perfil. aerodinámico
q∞	Flujo dinámico	$\frac{N}{m^2}$	Flujo dinámico a lo largo del perfil aerodinámico.
dF	Incremento de fuerza er la pala	n N	Incremento de la fuerza de Drag.
dF∟	Incremento de fuerza er la pala	n N	Incremento de la fuerza de Lift.
dFN	Incremento de fuerza de rotor	I N	Incremento de la fuerza de Normal.
dF⊤	Incremento de fuerza de rotor	I N	Incremento de la fuerza tangencial.
V1	Velocidad del flujo	$\frac{m}{s}$	Velocidad del viento libre antes del plano de rotación.
V2	Velocidad del flujo	$\frac{m}{s}$	Velocidad del viento en el plano del rotor.
V3	Velocidad del flujo	$\frac{m}{s}$	Velocidad del viento que forma la estela turbulenta a la salida de rotor.

Símbolo	Término	Unidad SI	Definición
V4	Velocidad del flujo	$\frac{m}{s}$	Es la velocidad lejos de la cara posterior del rotor
Vtan	Velocidad tangencial	$\frac{m}{s}$	Velocidad tangencial del rotor
Vrel	Velocidad relativa	$\frac{m}{s}$	Velocidad del flujo paralela a la cuerda aerodinámica de cada elemento de pala.
Sw	Área de la pala	m^2	Área de la pala
A	Área de barrido	m^2	Área de barrido del rotor
с	Cuerda	m	Cuerda aerodinámica
ī	Cuerda media	m	Cuerda media aerodinámica
AR	Aspect ratio	_	Relación entre envergadura de la pala y área.
b	Envergadura de pala.	m	envergadura de la pala
D	Diámetro del rotor	m	Diámetro del rotor
Rh	Radio hub	m	Radio del hub
Re	Número de Reynolds	_	Caracteriza flujo laminar o turbulento.
а	Factor de inducción axial	-	Factor de ralentización del viento V1 a la altura del rotor.
<i>a</i> ′	Factor de inducciór tangencial	- ۱	Factor de aceleración del viento V2 a la salida del

Símbolo	Término	Unidad SI	Definición		
			borde de fuga de la pala.		
F	Factor de Prandtl	-	Factor de corrección por perdida en las puntas		
A 1	Constante	-	Constante de Viterna		
A 2	Constante	-	Constante de Viterna		
Bı	Constante	-	Constante de Viterna		
B ₂	Constante	-	Constante de Viterna		
В	Blades o Palas	-	Número de palas		
Ν	Elementos	-	Número de elementos de pala		
Ρ	Potencia	Watts	Potencia de salida de la turbina		
R	Radio	m	Radio del rotor		
R	Radio local	m	Radio local del rotor		

Símbolos con letras griegas

Símbolo	Término	Unidad SI	Definición
A	Alpha	Grados	Ángulo que forma la cuerda del perfil y el plano de giro del rotor
a st	Alpha	Grados	Ángulo de pérdida del perdida
β,θ	Beta y Teta	Grados	Ángulo de twist de la pala
Φ	Phi	Grados	Ángulo del viento relativo respecto al plano de

Símbolo	Término	Unidad SI	Definición
			rotación.
γ	Gamma	Grados	Ángulo del viento relativo respecto al eje de rotación
η	Eta	-	Eficiencia eléctrica y mecánica de un aerogenerador
ρ	Rho	$\frac{Kg}{m^3}$	Densidad volumétrica
μ	Miu	$\frac{Kg}{m * s}$	Viscosidad del flujo de aire
т	Тао	Nm	Momento par
λ	Lamda	-	Tip speed ratio de la turbina
λh	Lamda	-	Speed ratio en el hub
λr	Lamda	-	Speed ratio local
σ	Sigma	-	Solidez del disco
Ω	Omega	$\frac{m}{s}$	Velocidad rotacional del rotor
ω	Omega	$\frac{m}{s}$	Velocidad rotacional del viento.

2. Abreviaturas

Abreviatura Término

ZNI	Zonas No Interconectadas.
ZRA	Zonas Rurales Apartadas.
UPME	Unida de planeación de minas y energía.
IDEAM	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
TSR	Tip Speed Ratio.
GICA	Grupo de investigación en ciencias aeroespaciales de la Fundación Universitaria Los Libertadores.
IPSE	Instituto de planeación y Promoción de Soluciones Energéticas para Zonas No Interconectadas.
ASE	Área de Servicio Especial.
FNCE	Fuentes No convencionales de energía.
WRF	Weather Research and Forecasting.
CFSR	Climate Forecast System Reanalysis
CFD	Computational Fluid Dynamics.
BEM	Blade element momentum theory

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA LOS LIBERTADORES FACULTAD DE INGENIERÍA INGENIERÍA AERONÁUTICA

CONSTRUCCIÓN A PARTIR DE UN PROCESO DE INGENIERÍA INVERSA DE UN ROTOR, PARA OPERAR EN CONDICIONES COLOMBIANAS DE BAJO POTENCIAL EÓLICO, CON LA FINALIDAD DE IMPLEMENTARLO EN ZONAS RURALES NO INTERCONECTADAS

Línea de Investigación: Calidad Ambiental y Producción más Limpia. Energías renovables, eólicas a bajo potencial eólico Grupo de Investigación: Grupo de investigación en ciencias aeroespaciales (GICA)

POR: Camilo Andrés Rodríguez Cortes Director: (Prof. Ing.) Julio Enoc Parra Villamarin

RESUMEN

La energía eléctrica es necesaria para el desarrollo de la industria, la economía y en general para el de un país, como también es un servicio al que tiene derecho todo colombiano. Partiendo de lo anterior, cada vez son más países los que implementan y fomentan el uso de las energías limpias a causa del calentamiento global, escasez de agua y largos periodos de sequías, entre otros factores económicos y ambientales, es por esto que nace la necesidad de la sostenibilidad energética. En contribución a la solución de esta problemática, se presenta este proyecto de energía eólica, como una alternativa para la generación energética de bajo potencial eólico, en el territorio colombiano. En este territorio se pueden encontrar las Zonas No Interconectadas (ZNI) de Colombia, tales como los municipios como Alto Baudó Choco, Buenaventura Valle del Cauca, Santander de Quilichao Cauca y El Charco Nariño. Sin descartar su uso en lugares donde el Sistema Nacional Interconectado (SIN) tiene cobertura.

Teniendo en cuenta que la velocidad de viento en gran parte del territorio colombiano y los lugares mencionados está en el orden de los 2m/s y 6m/s, según atlas del viento (IDEAM, S/F), se diseñó un rotor eólico capaz de captar de manera óptima la energía cinética del viento, en estos rangos de velocidad. El diseño está soportado por la consulta de artículos científicos, gráficas comparativas de los parámetros (CL vs α , CD vs α , L/D vs α , CM vs α) de 25 perfiles aerodinámicos recomendados en investigaciones previas para bajas velocidades de viento, y simulaciones en el software Q-BLADE para el diseño de aerogeneradores.

Palabras claves: Bajas velocidades de viento, Rotor eólico, Zonas No Interconectadas, Sistema Nacional Interconectado, Atlas del viento colombiano.

ABSTRACT

Electric power is necessary for the development of industry, the economy and generally for a country, as is also a service you are entitled to all Colombians. Based on the above, more and more countries that implement and encourage the use of clean energy because of global warming, water shortages and long periods of drought, among other economic and environmental factors, is why born the need energy sustainability. In contribution to the solution of this problem, this wind power project is presented as an alternative for energy generation low wind potential in Colombia. In this area you can be found non-interconnected areas (ZNI) of Colombia, such as municipalities and Alto Baudo Choco, Buenaventura Valle del Cauca, Santander de Quilichao Cauca and Nariño El Charco. In this area you can be found non-interconnected areas (ZNI) of Colombia, such as municipalities and Alto Baudo Choco, Buenaventura Valle del Cauca, Santander de Quilichao Cauca and Nariño El Charco. In this area you can be found non-interconnected areas (ZNI) of Colombia, such as municipalities and Alto Baudo Choco, Buenaventura Valle del Cauca, Santander de Quilichao Cauca and Nariño El Charco. In this area you can be found non-interconnected areas (ZNI) of Colombia, such as municipalities and Alto Baudo Choco, Buenaventura Valle del Cauca, Santander de Quilichao Cauca and Nariño El Charco. Without ruling out its use in places where the National Interconnected System (SIN) is covered.

Given that the wind speed across much of Colombian territory and the places mentioned is in the order of 2m/s and 6m/s, depending on wind atlas (IDEAM, S/F), a wind rotor can be designed optimally capture the kinetic energy of the wind, in these speed ranges. Given that the wind speed across much of Colombian territory and the places mentioned is in the order of 2m/s and 6m/s, depending on wind atlas (IDEAM, S/F), a wind rotor can be designed optimally capture the kinetic energy of the wind, S/F), a wind rotor can be designed optimally capture the kinetic energy of the wind, in these speed ranges. The design is supported by the consultation of scientific papers, comparative graphs of the parameters (CL vs α , CD vs α , L/D vs α , CM vs α) of 25 profiles Aerodynamic recommended investigations prior to low wind speeds and simulation on Q-Blade software, ideal to wind turbine design.

Keywords: Low wind speed, Wind Rotor, Non Interconnected Zones, National Grid, Colombian wind Atlas.

INTRODUCCIÓN

El consumo energético es un indicador infalible del progreso de una sociedad o población, dado que es necesario para el desarrollo de la economía, la industria y el de todo un país. Pero debido al calentamiento global, escasez de agua, largos periodos de sequías entre otros factores económicos y ambientales, aflora la crisis energética en Colombia. Cabe destacar, que la crisis de energía eléctrica se presenta, cuando las fuentes energéticas con las que se abastece un país presentan insuficiencia o se agotan. Para nadie es un secreto que el modelo económico actual requiere el continuo y creciente suministro energético, pero es de entender que las energías fósiles y nucleares son finitas, así como la energía hidráulica, la cual está constantemente en riesgo dado el calentamiento global y las constantes sequías que últimamente se presentan en el territorio colombiano. De lo anterior se puede prever, que en un determinado momento la demanda energética no pueda llegar a abastecerse y el Sistema Nacional Interconectado (SIN) podría colapsar, salvo que se desarrollen e implementen otros métodos para obtener energía eléctrica.

Este proyecto nace en contribución al momento de crecimiento de Colombia y países de la región, en el uso de las Fuentes No Convencionales de Energía (FNCE), acorde al plan 2010-2030 UPME para Colombia, y planes de promoción en países de la región (UPME, 2010). En virtud de que los países latinoamericanos son los más atrasados en el uso de las energías renovables (IRENA, 2015), y como apoyo al uso de las energías limpias, el Plan Energético Nacional 2003-2020 de Colombia reconoce las FNCE como una alternativa para zonas aisladas rurales (UPME, 2003), donde principalmente este proyecto busca tener cabida. Igualmente, se considera esta propuesta una opción viable en zonas donde el Sistema Nacional Interconectado tiene cobertura, lo que contribuiría además al ahorro energético del SIN.

En las Zonas No Interconectadas (ZNI) en Colombia, es convencional el uso de generadores diésel, gas, y carbón, lo que implica contaminación en emisiones CO2 y un alto coste de generación por Kwh/diésel, comparado con el coste de la generación Kwh/eólica (UPME, 2014).

Por consiguiente, el objetivo principal del presente proyecto consistió en diseñar las palas de un rotor eólico a partir de un diseño comercial, modificando el perfil aerodinámico haciéndolo así óptimo para operar en condiciones colombianas de bajas velocidades de viento, con el fin de implementarse en diferentes lugares de bajo potencial eólico como zonas rurales no interconectadas, o en municipios como Alto Baudó - Choco, Buenaventura - Valle del Cauca, Santander de Quilichao - Cauca y El Charco - Nariño. Es de saber que en estas zonas, los rangos de velocidad del viento oscilan entre 2 m/s y 7 m/s, por lo que han sido casos de estudio nacionales para el desarrollo de dichas comunidades (Parra, 2015). Lo anterior no descarta su uso en lugares donde el Sistema Nacional Interconectado (SIN) tiene cobertura, teniendo en cuenta que se ha encontrado en previas investigaciones que el bajo potencial eólico nacional limita la implementación de tecnologías eólicas comerciales en el país. (Rivera, 2011).

La metodología empleada en el desarrollo del proyecto consistió inicialmente en la selección de un perfil óptimo para operar en condiciones de bajas velocidades de viento. En primer lugar, se consultaron artículos científicos principalmente de la base Science Direct, posterior a la consulta se analizaron comparativamente las gráficas CL vs α , CD vs α , CL/CD vs α , CM vs α , para los perfiles seleccionados, con ayuda del software XLRF5 (anexo A); optando por el perfil S1210 12% como el óptimo para operar en condiciones eólicas de bajas velocidades de viento.

Una de las limitaciones importantes por recursos económicos, fue que no se logró adquirir el aerogenerador Eolos 400-600W 12V, previamente seleccionado como uno de los mejores en condiciones de bajas velocidades de viento. Sin embargo, se hicieron simulaciones con el software Q-BLADE, lo que permitió lograr datos acorde a la fiabilidad del simulador.

Cabe resaltar un resultado favorable desde el punto de vista teórico, al comparar las gráficas de potencia de los dos aerogeneradores (catálogo Eolos vs diseño), puesto que en la contribución de potencia, el diseño resultó un 40% más eficiente que el aerogenerador Eolos 400 – 600W 12V, en los rangos de velocidades (2 - 7m/s).

El aporte del presente proyecto al desarrollo de la energía eólica en Colombia es considerable, dado que son pocos los proyectos que se concentran en las zonas de bajo potencial eólico, desaprovechándose la energía de las bajas velocidades de viento, circundantes en gran parte del territorio nacional.

JUSTIFICACIÓN

Es de entenderse que el uso de energía eléctrica en zonas no interconectadas conlleva a mejoras en técnicas de agricultura, mayor productividad y un indiscutible incremento en la calidad de vida de las personas beneficiadas del servicio, por ende aumentan los ingresos de los habitantes. Por otra parte, aparentemente es de bajo costo la adquisición de generadores diésel, lo cuales son utilizados en Colombia donde las redes públicas no proporcionan un servicio continuo, sin embargo, la volatilidad de los precios del petróleo hace que en la mayoría de tiempo resulte insostenible la operatividad de estos aparatos.

En el Plan Energético Nacional 2003-2020 de Colombia, se reconocen las energías renovables como una alternativa para zonas aisladas, y determina que: "la identificación de la solución energética debe hacerse con una canasta donde se tenga en cuenta primordialmente la participación de las fuentes locales y se consideren las demandas potenciales derivadas de proyectos de desarrollo agroindustrial". (UPME, 2003).

El grupo de investigación en ciencias aeroespaciales GICA, de la Fundación Universitaria los Libertadores, está realizando un proyecto sobre energía eólica a bajos potenciales, en el que se denota la necesidad de estudiar un rotor modificado para operar de manera óptima a bajos potenciales eólicos, y que permita ampliar el espectro de operación de las tecnologías eólicas a nivel nacional (Parra, 2015). La figura 1, se presenta como justificación de que en Colombia el bajo potencial eólico se sitúa con velocidades de viento ocurrentes desde 2m/s a 7m/s, y representa un poco más del 40% de la probabilidad nacional. Solo 5.3% de la probabilidad nacional del viento es mayor a 5.5m/s, otro 40% de la probabilidad nacional del viento. (IDEAM, S/F).



Figura 1: Probabilidad de ocurrencia velocidades del viento en Colombia, Justificación.

OBJETIVO GENERAL

Rediseñar y construir las palas de un rotor eólico a partir de un diseño comercial, modificando el perfil aerodinámico para operar en condiciones colombianas de bajo potencial eólico, con el fin de implementarlo en las zonas rurales no interconectadas.

3.1. Objetivos Específicos

- I. Seleccionar el perfil aerodinámico más óptimo, a través de consultas en artículos científicos y de comparaciones de parámetros aerodinámicos con ayuda del programa XFLR5. Todo con el fin de fabricar las palas que conlleven a un mejor funcionamiento en condiciones de bajo potencial eólico.
- II. Realizar la ingeniería inversa sobre planos y modelos del rotor comercial, seleccionando e integrando las modificaciones previstas para su fabricación, en las instalaciones del taller de GICA.
- III. Fabricar y ensamblar los componentes fundamentales del rotor modificado, según las técnicas de manufactura implementadas.
- IV. Analizar comparativamente el rotor modificado, fabricado con las características funcionales del rotor comercial de referencia.

ANTECEDENTES

En el 2004, mediante el decreto 257 del 24 de enero del mismo año, el IPSE es reestructurado para comenzar a ser el Instituto de Planeación y Promoción de Soluciones Energéticas para Zonas No Interconectadas. Este tiene por objeto: identificar, promover, fomentar, desarrollar e implementar soluciones energéticas, mediante esquemas empresariales eficientes, viables, y financieramente sostenibles a largo plazo, procurando la satisfacción de las necesidades energéticas en ZNI. (Bustos, 2014).

4.1 Zonas rurales no interconectadas en Colombia (ZNI)

En el contexto del presente estudio, es importante explicar el funcionamiento del sector eléctrico en Colombia. Existen cuatro etapas fundamentales encadenadas: (Ibíd.)

- **4.1.1 Transformación:** Es efectuada a través de maquinaria capaz de transformar y aprovechar la fuerza del agua; se conoce como energía hidroeléctrica y es la más utilizada en el país. A la fuerza del aire se le denomina energía eólica, y en esta se basa el presente proyecto. La energía solar o el poder energético de los combustibles, es conocido como energía térmica. (Ibíd.)
- **4.1.2 Transmisión:** La segunda etapa consiste en el transporte de la energía desde las centrales de transformación hasta los centros de consumo, lo cual se realiza a través de cables especiales sostenidos por torres de gran dimensión. Los cables son capaces de transmitir grandes cantidades de energía y también lo hacen a largas distancias. (Ibíd.)
- **4.1.3 Distribución:** La etapa de transmisión llega hasta un punto de entrada de los grandes centros de consumo, consiste en el transporte de la energía eléctrica hasta las instalaciones del consumidor final, el proceso de igual manera se realiza a través de cables pero de características menos robustas que los de transmisión. (Ibíd.)

4.1.4 Comercialización: La etapa final del proceso de la energía eléctrica no solo corresponde a la venta realizada a los usuarios finales, sino también a las actividades relacionadas con las lecturas de medidores, la facturación del servicio y en general, actividades relacionadas con la atención de los usuarios. (Ibíd.)

La ley 143 de 1994 (Ley eléctrica) define en su artículo 11º como zona no interconectada, a aquellas zonas geográficas donde no se presta el servicio público de electricidad a través del sistema interconectado nacional. (UPME, 2003)

En la Figura 2 se observa la constitución de la infraestructura eléctrica colombiana, que ante la falta de cobertura del sistema nacional de interconexión, se suple con plantas diésel, y ante la problemática la consecución del proyecto brinda una solución amigable con el medio ambiente. Se hace énfasis en los municipios de Alto Baudó–Choco, Buenaventura–Valle del Cauca, Santander de Quilichao–Cauca y El Charco–Nariño, los cuales constituyen los cuatro municipios ubicados en el occidente colombiano y de mayor demanda energética.



Figura 2: Infraestructura eléctrica colombiana. (UPME, 2003).

4.2 Estudios de consumo básico de subsistencia en ZNL

Durante los años 2010 y 2011 se llevaron a cabo los estudios de caracterización de la demanda en los sectores residencial, hotelero, comercial, institucional e industrial, cuyos resultados han permitido iniciar procesos de sensibilización frente al uso eficiente de la energía, así como brindar herramientas para que el Gobierno tome decisiones frente al desmonte gradual de subsidios. En el año 2010, la UPME desarrolló un estudio de caracterización de consumos de energía en el Archipiélago de San Andrés. La caracterización tuvo en cuenta la identificación de los energéticos empleados, los usos que se le dan a los energéticos, las características técnicas de las tecnologías de aprovechamiento y/o equipos de uso y los hábitos de la población. Adicionalmente, este estudio incluyó la identificación y priorización de medidas de uso eficiente y racional de la energía, atendiendo a las buenas prácticas y a la reconversión tecnológica de los equipos de uso final. Igualmente, el estudio incorporó una propuesta de consumo de subsistencia para el sector residencial y de consumos eficientes para otros sectores objetos del estudio. Como resultado del mismo se recomendó, entre otras, la realización de un programa de eficiencia energética, el cual se diseñó y ejecutó durante la vigencia del 2012, con la participación del Ministerio del Medio Ambiente. (UPME, 2014).

Asimismo, se realizaron auditorías energéticas en los sectores residencial, comercial, industrial (hotelero/pesquero) y público, esquemas de financiamiento para impulsar las medidas de eficiencia energética identificadas en las auditorías, jornadas de capacitación en el uso eficiente y racional de la energía, y una estrategia de comunicación para sensibilizar a la comunidad en general en torno a la importancia de la temática. (Ibíd.)

Por otra parte, en 2011 se realizó la caracterización del consumo energético para las poblaciones de Leticia y Puerto Nariño en Amazonas, Mitú, Carurú y Taraira en el departamento de Vaupés. Es de resaltar que aproximadamente el 95% de la población en el departamento del Vaupés corresponde a comunidades indígenas con sus características propias, elemento diferenciador frente al consumo de energía en general. Se vislumbra que Leticia, siendo una ciudad fronteriza, tiene una gran oportunidad de acceder a tecnología energéticamente eficiente, a través del comercio con Brasil. (Ibíd.)

El planteamiento inicial de conformar un ASE en Inírida se descartó, dado que las conversaciones entre ambos países (Colombia y Venezuela) fructificaron y como resultado de ello se encuentra en ejecución la línea de interconexión a 34,5 kV Inírida (Guainía-Colombia)-San Fernando de Atabapo (Venezuela). Siguiendo esta línea, se continúan elaborando los estudios de caracterización de la demanda en poblaciones tipo, con el fin de que la estructuración y conformación de las ASE cuenten con todos los insumos necesarios que permitan garantizar su éxito. Durante la vigencia 2012 se realizó el estudio del consumo básico de subsistencia para el sector residencial y consumos básicos para otros sectores, en varias poblaciones de los departamentos de Chocó (Acandí, Bahía Solano y Nuquí), Vichada (Puerto Carreño, La Primavera) y Guainía (Puerto Inírida, Barrancominas), encontrando diferencias importantes en el consumo de energía debido a los energéticos disponibles en la zona, equipos que se disponen y hábitos de consumo de sus pobladores. Finalmente, los resultados que muestran estos estudios serán analizados y con miras entre otras, a establecer criterios de caracterización de consumos energéticos en las ZNI, que puedan ser replicados en otras poblaciones pertenecientes a estas zonas. (UPME, 2014).

La figura 3 representa los centros poblados en Colombia, si bien la mayoría de la población se concentra en el centro del país donde la interconexión es prácticamente del 100%, no se descarta una fuente alterna de energía; pero la intención principal del proyecto está orientada a solucionar la problemática en las zonas no interconectadas de manera sustentable con el ambiente, donde la población es baja pero los índices de pobreza son altos.



Figura 3: Centros poblados existentes en Colombia. (Ibíd.)

La Tabla 1 muestra el total de usuarios por departamentos en zonas no interconectadas, según estudios realizados por la UPME en 2012, es de aclarar que las ZNI se abastecen de la energía eléctrica a través de generadores diésel en su mayoría.

Departamento	Usuarios cabecera municipal SIN	Usuarios resto SIN	Usuarios total SIN	Usuario Subnormal	Usuarios cabecera municipal ZNI	Usuario resto ZNI	Usuarios total ZIN	Usuarios cabecera municipal totales	Usuarios resto totales	Total Usuarios
Antioquia	1.464.539	379.173	1.843.712	i și	966	2.641	3.607	1465.505	381.814	1.847.319
Bogotá D.C.	1.803.518	10.060	1.813.578	2	192	3	1	1.803.518	10.060	1.813.57B
Valle	940.426	140.235	1.080.661	28.180	1.22	2.761	2.761	968.606	142.996	1.111.602
Cundinamarca	455.219	235.531	690.750	÷			(H)	455.219	235.531	690.750
Santander	401.674	137.665	539.339	9.133	1945	() (e	22	410.807	137.665	548.472
Atlantico	414.504	20.392	434.896	91.444	12	: 2	2	505.94B	20.392	526.340
Bolivar	305.890	74.392	380.282	55.637	100	379	379	361.527	74.771	436.298
Nariño	165.938	155.813	321.751	4.098	8.836	42.376	51.212	178.872	198.189	377.061
Tolima	270.563	95.890	366.453	4.330	(14) (14)	, S	1	274.893	95.890	370.783
Boyaca	204.464	163.651	368.115	648		. s	5	205.112	163,651	368.763
Córdoba	184.243	140.016	324.259	19.451			5	203.694	140.016	343.710
Norte de Santander	277.498	60.763	338.261	653	(2)	8	12	278.151	60.763	338.914
Magdalena	141.759	40.994	182.753	124.420	0.5	: :::::::::::::::::::::::::::::::::::::	5) (2)	266.179	40.994	307.173
Cauca	135.862	147.906	283.768	25	4,859	17.148	22.007	140.746	165.054	305.800
Huila	179.437	106.689	286.126	4.376	34	2	14	183.813	106.689	290.502
Caldas	194.570	79.726	274.296	7		. s	5	194.570	79.726	274.296
Risaralda	218.961	48.929	267.890	ŧ			5	218.961	48.929	267.890
Cesar	155.747	42.264	198.011	44.297			(÷.)	200.044	42.264	242.30B
Meta	180.543	31.865	212.408	9.373	1.836	4,090	5.926	191.752	35.955	227.707
Sucre	116.663	58.399	175.062	12.889			5	129.552	58.399	187.951
Quindio	128.402	14.816	143.218	÷				128.402	14.816	143.218
La Guajira	66.518	29.403	95.921	30.224	52	143	143	96.742	29.546	126.288
Chocó	52.187	9.017	61.204	3.200	7.686	31,759	39.445	63.073	40.776	103.849
Caquetá	59.737	12.738	72.475	441	150	9.487	9.637	60.328	22.225	82.553
Casanare	68.116	12.832	80.948	48	100	1.267	1.267	68.116	14.099	82.215
Putumayo	31.610	12.343	43.953	4.548	1.694	6.674	8.368	37.852	19.017	56.869
Arauca	35.277	13.449	48.726	2.693	0.0		1	37.970	13.449	51,419
Guaviare	10.478	303	10.781	÷	937	6.642	7.579	11.415	6.945	18.360
San Andrés y Providencia	82	(R	a a	2	11.013	4.979	15.992	11.013	4.979	15.992
Guainia	() .	(a)		•	4.393	9.879	14.272	4.393	9.879	14.272
Amazonas	1	(internet)	8	43	6.194	2.370	8.564	6.194	2.370	8.564
Vichada	100	1 - 184	12	2	6.611	1.746	8.357	6.611	1.746	8.357
Vaupės		1	17	. 5	3.351	1.684	5.035	3.351	1.684	5.035
Total Nacional	8.664.342	2 275 255	10.939.597	450.060	58.527	146.024	204.551	9 172 929	2.421.279	11.594.208

Tabla 1: Desagregación de usuarios por sistema y por departamento. (UPME, 2014).

4.3 Condiciones de bajas velocidades de viento en Colombia

Colombia cuenta con un potencial eólico aprovechable cercano a los 21.000 MW, sin embargo, la tecnología utilizada en el país es completamente extranjera y la apropiación del conocimiento hecha en el ámbito nacional es insuficiente para pretender iniciar un desarrollo industrial en la producción de turbinas eólicas. En el ámbito latinoamericano, la implementación de parques para el aprovechamiento de la energía eólica se concentra en los países desarrollados y en etapa de evolución, según la Asocioación Latinoamericana de Energía Eólica. (Rivera, 2011).

Brasil lidera el sector (415 MW), seguido por México (88,4 MW), Costa Rica (70,4 MW), Nicaragua (39 MW), Argentina (30 MW), entre otros. Con capacidades instaladas mucho menores se encuentran Jamaica (20,7 MW), Guadalupe (20,5 MW), Uruguay (20,5 MW) y Chile (20,1 MW). En la parte final de la clasificación están Curaçao (12 MW), Cuba (11,7), Ecuador (2,4 MW) y Perú (0,7 MW). (Ibíd.)

La planta de Guanacaste (Costa Rica), entró en funcionamiento el 8 de diciembre de 2009, adicionando 49,5 MW. De acuerdo con los nuevos proyectos presupuestados y en ejecución, en la región se desarrollarán un aproximado de 1500MW en corto plazo. En el campo de la industria para la fabricación de partes para turbinas eólicas lideran: Brasil, Agentina, Venezuela, Uruguay y Panamá. (Ibíd.)

En Colombia, únicamente en la alta Guajira, las empresas públicas de Medellín (EPM) pusieron en funcionamiento el primer parque eólico Jerapichí, con 15 Aerogeneradores Nordex N60 /250, que aportan 19.5 MW al Sistema Interconectado Nacional. También se cuenta con el parque eólico Wayúu, con una capacidad instalada de 20 MW y equipos de características similares, todo esto con tecnología importada. (Ibíd.)

La información sobre bajo potencial eólico es tomada del atlas interactivo del IDEAM, del cual se hace una descripción:

El atlas de viento de Colombia es una colección sistemática de mapas sobre el comportamiento del viento en el territorio nacional. Éste sirve como insumo de primera

aproximación para localizar lugares propicios en el aprovechamiento de la energía eólica, lo que contribuiría al desarrollo tecnológico y económico del país y como una alternativa de mitigación frente al cambio climático. (IDEAM, S/F).

Asimismo, aporta información local del comportamiento del viento para algunos sitios de referencia, permitiendo dimensionar futuros proyectos como parques eólicos para la generación de energía eléctrica o sistemas de aerobombeo, particularmente en aquellas zonas donde las redes de transporte y distribución de energía no son accesibles. (Ibíd.)

Con el fin de que el Atlas de Viento cumpla con objetivos tales como: Caracterización del viento en Colombia, aplicación con fines energéticos, análisis de diseño estructural, calidad del aire, aplicaciones aeronáuticas y pronóstico de tiempo, se diseñaron las siguientes fases del proceso: (IDEAM, S/F)

- a) Preparación de los datos: en donde se verifican, validan y capturan los datos del viento de estaciones convencionales y automáticas. (Ibíd.)
- b) Modelación: para lo que se tuvo en cuenta el modelo WRF con condiciones iniciales del Re análisis CFSR, a una resolución espacial de 20 km para la última década; permitiendo caracterización regional y nacional del viento, inclusive en lugares donde no se cuenta con datos medidos por sensores.(Ibíd.)



Figura 4: Velocidad promedio del viento a 10 metros de altura (m/s) multianual (Ibíd.)

La gráfica anterior evidencia las condiciones en superficie de bajo potencial eólico o baja velocidad del viento en Colombia, donde en la mayor parte del territorio nacional los vientos están en los rangos de 2m/s a 7m/s, lugares donde se localizan gran parte de las zonas no interconectadas. Es de considerar en el centro del país, fuentes alternas de energía como la eólica, ya que hay buenas condiciones de viento (4 - 5 m/s). Las condiciones a 50 metros de altura son similares a la velocidad de superficie 10 metros de altura. (IDEAM, S/F).



Figura 5: Probabilidad de ocurrencia velocidades del viento en Colombia.

La Figura 5 evidencia las condiciones de baja velocidad del viento en Colombia, 5.3% de la probabilidad donde la velocidad del viento es mayor a 5.5m/s, se concentra en la costa norte del país y parte de la región andina. La zona sombreada resalta el 40% de la probabilidad donde los rangos de velocidad del viento oscilan entre 2m/s y 5.5m/s. Con sistemas eólicos desarrollados para estas condiciones, se lograría aprovechar el bajo potencial eólico que

actualmente es pobremente aprovechado, la gráfica es soportada en las tablas de probabilidad de ocurrencia del atlas interactivo del IDEAM. (Ibíd.)

La Figura 5 se elaboró a partir de la tabla de frecuencias y probabilidad de ocurrencia de viento del atlas eólico colombiano. (Ibíd.)

4.4 Investigaciones relacionadas sobre energía eólica para bajas velocidades de viento

Las turbinas eólicas son un recurso popular de energía que transforman la energía del viento en energía eléctrica. Las pequeñas turbinas eólicas encuentran su uso en pequeñas granjas, tejados de casas, botes, entre otros. (Rafiuddin, 2012).

En contraste, las grandes turbinas de eje horizontal son elaboradas para condiciones óptimas de viento, pero las pequeñas turbinas son producidas para operar no necesariamente en las mejores condiciones de viento. Normalmente las grandes turbinas son diseñadas para operar a alturas de 100 metros, donde la capa límite en las palas es laminar, dado que existen pocos obstáculos y topografía que reduce la turbulencia. Por el contrario, las pequeñas turbinas eólicas son ubicadas a bajas alturas, debido a las aplicaciones anteriormente mencionadas; en consecuencia, es necesario que tengan una buena respuesta de arranque a bajas velocidades de viento, con el fin de generar la máxima potencia posible. (Ibíd.)

La operación de pequeñas turbinas eólicas ha sido posible gracias a la optimización aerodinámica de las palas del rotor, la cual, es la parte más importante de la turbina eólica. La optimización se asocia a la cuerda y distribución del ángulo de twist, también al número de palas, a la selección del perfil y al tip speed ratio (TSR), el cual indica que la punta del álabe circula a un margen TSR mayor a la velocidad del viento. Según la ley de Betz, que explicada más adelante, el límite de operación de una turbina está alrededor del 59.2%, lo cual es un dato erróneo, puesto que realmente la efectividad de estas turbinas eólicas está en el orden del 20% al 45%, es decir, lejos del porcentaje dado por la ley de Betz. Asimismo, el límite de operación de las pequeñas turbinas es del 30%. (Ronit, et al, 2011).

Los perfiles aerodinámicos de bajo potencial eólico operan por debajo de 500.000 Reynolds, donde el flujo sobre la superficie superior del perfil debe ser predominantemente laminar. Los perfiles aerodinámicos con estos rangos sufren de burbujas y separación laminar susceptible. Cuando el flujo no se vuelve a fijar sobre la superficie aerodinámica, ocurre una pérdida en el rendimiento del rotor. Los perfiles aerodinámicos para pequeñas turbinas eólicas deben ser diseñados para tener alto grado de tolerancia evitando la succión cerca al borde de ataque del perfil, como también, gradientes adversos de presión que conducen a la separación del flujo. Los perfiles aerodinámicos diseñados para operar a bajos números de Reynolds, son más delgados que los tradicionales que operan a altos números de Reynolds. Los perfiles delgados son escogidos para reducir el pico de succión cerca al borde de ataque en la superficie superior del perfil. (Ibíd.)

Selig y Giguere discuten el uso de la familia de perfiles aerodinámicos delgados, serie SG60XX, (SG6040 – SG6043) (Ronit, et. al., 2011) acondicionados para aplicaciones en pequeñas turbinas eólicas, produciendo coeficientes de sustentación entre 1.45 – 1.65, en el rango de 100.000 y 500.000 Re. En otro documento Selig y Giguere discuten la aplicabilidad de 15 perfiles aerodinámicos consistentes en perfiles delgados a lo largo de su envergadura.

Otras optimizaciones geométricas, como el incremento del radio del borde de ataque y suavizar la forma puntiaguda del borde de salida, han logrado aumentar el coeficiente de sustentación, cada uno de estos perfiles (E387, FX63-137, S822, S834, y SH3055) han sido propuestos por Selig y Giguere para pequeñas turbinas eólicas. En sus pruebas, los perfiles SH3055 y FX63-137 demostraron capacidad de generar coeficientes de sustentación alrededor de 1.8, en los rangos de 100.000 y 500.000 Re., y en los rangos de 60.000 y 100.000 Re. llegaron a generar coeficientes de sustentación entre 1.75 - 1.9, lo que es propicio para ambientes urbanos y velocidades de viento inferiores a 7 m/s. (Ronit, et. al., 2011).

El perfil aerodinámico, es una de las partes más importantes en el diseño de la pala del rotor, su propósito, es introducir succión en la parte superior del perfil y generar sustentación. Ahora bien, producto de la sustentación generada provocada por el viento que atraviesa el rotor, se produce resistencia al giro de la pala, la cual, es perpendicular a la sustentación y su presencia es indeseable. Con el fin de incrementar el coeficiente de potencia y el torque generado, el coeficiente de sustentación y la relación sustentación / resistencia (L/D) deben ser optimizadas a altos valores de L/D, los cuales contribuyen a su vez, a altos valores de torque. Gran parte del

torque de arranque en las pequeñas turbinas eólicas ocurre en la raíz de la pala, por el contrario, la punta de la pala produce la mayor parte de la potencia generada. El torque de arranque es pequeño debido al tamaño del rotor, lo que hace difícil arrancar a bajas velocidades de viento. Es por esto que los parámetros asociados a la optimización de la pala son importantes, porque una vez optimizadas las palas de una pequeña turbina, estos son comparables con una turbina grande sin optimizar.(Ibíd.)

El artículo está asociado a los parámetros y geometría de las palas a bajos números de Reynolds, números desarrollados para pequeñas turbinas eólicas. En el estudio desarrollaron el perfil aerodinámico AF300 a través de Xfoil. En el proceso usaron 10 perfiles aerodinámicos de pequeñas turbinas eólicas de eje horizontal con coeficientes de sustentación, y relación L/D favorables deducidas de sus gráficas de rendimiento. Una vez seleccionados los 10 perfiles escogieron el de mejores características y lo mejoraron a través de varias iteraciones y modificaciones en CFD.

El perfil fabricado lo probaron en los rangos de números de Reynolds de 55.000 - 148.000, y con el triángulo de velocidades obtuvieron la velocidad relativa, en el proceso alteraron el radio del borde de ataque y el espesor del borde de fuga, percatándose de que al aumentar el espesor del borde de fuga las condiciones de coeficiente de sustentación y relación L/D mejoraban considerablemente. El espesor del borde de fuga lo realizaron de 0 a 3% para ambos perfiles, para el perfil S1223 se observó un aumento de CL 2.2 – 2.26, a un ángulo de pérdida de 12°; para el perfil S1210 su mejora fue de CL 1.91 – 2.02 en un ángulo de pérdida de 10°. Los resultados se presentan en la Tabla 2. (Ibíd.)

Airfoil	Optimum C _E range		L/D range		α range	
	Re min	Re max	Re min	Re max	Re min	Re mas
A3 (3%)	1.91	1.97	39.5	65,24	8	8
A3 (4%)	1.94	2	38.31	61.85	8	- 61
A3 (5%)	1.97	2.03	37.62	58.63	8	8
A3 (2%)	1.85	1,93	38.3	68.69	8	8
A3(1%)	1.78	1,88	37.8	72	8	8
A4(11)	1.65	2.19	41.08	55.95	-4	10
A3 (s1210)	1.78	1.86	33.9	59.4	10	10
A4 (s1223)	1.7	2.2	32.5	50	6	12
A4 (2%)	1.72	2.22	40.87	54,49	-4	10
A4(3%)	1.77	2.27	40.12	52.8	-4	10
A5 (s1221)	1.4	1.9	24.7	60,2	8	12
A9 (FX 63-137)	1.6	1.7	32	54.8	10	10
A7 (E210)	1.3	1.4	25.8	64.4	12	10
A1 (ah93w145)	1.2	1.43	16.4	65.3	13	10

Tabla 2: Modificaciones e iteraciones de los 10 perfiles seleccionados. (Ronit, et. al., 2011).
En la Tabla 2 se presentan los perfiles S1210 y S1223 sin alteraciones, comparados con sus similares alterados, y a su vez con otros perfiles de alto rendimiento de los 10 seleccionados, algunos fueron omitidos ya que su rendimiento fue muy bajo. En el estudio se evidenció que el perfil S1223 con sus modificaciones superaba los demás perfiles y a su similar sin modificar. En la figura 6 se representan las mejoras respecto al coeficiente de sustentación. No obstante, también observaron que la mejor combinación la tenía el perfil S1210 al 3%.



Figura 6: Variación de los coeficientes de sustentación de los perfiles S1223 y S1210, con diferentes espesores de borde de fuga, en 148.000 Reynolds. (Ibíd.)

Los autores decidieron escoger la variación del perfil S1210 a 3%, pues según sus criterios de selección, el perfil S1223 presenta unos coeficientes de sustentación superiores a los del S1210, pero su decisión estuvo funtamentada en la relación L/D, siendo más alta la del perfil S1210 respecto a la del S1223. Lo anterior se representa en la Tabla 2, y gráficamente en la Figura 7.



Figura 7: Drag polar para los perfiles S1223 y S1210 con sus modificaciones respecto al borde de fuga. (Ronit, et. al., 2011).

En efecto, los autores presentan los resultados obtenidos en la investigación, consistente en las gráficas de coeficiente de sustentación relación L/D y polares obtenidos del perfil modificado vs 8 perfiles, utilizados en aplicaciones de pequeñas turbinas eólicas de eje horizontal, las pruebas se realizaron en Xfoil a un número Reynolds de 100.000, y un rango de ángulo de ataque de 0° - 20°. (Ibíd.)



Figura 8: Cl vs ángulo de ataque del perfil AF300 comparado con otros usados en pequeñas turbinas eólicas, en 100.000 Reynolds. (Ronit, et., al., 2011).



Figura 9: Polar del perfil AF300 comparado con otros usados en pequeñas turbinas eólicas, en 100.000 Reynolds. (Ibíd.)



Figura 10: Polar del perfil AF300 comparado con otros usados en pequeñas turbinas eólicas, en 100.000 Reynolds. (Ronit, et. al., 2011).

A su vez, los autores del artículo presentan una tabla resumen con los valores de coeficientes de sustentación óptimos del perfil AF300 vs otros perfiles usados en aplicaciones de pequeñas turbinas eólicas. Por último, la forma aerodinámica del nuevo perfil que opera en los rangos de 38.000 – 205.000 Reynolds. (Ibíd.)

Airfoil	Optimum C _L and L/D ratio		Maximum <i>L</i> /D ratio		Maximum C _L		
	CL	L/D ratio	α (°)	L/D ratio	α(°)	C _{Lmax}	$\alpha_{\text{stall}}(^{\circ})$
AF300	1.95	54	8	54	8	2.05	14
s1210	1.89	59.56	9	61.05	8	1.97	16
s1223	1.99	46.29	8	55.83	4	2.11	12
FX63-137	1.62	61.61	8	61.61	8	1.81	16
s1221	1.84	44.35	12	47.78	4	1.84	12
SH3055	1.70	45.57	11.45	46.84	10.32	1.73	12.41
SG6043	1.41	61.43	8	63.84	6	1.63	14
Aquila	1.35	50.04	10	53.14	8	1.35	10
E387	1.18	54.53	8	54.53	8	1.31	12

Optimum lift coefficients and lift to drag ratios at Re of 100,000 for different airfoils.

 Tabla 3. Coeficiente de sustentación óptimo en perfiles aerodinámicos para pequeñas turbinas eólicas. (Ibíd.)



AF300 airfoil geometry. Upper surface pressure taps (red) = 41 and lower surface pressure taps (blue) = 40. (For interpretation of the references to color in this figure legend, the reader is referred to the web version of this article.)

Figura 11. Nuevo perfil aerodinámico AF300. (Ronit, et. al., 2011).

Los investigadores desarrollaron el perfil AF300 y lo implementaron en la turbina eólica Air X marine de la compañía Southwest Wind Power Inc., con el fin de hacerle mejoras para que funcionase de manera óptima, a bajos números de Reynolds. (Ronit, et. al., 2012)

La salida eléctrica de la turbina fue medida en tres diferentes ángulos de ataque (α) 15°, 18° y 20°, evaluados en bajas velocidades de viento (3-6 m/s). El aerogenerador Air X marine tiene una salida de 12V corriente directa, y puede producir un máximo de 400 W a una velocidad de 12.5 m/s, está diseñado para cargar un banco de baterías de 25Ah – 25000Ah. El diámetro del rotor del Air marine es de 1.16 metros, pero el que implementaron es de 1.26 metros, y las palas del rotor fueron hechas de madera. (Ibíd.) Es de resaltar, que el diseño original del Air X marine

es de tres palas, se infiere que el diámetro del rotor creado superior en 0.1 metros fue dado para compensar en parte la tercera pala, pues el rotor creado con el perfil AF300 constó de 2 palas únicamente.

El perfil AF300 fue probado en los rangos de números de Reynolds (38.000 – 205.000), correspondiente a la velocidad relativa (6 - 32 m/s) experimentada en la raíz y punta de la pala. El rotor constó con un gobernador centrífugo en el hub, cuya función consistió en frenar en rotor al superar 850 rpm. (Ibíd.)

Rotor specifications

Diameter = 1.26 m. Hub diameter = 0.13 m. Effective rotor radius = 0.565 m. Twist angle, $\beta = 20^{\circ}-3^{\circ} = 17^{\circ}$ Root and tip pitch angle = 20° and 3° respectively. Rotor solidity, $\sigma = 8.27\%$ Airfoil section = AF300 throughout. Design freestream velocity = 5 m/s. Design rotational speed = 500 rpm. Tip speed ratio, $\lambda = 6.6$.

Figura 12: Especificaciones del rotor AF300. (Ibíd.)



Figura 13: Rotores Air X marine y AF300 (Catalogo Air X marine), (Ronit, et. al., 2012).



Figura 14: Gráficas de potencia Air X marine y AF300. (Ibíd.)

En las gráficas de la figura 14, se observa una pequeña mejora en la potencia de salida del aerogenerador Air X marine, la gráfica de la izquierda corresponde al rotor original y la de la derecha al rotor optimizado. Se observa que en los rangos de velocidad entre (3-6 m/s), el rotor optimizado generó entre 5 y 40 watts, mientras su diseño original genera entre 2 y 37 watts, en el mismo rango.

Entrando en contexto de investigaciones en Colombia sobre rotores de baja potencia, Gómez, et. ál. (2011) destaca la capacidad eólica en Colombia de 21.000MW. Con base en los bajos vientos que circulan la mayor parte de territorio nacional, propone un desarrollo para turbinas eólicas de baja potencia (200W), en el que se describen los parámetros aerodinámicos involucrados en el diseño e implementación de los rotores, en cuyos diseños utilizó los perfiles aerodinámicos NACA 4412 y NACA 2509.

El proceso de selección consistió en un top de 9 perfiles aerodinámicos de la NACA, basados en la relación L/D de los perfiles seleccionados el ángulo de ataque (α), y la relación entre los coeficientes de arrastre y sustentación (CL/CD). El puntaje más alto asignado se asocia a las relaciones CL/CD y L/D mayores. (Gómez et al., 2011).

Matriz	de	selección	

Ángulo de ataque	C _L /C _D	L/D	Perfil	Puntaje
9	166	22,3	NACA6406	102,32
11	139	22,5	NACA0006B	85,70
11	142	23,9	NACA2306	87,78
10	162	24,2	NACA4406	100,04
10	150	23,7	NACA4306	92,74
12	167	21,6	NACA6306	102,12
13	170	22,9	NACA2509	103,98
13	165	21,1	NACA6309	100,62
16	179	22,1	NACA4412	108,62

C_L/C_p: relación entre coeficientes de arrastre y sustentación; L/D: relación de sustentación sobre arrastre. Fuente: (NACA, Reporte 460, 1948).

Tabla 4: Selección perfil aerodinámico	(Bajos Reynolds).	(Ibíd.)
---	-------------------	---------

Según Gómez (ob. Cit.) la relación de velocidad de punta (TSR) se encuentra entre 5 y 8. Para obtener los mejores resultados para el coeficiente de torque definida la geometría de cada estación, usaron la herramienta CAD Solidworks para el desarrollo del modelo 3D; el ángulo de ataque (α) se mide con respecto a un eje ubicado a c/4 de la cuerda aerodinámica (c).



Figura 15: Modelos bidimensionales NACA 2509 Y NACA4412. (Ibíd.)

La figura 16 corresponde al proceso de maquinado de una de las caras del molde de poliuretano (a) y el molde terminado (b), posteriormente se afina la superficie mediante el uso de masilla epóxica teniendo cuidado de mantener el perfil aerodinámico en el total de la superficie. Los moldes son recubiertos con una mezcla de fibra de vidrio y resina, con el fin de obtener las

superficies positivas de cada uno de los perfiles. En esta figura también se observan las palas construidas ubicadas en un horno de curado, para completar el proceso de polimerización.



Figura 16: Proceso de fabricación palas NACA 4412 y 2509 (Gómez, 2011).

La gura 17 muestra los rotores físicos ensamblados al hub y al generador.



Figura 17: Rotores construidos y ensamblados. (Ibíd.)

المله المعارفة		Perfil 2509		Perfil 4412		
rotor (RPM)	Corriente (mA)	Voltaje (mV)	Potencia (mW)	Corriente (mA)	Voltaje (mV)	Potencia (mW)
35	90	189	17,01	100	208	20,80
110	153	235	35,96	192	239	45,89
175	266	315	83,79	310	348	107,88

Tabla 5: Evaluación de la eficiencia aerodinámica de los rotores. (Gómez, et. al., 2011).

En las conclusiones de su trabajo Gómez et. al., afirman que el rotor con el perfil NACA 4412 es más eficiente que el que tiene el perfil alar NACA 2509, lo anterior es respaldado con el comportamiento aerodinámico del perfil NACA 4412.

El país cuenta con los requerimientos necesarios para la construcción de generadores de baja potencia, el uso de metodologías CAD / CAM para el desarrollo de este tipo de sistemas es el adecuado, los materiales utilizados para la fabricación de las aspas deben ser resistentes y de baja densidad.

Dadas las condiciones de bajas velocidades de vientos en Colombia, es necesario implementar junto con los rotores cajas multiplicadoras de bajo torque de arranque, que permita aprovechar la energía rotacional de los rotores en estas condiciones. (Ibíd.)

4.5 Estado global de la energía eólica al cierre de 2014

El 2014 fue un año récord para la industria eólica a nivel mundial, en primera medida más de 51GW fueron conectados a la red en comparación con el 2013, cuando el total de instalaciones estuvieron justo sobre 35.6 GW. El récord anterior ocurrió en 2012 con 45 GW de nueva capacidad instalada global. (Friend, et. al., 2014).

En el 2014 el total de inversiones en energías limpias estuvieron por arriba de los USD 310 bn, de este dinero el sector eólico registró el 11% de inversión en récord, con USD 95.5 bn. Este fue un creciemiento significativo, ya que en el 2013 se registraron USD 80.9bn de inversión en las energías eólicas. (Ibíd.)

El nuevo total global de energía eólica finalizando el 2014 fue de 369.6 GW, el crecimiento acumulado del mercado fue de más del 16%, que es más bajo que el promedio registrado entre 2005 y 2014, de al menos 23%. Asia, el más grande de los mercados en energía eólica, tuvo un año que resaltó manteniendo el liderato en 2014, seguido de Europa y Estados Unidos en tercer lugar. (Friend, et. al., 2014).

En la tabla 6 se observa por región la capacidad de energía eólica instalada a finales del 2013, iniciando el 2014, y el total al finalizar 2014. En el caso puntual de Colombia, en esta tabla suma su capacidad con Ecuador, Bolivia y Venezuela, evidenciándose el bajo aporte global con

83 MW para el cierre del 2014 (Ibíd.) Específicamente, Colombia aporta 40 MW a estadísticas del 2009; en gran parte esto se debe a la baja inversión del sector público y privado colombiano, como también a las condiciones eólicas colombianas de bajas velocidades de viento, donde este proyecto busca solucionar en parte la problemática.

	Find 3013	New 2014	Tetal (Feel 2014)
EUROPE Germany	34,210	3,279	18,165
Spain	22,958	28	12.967
28	92,711	1,736	12,440
Farm	8,243	1.00	9,285
Rab	8,558	108	8.663
Sweden	4382	1,850	1.425
Pertugal*	4,736	184	4,918
Desmark	4,807	67	4,845
Poland	3,390	444	1.634
Tarkey	2,918	804	1.743
Romania	2,600	154	2,954
Netherlands	2,671	. 141	1.005
liefand	2,949	223	1,372
Austria	1,654	411	2,095
Greitz	1.856	314	1.990
Rest of Europe 1	5,715	835	6,543
Total Europe of which 10-20 *	121,573 117,384	12,830 11,791	183,969 128,752
LATIN AMERICA & CAREBBEAN	2.414	1.471	K 600
Pair	2,900	2,411	2,757
1000	- 221.	491	100
- arogang Asserting	218	51	171
forta Nea	148	50	100
New year	144		186
	101		10
Free	2	144	140
Fundam I	306		190
Cartology -	679	10	150
otern -	4 777	1346	8134

GLOBAT IN	STALLED WIND POW	TR CAPACITY (MW)	- REGIONAL DIS	TRIBUTION
		End 2013	New 2014	Total (End 2014)
AFRICA & MIDDLE EAST	Moracca	487	308	767
	South Africa	.11	545	\$10
	Egypt	554	68	610
	Janisia	355		215
	Ethiopia	171		1071
	Cape Verde	34		24.
	Other 1	115	14	128
	Tetal	1,612	#34	2,545
ASIA	FR Osha*	97,472	23,351	114,763
	leda	20,158	2,315	22,465
	Japan	2,649	.100	2,789
	Takkipo	614	11	413
	Sadt fama	363	47	809
	Thailand	333	(*	223
	Fakistan	106	150	256-
	Philippines	44.	150	216
	Other !	167	24	167
	Taked	115 444	24 242	143 199

		End 2013	New 2014	Tartal (End 2004)	
SOBTH AMERICA	uria.	41.112	4.814	65,879	
	Grada	7.80	1471	9.04	
	likeving	1,004	\$22	2.00	
	Tetal	78,792	1,247	77,953	
ACIERC REGION	Antenalia	\$ 218	567	1.885	
	New Jauland	613	10	635	
	Pacific Islands	12	- 31+	12	
	Tetal	1,874	567	4,441	
	World total	318,596	51,477	349,553	Jaire GWI
hingkoluti. Hongola, Si Larke, Horsen, Haavat, Hu Hapato, Carris, Christenan, Halana, Haavat, Hu Antha, Aregan, Tagani, Capac, Canan, Cachi & Branna, Shonha, Storena, Sain, Taobe, W Caldhan, Huku, Awana, Suova, Cala, Storena, Weise, Colomina, Erando, Humania Antonio, Colomina, Erando, Humania Antonio, Bantan, Erando, Humania Metaoromina, Bayn	er-Almedi, F180M, Hargary, Kell Malik, Denmark, Estanlı, Fotand Gandalıya, Jeneira, Harberta O and reambling affect the final o	ent) Lanas, Ann Franzisce, Ochanisa II. Franza: Garmany, Grenos, Annyoy, salada, 31. Ottopal/Wym anni	unininung Naba-Merung, Rohe Indent Stalp, Lahin, Lithumia, L	na Pouris Instantang Usualia antoloong India Nafanimak	Neveria (Note Adams Avropa

Tabla 6: Capacidad global instalada, distribución regional. Friend, et. al., 2014).



Figura 18: Lista de 10 países con nueva capacidad instalada y acumulada al 2014. (Ibíd.)



Figura 19: Capacidad anual instalada por región (2006-2014). (Friend, et. al., 2014).



Figura 20: Predicción acumulada por región (2014-2019). (Friend, et. al., 2014).



Figura 21: Predicción por región (2014-2019). (Ibíd.)

MARCO CONCEPTUAL

5.1 El recurso del viento

La energía disponible en el viento varía en relación al cubo de su velocidad, se requiere un entendimiento del recurso del viento ya que es crítico en todos los aspectos de la explotación de su energía, desde la identificación de lugares óptimos hasta la viabilidad económica de los parques eólicos y diseño de las turbinas. Igual de importante es el entendimiento de su efecto en la red de distribución y consumidores. (Burton, 2001).

Una de las características más representativas del viento es su variabilidad, el viento es altamente variable tanto geográfica como temporalmente, incluso su variabilidad persiste en amplios rangos de espacio y tiempo. Los vientos son producidos casi en su totalidad por la energía del sol, el calor es más intenso en las masas de tierra cercanas al meridiano del Ecuador, causando un diferencial de calentamiento de la superficie. El calor es más intenso en las partes de la tierra que no están cubiertas por océano u otros cuerpos de agua, obviamente la mayor cantidad de calentamiento ocurre durante el día. Lo que significa que la región de mayor calentamiento se mueve alrededor de la superficie de la tierra en la medida de que esta gira sobre su eje. (Ibíd.)

El aire caliente se eleva y circula en la atmósfera entrando en superficies con aire frío conocido como diferencial de presiones. La escala de movimiento del aire es altamente influenciada por el efecto Coriolis debido a la rotación de la tierra, dando como resultado un patrón de circulación global. (Ibíd.)



Figura 22: Formación de viento. (http://www.taringa.net/)

A modo de explicación, cuando una masa de aire se calienta se eleva y el aire más frío desciende y pasa a ocupar su lugar, provocando así el movimiento del aire o viento.

5.2 Componentes de la turbina eólica

Los componentes principales de un aerogenerador de eje horizontal son: el rotor, la góndola, el hub y la torre.

La función principal del rotor es captar la energía cinética del viento para luego transmitirla como energía mecánica a un eje conocido como de baja velocidad, este eje va acoplado a una caja multiplicadora de rpm, es decir, que se requieren altas rpm para que haya una salida de energía eléctrica. La góndola posee el tren de engranajes, el generador, el sistema de refrigeración, entre otros. Por último, la torre es la que se encarga de elevar el aerogenerador de la superficie terrestre a una altura determinada según un requerimiento de funcionamiento.



Figura 23: Componentes de la turbina eólica. (http://www.fing.edu.uy).

5.2.1 Palas del rotor.

La barrida de las palas del rotor extrae la energía al viento y la transfiere al cubo del rotor, su diseño es muy parecido al ala de un aeroplano. (http://www.fing.edu.uy).

5.2.2 Hub o buje.

El cubo (Hub o Buje) está adjunto al eje de baja velocidad de la turbina eólica. (Ibíd.)

5.2.3 Eje de baja velocidad.

Este eje de la turbina eólica conecta el cubo del rotor a la caja de engranajes. En turbinas modernas el eje contiene tubos para el sistema hidráulico permitiendo operar los frenos aerodinámicos. (Ibíd.)

5.2.4 Caja de engranajes o multiplicador.

Conecta el eje de baja velocidad a la izquierda, lo que produce que el eje de alta velocidad gire 50 veces más rápido que el eje de baja velocidad. (Ibíd.).

5.2.5 El eje de alta velocidad.

Este eje gira aproximadamente a 1500 rpm y maneja el generador eléctrico. Está provisto con un freno de disco de emergencia, el freno mecánico se usa en caso de fallo del freno aerodinámico, o cuando la turbina este reparándose. (Ibíd.)

5.2.6 Generador eléctrico.

Es normalmente llamado de instalación o asincrónico. En una turbina eólica la máxima potencia está alrededor de los 500 y 1500 KW. (http://www.fing.edu.uy).

5.2.7 Controlador electrónico.

Contiene una computadora que supervisa continuamente la condición de la turbina eólica y controla en mecanismo de orientación. En caso de sobrecalentamiento o mal funcionamiento, el controlador detiene la turbina y llama automáticamente a la computadora del operador. (Ibíd.)

5.2.8 Sistema hidráulico.

Es usado para calibrar los frenos aerodinámicos de la turbina eólica. (Ibíd.)

5.2.9 Unidad de enfriamiento.

Contiene un ventilador eléctrico que es usado para refrescar el generador eléctrico, además, contiene una unidad de aceite que es usada para enfriar la caja de engranajes. (Ibíd.)

5.2.10 Torre de la turbina eólica.

Lleva la nacelle y el rotor. Por lo general es de gran ventaja tener una turbina alta dado que las velocidades del viento van aumentado cuanto más lejos del terreno se esté. Existen dos tipos de torres: las tubulares y reticulares. Por lo general las tubulares son más seguras para temas de mantenimiento de la turbina, y las reticulares son más baratas. (Ibíd.)

5.2.11 Mecanismo de orientación.

Usa motores eléctricos para volver la nacelle contra el viento, pero esto lo hace gradualmente cuando el viento cambia su dirección. Es operado por el controlador electrónico que siente la dirección del viento. (Ibíd.) En aerogeneradores de baja potencia es usada una veleta que cumple la misma función que el controlador en este caso.

5.2.12 El anemómetro y la veleta del viento.

Se usan para medir la velocidad y dirección del viento. Las señales del anemómetro son usadas por el controlador electrónico de la turbina para iniciar la turbina eólica. (Ibíd.)

5.3 Terminología del perfil aerodinámico



Figura 24: Definición de ala. (Carmona, 2000).

5.3.1 Extradós: Es la parte superior del ala, la Figura 24 hace referencia a la parte más curvada (Ibíd.)

5.3.2 Intradós: Es la parte inferior del ala, es la parte menos curvada de la gráfica.(Ibíd.)

- **5.3.3 Borde de ataque**: Hace referencia a la parte delantera del plano, es donde primero impactan las partículas de aire. (Ibíd.)
- 5.3.4 Borde de salida: Parte trasera del plano. (Ibíd.)
- **5.3.5 Cuerda:** Es la línea imaginaria que se forma al unir el borde de ataque con el borde de salida. (Ibíd.)
- **5.3.6 Línea de curvatura media:** Es una línea equidistante entre el intradós y el extradós, esta línea fija la curvatura del perfil. (Ibíd.)
- 5.3.7 Ordenada máxima de la curvatura media: Es la máxima distancia entre la línea de curvatura media y la cuerda, este valor y su posición ayuda a definir la forma de línea de curvatura media. El valor de la ordenada máxima y su posición suelen darse en forma de % de la cuerda. (Ibíd.)
- 5.3.8 Espesor y distribución del espesor: Se expresa en % de la cuerda, su valor varia desde 3% los más delgados y 18 % los más gruesos. (Ibíd.)
- **5.3.9 Radio de curvatura:** Define la forma borde de ataque. Es el círculo tangente entre el intradós y el extradós. (Ibíd.)

5.4 Fuerzas aerodinámicas sobre el ala

El ala es una pieza mecánica sobre la cual actúan fuerzas cuando es sometida a una corriente de aire. Una hoja de papel que de repente despega de un escritorio, en ese instante se comporta como un ala, aunque rudimentaria. Las fuerzas que la levantan y la hacen volar por los aires son fuerzas aerodinámicas. (Burton, 2001).

Dándole una forma especial conocida como perfil aerodinámico y colocándola de una manera apropiada respecto a una corriente de aire, las fuerzas aerodinámicas pueden ser influenciadas y aprovechadas para volar, transformar energía o construir una escultura eólica. En la actualidad, el avión es una de las aplicaciones más extendidas del ala. Los motores impulsan el avión hacia adelante creando un movimiento relativo con respecto a la masa de aire al cortar el aire, con el ala se crea una fuerza que empuja el ala hacia arriba conocida como fuerza de sustentación, y si esta fuerza es superior al peso del avión este vuela. (Ibíd.)

A modo de ejemplo: un avión avanza a una velocidad V con respecto a la masa de aire quieta, o lo que es similar el ala está quieta y la masa de aire la ataca a la velocidad V1. Lo anterior se ilustra en la figura 23.



Figura 25. Fuerzas aerodinámicas sobre el ala. (Roncero, 2010).

La acción de la corriente de aire sobre un perfil produce por diferentes motivos una fuerza aerodinámica, esta fuerza es usual descomponerla en dos componentes: sustentación (Lift, el cual se observa en la Figura 25), y resistencia (Drag). La sustentación es el componente perpendicular a la corriente de aire, y la resistencia es el componente paralelo a la corriente libre del aire. El ángulo de ataque (Figura 26) es el que existe entre la cuerda y la dirección de la corriente libre de aire. (Carmona, 2000).



Figura 26: Ángulo de ataque. (Ibíd.)

El aumento de velocidad en los extradós, aumenta a su vez el valor de presión negativa (succión), mientras que la disminución de la velocidad en el intradós disminuye el valor de succión. El resultado de la distribución de presiones es una fuerza dirigida hacia arriba, la componente de esta fuerza perpendicular a la corriente de aire libre será la sustentación, el punto donde se puede considerar aplicada esta fuerza resultante se denomina centro de presión. Si aumenta el ángulo de ataque la distribución de presiones cambia, la depresión en el extradós aumenta y puede llegar a ser positiva en el intradós, esto da lugar a que la sustentacion aumente con el ángulo de ataque. (Ibíd.)

El efecto de estas dos variables se suele resumir en una sola variable que se denomina presión dinámica q, definida por la expresión:

$$q = \frac{1}{2}\rho * v^2$$

Ecuación 1: Presión dinámica (Ibíd.)

En efecto, las variables que afectan las fuerzas del ala son: forma del perfil, superficie del ala y forma de esta superficie, densidad del aire, velocidad y ángulo de ataque, viscosidad del aire, rugosidad de la superficie. (Ibíd.)

Resumiendo la forma en que normalmente actúa el perfil, es tal que:

- a. Sobre el extradós existe una succión y sobre el intradós una sobre presión.(Ibíd.)
- b. El valor de la succión es mucho mayor que la sobre presión, la contribución a la sustentación es de un 75% a la succión, y de un 25% para la sobre presión. (Ibíd.)
- c. Ambos valores de succión y sobrepresión tienen su mayor valor cerca al borde de ataque. (Ibíd.).

Si se colocara un perfil a diferentes ángulos de ataque $\alpha 1$, $\alpha 2$..., y se miden las fuerzas de sustentación y resistencia originadas L1, L2..., D1, D2..., sin variar la densidad ni la velocidad, y efectuáramos el cociente entre L / q*S, siendo L la fuerza de sustentación y S la superficie alar;

se obtendría un coeficiente sin dimensiones que se denomina coeficiente de sustentación. (Carmona, 2000).

$$CL = \frac{L}{q * S}$$

Ecuación 2: Coeficiente de lift o sustentación (Ibíd.)

Representando CL en función del ángulo de ataque, se tiene que q*S es constante, y a mayor ángulo de ataque mayor es el Lift o sustentación (figura 25).



Figura 27. Coeficiente de Lift en función del ángulo de ataque. (Ibíd.)

Efectuando los mismos pasos con la resistencia D, se evidencia que las fuerzas de resistencia D, varían con el ángulo de ataque, velocidad y densidad, y están definidas por la siguiente ecuación: (ver figura 26 y ecuación 3)

$$CD = \frac{D}{q * S}$$

Ecuación 3: Coeficiente de drag o resistencia. (Carmona, 2000).



Figura 28: Coeficiente de Drag en función del ángulo de ataque. (Ibíd.)

En efecto, las fuerzas de sustentación y de resistencia vienen dadas por:

$$L = Cl * q * S$$

Ecuación 4: Fuerza de lift o sustentación. (Ibíd.)

$$D = CD * q * S$$

Ecuación 5: Fuerza de drag o resistencia. (Ibíd.)

5.5 Cálculo de los coeficientes de lift y drag después de ángulo de perdida

El método iterativo BEM precisa que durante los cálculos para hallar el ángulo Φ óptimo del viento relativo y respecto al plano de rotación; se presenten ángulos de ataque superiores a los del ángulo de pérdida, y a su vez estos requieren que se hallen los coeficientes aerodinámicos. En vista que no es aconsejable, asumir el perfil aerodinámico como una placa plana. Dado que las condiciones difieren respecto a un perfil aerodinámico real, puesto que en las condiciones cercanas a los 90° el perfil aerodinámico, aun presenta lift mientras la placa plana presenta drag muy elevado. El método Viterna modela el comportamiento de manera más precisa en dichas condiciones. (Song Q., 2012)



Figura 29. Coeficientes de lift y drag sueprior al ángulo de perdida (Song Q., 2012)

Si se asumiera que el perfil aerodinámico se comporta como una placa plana los coeficientes de lift y drag serian fácilmente calculados con las dos ecuaciones siguientes, las cuales no dependen del número Reynolds. (Ibíd.)

$$Cl = 2seno \alpha \cos \alpha$$

Ecuación 6. Coeficiente de lift después del ángulo de pérdida, placa plana. (Song Q., 2012)

$Cd = 2seno^2 \alpha$

Ecuación 7. Coeficiente de drag después del ángulo de pérdida, placa plana. (Song Q., 2012)

El método alternativo para calcular los coeficientes de lift y drag es el método Viterna (Song Q., 2012)

$$CD_{max} = 1.11 + 0.018AR \quad @(\alpha = 90^{\circ})$$

Ecuación 8. Coeficiente de drag máximo método Viterna. (Song Q., 2012)

$$AR = \frac{b^2}{bc}$$

Ecuación 9. Aspect ratio de la pala. (Song Q., 2012)

$$CD = B_1 seno^2 \alpha + B_2 cos \alpha \quad (\alpha = 15^\circ a \, 90^\circ)$$

Ecuación 10. Coeficiente de drag para ángulos ataque entre 15° y 90°, metodo Viterna (Song Q., 2012)

Donde:

$$B_{1} = CD_{max}$$
$$B_{2} = \frac{CD_{st} - CD_{max}seno^{2}\alpha_{st}}{\cos \alpha_{st}}$$

Ecuación 11. Factores B1 y B2 para la ecuación del coeficiente de drag, método Viterna (Song Q., 2012)

$$CL = A_1 seno2\alpha_{st} + A_2 \frac{\cos^2 \alpha}{seno \alpha} \qquad (\alpha = 15^\circ a 90^\circ)$$

Ecuación 12. Coeficientes de lift para ángulos de ataque entre 15° y 90°, método Viterna (Song Q., 2012)

Donde:

$$A_{1} = B_{1}/2$$
$$A_{2} = (CL_{st} - CD_{max} seno \alpha_{st} \cos \alpha_{st}) \frac{seno \alpha_{st}}{cos^{2} \alpha_{st}}$$

Ecuación 13. Factores A1 y A2 para el coeficiente de lift, método Viterna (Song Q., 2012)

AR: Aspect Ratio

CD: Coeficiente de drag

CL: Coeficiente de lift

α: Ángulo de ataque

 α_{st} : Ángulo de ataque en pérdida, usualmente 15°

5.6 El rotor ideal, límite de Betz

En 1926, Albert Betz publicó la teoría sobre los rotores eólicos, consiguiendo presentar a un público relativamente amplio, las bases teóricas de la energía eólica. (Franquesa, 2009).

En el caso hipotético de un rotor ideal sin pérdidas, que funciona según el principio de empuje aerodinámico, propulsado por un viento de velocidad constante V (m/s), la superficie de barrida por las palas del rotor es el área A (m^2) . Debido a que un rotor acoplado a un aerogenerador o a una bomba de agua le extrae energía al viento, la velocidad de este detrás del rotor será menor, que la del viento corriente arriba, como se muestra en la Figura 30. (Ibíd.)



Figura 30: Comportamiento de la velocidad del viento en un rotor, bajo condiciones ideales. (Manwel et al., 2009)

Donde:

V1: es la velocidad delante del rotor.

V₂: Es la velocidad a la altura del rotor.

V3: Es la velocidad detrás del rotor.

V4: Es la velocidad detrás del rotor de la estela turbulenta.

Según Betz, las condiciones dadas a continuación son válidas bajo condiciones idealizadas, tanto del rotor como del viento.

- El rotor no tiene pérdidas mecánicas ni aerodinámicas. (Franquesa, 2009).
- El aire es incompresible y está exento de fricción. (Ibíd.)
- La corriente delante y detrás del rotor es laminar, es decir que las líneas del flujo son paralelas entre sí y perpendiculares al plano del rotor. Esto permite asumir que el rotor extrae energía del viento sin perturbar su corriente ideal, siendo la presión estática del aire delante y detrás del rotor, la misma que la del aire en inmediaciones del mismo. (Ibíd.)

Aplicando la conservación lineal de momentum al control de volumen que encierra todo el sistema, se puede encontrar la fuerza neta sobre el contenido total del volumen. Esta fuerza es igual y opuesta al empuje, y corresponde a la fuerza sobre la turbina de viento. De la conservación de momentun lineal para un flujo unidimensional, incompresible e invariante, el empuje es igual y opuesto al cambio en momentum de flujo de aire. (Manwel et al; 2009)

$$T = V_1(\rho AV)_1 - V_4(\rho AV)_4$$

Ecuación 14. Fuerza de empuje del disco actuador, producida por el momentum de flujo de aire (Ibíd.)

Donde ρ es la densidad del aire. A es el área de la sección transversal, V es la velocidad del aire y los suscritos indican las secciones transversales en la Figura 30.

Para un flujo estable $(\rho AV)_1 = (\rho AV)_4 = \dot{m}$ donde \dot{m} es el flujo másico, por eso:

$$T = \dot{\mathsf{m}}(V_1 - V_4)$$

Ecuación 15. Fuerza de empuje del disco actuador (Ibíd.)

El empuje es positivo entonces la velocidad detrás del rotor, V_4 , es menor que la velocidad de flujo libre V_1 . No se realiza ningún trabajo sobre las secciones 2 y 3. Por esto la ecuación de Bernoulli puede ser usada en los dos volúmenes de control en cualquiera de los dos lados del disco actuador en el tubo de corriente de flujo aguas arriba del disco. (Figura 30)

$$P_1 = \frac{1}{2}\rho V_1^2 = P_2 + \frac{1}{2}\rho V_2^2$$

Ecuación 16. Ecuación de Bernoulli, secciones 1 y 2 (Ibíd.)

En el tubo de corriente de flujo aguas abajo del disco actuador:

$$P_3 = \frac{1}{2}\rho V_3^2 = P_4 + \frac{1}{2}\rho V_4^2$$

Ecuación 17. Ecuación de Bernoulli secciones 3 y 4 (Ibíd.)

Donde se asume, que lejos del flujo en las secciones 2 y 3 las presiones son iguales $(P_{1=}P_{4})$ y las velocidades a en las secciones 2 y 3 permanecen igual $(V_2 = V_3)$.

El empuje puede ser expresado como la suma de las fuerzas sobre cada lado del disco actuador:

$$T = A_2(V_1^2 - V_4^2)$$

Ecuación 18. Fuerza de empuje expresada como la suma neta de las fuerzas en cada lado del disco actuador. (Ibíd.)

Si se resuelve para $(P_2 - P_3)$, usando las ecuaciones 10 y 11 y sustituyendo dentro de la ecuación 12, se obtiene:

$$T = \frac{1}{2}\rho A_2 [V_1^2 - V_4^2]$$

Ecuación 19. Fuerza de empuje del rotor (Ibíd.)

Integrando los valores de empuje de las ecuaciones 9 y 13 y reconociendo que el flujo másico es A_2V_2 , se obtiene:

$$V_2 = \frac{V_1 + V_4}{2}$$

Ecuación 20: Velocidad del viento a la altura del rotor. (Franquesa, 2009)

Así la velocidad del viento en el plano del rotor, usando este simple modelo, es el promedio de las velocidades de viento aguas arriba y aguas abajo.

Si se define el factor de inducción axial, a, como decremento fraccional de la velocidad del viento, entre el flujo libre y el plano del rotor (secciones 1 y 2), luego:

$$a = \frac{V_1 - V_2}{V_1}$$

Ecuación 21: Factor de ralentización del aire a la altura del rotor (Manwel et al.; 2009)

La cantidad, $V_1 a$, es a menudo referida como la velocidad inducuda en el rotor, en cuyo caso la velocidad del viento en el rotor, es una combinación entre la velocidad del flujo libre y la velocidad del flujo inducido. Como el factor de inducción axial decrese desde 0, el viento detrás del rotor decrese más y más. (Manwel et al., 2009)

Luego de las ecuaciones 14 y 15 se halla la velocidad del viento en las secciones de interés 2 y 4.

$$V_2 = V_1(1 - a)$$
$$V_4 = V_1(1 - 2a)$$

Ecuación 22. Velocidades de viento en las secciones 2 y 4 (Ibíd.)

La potencia de salida, P, es igual al tiempo empuje de la velocidad en el disco.

$$Pw = \frac{1}{2}\rho A_2 [V_1^2 - V_4^2] V_2 = \frac{1}{2}\rho A_2 V_2 [V_1 + V_4] [V_1 - V_4]$$

Ecuación 23: Potencia extraída al viento por un aerogenerador (Ibíd.)

Sustituyendo para V_2 y V_4 de las ecuaciones

$$P = \frac{1}{2}\rho A V^3 4a(1-a)^2$$

Ecuación 24: Potencia extraída al viento por un aerogenerador (Ibíd.)

Donde el área de volumen de control en el rotor, A_2 , es reemplazada con A, el área del rotor y el flujo libre V_1 es reemplazado por V.(Ibíd.)

El rendimiento de una turbina, es usualmente caracterizado por su coeficiente de potencia CP:

$$Cpw = \frac{P}{P = \frac{1}{2}\rho AV^{3}} = \frac{Potencia \ del \ rotor}{Potencia \ en \ el \ caudal \ de \ viento} = 4a(1-a)^{2}$$

Ecuación 25: Coeficiente de potencia de un aerogenerador ideal. (Ibíd.)

El coeficiente de potencia adimensional representa la facción de la potencia en el viento que es extraida por el rotor, el coeficiente de potencia máximo, es determinado tomando la derivada del coeficiente de potencia de la ecuación anterior con respecto a (a) y ajustandola a cero, a=1/3, es decir, que acorde al coeficiente de potencia máximo según el límite de Betz un rotor eólico sólo podría aprovechar 16/27 de la energia del viento. (Manwel et al; 2009)

Cpw Max =
$$\frac{16}{27}$$
 = 0.5926

Ecuación 26: Coeficiente de potencia máximo de un rotor ideal (Ibíd.)

Usando métodos similares, el empuje axial T sobre el disco en la posición 2 puede ser deducida:

$$T = \frac{1}{2}\rho A_2 V_1^2 [4a(1-a)]$$

Ecuación 27. Empuje axial sobre el disco (Ibíd.)

Similar a la potencia, el empuje sobre una turbina de viento puede ser caracterizado por un coeficiente adimensional de empuje.

$$CT = \frac{T}{\frac{1}{2}\rho V^2 A} = \frac{Fuerza\ de\ empuje}{Fuerza\ dinamica}$$

Ecuación 28. Coeficiente de empuje (Ibíd.)

5.7 Teoría del elemento de pala

Las fuerzas sobre las palas de una turbina de viento, pueden ser expresadas como función de los coeficientes lift y drag y el ángulo de ataque. Este análisis consiste en dividir el alabe dentro de N elementos, asumiendo que:

- No hay interacciones aerodinámicas entre los elementos
- Las fuerzas sobre las palas, son determinadas solamente por los coeficientes de lift y drag característico de la forma del perfil aerodinámico



Figura 31. Esquema del elemento de pala: c, es la longitud de cuerda; dr, es la longitud radial del elemento; r, es el radio; R, radio del rotor; Ω, velocidad ángular del rotor. (Manwel et al.; 2009)

En el análisis de fuerzas sobre la sección de alabe, cabe denotar que las fuerzas de lift y drag son perpendiculares y paralelas respectivamente al viento relativo $V_1(1 - a)$. El viento relativo, es la suma vectorial de la velocidad del viento en el rotor, y de la velocidad debida a la rotación del alabe. Esta componente rotacional es la suma vectorial de la velocidad en la sección de pala Ω r y la velocidad angular inducida en las palas, de la conservación angular de momentum $\omega r/2$. (Manwel et al.; 2009).

$$\Omega r + \frac{\omega}{2}r = \Omega r + \Omega a'r = \Omega r(1 + a')$$

Ecuación 29. Componentes vectoriales de la velocidad rotacional.

5.8 Variables implicadas en el proceso de diseño de pala

Con el fin de no alterar la imagen del libro de referencia, se aclara que U velocidad del viento local y relativo se distingue con la letra V, θ hace referencia al ángulo de twist y en efecto será distinguido como β .



Figura 32. Geometría de pala, para el análisis de una turbina de eje horizontal. (Manwel et al.; 2009).

5.8.1 Número Reynolds:

La teoría y la investigación han demostrado que muchos problemas de flujo pueden ser caracterizados por parámetros adimencionales. El parámetro más importante para caracterizar las condiciones de un fluido es el número de Reynolds. (Manwel et al.; 2009).

$$Re = \frac{Vc}{\mu} = \frac{Fuerzas \ inerciales}{Fuerzas \ viscosas}$$

Ecuación 30. Número de Reynolds (Manwel et al.; 2009).

Donde:

V: para el caso de la pala es la velocidad relativa

c: Es la cuerda aerodinámica

μ: Es la viscosidad

5.8.2 Velocidad del viento (V1):

Es la velocidad del viento libre que impacta sobre el intrados de la pala, siendo ralentizada como $V_1(1-a)$ (ibíd.) provocando así la rotación de la misma.

5.8.3 Densidad del aire:

Es la densidad volumétrica del aire y está dada en $[Kg/m^3]$, es de indicar que a mayor densidad del fluido producirá un mayor torque.

5.8.4 Tip speed rartio local λ r TSR:

Indica que la sección del álabe circula a una velocidad TSR mayor que la velocidad absoluta del viento V_1 , también indica la velocidad específica de una turbina eólica. (Gutiérrez, et. al.,)

$$\lambda r = \frac{\Omega r}{V_1}$$

Ecuación 31. Tip speed ratio (Manwel et al.; 2009).

5.8.5 Coeficientes aerodinámicos (Cl y Cd):

Estos coeficientes se mencionaron en el capitulo fuerzas aerodinámicas sobre el ala

5.8.6 Ángulo de ataque (α):

Este parámetro es explicado en el capitulo fuerzas aerodinámicas sobre el ala

5.8.7 Número de palas (B):

Es la cantidad de palas o álabes montadas sobre el hub de un aerogenerador, entre mayor número de palas la contribución al torque será mayor y su aplicación ideal es para aerobombeo, mientras que a menor cantidad de palas el torque es menor pero la velocidad de giro será mayor y su aplicación es generar electricidad.

5.8.8 Radio de rotor (R y r):

(R) Es la distancia del centro del hub a la punta de la pala, (r) es la distancia des de el centro del hub hasta una sección de pala determinada.

5.8.9 Cuerda aerodinámica:

Es una línea imaginaria entre el borde de ataque y borde de fuga del perfil, requiere de una distribución óptima a lo largo de la pala del rotor, siendo más larga en la raíz que en la punta de pala. Betz presenta una ecuación para la geometría ideal.

$$c(r)_{Betz} = \frac{16\pi R}{9BCL_D} * \frac{1}{\lambda \sqrt{\lambda^2 * \left(\frac{r}{R}\right)^2 + \frac{4}{9}}}$$

Ecuación 32: Distribución de la cuerda aerodinámica a lo largo de la pala. (Soren Gundtoft., 2009)

Donde:

R: Radio del rotor
r: Radio de la sección
B: número de palas.
CL_D: Coeficiente de lift de diseño
λ: Tip speed ratio TSR.

5.8.10 Twist de la pala:

Las palas de las turbinas eólicas requieren un ángulo de Twist o entorchamiento, el twist es una propiedad geométrica que se encuentra en muchas superficies aerodinámicas, que hace referencia al cambio de ángulo de ataque a través de la superficie. Esta propiedad es de bastante importancia en el análisis de los álabes de una turbina eólica, dado que el ángulo de twist tiene como objetivo mantener el mismo ángulo de ataque relativo, respecto a la corriente fluida. Debido a ello, la corriente es variada de acuerdo al vector formado entre las velocidades tangencial y axial del flujo de viento en el punto, a lo largo de la superficie que rota. En las turbinas eólicas el ángulo de twist puede ser de casi 90° en la punta de la pala, y solo 15° en la raíz (en ambos casos respecto a la horizontal). (Gutiérrez, et. al., 2007).

$$\beta(r)_{Betz} = \frac{2}{3}tan^{-1}\left[\frac{1}{\lambda r}\right] - \alpha_D$$

Ecuación 33. Twist de la sección de pala (Soren Gundtoft., 2009)

Donde:

 α_D : Es el ángulo de ataque de diseño

 λr : Es el tip speed ratio de la sección de pala



Figura 33: Variación del twist y de las velocidades tangencial y relativa a lo largo de la longitud de un álabe de un rotor, donde Vo es la velocidad axial del viento, Vtan es la velocidad tangencial y Vrel es la velocidad relativa. (Gutiérrez, et. al., 2007).

5.8.11 Ángulo del viento relativo (Φ):

Esté ángulo es el que se da entre el plano de rotación y el vector del viento relativo, inicialmente se calcula por la primera ecuación, luego se calcula en función de los factores de inducción axial y tangencial hasta lograr un error entre los mismos lo más bajo posible. (Manwel et al., 2009)

$$\Phi = \frac{2}{3} \tan^{-1} \left(\frac{1}{\lambda r}\right)$$
$$\Phi = \tan^{-1} \left[\frac{V_1(1-a)}{\Omega r(1+a')}\right] = \tan^{-1} \left[\frac{(1-a)}{\lambda r(1+a')}\right]$$

Ecuación 34. Ángulo del viento relativo (Manwel et al.; 2009).

5.8.12 La Solidez σ:

Es la relación entre el área total del álabe y el área del disco del rotor; dicha solidez es directamente proporcional a la cuerda del álabe, la cual varía en dirección radial. (Ibíd.)

$$\sigma' = \frac{Bc}{2\pi r}$$

Ecuación 35: Solidez del álabe. (Soren Gundtoft., 2009)

Donde r es el radio de la sección, B es el número de palas, y c es la cuerda de la sección.

5.8.13 El control de paso:

Es uno de los mecanismos por los cuales se puede aumentar la eficiencia del aerogenerador, no obstante, este no es usado en todos, dado que en la mayoría de turbinas de bajo potencial el paso es fijo. La función del control de paso es ajustar un ángulo de ataque óptimo de cara a la corriente de aire. (Gutiérrez, et. al., 2007).

5.8.14 El aspect ratio (AR):

Representa la relación entre la envergadura y el área de una superficie de sustentación. La relación determina algunos comportamientos específicos de esta superficie, y características aerodinámicas como el coeficiente de Lift, de manera que si se incrementa el *acpect ratio* del *ala CL vs a* sube, y si decrece el *aspect ratio* la relación *CL vs a* baja. El cambio de drag inducido también resulta un factor importante, dado que es una razón por la que los planeadores tienen un alto *aspect ratio* (*AR*), por ende, se van a presentar vórtices más pequeños en las puntas, en una superficie con mayor *aspect ratio*. (Ibíd.)

$$AR = \frac{b^2}{bc}$$

Ecuación 36. Aspect ratio (Raymer, Daniel., 1989)

5.8.15 Factor de Prandtl en la punta del álabe:

La vorticidad que surge en el borde de salida de las puntas de los álabes, tiene una separación entre un álabe y otro; en el análisis efectuado por Prandtl, establece un modelo donde reemplaza tales vórtices por una serie de discos paralelos, espaciados uniformemente a una distancia igual a la separación entre los sucesivos vórtices, dentro de la corriente de flujo que impacta el área de barrido de los álabes.

En la parte más interna de la corriente de flujo, la velocidad impartida por los sucesivos álabes del rotor, tendrá importantes componentes axiales y rotacionales, cercana a la frontera de la corriente de flujo, es decir hacia las puntas de los álabes. El viento tiende a fluir alrededor del borde de los álabes, y por lo tanto adquiere una importante velocidad radial.

El método de estimación del efecto de este flujo radial efectuado por Prandtl, fue aplicar un factor de reducción a la ecuación de cantidad de movimiento Momentum del flujo a un radio, pues esto representa el hecho de que solamente una fracción del viento entre los sucesivos discos de vorticidad, recibe completamente el efecto de movimiento de estos discos; es decir, una fracción del flujo entre los sucesivos vórtices generados por cada álabe recibe el movimiento de los álabes. (Gutiérrez, et. al., 2007).

$$FP = \frac{2}{\pi} \cos^{-1} \left[Exp \left[-\left\{ \frac{\frac{B}{2} \left[1 - \frac{r}{R} \right]}{\frac{r}{R} seno\Phi} \right\} \right] \right]$$

Ecuación 37. Factor de Prandtl, pérdida en la punta de pala (Manwel et al., 2009)

5.8.16 Factores de inducción axial y tangencial

La teoría de Momentum en un elemento de pala (BEM), sugiere que las fuerzas sobre el flujo son producidas por el alabe, en este caso pertenecientes al rotor de la turbina eólica, en lugar de un disco actuador. Este concepto de un disco actuador asume que un disco en rotación, con una distribución de fuerzas uniforme a lo largo de su área transversal; la teoría BEM se basa en que no hay interferencia entre los sucesivos elementos de pala y principalmente suministra un

esquema de cálculo que iterativamente proporciona las fuerzas sobre la pala a ciertas posiciones radiales de acurdo con el cambio en la cantidad de movimiento del flujo en tales posiciones radiales.

Concretamente este cálculo proporciona los factores de reducción de la velocidad axial (α) y tangencial (α '), dado que la velocidad del viento se desacelera al llegar al rotor; el desarrollo de esta teoría es el siguiente: debido al proceso de acción y reacción de Newton, en el rotor se presenta una fuerza axial la cual desacelera el flujo a una cantidad determinada (α V1) en esta precisa ubicación, y en la corriente después del rotor esa cantidad es (2α V). El torque experimentado por el flujo sobre el rotor, causa de la rotación de ese último flujo sobre el rotor, causa la dirección de ese mismo flujo en una dirección opuesta a la rotación de las palas, con una velocidad (α ' Ω) en la ubicación del rotor, y en la corriente después de este último esa velocidad es (2α ' Ω). (Gutiérrez, et. al., 2007).

Al tener un rotor con N número de palas, y perfiles aerodinámicos con cuerda c, a posiciones radiales r, velocidad del rotor Ω y una velocidad del viento no perturbado V1, las componentes de la velocidad de la pala son:

$$V_{axial} = V_1(1-a)$$

 $V_{tangencial} = \Omega r(1+a')$

Ecuación 38. Velocidad axial y tangencial (ibíd.)

Los factores de inducción axial y tangencial (a a') pueden tomarse como un valor inicial; y a partir de la obtención de estas velocidades se obtiene la velocidad relativa y el ángulo del viento relativo. (ibíd.). Al igual, con las siguientes formulas se puede hallar el ángulo del viento relativo. (Manwel et al., 2009)

$$a = \frac{1}{\frac{4seno^2\Phi}{\sigma c_n} + 1}$$

Ecuación 39. Factor de inducción axial (Manwel et al., 2009)
$$a' = \frac{1}{\frac{4seno\Phi coseno\Phi}{\sigma c_t} - 1}$$

Ecuación 40. Factor de inducción tangencial (Manwel et al., 2009)

5.8.16.1 Velocidad del Viento relativo (V_{rel}) :

Se refiere a la velocidad del viento paralela a la cuerda aerodinámica, esta siempre tiende a ser mayor que la velocidad local del viento V_1 (Manwel et al., 2009)

$$V_{rel} = \frac{V_1(1-a)}{seno(\Phi)}$$

Ecuación 41. Velocidad del viento relativo (Manwel et al.; 2009)

5.8.17 Velocidad tangencial (V_{tan}):

La velocidad del viento V_o produce una reacción opuesta conocida como fuerza de drag o resistencia, y a su vez por parámetros aerodinámicos del perfil y su posición respecto a su eje horizontal, crea una fuerza de sustentación resultado de la velocidad tangencial V_{tan} .(Gutiérrez, et. al., 2007).

$$\Omega r + \frac{\omega}{2}r = \Omega r + \Omega a'r = \Omega r(1 + a')$$

Ecuación 42. Velocidad rotacional para cualquier longitud del álabe (Manwel et al.; 2009).

5.9 Análisis del elemento de pala



Figura 34. Sección de pala a una distancia r del hub (Soren Gundtoft., 2009)

$$dFL = Cl \frac{1}{2} \rho V_{rel}^2 cdr$$

Ecuación 43. Incremento en la fuerza de lift en la sección de la pala (Manwel et al., 2009)

$$dFD = Cd\frac{1}{2}\rho V_{rel}^2 cdr$$

Ecuación 44. Incremento en la fuerza de drag en la sección de la pala (Manwel et al., 2009)

dFL es el incremento en la fuerza de sustentación o lift, dFD es el incremento en la fuerza de resistencia o drag, dFN es el incremento de la fuerza normal hacia el plano de rotación (esta fuerza contribuye al torque), dFT es el incremento de la fuerza tangencial para el área de barrido del rotor. Esta fuerza crea el torque útil, finalmente $V_{rel} = U_{rel}$ que es la velocidad del viento relativo. (Manwel et al.; 2009).



Figura 35. Fuerzas aerodinámicas sobre el elemento de pala descompuestas sobre el plano de rotación (Soren Gundtoft., 2009)

Con base en la figura anterior y las dos ecuaciones siguientes, tener en cuenta que dU = dQ y dT = dFN. Si el rotor tiene cierto número de palas, la fuerza normal total sobre la sección en una cierta distancia, r, del centro es:

$$dFN = B\frac{1}{2}\rho V_{rel}^2(Cl \ coseno(\Phi) + Cd \ seno(\Phi)crdr$$

Ecuación 45. Fuerza de empuje en la sección de pala (Manwel et al.; 2009).

El torque diferencial debido a la fuerza tangencial operando a una distancia, r, del centro es dada por:

$$dFT = B\frac{1}{2}\rho V_{rel}^2(Cl\,seno(\Phi) - Cd\,coseno(\Phi)crdr$$

Ecuación 46. Fuerza de torque en la sección de pala (Manwel et al.; 2009).

5.9.1 Cálculo de la potencia entregada por el diseño

La potencia entregada por el diseño es fácilmente calculable una vez hallado el coeficiente de potencia del diseño, y teniendo en cuenta las eficiencias del componente del aerogenerador.

$$P = CP\eta \frac{1}{2}\rho V_1^2 A$$

Ecuación 47. Cálculo potencia entregada por el diseño (Soren Gundtoft., 2009)

Donde:

CP: Es el coeficiente hallado del diseño del rotor

η: Es la eficiencia de los componentes de aerogenerador (caja de engranajes, cableado), se describen en el siguiente párrafo e imagen.

ρ: Es la densidad local del aire

V: Es la velocidad del viento libre

A: Es el área de barrido del rotor

La eficiencia en la caja multiplicadora está alrededor del 97%, en el alternador está en el orden del 96% y en el transformador está cercana al 98%. (Franquesa, 2009).



Figura 36: Rendimiento y flujo de potencia a plena carga de un aerogenerador. (Ruiz, 2009).

5.9.2 Proceso iterativo usando BEM

Con base en los coeficientes aerodinámicos de lift y drag y las variables de entrada de diseño, descritos en capítulos previos se plantea el siguiente diagrama de flujo. Que describe el proceso iterativo para lograr el ángulo (Φ) del viento relativo respecto al plano de rotación de cada uno de los elementos de pala. Dicho proceso ha de iterarse hasta lograr un error de los factores de inducción axial y tangencial tan bajo como sea posible, (Manwel et al.; 2009). Para efectos del diseño se estimo un error menor al 3%.



Diagrama de flujo 1. Proceso iterativo cálculo de los factores axial y tangencial. (Soren Gundtoft., 2009)

5.10 Construcción componente del rotor

Uno de los materiales más usados y uno de los más factibles por su relación pesoresistencia para la construcción de las palas de un rotor eólico, es la fibra de vidrio. No obstante, antes de construirlas es necesario elaborar los moldes, los cuales pueden ser de distintos materiales; por lo general resina y fibra de vidrio son las mejores opciones, sin embargo, no tienen una vida útil muy larga, pues está cercana a una fabricación de 50 y 60 piezas por cada molde. En algunos casos es preferible usar metal, el aluminio es una buena alternativa y se utiliza extensamente para productos de fibra de vidrio. (https://upcommons.upc.edu).

La raíz de la pala y empotramiento se debe hacer con la forma adecuada para poderse montar al generador, las raíces de las tres palas se pueden sujetar entre dos placas de madera o de acero. El cambio entre el empotramiento y la raíz de la pala se debe hacer de forma suave por temas aerodinámicos. Una vez que esté funcionando el rotor, otro aspecto consiste en evitar dejar curvas puntiagudas que debilitarían la fibra de vidrio. (Ibíd.)

El molde está formado por dos mitades: una cara superior y otra inferior, mientras se haga la primera mitad del molde se debe usar solamente una cara del patrón: Se debe hacer una superficie plana alrededor de los bordes del patrón que se convertirá más adelante en las caras donde dos moldes se encontraran. Se pueden hacer con resina de fibra de vidrio, madera o algún material fácil de trabajar. Hay que tener cuidado en seguir los bordes del patrón exactamente. Cuando la primera mitad del molde se ha hecho una vez se puede tirar la superficie plana. (Ibíd.)

Cuando se haga la segunda mitad del molde, hay que poner la primera mitad sobre la otra parte del patrón, a continuación se pule la superficie alrededor de los bordes de la misma manera que el patrón, para que así la fibra de vidrio no se quede pegada en él. Después se debe hacer la segunda mitad de la tapa del molde, de manera que cubra el patrón y también la superficie plana, para que las dos partes encajen correctamente. (Ibíd.)



Figura 37: Diagrama patrón de pala (Sánchez, 2010).



Figura 38: Plantilla de la pala y soportes del patrón superior e inferior. (Ibíd.)



Figura 39: Molde de pala terminado. (Ibíd.)

5.10.1 Construcción de las palas.

- 1. El molde debe estar limpio antes de usar la resina y la fibra de vidrio, se recomienda usar alcohol para limpiar la superficie.
- 2. Cuando la pala esté lista, aplicar una sustancia que facilite su separación del molde.
- Pintar una fina capa de resina en cada parte del molde, y luego una capa de fibra de vidrio de aproximadamente 1mm.
- 4. A continuación se vuelve a poner una capa de resina sobre la fibra de vidrio, hasta que se tenga 3 o 4 mm.
- 5. En la raíz se puede utilizar madera encima de uno de los lados para bajar la densidad de fibra de vidrio y resina, y para dar resistencia al empotramiento con el buje.

- 6. En la raíz deben haber agujeros para poder montar las palas en el aerogenerador.
- 7. Una vez que se tenga 3 o 4 mm de fibra de vidrio en cada parte del molde, el siguiente paso será encajar las dos mitades y atarlas juntas. Es aconsejable poner un poco de resina en los bordes del molde para tapar las pequeñas separaciones.
- Para terminar de unir las dos piezas del molde, es necesario usar un perno que los mantenga juntos.
- 9. Dejar secar entre 12 y 15 horas.
- 10. Otra opción es poner espuma o poliuretano en el interior de la pala para hacerla más consistente. La capa exterior de la pala debe ser impermeable, sin grietas ni fibras en la superficie. Si entra agua en las palas se degrada la resistencia y se desequilibran.



Figura 40: Pala terminada. (Sánchez, 2010).

5.11 Aplicaciones aerogeneradores de baja potencia

Existen dos aplicaciones principales de utilizar: instalaciones aisladas a la energía eléctrica, e instalaciones conectadas a la energía eléctrica. (Cuesta, 2008).

5.11.1 Instalaciones aisladas a la red eléctrica.

Las pequeñas turbinas eólicas pueden ser fuente económica de electricidad para sitios aislados, la aplicación más común de los sistemas aislados es la electrificación de viviendas rurales, para las cuales existen diferentes configuraciones. (Ibíd.)

- a. Sistemas individuales: Generalmente, cuentan con un pequeño aerogenerador, una o más baterías para almacenar la energía generada y un regulador que controla la carga y descarga de las baterías, dependiendo de la aplicación puede incluir un inversor para transformar corriente continua en alterna. Estos tipos de sistemas, se usan para cargar baterías, para acccionar bombas electricas directamente sin emplear baterías, tambien se pueden emplear en calefacción de viviendas, entre otros usos.
- b. Sistemas centralizados: Si las viviendas a electrificar se encuentran cercanas, lo mas óptimo es usar un sistema eólico central, y luego distribuirlo a través de líneas eléctricas.
- c. Sistemas híbridos: Muchas veces la fluctuación del viento hace que no se pueda obtener una producción de electricidad constante, por esta razón se usa una turbina eólica en combinación con otra fuente de energía, por ejemplo paneles solares o un eléctrico a base de diésel; una de las mayores ventajas es que dan mayor seguridad para la generación de electricidad.

5.11.2 Instalaciones conectadas a la red eléctrica.

Si la legislación del sector eléctrico lo permite, existe la oportunidad de suministrar energía a la red con pequeños sistemas eólicos. Esto es aplicable en caso de que exista una red en las proximidades del centro de consumo. En este caso, la energía requerida por el usuario sería suministrada por el sistema eólico y por la red eléctrica. Si el aerogenerador produce energía en exceso, se entrega el excedente a la red eléctrica y se produce menos energía de la requerida que se toma de la red. El almacenamiento de la electricidad en baterías es opcional, pero su inclusión exige dispositivos rectificadores de corriente alterna para la carga de baterías, e inversores de corriente continua. (López, 2012).

DESARROLLO DEL PROYECTO

6.1 Impacto socioeconómico de implementarse el proyecto eólico en ZNI

Las ventajas socioeconómicas y ambientales del proyecto se resumen en la tabla, destacando principalmente los cambios favorables que podrían ocurrir luego de implementarse.

VENTAJAS	ENERGIAS RENOVABLES
SOCIOECONOMICAS	Puede llegar a ser una importante fuente de empleo y desarrollo para las familias.
	Contribuiría a impulsar la innovación y el desarrollo en el país.
	Contribuiría al desarrollo educativo y cultural de los niños de la comunidad.
	El hecho de que los niños puedan disponer de un ordenador e iluminación contribuiría a un importante desarrollo.
	Aportaría mejoras a los procesos agrícolas.
MEDIOAMBIENTALES Y SOCIALES	Contribuiría a la disminución local de CO2, por el decrecimiento en horas de uso de los generadores diesel, mejorando así la calidad de vida de los habitantes.
	Las energías renovables no generan residuos de difícil tratamiento.
	Los servicios de salud podrían tener una importante mejora, especialmente en la disponibilidad y suministro de aquellos medicamentos o donaciones que requieren refrigeración.

Tabla 7. Energías renovables vs convencionales

6.2 Otras FNCER aplicables a ZNI

Las energías renovables resultan en gran parte más eficientes si son usadas en conjunto con otro tipo de energía, ya sea convencional o no convencional, puesto que en un caso una no de ellas no funcione óptimamente la otra la puede soportar. En la siguiente tabla se da una breve descripción de los tipos de energía renovable tanto de sus ventajas y sus desventajas:

Tipo de FNCER	Descripción	Ventaja	Desventaja
Energía solar fotovoltaica	Es la energía aprovechable de la radiación solar, la radiación media en Colombia está entre 3.6 y 6 Kwh/m^2. (IDEAM, S/F)	Conservación saludable del medio ambiente durante la vida útil Fácil instalación	En días nublados la eficiencia puede caer hasta más del 50%. En lugares húmedos el funcionamiento del panel tiende a estropearse. No se puede producir durante la noche
Energía eólica	Es la energía aprovechable de un caudal de aire, en Colombia existe un potencia aprovechable de 21.000 MW (Gómez et al., 2011). Para que llegue a ser rentable es importante que su producción se de en vientos superiores o iguales a 5m/s	En condiciones optimas de operación puede llegar a entregar más energía que los paneles solares, partiendo de que los dos tipos de energía utilizan la misma área	En momentos de baja circulación del caudal de aire el aerogenerador no entrega energía.
Energía hidráulica	Es la energía aprovechable de un caudal de agua, en Colombia es uno de las energías más utilizadas para abastecer al sistema interconectado,	Producción constante en condiciones de caudal constante	En época de sequias se pueden llegar a presentar racionamientos

	cabe aclarar que la distribución a zonas apartadas resulta costosa		
Energía mareomotri z	Es la energía producida por el movimiento de las olas. (http://todosobreelmedi oambiente.jimdo.com/e nerg%C3%ADa- renovable/)	La densidad del agua y la fuerza con la que esta se desplaza lograría una gran producción	No se conoce en Colombia, una manera de captar este tipo de energía para producir energía eléctrica.
Energía geotérmica	Es la que puede obtenerse mediante el aprovechamiento del calor interior de la tierra. (http://todosobreelmedi oambiente.jimdo.com/e nerg%C3%ADa- renovable/)	Dado que su producción es local, puede evitar la importación de hidrocarburos.	Los proyectos geotermales son caros. Hay que explorar y perforar los nuevos yacimientos y aunque no se logre alcanzar el objetivo, normalmente hay que pagar la mitad del presupuesto aprobado. Los terremotos pueden darse debido a fracturas hidráulicas, que es algo intrínseco al desarrollo de los sistemas geotermales de las plantas. (http://www.energi asrenovablesinfo.c om/geotermica/ene rgia-geotermica- ventajas- desventajas/)
Energía biomasa	Es la que se obtiene de los compuestos orgánicos mediante	Aprovecha las materias orgánicas presentes en los	Tiene cierto grado de contaminación mientras es
	el termino biomasa se	tales como cultivos	producida

alude a la energía solar,	de caña de azúcar	
convertida en materia		
orgánica por la		
vegetación que se		
puede recuperar por la		
combustión directa o		
transformando esa		
materia en otros		
combustibles como		
alcohol, metanol, o		
aceite, también se		
puede obtener biogás,		
de composición parecía		
a la del gas natural.		
(http://todosobreelmedi		
oambiente.jimdo.com/e		
nerg%C3%ADa-		
renovable/)		

Otro aspecto importante consiste en el estudio de viabilidad, previo a implementar cualquier tipo de energía renovable. Como es obvio no todos los tipos de energías son utilizables para un mismo lugar.

6.3 Selección de un perfil óptimo para operar en condiciones de bajo potencial eólico

La selección del perfil aerodinámico consistió en la consulta de artículos científicos, de los cuales se seleccionó la información de los perfiles aerodinámicos con operatividad factible a bajos números de Reynolds, o bajas velocidades de viento. Seguidamente y mediante el uso del programa XFLR5 y Microsoft Excel, se analizó el comportamiento gráfico de: Coeficiente de Lift (CL), Coeficiente de Drag, (CD), coeficiente de momento (CM) Relación (CL/CD), relacionado al detalle en el anexo A. Todas las variables anteriores comparadas a diferentes ángulos de ataque, de un rango de (-15° y 15°), y números de Reynolds 130.000, 190.000, 250.000, 370.000 y 490.000. Con base en el soporte del anexo A, se seleccionaron los perfiles aerodinámicos S1210 12% y S1223-il.

La figura 44 corresponde al comportamiento aerodinámico de los perfiles S1210 12% y S1223-il, a 130.000 Reynolds.



Figura 41: Perfiles aerodinámicos analizados a 130.000 Reynolds. (Tools, 2016).

Si bien el perfil S1223-il presentó un mayor Coeficiente de Lift en la Figura 42, se destacó el perfil S1210 12% con una mayor relación CL/CD, lo que se traduce a una mayor contribución de torque.



Figura 42: α vs CL y α vs CL/CD para los perfiles de la figura 43.

La Figura 43 corresponde al Coeficiente de Drag o resistencia aerodinámica y al Coeficiente de Momento. En la gráfica del Coeficiente de Drag se observó un mejor comportamiento del perfil S1210 12%, respecto al S1223-il. El primero presentó menor resistencia aerodinámica entre -3° y 5° de ángulo de ataque, por otra parte, en la gráfica del Coeficiente de Momento se observó una tendencia menor del perfil S1210 12%, lo que contribuye a un menor esfuerzo estructural a cargas por torsión (nariz abajo), disminuyendo la probabilidad de una falla en el empate del HUB y la pala.



Figura 43: α vs CD y α vs CM.



Figura 44: Relación CL/CD vs Alpha.

De todo el análisis se obtuvo que los perfiles S1210 12% y S1223-il, están entre los mejores conocidos a utilizar dado su buen rendimiento, alta sustentación y baja resistencia aerodinámica. Es decir, en condiciones de bajos números de Reynolds están entre los mejores respecto a los demás perfiles aerodinámicos. Basado en la lectura de las gráficas, se tomó la decisión de trabajar con el perfil S1210 12%.



Figura 45: Perfil aerodinámico S1210 12%. (Tools, 2016).

6.4 Diseño de la pala del rotor

Durante las iteraciones para el cálculo óptimo de los factores de inducción axial y tangencial de la pala, es posible, que se sugieran ángulos de incidencia más allá del ángulo de pérdida, que para el caso del perfil S1210 12% es de 14°. Normalmente las graficas de (CL vs α , CD vs α) de los perfiles aerodinámicos no muestran que ocurre cuando el perfil experimenta ángulos mayores al ángulo de pérdida, por lo que se usa el método de Viterna para encontrar dichos valores, así:

Taper	0.13660787
Cuerda media	0.16039153
AR	4.36432012
Alpha stall = alpha 90°	12
B1	1.18855776
B2	-0.0019916
A1	0.59427888
A2	0.35831129

 Tabla 8. Valores de cálculo, método de Viterna para el perfil S1210 12%, en ángulos de ataque superiores al ángulo de perdida.



Figura 46. Coeficientes aerodinámicos hallados por método de Viterna, después del ángulo de pérdida

6.4.1 Geometría de pala

En el diseño de la geometría de pala para una turbina eólica se consideran tres requerimientos importantes, así: que el rendimiento aerodinámico sea óptimo, que el diseño esté en condiciones de soportar las cargas aerodinámicas, y que que la pala debe ser de fácil fabricación, en mayor medida de lo posible referente a los moldes (Manwell et ál., 2002).

(Manwell et ál., 2002) sugieren, como una buena opción iniciar el diseño resolviendo los valores de Cl y α , a partir del método grafico que consiste inicialmente en revisar la relación Cl/Cd más alta y el ángulo de ataque en el que esta ocurre, luego tomando este ángulo de ataque como óptimo, se hallan los coeficientes de lift y drag de mayor contribución al empuje de la pala.



Figura 47. Coeficientes aerodinámicos y relación Cl/Cd, perfil S1210 12%

Es decir que acorde a la Figura 47 nuestro perfil tiene un coeficiente de lift óptimo de 0.87 y un coeficiente de drag de 0.005 que ocurre cuando el ángulo de ataque es igual a 2°. A partir de estos datos logramos obtener los primeros factores de inducción axial y tangencial (a a') para inicial el proceso iterativo hasta logar un error inferior al 2% respecto a los factores de inducción axial y tangencial.

En ese orden de ideas, primero se define una geometría a través de las formulas estipuladas para esto y luego se optimizan los ángulos del viento relativo respecto al plano de rotación.

Variables de diseño de pala	
Diametro (D) (m)	1.40
# Palas (Nb)	3.00
Radio (R) (m)	0.70
Velocidad del viento diseño (Vo) (m/s)	5.00
Tip Speed Ratio (TSR)	6.00
Cl óptimo	0.87
Cd	0.054
Alpha óptimo Cl/Cd	2.00

			Opti	nización	parcial d	e la geon	netria del	alabe de	turbina										
Numero de elementos de pala (de punta a raiz)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Diametro (d) (m)	0.11	0.18	0.25	0.32	0.39	0.46	0.53	0.60	0.67	0.74	0.81	0.88	0.95	1.02	1.09	1.16	1.23	1.30	1.40
Radio relativo r/R	0.08	0.13	0.18	0.23	0.28	0.33	0.38	0.43	0.48	0.53	0.58	0.63	0.68	0.73	0.78	0.83	0.88	0.93	0.99
Radio r (m)	0.05	0.09	0.12	0.16	0.19	0.23	0.26	0.30	0.33	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.54	0.58	0.61	0.65	0.69
Angulo optimo Phi (grados)	43.85	35.42	29.07	24.35	20.81	18.10	15.97	14.28	12.89	11.74	10.78	9.95	9.25	8.63	8.09	7.61	7.19	6.81	6.31
Pitch Beta (grados)	39.85	31.42	25.07	20.35	16.81	14.10	11.97	10.28	8.89	7.74	6.78	5.95	5.25	4.63	4.09	3.61	3.19	2.81	2.31
Cuerda (C) (m) Formula de Betz	0.09	0.13	0.12	0.10	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02
Solidez (σ')	0.82	0.71	0.47	0.30	0.21	0.15	0.12	0.09	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02
Speed ratio (λr)	0.45	0.75	1.05	1.35	1.65	1.95	2.25	2.55	2.85	3.15	3.45	3.75	4.05	4.35	4.65	4.95	5.25	5.55	5.94

Tabla 9. Propiedades geométricas iniciales del diseño

6.4.2 Proceso iterativo para hallar los ángulos del viento relativo respecto al plano de rotación y el coeficiente de potencia

El proceso iterativo parte desde una geometría inicial de pala que contempla los requisitos de diseño descritos anteriormente, luego acorde al flujograma 1, se efectúan las iteraciones necesarias hasta lograr el ángulo del viento relativo óptimo para cada sección de pala.

En este subcapítulo se presentan las iteraciones número 1, 2 y 28, en cuyo caso la número 28 es la última y de la que se toman los ángulos del viento relativo, como también es base para el cálculo de las fuerzas axiales y tangenciales sobre la pala, número Reynolds experimentado en cada sección de pala, RPM entre otros.

Número de elementos de pala (de punta a raíz)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
ángulo del viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados)	46.15	54.58	60.93	65.65	69.19	71.90	74.03	75.72	77.11	78.26	79.22	80.05	80.75	81.37	81.91	82.39	82.81	83.19	83.69
(y radianes)	0.81	0.95	1.06	1.15	1.21	1.25	1.29	1.32	1.35	1.37	1.38	1.40	1.41	1.42	1.43	1.44	1.45	1.45	1.46
ángulo del viento relativo respecto al plano de rotación (43.85	35.42	29.07	24.35	20.81	18.10	15.97	14.28	12.89	11.74	10.78	9.95	9.25	8.63	8.09	7.61	7.19	6.81	6.31
φ (radianes)	0.77	0.62	0.51	0.43	0.36	0.32	0.28	0.25	0.22	0.20	0.19	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.13	0.12	0.11
ángulo de twist respecto a la cuerda y el plano de rotación (β grados)	41.85	33.42	27.07	22.35	18.81	16.10	13.97	12.28	10.89	9.74	8.78	7.95	7.25	6.63	6.09	5.61	5.19	4.81	4.31
β (radianes)	0.73	0.58	0.47	0.39	0.33	0.28	0.24	0.21	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.08
ángulo de incidencia de diseño (α grados)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
ángulo de incidencia de diseño (α radianes)	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Factor de corrección por perdida en la punta de pala	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	0.99	0.97	0.94	0.88	0.77	0.33
Coeficiente de lift CI	0.872	0.872	0.872	0.872	0.872	0.872	0.872	0.872	0.872	0.872	0.872	0.872	0.872	0.872	0.872	0.872	0.872	0.872	0.872
Coeficiente de drag Cd	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054
Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct	0.566	0.462	0.377	0.311	0.260	0.220	0.189	0.163	0.142	0.125	0.110	0.098	0.087	0.078	0.070	0.062	0.056	0.050	0.043
Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn	0.666	0.742	0.788	0.817	0.834	0.846	0.853	0.859	0.862	0.865	0.867	0.868	0.870	0.870	0.871	0.872	0.872	0.873	0.873
Factor induccion axial (a)	0.221	0.281	0.395	0.376	0.364	0.357	0.352	0.349	0.346	0.344	0.343	0.342	0.342	0.343	0.346	0.352	0.366	0.399	0.609
Factor induccion ángular (a')	0.302	0.210	0.209	0.116	0.073	0.050	0.036	0.027	0.020	0.016	0.013	0.010	0.009	0.007	0.006	0.005	0.005	0.005	0.008

Tabla 10. Iteración inicial, para hallar los factores de inducción axial y tangencial

La Tabla 10 representa las condiciones iniciales para hallar los factores de inducción axial y tangencial, es decir:

- Ángulo del viento relativo y de twist
- Ángulo de ataque
- Factor de corrección por perdida en las puntas de pala
- Coeficientes aerodinámicos de lift y drag
- Coeficiente tangencial y normal.

Número de elementos de pala (de punta a raíz)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
ángulo respecto al eje de rotación (y grados)	36.9456	51.6244	64.5084	67.4903	70.2502	72.5625	74.4628	76.0279	77.3285	78.4215	79.3509	80.1510	80.8494	81.4701	82.0368	82.5791	83.1459	83.8512	86.2640
(y radianes)	0.6448	0.9010	1.1259	1.1779	1.2261	1.2665	1.2996	1.3269	1.3496	1.3687	1.3849	1.3989	1.4111	1.4219	1.4318	1.4413	1.4512	1.4635	1.5056
ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados)	53.0544	38.3756	25.4916	22.5097	19.7498	17.4375	15.5372	13.9721	12.6715	11.5785	10.6491	9.8490	9.1506	8.5299	7.9632	7.4209	6.8541	6.1488	3.7360
Φ (radianes)	0.9260	0.6698	0.4449	0.3929	0.3447	0.3043	0.2712	0.2439	0.2212	0.2021	0.1859	0.1719	0.1597	0.1489	0.1390	0.1295	0.1196	0.1073	0.0652
ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados)	41.8482	33.4201	27.0685	22.3526	18.8123	16.0998	13.9750	12.2753	10.8899	9.7417	8.7763	7.9543	7.2465	6.6310	6.0912	5.6141	5.1895	4.8093	4.3082
β (radianes)	0.7304	0.5833	0.4724	0.3901	0.3283	0.2810	0.2439	0.2142	0.1901	0.1700	0.1532	0.1388	0.1265	0.1157	0.1063	0.0980	0.0906	0.0839	0.0752
ángulo de incidencia de diseño (α grados)	11.2062	4.9555	-1.5769	0.1571	0.9376	1.3377	1.5622	1.6968	1.7817	1.8368	1.8728	1.8947	1.9041	1.8989	1.8720	1.8068	1.6646	1.3395	-0.5722
ángulo de incidencia de diseño (α radianes)	0.1956	0.0865	-0.0275	0.0027	0.0164	0.0233	0.0273	0.0296	0.0311	0.0321	0.0327	0.0331	0.0332	0.0331	0.0327	0.0315	0.0291	0.0234	-0.0100
Factor de correccion por perdida en las puntas	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9999	0.9997	0.9993	0.9984	0.9967	0.9932	0.9863	0.9725	0.9457	0.8938	0.7918	0.4175
Coeficiente de lift Cl	1.2566	1.0183	0.4687	0.6445	0.7166	0.7519	0.7712	0.7825	0.7896	0.7942	0.7972	0.7990	0.7998	0.7994	0.7972	0.7917	0.7798	0.7520	0.5732
Coeficiente de drag Cd	0.1334	0.0733	0.0689	0.0643	0.0635	0.0635	0.0636	0.0636	0.0637	0.0637	0.0638	0.0638	0.0638	0.0638	0.0638	0.0637	0.0636	0.0635	0.0657
Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct	0.9241	0.5747	0.1395	0.1874	0.1824	0.1647	0.1453	0.1272	0.1111	0.0970	0.0846	0.0738	0.0642	0.0555	0.0473	0.0391	0.0299	0.0174	-0.0282
Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn	0.8618	0.8438	0.4527	0.6200	0.6959	0.7363	0.7600	0.7747	0.7844	0.7909	0.7953	0.7982	0.7998	0.8000	0.7983	0.7933	0.7818	0.7545	0.5763
Factor induccion axial (a)	0.2164	0.2797	0.3229	0.3465	0.3459	0.3420	0.3382	0.3350	0.3324	0.3304	0.3289	0.3280	0.3279	0.3292	0.3328	0.3413	0.3603	0.4055	0.6957
Factor induccion ángular (a')	0.3937	0.2094	0.0700	0.0664	0.0498	0.0365	0.0272	0.0206	0.0159	0.0124	0.0098	0.0078	0.0063	0.0051	0.0041	0.0033	0.0026	0.0017	-0.0073
 	! 											<u> </u>							
Factor induccion axial (a)_1_1	-4.0297	-1072.69	9.2720	6.3755	6.4247	6.7555	7.1269	7.4824	7.8078	8.1041	8.3813	8.6597	8.9771	9.4062	10.0869	11.2620	12.9688	11.8437	2.2533
Factor induccion axial (a)_2_1	0.1186	0.2495	0.3123	0.3418	0.3411	0.3365	0.3318	0.3279	0.3247	0.3223	0.3206	0.3200	0.3208	0.3242	0.3326	0.3504	0.3862	0.4571	0.6966
Factor induccion axial (a) Nuevo	0.216367	0.27968	0.32286	0.3465	0.34588	0.34204	0.33822	0.33502	0.33244	0.33042	0.32894	0.32804	0.32794	0.32915	0.3328	0.3413	0.360264	0.45711	0.696618
Factor induccion ángular (a') Nuevo	0.3937	0.2094	0.0700	0.0664	0.0498	0.0365	0.0272	0.0206	0.0159	0.0124	0.0098	0.0078	0.0063	0.0051	0.0041	0.0033	0.0026	0.0017	-0.0073
Error respecto al anterior a	2.25%	0.64%	22.20%	8.46%	5.37%	4.42%	4.12%	4.08%	4.12%	4.19%	4.27%	4.31%	4.30%	4.18%	3.84%	3.10%	1.59%	12.64%	12.60%
Error respecto al anterior a'	23.40%	0.19%	199%	74.24%	46.37%	35.73%	31.04%	29.11%	28.70%	29.30%	30.67%	32.78%	35.74%	39.92%	46.25%	57.24%	81.37%	170.22%	215.79%

Tabla 11. Iteración dos, cálculo de los factores axiales y tangenciales

Obsérvese la variación del error en los factores de inducción axial y tangencial respecto a iteración anterior y final, en la iteración final (28) el error más alto es de 2.3% lo que garantiza unas condiciones optimas de diseño, durante el proceso iterativo también cambian los ángulos del viento relativo, de ataque, los coeficientes aerodinámicos de lift y drag y el factor de perdidas en las puntas, consecuencia de la variación de los coeficientes aerodinámicos varían también los coeficientes tangencial y normal lo que produce una variación en las fuerzas tangenciales y normales experimentadas en la pala.

Número de elementos de pala (de punta a raíz)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados)	38.43	51.57	62.09	66.27	69.50	72.01	74.00	75.61	76.94	78.06	79.00	79.82	80.54	81.18	81.78	82.37	83.03	84.60	87.25
(y radianes)	0.67	0.90	1.08	1.16	1.21	1.26	1.29	1.32	1.34	1.36	1.38	1.39	1.41	1.42	1.43	1.44	1.45	1.48	1.52
ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados)	51.57	38.43	27.91	23.73	20.50	17.99	16.00	14.39	13.06	11.94	11.00	10.18	9.46	8.82	8.22	7.63	6.97	5.40	2.75
φ (radianes)	0.90	0.67	0.49	0.41	0.36	0.31	0.28	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.09	0.05
ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados)	41.85	33.42	27.07	22.35	18.81	16.10	13.97	12.28	10.89	9.74	8.78	7.95	7.25	6.63	6.09	5.61	5.19	4.81	4.31
β (radianes)	0.73	0.58	0.47	0.39	0.33	0.28	0.24	0.21	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.08
ángulo de incidencia de diseño (α grados)	9.72	5.01	0.84	1.38	1.69	1.89	2.03	2.11	2.17	2.20	2.22	2.23	2.22	2.19	2.13	2.01	1.78	0.59	-1.56
ángulo de incidencia de diseño (α radianes)	0.17	0.09	0.01	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.01	-0.03
Coeficiente de lift CI	1.2254	1.0217	0.7079	0.7554	0.7820	0.7990	0.8098	0.8168	0.8212	0.8240	0.8255	0.8260	0.8253	0.8230	0.8183	0.8088	0.7898	0.6847	0.4704
Coeficiente de drag C d	0.1141	0.0736	0.0636	0.0635	0.0636	0.0638	0.0639	0.0640	0.0641	0.0641	0.0642	0.0642	0.0642	0.0641	0.0641	0.0639	0.0637	0.0637	0.0689
Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct	0.89	0.58	0.28	0.25	0.21	0.19	0.16	0.14	0.12	0.11	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.00	-0.05
Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn	0.85	0.85	0.66	0.72	0.75	0.78	0.80	0.81	0.81	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.81	0.79	0.69	0.47
Factor de correccion por perdida en las puntas	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	0.98	0.97	0.94	0.89	0.82	0.48
Factor induccion axial (a)	0.22	0.28	0.37	0.36	0.35	0.34	0.34	0.33	0.33	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.33	0.33	0.36	0.44	0.75
Factor induccion ángular (a')	0.37	0.21	0.13	0.08	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01
Factor induccion axial (a)_1_1	-4.48	1246.67	5.06	5.66	6.26	6.83	7.39	7.94	8.47	9.00	9.53	10.10	10.75	11.59	12.81	14.58	15.79	5.54	1.84
Factor induccion axial (a)_2_1	0.13	0.25	0.37	0.35	0.34	0.34	0.33	0.32	0.32	0.32	0.31	0.31	0.31	0.31	0.32	0.34	0.38	0.48	0.72
Factor induccion axial (a) Nuevo	0.22	0.28	0.37	0.36	0.35	0.34	0.34	0.33	0.33	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.33	0.33	0.36	0.48	0.72
Factor induccion ángular (a') Nuevo	0.37	0.21	0.13	0.08	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.0141
Error respecto al anterior a	0.0%	0.0%	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Error respecto al anterior a'	0.0%	0.0%	2.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

Tabla 12. Última iteración, datos finales para el diseño.



Tabla 13. Cálculo del coeficiente de potencia a partir del área bajo la curva.

Según la teoría de Betz el máximo coeficiente de potencia alcanzable corresponde al 59% de la energía disponible en un caudal de aire, acorde a los datos finales presentados en las tablas anteriores, el diseño logra un coeficiente de potencia del 27% de la energía disponible en el caudal a una velocidad de diseño de 5m/s.

6.4.3 Simulación del diseño en el software Q-Blade.

El diseño de pala para las turbinas eólicas se origina desde la industria de la aviación y aplica las mismas técnicas. Pero las condiciones de flujo que una turbina eólica experimenta son diferentes que las que afectan el ala de un avión. La aerodinámica de una turbina eólica es influenciada por las condiciones del campo de viento aguas arriba y aguas abajo en el rotor. Al mismo tiempo, estas dependen de una pequeña escala turbulenta sobre las palas. Esto implica la necesidad de hacer enormes simulaciones, un análisis CFD completo que cumpla los requerimientos y de cuenta de todos los efectos que se presentan, con la limitación que estos no tienen un modelo del comportamiento viscoso, puesto que son basados la teoría de potencial de flujo (Marter D, et al., 2013).

Es por esto que el diseño y las herramientas de evaluación son basadas en la teoría del elemento de pala BEM, este método es usado para predecir el comportamiento del diseño de una turbina de eje horizontal (HAWT). El método de modelos de vórtices fue reducido al entorno de la investigación. (ibíd.).

La simulación con el software Q-Blade permitió asociar diferentes números de Reynolds experimentados en cada uno de los elementos de pala, lo cual es un factor muy importante para el diseño. Por otra parte permitió evidenciar en qué relación de TSR obtiene un mayor coeficiente de potencia CP y torque CT. Como también variar el ángulo de paso para mejorar la eficiencia del rotor.

El software permitió hacer un análisis de las cargas estructurales sobre las palas como consecuencia de las fuerzas tangenciales y normales.





La Figura 48 representa los coeficientes aerodinámicos del perfil S1210 12% experimentados a diferentes números de Reynolds en cada elemento de pala.

Puesto que durante el proceso iterativo el modelo requiere hallar los coeficientes aerodinámicos después del ángulo de pérdida, el método Viterna ofrece una forma que modela de una manera coherente el decrecimiento del lift e incremento del drag después del ángulo de perdida. (Soren Gundtoft., 2009). Lo anterior se explica gráficamente en la Figura 46 y se puede observar en los ángulos de ataque relacionados en las tablas de las iteraciones de los factores de inducción axial y tangencial (Ver anexo C).

Las siguientes graficas representan el comportamiento de los coeficientes aerodinámicos del perfil S1210 12% después del ángulo de pérdida, nótese que el comportamiento de uno respecto al otro es prácticamente inversamente proporcional después del ángulo de pérdida.



Figura 49. Polares 3D perfil S1210 12% usando método Viterna, Q-Blade

El twist y la cuerda del elemento de pala fueron tomados del anexo C e incluido en la siguiente tabla del software Q-Blade, con el fin de simular el comportamiento aerodinámico del diseño en unas condiciones de flujo V1 dados.

bla	des and 0.08	3 m hub radius		📝 Blade I	Root Coordinates
	Pos (m)	Chord (m)	Twist	Foil	Polar
	0	0.09	51.57	S1210 12%	T1_Re0.031_M0.00_N9.0 36
2	0.088	0.13	38.43	S1210 12%	T1_Re0.053_M0.00_N9.0 36
3	0.123	0.2	27.9	S1210 12%	T1_Re0.090_M0.00_N9.0 36
ļ	0.158	0.165	23.73	S1210 12%	T1_Re0.090_M0.00_N9.0 36
5	0.193	0.14	20.5	S1210 12%	T1_Re0.090_M0.00_N9.0 36
5	0.228	0.12	17.99	S1210 12%	T1_Re0.090_M0.00_N9.0 36
1	0.263	0.106	16	S1210 12%	T1_Re0.085_M0.00_N9.0 36
3	0.298	0.094	14.38	S1210 12%	T1_Re0.085_M0.00_N9.0 36
)	0.333	0.085	13.05	S1210 12%	T1_Re0.085_M0.00_N9.0 36
.0	0.368	0.077	11.94	S1210 12%	T1_Re0.085_M0.00_N9.0 36
1	0.403	0.07	10.99	S1210 12%	T1_Re0.085_M0.00_N9.0 36
2	0.438	0.065	10.17	S1210 12%	T1_Re0.085_M0.00_N9.0 36
3	0.473	0.061	9.46	S1210 12%	T1_Re0.085_M0.00_N9.0 36
.4	0.507	0.057	8.81	S1210 12%	T1_Re0.085_M0.00_N9.0 36
.5	0.543	0.053	8.22	S1210 12%	T1_Re0.085_M0.00_N9.0 36
.6	0.578	0.05	7.62	S1210 12%	T1_Re0.085_M0.00_N9.0 36
.7	0.613	0.047	6.97	S1210 12%	T1_Re0.085_M0.00_N9.0 36
.8	0.648	0.045	5.39	S1210 12%	T1_Re0.085_M0.00_N9.0 36
9	0.7	0.0412	2.747	S1210 12%	T1_Re0.085_M0.00_N9.0 36

Figura 50. Datos del diseño de pala, Q-Blade

La Figura 50 da detalle de la geometría de pala, el perfil aerodinámico usado y los números de Reynolds experimentados en cada uno de los elementos de pala. La forma reducida en la raíz permite acondicionar fácilmente el anclaje al hub.

El coeficiente de potencia y de torque proporcionan información clave respecto a la potencia y torque que se espera que genere el diseño, grafica del factor de inducción axial representa porcentualmente la ralentización del viento V1 en cada sección de pala.



Figura 51. Coeficiente de potencia, coeficiente de torque y factores de inducción axial y tangencial, Q-Blade

El coeficiente de potencia del diseño según la simulación en Q-Blade es de 0.51, lo que quiere decir que el diseño entrega 52.8 watts a 5m/s, 40% más que el aerogenerador comercial Eolos en las mismas condiciones. El coeficiente de torque es de 0.85.

La potencia entregada por el diseño del aerogenerador se representa en la siguiente grafica, al igual que el torque y el factor de inducción axial que esta cercano al 33% ideal (Manwel et al., 2002). En la grafica se observa que el factor de inducción axial inicia en cero y se estabiliza a los 20cm de la raíz en 33% luego creciendo al 40% desde la sección ubicada a 60cm de la raíz hasta la punta de pala.





El simulador permite crear unas condiciones de flujo V1 que cuenta con una velocidad principal siendo para el caso del diseño 5m/s, y que se ajustan al diámetro del rotor, altura del hub, rugosidad del terreno y tiempo de simulación. Para el caso de la simulación la rugosidad se asumió lo más baja posible con el fin de lograr un flujo lo mas laminar posible.



Figura 53. Campo de flujo, velocidad de diseño



Time: 3.26272 s Power: 0.0757095 kW Cp: 0.517363 V_in @ hub: 5.00228 m/s

Figura 54. Simulación del diseño en condiciones de velocidad de diseño 5m/s

Nótese que la velocidad del flujo a la altura del plano de rotación es de 5m/s acorde al campo de flujo representado en la Figura 53, la velocidad V3 después de la ralentización del flujo es de 3.33m/s, lo que indica que 33% de la energía cinética del flujo a la altura del rotor fue ralentizada este se conoce como el factor de inducción axial, el otro 66% continuo en circulación formando una estela producto de la rotación y es conocido como factor de inducción tangencial. Lo anterior indica que los factores de inducción axial y tangencial están dentro de lo ideal siendo α =33% y α '=66%.

Los factores de inducción axial y tangencial ideales se logran a través de iteraciones como se describe en el diagrama de flujo 1, este proceso fue desarrollado en su totalidad en el anexo B, logrando un error de los factores menor o igual al 2.3% respecto a los factores previos, esto quiere decir que los datos geométricos de pala ingresados al simulador fueron optimizados antes de ingresarlos al software.

Producto de las fuerzas tangenciales y normales experimentadas por un aerogenerador. En la etapa de diseño se hace necesario calcular los esfuerzos estructurales de las palas, como también utilizar un material adecuado para la fabricación de las mismas. El simulador Q-Blade permitió simular las cargas estructurales en cada sección de pala, con un material seleccionado así: piel de la pala en fibra de carbono y su interior en espuma de poliuretano.

Shel Nater	al		Internal Materia	1		2	1222		
E	2e+11	Pa	E	2.56e+08	Pa	Load	ng Data		
Rho	7845	kg/m^3	Rho	200	kg/m	New	Blade Sm/s Structural Mode	Loading Data	
Shell	Thickness(%)	Spar Thickness(%)	Spar Position	Spar A	ngle		Radial Position(m)	Normal Loading(N)	Tangential LoadingN
1 0.02		0.08	0.25	0		1	0	1.15	1.2
2 0.02		0.06	0.25	0		2	0.088	2.25	1.53
3 0.02		0.06	0.25	0		3	0.123	3.64	1.52
4 0.02		0.08	0.25	0		4	0.158	4.61	1.58
5 0.02		0.06	0.25	0		5	0.193	5.58	1.58
6 0.02		90.0	0.25	0		6	0.228	6.53	1.55
7 0.02		0.06	0.25	0		1	0.263	7.47	1.51
8 0.02		80.0	0.25	0		8	0.298	8.41	1.47
9 0.02		0.06	0.25	0		9	0.333	9.35	141
10 0.02		0.06	0.25	0		10	0.368	10.28	1.35
11 0.02		90.06	0.25	0		11	0.413	11.21	1.28
12 0.02		0.08	0.25	0		12	0.438	12.13	1.21
13 0.02		0.06	0.25	0		13	0.473	13.03	114
14 0.02		9.08	0.25	0		14	0.507	13.91	1.062
15 0.02		0.08	0.25	0		15	0.543	14.74	0.96
16 0.02		0.06	0.25	0		16	0.578	15.47	0.84
17 0.02		0.08	0.25	0		17	0.613	15.97	0.65
18 0.02		0.08	0.25	0		18	0.648	14.52	0.019
19 0.02		0.06	0.25	0		19	0.7	10.22	-0.99

Tabla 14. Composición estructural del diseño y cargas estructurales sobre cada una de las secciones

La Tabla 14 detalla el material usado, los espesores y las cargas estructurales experimentadas en cada sección de pala, las cargas estructurales son producto de las fuerzas normales y tangenciales a las que son expuestas las palas.



Figura 55. Simulación cargas estructurales sobre la pala

La figura anterior simula las cargas estructurales a velocidad de diseño 5m/s, en el anexo C se agrego una simulación a una velocidad máxima de operación 14m/s, en los dos casos la resistencia de los materiales fibra de carbono y espuma de poliuretano soportan los esfuerzos de simulados en la pala.

La siguiente tabla recoge las propiedades de varias fibras usadas como refuerzos en laminados. En particular se indican los módulos de elasticidad en la propia dirección de una fibra (Efl) y en dirección perpendicular (Eft). (Navarro Ugena., 2008)

	FIBRAS							
	Vidrio E	Kevlar	Carbono H.R.	Carbono H.M.				
En (MPa)	74000	130000	230000	390000				
E _{ft} (MPa)	74.000	5.400	15.000	6.000				
Gr (MPa)	30.000	12.000	50.000	20.000				
Vfil	0,25	0,40	0,30	0,35				

Tabla 15. Propiedades de fibras (Navarro Ugena., 2008)

6.5 Datos teóricos de las curvas de potencia del diseño versus aerogenerador Eolos 450-600W

El modelo de referencia usado para comparación fue el rotor Eolos 450 - 600W12V 3 aspas, este rotor fue seleccionado en un análisis previo sobre rotores que operasen a bajas velocidades de viento, es decir, entre los rangos de 2 m/s y 7 m/s. Se observó que este rotor es uno de los más óptimos en condiciones de bajas velocidades de viento. (Parra, et. al., 2015).



Figura 56: Rotor Eolos 450 – 600W 12V 3 aspas. (Renovables del Sur, S/F).

6.5.1 Especificaciones Aerogenerador Eolos 400-600W. (Ibíd.):

- Potencia nominal: 450 W.
- Potencia máxima: 520 W.
- Tensión nominal (DC): 12V.
- Diámetro de aspas: 1.4 m.
- Número de aspas: 3.
- Velocidad de arranque: 2.3 m/s.
- Velocidad nominal: 11.8 m/s.
- Velocidad de incisión: 3 m/s.
- Velocidad de trabajo: 5-25 m/s.
- Velocidad máxima de supervivencia: 60 m/s.
- Protección velocidad: Efecto aerodinámico sobre las aspas y freno electromagnético.
- Protección por exceso de corriente: Freno electromagnético.
- Incluido en el paquete: Turbina y controlador.
- Peso neto: 19 Kg.
- Peso bruto: 25 Kg.
- Medidas: 119cm x 45,72cm x 24,5cm.
- Garantía: 3 años.

6.5.2 Especificaciones del diseño.

- Potencia nominal: 712 W @ 11m/s.
- Potencia máxima: 1494 W @ 14 m/s.
- Diámetro HUB: 0.16m.

- Diámetro rotor: 1.4 m.
- Radio efectivo: 0.62 m.
- Sección de perfil: S1210 12%.
- Número de aspas: 3.
- Taperado: 13.78%.
- Tip speed ratio: 6
- Ángulo de Twist: 38.3°
- Velocidad de arranque: 1.5 m/s.
- Velocidad nominal: 11 m/s.
- Velocidad de incisión: 1.5 m/s.
- Velocidad de trabajo: 2-12 m/s.

Las tablas y figuras presentadas a continuación, son el soporte de la obtención teórica de potencia del rotor diseño, a su vez es una comparación con el rotor de referencia Eolos 400-600W. Los valores plasmados en las tablas tienen fundamento en la teoría del BEM previamente citada en el marco conceptual.

Velocidad viento	Potencia Eolos 400W-600W	Potencia esperada del diseño	Comparativo Eolos Vs Diseño	Potencia maxima disponible en el caudal	C_P Edics	C_P Diseilo	n (eficiencia mecanica y	R (radio punta)	p densidad aire
2.00	0.00	0.5	100.0%	7.51	0.00	0.08	0.89	0.70	1 22
3.00	0.00	2.0	100.096	25.35	0.00	0.09	0.89	0.70	1.22
4.00	18.75	27.8	32.696	60.10	0.31	0.52	0.89	0.70	1.22
5.00	31.21	54.0	42.2%	117.38	0.27	0.52	0.89	0.70	1.22
6.00	87.00	95.7	9.1%	202.83	0.43	0.53	0.89	0.70	1.22
7.00	106.25	154.8	31.496	322.08	0.33	0.54	0.89	0.70	1.22
8.00	137.50	240.0	42.7%	430.78	0.29	0.56	0.89	0.70	1.22
9.00	187.50	342.3	45.2%	684.55	0.27	0.56	0.89	0.70	1.22
10.00	287.50	493.1	41.7%	939.02	0.31	0.59	0.89	0.70	1.22
11.00	362.50	634.0	42.8%	1249.84	0.29	0.57	0.89	0.70	1.22
12.00	462.50	852.0	45.796	1622.63	0.29	0.59	0.89	0.70	1.22
13.00	512.50	1,083.3	52.796	2063.03	0.25	0.59	0.89	0.70	1.22
14.00	575.00	1,348.4	57.4%	2576.68	0.22	0.59	0.89	0.70	1 22

Tabla 16: Tabla de potencia rotores diseño y Eolos 400-600W.

La Tabla 16 corresponde a la potencia entregada por el rotor diseñado y el aerogenerador Eolos 400W – 600W. Donde se observo que el diseño resulta 40% más eficiente en los rangos de velocidad de 2m/s a 7m/s respecto al aerogenerador de referencia. La siguiente figura muestra el comportamiento de la curva de potencia en rango de velocidad de 0m/s a 12m/s, se aclara que el pico de potencia para el aerogenerador de referencia es de 14m/s donde alcanza 600Watts.



Figura 57. Curva de potencia Diseño vs Aerogenerador Eolos 450 W- 600W
CONCLUSIONES

En definitiva el aerogenerador Eolos y el diseño son aplicables a velocidades de viento mayores a 4 m/s, si bien el diseño logra captar un pequeño porcentaje de la energía disponible en las velocidades de viento de 2 a 3 m/s, No resulta rentable la instalación en lugares con estas condiciones de viento, con base en la potencia entregada vs el costo de la implementación.

El sofware de simulación Q-blade, especializado para aerogeneradores resulta bastante util, pues permite modelar un diseño teórico y evidenciar su que tan eficiente resulta. Por otra parte permite simular las cargas normales y tangenciales, permitiendo observar los esfuerzos estructurales a los que se ve expuesta la pala y por ende aplicar soportes y mejores materiales para mitigar los esfuerzos en las areas criticas.

Las pequeñas turbinas eólicas por lo general son ubicadas a bajas alturas, por lo que la mayor parte del tiempo reciben un flujo de viento de baja velocidad y turbulento, debido a los obstáculos del entorno al que son ubicadas. Por esto, la optimización del rotor se hace necesaria y se asocia a: la cuerda y distribución del ángulo de twist, como también al número de palas, selección del perfil óptimo y tip speed ratio, el cual indica que la punta del álabe circula TSR veces mayor que la velocidad del viento.

Los perfiles aerodinámicos para bajos potenciales eólicos, operan por debajo de los 500.000 Reynolds, donde el flujo en el extradós debe permanecer laminar. Los perfiles Selig y Giguere (SG) son de los mejores a la fecha para operar en condiciones de bajas velocidades de viento, puesto que por su forma camberada y delgada evitan la succión cerca al borde de ataque, y gradientes adversos de presión que conducen a la separación del flujo.

El presente trabajo permitió evidenciar el creciente mercado de las energías renovables, dado que cada año son más los gobiernos en el mundo que apoyan su uso. En el caso de Colombia, la Ley 1715 de 2014 aún en proceso de reglamentación, busca promover el uso de las fuentes no convencionales de energía, especialmente aquellas de carácter renovable; igualmente se persigue promover el uso eficiente de la energía. (Friend, et. al., 2014).

RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar la fabricación y pruebas del diseño, pues los datos obtenidos corresponden a datos teóricos y de simulador, por ende es posible que se presente alguna inexactitud en los datos de potencia del diseño en la vida real.

Con base en el atlas eólico colombiano se recomienda implementar el diseño en velocidades de flujo mayor o igual a 4m/s, es decir, que es factible implementarlo a orillas de pacifico colombiano y a lo largo de la cordillera de los andes, donde las velocidades medias anuales estan entre 4m/s y 7m/s.

9. REFERENCIAS

- A. R. L. Batalla (2008). Así es Buenaventura. {En línea}. {Consultado mayo 2016}.
 Disponible en: <u>http://www.buenaventura.gov.co/images/multimedia/asi_es_buenaventura.pdf</u>
- Alcaldía de Alto Baudó Chocó. Indicadores Alto Baudó, 24 septiembre 2012. {En línea}. {Consultado mayo 2016}. Disponible en: <u>http://www.altobaudo-</u> <u>choco.gov.co/indicadores.shtml#poblacion</u>.
- Burton, T. Wind Energy Handbook, Chichester West Sussex, PO19 1UD: by John Wiley & Sons, Ltd Baffins Lane, Copyright 2001.
- Bustos J. (2014). {En línea}. {Consultado enero 2016}. Disponible en: <u>http://www.fcenew.unal.edu.co/publicaciones/images/documentos-econografos-</u> economia-65.pdf.
- Carmona, A. Aerodinámica y actuaciones del avión, 10^a Edición ed., I. T. P. C. ITP, Ed., Madrid, Paraninfo, 2000.
- Cengel Y., A; et. al. Mecánica de fluidos. Fundamentos y aplicaciones. MCGRAWHILL, 2006.
- Contrucción de un Rotor Eólico, Anexos PFC. {En línea}. {Consultado febrero 2016}. Disponible en: <u>https://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/2979/2/54392-2.pdf</u>.
- Cuesta M., et. al. Informe: Aerogeneradores de potencia inferior a 100Kw, Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas CIEMAT. Madrid, España, Julio 2008.
- David, A. Introduction to flight, vol. II, Meryland, United States: McGraw-Hill Series in Aeronautical and Aerospace Engineering, 1989.

Franquesa M., Introducción a la teoría de las turbinas eólicas. Berlín, Wiesbaden, 2009.

Friend, L., et. al. (2014). Informe: Global status of wind power in 2014, GWEC 2014.

- Garcia H., Juan; et. al. XFLR5. Manual de Iniciación, 29 octubre 2013. {En línea}. {Consultado mayo 2016}. Disponible en: <u>http://www.aero.us.es/adesign/Slides/Extra/Aerodynamics/Software/XFLR5/Manuals</u> <u>/XFLR5%20Manual%20-%20Dept%20GIA%20v%202.0.pdf</u>.
- Gash R.; Twele J. Wind Power Plants Fundamentals, Design, Construction, and operation. Springer, 2012.
- GERHART, P; et. al. Fundamentos de mecánica de fluidos 2da edición. Addison-Wesley Iberoamericana, 1992.
- Gobernación del Cauca (2016). Información estadística para el departamento del Cauca. {En línea}. {Consultado mayo 2016}. Disponible en: <u>http://www.ikernell.net/gobernacion/4dm1n1str4c10n/portal/estadisticas.php</u>.
- Gutiérrez, J., et. al. Trabajo de grado: Diseño de Rotor para un aerogenerador de baja velocidad. Bogota DC, 2007.
- IDEAM. {En línea}. {Consultado enero 2016}. Disponible en: http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasVientos.htm.
- INGEMECANICA.COM. La Potencia y el Par Motor, Estudio de la Cadena Cinemática, Estabilidad en los Vehículos. Tutorial Nº 63. {En línea}. {Consultado marzo 2016}. Disponible en: <u>https://es.scribd.com/doc/279327389/Tutorial-N%C2%BA-63</u>.
- Irena. Agencia Intternacional de Energías Renovables. (2015). {En línea}. {Consultado mayo 2016}. Disponible en: <u>http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_RE_Latin_America_Policies_2015_ES.pdf</u>

López V., Miguel. Ingeniería de la energía eólica, Barcelona, España: Publidisa, 2012.

- Manwell J et al.; Wind energy explained, theory design and aplication, Ed., Wiley Ltda,. Copiright 2009.
- Martínez, I. Termodinámica Básica y Aplicada. {En línea}. {Consultado marzo 2016}.
 Disponible en: <u>http://webserver.dmt.upm.es/~isidoro/bk3/c08/Termodinamica%20del%20aire%20hu</u> <u>medo.pdf</u>.
- Municipio de Santander De Quiliacho (2016). Santander de Quilichao Cauca, Colombia. {En línea}. {Consultado mayo 2016}. Disponible en: <u>http://www.santanderdequilichao.net/municipio-santader-de-quilichao-cauca</u>.
- Navarro Enrrique., Mecanica de medios continuos y teoria de estructuras, tercer curso, abril de 2008.
- Nociones Generales de Energía Eólica. Componentes de la turbina eólica. {En línea}. {Consultado enero 2016}. Disponible en: http://www.fing.edu.uy/imfia/rige/cur_pas/material/Cuba/Cap9.pdf.
- Parra, J., et. al. Informe: Análisis de efectividad de sistemas eólicos, solares e híbridos en los municipios de Alto Baudó, Buenaventura, Santander de Quilichao y El Charco. Bogotá DC, 2015.
- Post de sitio web: ¿Por qué se produce el viento? Imagen 2. {En línea}. {Consultado enero 2016}. Disponible en: <u>http://www.taringa.net/post/ciencia-educacion/18130233/Por-que-se-produce-el-viento.html</u>.
- POWER, SOUTHWEST WIND. Catálogo Air X marine. {En línea}. {Consultado enero 2016}. Disponible en: <u>http://www.energymatters.com.au/southwest-windpower-</u> <u>marine-air-x-12volt-400watt-wind-turbine-p-1133.html</u>.

- Puerto, E. Diseño e ingeniería de ventilación y climatización, 03 Dic 2012. {En línea}. {Consultado marzo 2016}. Disponible en: <u>https://efrainpuerto.wordpress.com/2012/12/03/f1-12/</u>.
- Rafiuddin, A. Artículo de revista Science Direct: Blade design and performance testing of a small wind turbine rotor for low speed application, Science Direct, 7 Agosto 2012.
- Raymer, D. Aircraft Design: A conceptual approach, Joseph A Schetz, Ed., Reslon, VA 20191-4344: AIAA. Education Series, 1989
- RENOVABLES DEL SUR. Ficha de producto Aerogenerador Eolos 450-600W 12V 3 aspas. {En línea}. {Consultado marzo 2016}. Disponible en: <u>http://www.merkasol.com/WebRoot/StoreLES/Shops/62387086/4BE6/899E/1D73/F</u> <u>31E/1B00/C0A8/28BE/AD8C/ManualRS_450_750W.pdf</u>.
- RENOVABLES DEL SUR. Generador eólico Solar híbrido generadores RS 450W y 750W. Manual del propietario. {En línea}. {Consultado marzo 2016}. Disponible en: <u>http://www.merkasol.com/WebRoot/StoreLES/Shops/62387086/4BE6/899E/1D73/F</u> <u>31E/1B00/C0A8/28BE/AD8C/ManualRS_450_750W.pdf</u>.
- Rivero, W. Desarrollo de rotores para una turbina eólica de 200 Watts mediante la implementación de tecnología local. Bogotá DC, 2011.
- Roncero, Sergio. Actas de conferencia: Aerodinámica y vehículos espaciales Tema 4. Aerodinámica del avión. Sevilla España, 2009-2010.
- Ronit K., Singh; et. al. Artículo de revista: Design of a low Reynolds number airfoil for small horizontal axis wind turbines, Science Direct, 29 Septiembre 2011.
- Ruiz F., Jose. Análisis simplificado de la respuesta estructural de una pala de aerogenerador, Julio 2009. {En línea}. {Consultado marzo 2016}. Disponible en: <u>http://e-</u>

archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/8015/PFC_JoseFelix_Funes_Ruiz.pdf?sequ ence=2.

- Sánchez C., Teodoro. Wind rotor blade construction, Practical answers to poverty, 1 Julio 2010. {En línea}. {Consultado febrero 2016}. Disponible en: <u>https://www.engineeringforchange.org/static/content/Energy/S00019/blades_manual.</u> <u>pdf</u>.
- Soren Gundtoft.; Wind Turbines, Ed., 2 University college of Aarhus 2009.
- Tools, A. (2016). {En línea}. {Consultado marzo 2016}. Disponible en: http://airfoiltools.com/airfoil/details?airfoil=s1223-il.
- UPME. (2003). {En línea}. {Consultado mayo 2016}. Disponible en: http://www.upme.gov.co/Docs/Pen_2003/Pen2003_Total.pdf.
- UPME. (2003). {En línea}. {Consultado mayo 2016}. Disponible en: http://www.upme.gov.co/Docs/Plan_Expansion_Cobertura_Energia.pdf.
- UPME. (2014). {En línea}. {Consultado enero 2016}. Disponible en: http://www.siel.gov.co/Siel/Portals/0/Piec/Libro_PIEC.pdf.
- UPME. (2015). Integración de las energías renovables no convencionales en Colombia {En línea}. {Consultado agosto 2016}. Disponible en: <u>http://www.upme.gov.co/Estudios/2015/Integracion_Energias_Renovables/INTEGR</u> <u>ACION_ENERGIAS_RENOVANLES_WEB.pdf</u>
- UPME. Unidad de Planeación Minero Energética. {En línea}. {Consultado mayo 2016}. Disponible en: <u>http://www.upme.gov.co/Docs/PEN/PEN%202010%20VERSION%20FINAL.pdf</u>.
- WIKIPEDIA. Imagen mapa político Alto Baudó. {En línea}. {Consultado mayo 2016}. Disponible en: <u>https://es.wikipedia.org/wiki/Alto_Baud%C3%B3</u>.

- WIKIPEDIA. Imagen mapa político Buenaventura Valle del Cauca. {En línea}.
 {Consultado mayo 2016}. Disponible en:
 <u>https://es.wikipedia.org/wiki/Buenaventura_(Valle_del_Cauca)</u>.
- WIKIPEDIA. Imagen mapa político El Charco, Nariño. {En línea}. {Consultado mayo 2016}. Disponible en: <u>https://es.wikipedia.org/wiki/El_Charco_(Nari%C3%B1o)</u>.
- WIKIPEDIA. Imagen mapa político Santander de Quilichao. {En línea}. {Consultado mayo 2016}. Disponible en: <u>https://es.wikipedia.org/wiki/Santander_de_Quilichao</u>.

ANEXO A: ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO AERODINÁMICO DE LOS PERFILES EMPLEADOS PARA BAJOS POTENCIALES EÓLICOS.

El anexo A es el soporte documentado en el cual se basa la selección del perfil S1210 12%, como perfil definitivo para la construcción del rotor de bajo potencial eólico, cuyo rango óptimo de operación está entre los 2 y 7 m/s.

Para el procedimiento se utilizó el programa XLRF5, obteniendo los coeficientes de lift, drag y momento de los 25 perfiles aerodinámicos estudiados, citados a continuación:

- Bergey BW-3 (smoothed).
- DU86-084/18 8.44%.
- NACA 1223.
- NACA 4412.
- NACA 64(1)-112.
- NACA 67,1-215.
- NACA0015.
- NACA0018.
- S1210 12%.
- S1223-il.
- S805A.
- S806A.
- S807.
- S812.
- S816.
- S818.
- S819.
- S820.
- S821.
- SG6040.
- SG6041.

- SG6042.
- SG6043.
- SG6050.
- E387.

La información de estos perfiles aerodinámicos se obtuvo a través de artículos científicos, donde son citados como perfiles de bajo potencial eólico o bajos números de Reynolds:

- Análisis del comportamiento aerodinámico de perfiles empleados en aerogeneradores de baja potencia; autor Alejandro Carantoña.
- Blade Design and performance testing of a small wind turbine rotor for low wind speed aplication; autor: Ronit K. Singh, M. Rafiuddin Ahmed.
- Design of a low Reynolds number airfoil for small horizontal axis wind turbines; autores: Ronit K. Singh, M. Rafiuddin Ahmed, Mohammad Asid Zullah, Young-Ho Lee.

Para el procedimiento inicial, se tomaron números de Reynolds 130.000, 190.000, 250.000, 370.000, 490.000, en ángulos de ataque de -15° a 15°.

En las tablas de conclusión, se destaca el coeficiente de sustentación más alto del perfil S1210 12% en todos los números de Reynolds analizados, en el rango de 0° a 15°. Se parte de que la fuerza de lift es la más importante, pues finalmente es la fuerza aerodinámica que producirá giro del rotor, lo que se traduce en potencia de salida. Desde luego que las fuerzas de drag, momento y eficiencia Cl/Cd, se analizaron en el estudio de los 25 perfiles. Los criterios de selección se describen así:

• Cl, coeficiente de lift: se ha de escoger el más alto, pues es la fuerza aerodinámica que aprovechara la energía del viento de una forma más eficiente.

- Cd, Coeficiente de drag: es una fuerza aerodinámica importante dentro del análisis, se toman en cuenta valores de coeficiente de drag lo más bajos posibles, teniendo en cuenta la fuerza de lift.
- Cm, Coeficiente de momento: se contemplan valores bajos, ya que este coeficiente está relacionado al momento experimentado en la cuerda aerodinámica del perfil, es decir, a la torsión y esfuerzos que sufre la pala durante la operación.
- Cl/Cd, Eficiencia del perfil: la relación indica qué tan eficiente es el perfil, lo más importante en esta relación es que el análisis se enfoca en aquellos perfiles que tienen un coeficiente de lift más alto. Una alta relación CL/CD es una alta contribución al torque producido.

defen	Sergery Bill Street and	DOLBSTELM).	NACE 181	NALA BEE	INCLUSION NO	6347128	INCOME	BACHBER B	TURN LPG. 1	1111	SHALL	ARES	8287	825/	HB .	801	-	-	807	-	LOBBET .	000001	-	DOBEST .	ERC - 1	13, Lines Diego Porti a selecteuro
	8	4.83	-1.80	γ		4.941		1.267	-0.5001		0.300		4100	4.107	-8.1405	-artm	-0.7966			-04180	4405	(64040)	4.302	4.67		CMP, NeDARR
	14 <u>A</u> \$\$\$	0.504	-1,943	6	- 01071		1.10/1	7.292	43061		-01991		0158	4248	1.28	-2108	0.504	4188		4752	1467	4388	-1.984	190		1.252 NACABOR
	4 0.00	-0.995	194	6	-4509	8.604	1107	108	.1288		-6498		485	4360	1458		14881	4265	42HS	-640	-146	4328	1.08	4144		1 10 MICARIE
	0	6578	-1340	6 4 10H	1000	4.055	1.090	1.345	0.78		4404		4001	-6.101			4.788	1.267		-634	101	4,383	-1287	144	1.1	1 18 THICKIDS
	11	0.85%	-1.942	0.361	4.001	4.078	1.0604	4.000	8,281		0,4125		4070	448	-0.051	-0.00	-2318	1.274	4207	-0104		129	1.012	4.000		-1100 NHCARTE
	0 183	0.040	4.13	N		- 4.94	100	1.199	1119				1114	1.140	197		1404	4265	4,790	1442		1001	1194	4345	1	T NYS INICASTR
	-0	0.000	4.720	- 6585	-6.521	4475	-4.97	-1.027	-0.001				6985	4207	- 448	-0.03	4381	4.207	1.934	4907	4.40	4318	4100	4085	- 1	1007 SHOARS
	-8 -3.388	i osta	-1.055		6708	4.307	0334	-0.901	-2.9861				0.000	4.127	8.045	-0.1128		4,798	41001	-04358	1502	0.2601		4330		0.004 NACABITS
	F 930	- 4502	4.98	4,109		4.007	1014		- 108	1.08			160	1.342	1.94	00404		438	- 215	1348	140	4220		1423		0894 NACARTS
	4 4.9.8	0454	4.975	- 4154		4,200	4000	-1.037		1.122	CASH!		40116	<101 C	42/5		0401	1,355		4365	1.70	4.022		3.00	1	-O-BHI NIKCABIS
	5 -4.190	0400	- 444	0.0071	0446	-4.20	- 0.597	4.528		8.323	0.2558		4.255	4105	4,225	-01040	4.178		1385	-01407	4.313		11200	3 100	- 3	O'SEL NACHERS
	4	6,296	4.19	1.001	4.398	1.04	1423	4.428		1.06	1114		4.117	4 102	3.90	-5944	-1716	1.84	4.99	480	000	1142		100	1046	41472 NACA3079
	-6	-6 1004	430	0.644	4.897	-0.258	-0.3086	4.996	0.7915	10.00	- 6360		1001	4.000	0.905	0.0856	-618	11100	-6301	0.0005	447	- 63	14250	1044	1968	0.000 800 0%
	2 192	-011	413	2,262	0.1280	4278	0.2003	3214	1.55M	1,807	0.0147		1000	0.057	1870	0.554	-001	1,017	3940	0.110	1.828	0.3149	1985	1.928	1170	OBJP ETED-4
	1 140		110	E 0.933	-405	1181	-114	3.126	1368	1125	0.1291		\$127	1.84	1,104	1.81	0.089	1.285	11585	+1267	1124	11004	141	124	1.317	108 5004
	3 - 2.94	0.010	1.000	0.03		1394	1	. A.	1982	1.16	1,2246		1345	1371	124	3106	0.1961	1.32	130	4365	1396	1911	LNM.	1.189	1.06	1.168 8.0004
	5 108	C 1.000	1.100	0.508	1106		0.194	1.080	1.1111	1.1283	1.046	0408	13%	0.348	1498	24830	0.3094	1400	0.301	0407	125	0.0271	1304	1.574	1.166.	1 NO BODIE
	2 1/98	1.368	128	0.1001	13123	1100	1,2101	1274	1201	164	1454		1110	6480	1100	0.041	140	1585	144	10N	14%	1148	1198	1112	108	14142 012214
	3 0.06	9418	1.182	c 0.009	04214	1304	0,000	1.2%	1,4007	132	0.5534		MP	1110	1546	0.044	1.09	184	1440	4707	1015	0.041	10%		1.33%	155 #120+
	8 0.002	0.000	140	000	0.5381	1.653	0423	1400	1.82.64	1,088	0.000		0.7902	0.530	1250	0.550	0.0100	1.710	109	148	\$702	0.0037	1.125	1.147	110	1,000 81004
	5 180	0.089	157	1.016	1.1	15025	0.992	15254	1,6057	1.78	1111		1.94%	127	1,871	0.90	0.1429	1570	1,096	1972	1790	1.0115	1205	1997	1,540.	1.7382 612214
	 titt 	0.540	1.605	C titl	1401	1.06	1.66	1400	1.200	100	100		6998	1346	10/15	1,000	146	193	1,000	1.082	184	1.90	1.004	1.07%	1940	1.6229 #1025+
	P	2.036	1.50	1. 1.210	0.534	1,525	0.876	X DAT.	1.001	1.90	0.0415		1.0210	1.007	1000	1.020	0.965	1100	2304	1,0195	1.922	1100	11.056	1,128	1.192	1348 80004
	1 144	1, 1, 2, 200	8 1800	1. 1.2594	E. 10707	2.5827	122	137	1.3000	1.805			1.198	1.0002	120	120	1.069	157	1,734	TIME	1965	1281	1.41	1294	1.558	10029 012214
	9. 149	5.000	1806	C 1004	6.404	1.635	11/10	1801	1341	1.60	1.1007		1,990	1.82	1.1088	1,010	1190	1.975		1.076	124	1,2904	1.68	1499	1.056	1908 #125.4
	0 159	C ABN	1.025	1.54	1.004	1702	1.0036	1.03	1.002	7.92	1.00		1.3291	1.925	182	1425	176	1.08	1.022	1,2081	1,907	1.362	1842	1,3780	1302	2 1907 8 000+
	1.50	6.872	198	: 141	1038	8,1758	1002	1.161	2.1018	128	1,1191		1488	1891	134	1400	1.1044	1879	1228	1,210	1,805	1,4001	1987	1405	1380	1271 81274
	1.68	1.194	1.01	C 1058	0.990	1.82	1,042	1.152	2,407	2.50	1.154		1546	1,04%	1325	tang	110	1.105	1250	120	1311	1.4450	1.58	1434	1.54	1264 01254
	0 1.00		1,008	140	8454		1.00	1.196	2386	2,277	1100		1.066	1.001	1386	1.825	(.228)	1.1000	1,262	1.832	1212	1.600	1600	1465	108	1000 80001
	4 1313	188	1,000	1.500	1718	13040	1111	1.278	2001	1.558	1.1900		1.932	1.101	1.000	1402	1.338	1760	1.248	1210	130	1485	11294	1400	- 2	1718 81034
	1 1188	0.767	128	T.874	0.781	6.6011	1.0077	1264	2.4435	124	1111		1308	11/2	1100	1 (81)	1.101	1:56	1.58	1.178	1388	1111	1805	1439.		1210 80214
Table games	al 15 mil	1.010	1.00	- 18.015	4.886	2498	1.800	8778	10.041	8.01	18,618	8.6161	1.821	848	18,2424	18.47%	1.004	114803	19.164	11 1945	11,006	15,000	116	1.14	14.636	

Tabla 17: α vs CL, para 490.000 Reynolds.

100	Seguile Internation	Bolameric Latt.	MACH SHE	MOMT.	MACHINES FOR	MAGAIC 1281	64CMRS	100300	3590.05	MADA	1005	1944	-	MT	114	88	MR	- 10	399	000M	0084	1044	10446	0.000	08	0,044	Part party small
1.1.1.1.1			-148			6381	138	1. 1.89	1 4381		1,6400	B	0.08			4.001	1.81		1.89	- 182				1.520		1.0	PT INCASES
	4 4240		-165	0.45	1 12	4.2%	C. 198	1 -1 18	1.180			Ð	- 1207			-4.82	-481	-1/18	-496	-0.92	0.401	4.128				-15	R WORRS
	L 140		-100	1.119	2,900	-104	1.1.8		C 0.00		1.448	ŧ	- 287			1.181	108	2181		1.01	-2.608	1.4368	1.110	1.000		- 11	ENCORE
-4	- 445		1.00		1	50	1.18	2	- 10	4.00	1.409	k	- 194		1.1258	1000	1.167	100	+257	-1.29	-1428	1.266	-6.255	48.0			IN THICKNEY
- 4	-149		-1/65	1. 437		-2.08	0.04	1.04		4.10	- 408	B	1,40	-4363	420		-1750	-4.64	-1285	-1407	- 1470	- 4321	325	-104		- 19	47 INCOME
	640	1.181	1.100	0.00		1.000	1.00	L 188	1. 1.221	4.00	1000	r	4.809	680	1.185					1282	3108		1276	0.001		- 18	shacets -
			-672	4.98	416	4.118	490	1.100	1.146	40	- 429	£	443	(4) (4)	4308			- 48	+17	1.20	-1026	4,000	1.12	- 4481		- 79	REWICKER .
	4.97		- 480	1.68	< .X80	-2.67	- 181	1.000	4.175		1.000		- 1385	-1281	181	1124		- 4184	1348	- 4368		4,328	11187	100		- 39	El Incole III
	6.00	t 6107	1 - 1000	6.05	1 6.60	0.000		1.00	C - 88	1.110			-4271	0.161		1121	188	6.73		1.00	1.881	- 108		0.010		- 68	dETextAddre
	6		-100	4.98	1 - AM	1480	- 438	 +02 	: ()94	(14)	1048	£	-190	4.01	-4.89	1,67	-084		-0481	-686	-4366	4.108	190	6.504	1.1	- 40	SA meCablit
		4.95	8		4400	2.38	244	×			-2281	F		-2.187	-425		-194	-248	335	-498	- 374	1.50	8.748	- 6191	1.1	2.8	ALCORE .
	E	4,25	8, 425	1. 244	1 9.071	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	- 102	1 -142	1104	11.00	1.108	£	4.294	-2.181	(-1.52)		-62%	-180	-1208	-102	1194		1.011	1.052	100	1.5	M10701296
	C 109	6/82	-118	1.11	1.191	4.304	4.21	0.11	. HH	(30	<10	C	4125	1.18	0.008		+12	1300	1.68	0.001	4 161	1.00	104	HEP-	145	- 11	RHOUTE-
	1.84	c 0/04	6 879	1.36	1 1134	4387	42	0.00	1 1 1 1 1		0.003	E	124	8.000	1074	1.907	107	1.67	1188	0.04	4308	1.764	- HW	1.14	1.10	1.0	pt. 11701194
	145	C 480	1. 483	1.11	1 +257		-1.0	1 18	1.161		0.01	b	- 0.63	1,122	1104	140	1.104	1204	1.157	- 6181	1122	1803	1963	1.1%	1.08	- 19	62.800112%
		10	1. 180	147	1.00				1.1083		1.100	h	1.74	1.20	1218		1194	-1388	1.81	4.201	- 1204		1164	1.080	1.044		61.9003+
	110	1. 1.197	x 1.96	100	1 1110	C 8.879	- 18	1.118	1. 178	1,00	1.000	1.10	1.181	 2.5% 	1.0110	12014	1.04	1.01	1.74	. 184	1.87	110	1.000	1181	1997	- 18	AC 202031
		149	1.00		< 128	1.50	121	1.08	1.180	140	1.141	1.143	1,150	1480	1.1521	1.451	1415	1128	1455	1.585	147	HR	1981	10.05	105	14	PL 20234
		159	C		1 14	1. 1.90	5.9	5 1.09	 138 			540	1.114	1,949	1138	1788	1104	1108	197	0.903	1,994	1.60	1.186	550	144	- 18	AL16214
	1.00	C 100	 M00 	1.084	1	1.101		r M8	1 1.100	186	1.148	1.100	6.1104	1.181	1.1482	1.10%	1116	1100	1.757	1768	1.1.18	1.187	1.00	118	100	18	67 853Ev
	1,94	649	P. 198	1.100	1. 139	L 145	1.188	5 105	HR			1.18	1.140	1500	1.040	1304	1,148	140	180	100	4.001	120	UR	1146	1943		M SUBY
	1.139	< 079	a 169	1.1	1 1920	1. 1.876	1.20	5 1090		1,829	1.00	1 1	1 1901	10004	1967	1.04	2.958	1.66	1900	0.621	1271	1.89	1028	1040	1380	1.8	M 07354
		100	1.100	1.1.1.28	1.176	1.10	128	5 1000	r (/64	1.00	11.108	1.613	1,730	100	1044		1.001	1,105	+186	- 196	1104	< 118T		1.180	1.27	18	N MER.
	· · · · · M	1. 199	1. 100	1.134	6	1,557	100	18	119	320	1.30	6.19	6.132	- 3597	1.144	1.100	1983	188	1,06.0	1994	1074	1100	1404	1.20	1.140		0197204
	1.110	18	F 108	1.18	119	0.00		1.00	1.147	35%	1.0.088	E. 988	1.199	1963	1955	1286	0.574	380	1.9	0.800	1.186	121	1.000	1.006	1.80	2.0	AL DODAY
	1.598	100	E 110	1.128	1.110	1.005	- 184	1.1.1.00	t (101	1.19	 104 	F : 19	e. 126	1.000	100	1400	0.086	0.180	1.52	- 180	1.16	1,128	681		1.87		M. KEEL
		100	 1.14 			- 117		E	084	2.00	1.100	1.108	E. 145	190		1.894	1.110	1.068	1.00	- 1397	121	1.001	1.14	1.046	CORP.		AL (1921
	1	1/10	1.185	1.08	1.10	1.079	100	116	1.50	1.141	1.122	5 100	E	1.00	1.1982	1.066	1.186	1.880	1280	1007	1208	1818	1.571	1.68	1.88	2.8	A2.352H
-			100	14	1. 148	C 591	0.00	1.196	1.00	10	1.0	1.19	R. 192	1.63	125	1406	1.08	0.035		1000	1248		180	1.1414	1.90	11	REMEN
- 3	r	179	1.00	145	1.1.1407	- 198		1.18	1.180	· 1380	- 19	5. 20 8	1.188	1.1.049	104	. (#	1.89	112	175	- 184	1296	1.848	1.185	1430		18	AL 81231-
	1.0	01	L 188	141	1.000	140	1.00	1,22	1.062	1,00	1.15	1.168	80 - 1 L Y	1.001	- 7404	1.100	- U.D.	1150	1.067	1014	TAN	1888	111500	1.116	1144	38	4 1523 +
Testa george d	11.484	(inte	R . 1984	5.88	1 1100	2,000	4.90			1.000	1.116.000	L . A	P - 8354		1100	10.004	- 8108	11.487	12,254	1.000	16.76			8.825	4.88		

Tabla 18: α vs CL, para 370.000 Reynolds.

date	Farger 25 Greenhold	DOOR AD UT LAP	INACK TO	D BACK MIS	ACCREATE TO	F RECAMPLES	NACABOR	OWNER	8099.055	AUD I	008M 008	AA 3380	1.12	12	HH .	818	6111	1022	6825	104945	304941	100041	1000	\$0808	201	22, Clove Feell a selection.
	6.0.0		1.80	643	0.004	μ.	-090	 1100 	4.33%			- 69	05.4	14280		4.040	4.4045	0.1173	-0.196	-04011	0.011	· 0#31	4,785	-167		/1.50M 2NACH0010
	4. 4.917		-1.0	0 4410	-0.588	4 -11.409	-1.005	1.140	4,260		-0.810	-8.8	01T 4	481	4.100		0.60%	-0.5254	-0.5207	-0.18	-0.650	-0.552	4327	4785		4 382 WACKERS
	11405		-1.92	9 43%	-0.328	-0400	-1051	1.18	4294		0.4027	-43	135.4	528	4103		-0.001	-0.528	-0.1213	-0.5281	AMT	4.3656	4333	-2.085		-1117 INACA200-
-1	2.67		-7.80	2 43%	-0313	0.444	-136	-1385	4307			- 33	011		4.1782		-0.0411	-0.2750	-0,713	-0.1125	-0.6285	-0.2534	4.078	-3.872		-1.0001 NACA0018
	0410	-0.995	1.00	V 4308	-0294	0.559	-1015	1.146	1.367			-0.8	01 4	1287	2.265				-0.2511		-0417	41512	4152	1100	-	FORD NACADON
	1 48	-2.95	2	6 134	-4.028	1. 0.556	- 28	110	4.86		104134	-0.0	01		4.121					-1.1445	-2419	4.98	4.34	4.0%		1 (09) HACAON
	1 6345	494	4	4 - (494	-6348	8	0.025	1. 1.10	4.90	1160	1445	- 64	66 I	346	4.80					4948		+368	4256	4.93		1008 MACADITI
	4. 435	-054	A (H)	a		- 428	-0.666	6. 695	1.96	608	-650	- 40	646		4.1%	4.0		4.000		- 980		4307	4.407	440		03f94 NACI0010
	7. 4.934	-0.90	4.58	430	-0.99	E -0725	-0.582	480	-183	1.546	-8401	-47	701.1	10.	4.608	405	-456	-0.1001		-6401				4,305		-0.677 HACA00
	4 4.328	-0.450	2 4.58	8	-0.555	4 -0.007	- 470	4717		3.1202	-0.350	-3.6	at) 4	145	4.925		-6473			-0.28%		-6.25%	4.00	-3.280		O THE HACKET
	1.129	-0.313	1.40	 4.108 	- 3641	-0.592	-0.565	-0.56	8.000	1.018	-6.1283	-44	625 4	ND.	4.92	1.02	4,583		-\$ MI3	-0.1798		-0.1086	-2590	4.85	ñ	-5950 NACA010
1.14	4	-0.20	8.25	2 1.054	-0.13	0.000	-0.409	é		0.3523	0.1401	-43	80F -8	1993	1.104	1.04		-0.0578		-0.0714	-0.1711	-0097	11370	4872	-61H	04010 (NACA 577-215
	1. 1.038	-0.19	4 125	2 1.30	-629	1.48	-0.252	0.072	1.000	84014	+ 1000	-4.1	10月4	1988		140	-01344	-00194	-4014	-0041	-0.150	-0.0021	1.241	3.547.2	1278	0.8844 (01210.12%)
	1. 1.140	-519	4 4.2	9 1202	-8198	0.000	4,278	- 6.00	187	1771	0.000	10	N2 1	149.	1124	144	404	20411	0.0491	01547	4.0074		6414	1.936	1.1786	1820 2020 12%
	6412	0.10	6 812	6 1.97		1	4,110	0.106	E104	1007	- 910H	- 40	40.1	146	1.89	1944	0.000	0.10	0.1525	1.84	0.0698	-0340	1040	12%	(1397)	1007 22224
	6	0.367	1 1.00	a . i.ett	0.062	5 ÷.504			1.866	1.194	1,208	11 14	800.1	Sa	1391	1.507	0.108	0.0279	0.88	0.3836	0.2256	0.6847	166	1,582	140	1.1664 012224
	K.1.	130	1 1 1	7 150	1086	7. 10.5427	6112	0.158	1.975	1,2901	1310 13	291: U.S	PW 8	300	13/5	1538	0.0064	03MJ	0.3751	0.880	0.4021	-04138	124	3.653	1386	1.001 5/2014
	E	0.08	5.0	8 3.70	0.500	8. U281	0.215	0.200	1,304	1418	0.4146	1.04	en é	4407	161	1 200	54157	0.4018	0.807	0.5805	0.931	0.7255	1945	0.02	ागच	1.4100 (01223-6
	1 1106	0.510	1.10	2 ISC	0.407	1 0.00	- 0.352	0.000	1,307	1.502	0.508	30	011 - E	1910	1.707	1.726	0.5945	0.551	0.5578	0.0047	0.671	0.5524	1.0491	1.728	1,7302	1.5020 (07223-)
	4 1378	0.900	2 147	1 172	040	1. 199	0,485	0.42	1.662	1.888	+4282	-3.7	10.6	ME.	1.1230	1:099	0.0538	0.0681	0.1041	0.5011	0.1298	0.0521	1.768	3.668	0.034	1,000 101203-4
	9 T (1988	0.69	1.19	8 1 FER		 (14) 	140	0.68	1390	148	11229	10	08	176	1.910	1922	0.082	6.75	0.804	0.041	- 1710	128	1,40	190	1947	1345 03254
	6 1.07	-679	1 15	0.199	0.000	0. 0.544	0.766	6.078	186	1894	1.659	- 10	HE 1	1912	1097	100	- 1411	2018	0.000	0.9843	. 440	1,000	1,190	1.008	1.040	1.834 22 234
	7	3.67	9 880	a 1367	0.19	6 0.05	0.842	0.00	1782	1981	0.9904	3.8	能行	like.	1.189	197	19	0.0011	1.668	1.0571	0.0044	1106	1.67	3.98	1190	()种(水浴)+
	1.55	-2.67	1. 1.8	5 1,30	3398	 ii (12) 	0.862		198	3704	0.9902	1.5	52.1	170	1.17%	1366	1229	4.98	1.054	1.1262	10134	1.194	134	1246	1.172	3/204 3/2014
	1.404	0.335	1.12	D 1325	1018	0.155	- 0.005	C 1000	1.807	1125	0.000	11	102.1	1925	3.136	1300	1.12	0.0556	1115	1110	1.0018	LAD	1400	138	1,718	1.1059 (2/2014
	001 101	0.00	1.98	5 LDN		0,818	0.0112	1. 1.00	1.005	2167	1.000	10	128		1334	1400	1.907	-1007	1150	1.190	1.142	1.294	140%	1,268	1.3418	2102-0209
	1.	2340	8 1.5	e 1,000	0.04	7: 000	1,010	C INF	1,945	2180	1.0921	1.4	10.1	BNC.	127	1459	1.1413	1.08	1.1504	1.126	1.7980	1342	1.25	137	1,298	1181 01254
1.1	1	0.715	1.12	A 1304	6.717	1 11 1988	1.40	C 034	1.00	1100	1088	14	EH: 1	19822	1200	158	7.143	1.0127	1.1.100	1.2042	1.11	1.001	1108	1.28	1.061	1.225 012534
	1.	-0.29	122	9 (4)#	0.03	6 190	1.62	i 1318	1.94	2348	1.118			1002	1990	1.62	1104	1.194	1.20	1,229	1,238	1.4185	1,642	1.902	1,000	2,348.07224
	4	1.20	6 (A	0 149	179	1	104	L 110	1566	1.00			1.1	1004	10%	1.05	1.111	1.000	1,1216	120	1,200	1,4288	1,576	1,000	1.258	1,008,07,0594
12 11 1	5 1 098		1.37	4 1.00	0.718	ri: 11,000	1.60	1.10	1945	1228	1118	-14	65.1	185	1.148	- 13	1103	1.0014	1.000	1.3858	2134	1.4230	150	1,321		1.2236 342234
Take prime	1.000	6.16	E 18	N 15.300	2011	4 1.660	0.002		20.385	28.101	34291 83	HT 83	240 8	10210	11.7588	11,005	101	11.3009	11.110	1111	11.388	18.8236	11.005	18,765	11.000	

Tabla 19: α vs CL, para 250.000 Reynolds.

dyte	Ber	the second life services	ORN HARD LAYS	BACK TO	I MACH ME	L MACA HISS IS	WACSHITLEY	ACHIEF	MORE	1.0110-525	89114	BIRA.	-	8007	8812	5216	1015	8210	10	841	1084	1001	10005	80001	\$0008	2341	R. Dert	Partl a selectory
	1	0.000		114	0	F	4.54	1 4 66	8 1.60	6 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0		42075		0.016	0.4233	4.0%	-1,568				4.40		140	1.11	0.00M			D NACHOON
	4	- 0.5216	-0.65	-10	6.16	A -0.589	6. 440	1.14	6 -158	1		-4.90		400	0.617	-0.968				4.94	4.369	-149	-4,387	4198	-1499		1.14	SE HACKERS
	11	-6478	-182	1 4 56	1 4.10	8 -0.365	1.487	-12	4.12	8 - 624D	0.252	4.921		440	450	-04017				4.381	4.367	-4480	-0.3679	1.076	-2,778		-112	E NACADES
	10	-0.60	-1505	1.18	6 43	1 -0.258	A -4.50	41.000	1. 1.10	1.000	-1208	4.158		-64303	0.635				4.383	I	-140	-6-6299	-5.214	4.946	-9.1071		ि नहीं	IS NACHOOS
	11	-0436	-0.50	C - 188	2, 410	8 -0.257	2 450	5 430	E -000	1 - Q.MS	4258	4.04		-4100	-0.5700		-0.20	4100	-121	4.20	-67,000	-0430	-0.3400	1.027	0.812		104	IS NACHOOS
	和 : : :	-2410	4.94	1.11	2 8.54	d -0,211	7. 4.95	1.16	5 4.00	1 0.25M	1207	142		410	-0.0014	- 0,513	0.968			-134	1.100	-0410	-4.503	1.04	-01582		10	D NACHOUS
	8	0.394	-6548	1.184	8 6.IN	π	1.794	6 4.90	1.11	11 4 3 10	11,1466	0.048		4100	4541	1-04016	-0.2548		418	4154	0.00	-4410	4.989	4280	-5.5080	-1.53	6.99	E NACHOETE
	4		-1.594	t 43	8 - 448	2 - 1074	Q. 429	4.92	5 - 490	f -116	4.878	4.555		-0411	-0.923		-2,189	1486	-1.58	1,4,319	2534	-6450	2,567	1.82		4.347	148	P NACHORN
	3	-1343		- 46	2 440	6 - 2,69	 454 	1.15	6 490	E - 490	1,3340	-1.456		6.14	14104	-0.10	4.70	4.589		490	5451	4180	- 4394	1,4,202	4,002	1142	- 49	6 NACK 97.1215
	4	4,299	-4.942	1.458	0 4.26	8 - 0.5%	5 A 88	1.76	4.78	1 000	1,1728	4.309		440	海湖	4:01	0.87	1218		6.053	4.38	4,581	4335	3.905	0.288		5	P INCHE/1015
	4	-6,941	-149	1.45	6 419	N -0.0	K	6	1 44	5 04M	1.000			-1587	410	4.213	0.16%	4472	3.63		4,298	-240	-428	4.005	-6.911		4.19	R NACKST 1911
	4	-2.039	-136	1 40	0 601	6 -6 236	8 406	1 458	- 445	1.80	LINT	-1.100	-410	-1315	0.3506	0,000	1.41	-1,360	-48	1.1218	410		-613%	1940	-0.068	410	 40 	E NACH 7 125
	1.1	0.0291	-132	t 42	0 0.04	0 422	T - 4.54	6.37	2 432	E : 2980		1.1000	4.17	4.201	0.2520	0.155		1.72	440	1,1200	50m	421	0.000		2,0480	122	2.08	£ 9/210 12%
	4	0.255	-4.93	E 417	1 137	0100	0. 457	5 630	7. 431	0.000	1.507	3.013	1 122	0.0011		0.0000	0.62	489	400	1.1498	0.08	-0.035	1.15	10.000	0.1085	103	° 100	8 3(20)(2%
	41	0.001	175	-409	6 020	1 407	¥	-6194	1 49	0.0014	1,0140	12304	128	-0 MT	0.2265	01030	0.559	1.1947		1178	6,229	-0.0011	0.80	1.630	0.2581	1354	1.09	6 972334
	÷	0.529	1,00	E	7 049	8 0.015	R		I	1,589		12878		0.040	0,913	0.2963	. 11/211	1.072	102	1.300	 C340 	1.29	-0401		3.305	1409	108	H-97210.12%
	1	1998	1.35	1.16	2 199	1. 3183	4. 135	5 1.04	R. 118	K. 1.182	1,008	0.18	1142	0.944	0.3094	0.5444	0.9591	1.07	1.81	1.319	3495	5490	1.94	1.145	-0.4738	1925	139	5 97254
	2.	0.8054	1.40	f. 138	0. 199	1 1.298	8. 1.28	7 134	2. 127	2. 1299	1.42	1467		1473	1388	0.4745	9,602	. 145		1.4	1,1991	1,0504	180	1109	0.521	1.025	14	0.01234
	1	1997	1,056	1.10	5	5 3,00	6 145	4 1.7	7. 132	x 130	1.1505	183		4.580	0.64	0.0019	+ +50	0.024		1.002	1.98	C 4691	0.047	1885	-1728	1.12	1.14	17.87234
	4	1998	2,597	1.146	4 UN	8 0.401	£	1.54	E 145	E 196	1,1585	1404		1.18	0.059	0.4291	181	1.094		4.80	1,787	0.190	0.000	1,000	3.007	1.09	10	6.91204
	×	1,0596	1.62	1.144	1 () (D 1111	1 10	1.02	1. 110	E 1565	1.742	1.887		189		3.534	1167	1.736		1.004	14721	0.768		1,000	3,9402	1941	C. 178	A 193314
	£	1,2142	1,720	r 1.3£	D (111	1 0.47	¥ 1.50	1.179	1. 17	2 1997	1.000	1100		11271	4188		1 (44)		1.58	1.1.107	181	1.07	1.000	13.00	1.0655	1346	14	12 303ED+4
	7	1.1000	1.765	i 1.02	5 1,220	1. 0.750	0 1.04	1.01	5 LNO	L (100	1.5485	1.965		1.0M0	0.000	3,041	110	107	1.106	- 197	1,000	0.000	1.134	0.1371	1.1405	1000	0.194	£ \$1235x
	1.	1.01	1.875	1.104	E 135	7 3.25	x 1.00	1 LB7	5 1.92	5 1.567	2.02	1,580		1.08	1.0291	1.200	1.250	1.02%	1.542	1000	1.12	1.003	1.111	1.201	1,2588	185	5 2)	(2 G1223-)
	8.1	14031	6.505	n 1.14	2 1,00	0.529	8 3.05	2 830	F 1.90	2 1,962	7.067	1.3675		1293	10546	11143	1,208	1.152	1.92	1.10	1.14	1.1240	1.250	1427	1.105	1.30	100	\$7 (\$1225-)
	10	1.518	1.995	L 18	5 7.19	4	1,00	1 120	110	1.00	2.75	1,599		134	1011	1204	1400	1.000	1373	1.126	1,008	1.140	1,188	1,450	1,3604	12294	1	N-01283-0
	11.		1.123	L 18	P 1.12	N 0.75	6 - 19 4	5 1.85	6 7,942	0 1993	111004	1.104		- 140	1941	- 0.5564	1.4548	1.137	1.05	ામ	1.199		1.140	1442	1,0004	1265	110	4 (01025)/
	tt			1.8	1.38	0.0	1: 154	7. 183	E 187	E 1996	2234	1.83		1402	0.054	0.094	2.493	1.024	1,048	1.119	11182	1,09	> 1,980	1.916	1.3805	137	113	14 (012254
	11	1.129	879	1.0	B 128	P. 9.888	6 1.00	1,00	R	# 15%	2,225	1,084		1.854	.01919	0.087	1.400	173	.185	5 t.M	1.114		1418	114	1374	1,236	112	6.02234
	H	1.00	-67	1.108	0 141	2 9,60	K 177	2 116	0 116	1. 1.911	1248	1,002		1439	140	1004	1,74	1.000	10%	1.111	116		1411	1174	1,941	1109	5.00	N STEELA
	11	1.113	8.776	1,254	8 1417	E 9.758	6 8.991	1 867	1 198	7 1999	21948	1,8000		1.111	1.000	1.0049	1,2905	1995	147	1.1998	1.1347	6.9630	1,3637	1,52	1.3066	1.852	11	H-01205-F
Total generation	4	11.1011	1.00	1.00	2 11.22	4 1729	8 8.25	8 882	1.000	2 27 666	10 10 1	18.34/	8.47(1)	81728	11111	6.64	11.51	18410	1.565	11.380	10.004	5.000	Lintt	12,060	1070	15,000		

Tabla 20: α vs CL, para 190.000 Reynolds.

date	Farger (98 Januarited)	NAME AND A DAY.	NACA 1925	HACA MIT	MACA INFE FO	AACA 07,1370	AACHERS	NUMBER	2010	84014	-	8000	8887	8111	874	#1		858	8671	1000	114605	THE O	10000	-	EME	D. Dave Pertil a subscience
1.78					0.024	-8.38	1.04	1100	P	43019	-9.400		4.07	-0.4952	-4,2622				4340	-0401	-6494	-041		0.4254		-1.5082 NACH0010
	4.1		1.025	-0.655	-0.5902	4.38	-3.558	1.034	6	0.2818	105		-0.5908	0.005	-1.209	4.540		4,732	4,011	4.3612	-6490	0.027	-3.925	4.6352		1.100 NACADES
-12	31477	-0.525	-14	4.33	-3590	- 155	-1587	-140	- 4.000	-1,250	140		-6811	-0.5057	-0.07	-147.02		4,235	-12/1	-0.588	1.44	-0.3546	4,322	4386		-11117 WACADIS
-32	2 2.46	-0.98	-1.048	0.951	-1925	4.982	-1507	1.1.83	-0.046	-4,2512	442	ы	-0.5445	-0.5564	4.9725			4.375	-1.235	-4.302	1440	4364	13.254	4400		-DISET INACIASTS
17	1		104	0.000	0.506	465	- 4.99	1.80	0.46	- 4.259	141		-6104		45%	-3.566	100	4.104	42.0	4,996	-04141	4.986	4,755	-1798	- 1	-hit BACADI
- 4	1.44	- 6561	1.64	< 430K	-6.93		-1.96	+ 1294	1.00	-4,294	1.14		-6158		1545	428	4.385	4,555	1.10	4.791	1442	-436	-1.108	-1.041	- 13	1 (849 AVACA 100)
	4384	-0.501	- 610				480	3.104	t 43W	-0.002	140		0.05		4397	-4282	-1.305	4,340	4.00	-579	-1415	4.000	4300	4100	4.25	-0.001 MACA 1202
4	4.23	4,550	-0.09	0.000	0.7987			0.05	4.318	-6.1600	4.500		-0.0027	-01681	-11/12	-1203	-8.3017	440	4.205	- 0.0	0458	4374	-0.351	4512	4.362	-0.25 (NACA201)
	1.362	0.504	0.034	-0.482	4,401	3.330	114		4 10	-0.855	152		-0.1077	41975	-2.1875	-8.1920	-1421		1.22	-0.500	1100	-1.401	-1304	-3.677		-8100T WACKST 1-28
	4.297		-255	4388	4.628	8875	3753	3.94	100	1 200	4.39		-0.9443	-0.1542	4.37	3210	-155		1.02	3.86	4581	186		4.792		-8.875 NACE (\$1,275
	4,256		- 448	420	-1.900	429	-1.928	-178	1.18	0.970	430		-2.5694	-1281	4260	1.95	4.81		1348	1-0.347	4315	4,287	428	10181	112	41984 NACA 871-215
	4 4365	-0404	- 6343	4	4.679	4.758	160	- 190	5.180	2,671	1.10	(-4.89)	484	1,005	1,000	1.962	-1.367	4.00	1.104	4,009	449	4296	4100	1079	41057	0.100 maca-815.85
	4.042	-4109	820	F 0.082	4274	4.03	6828	0.301	140		4,940	(()0	-0.3941	100	1.146	1,001		4.000		10.100	4.138	0.062	4.3047	1201	1392	8100 MACA 82 128
	1 3.18	0.08	4193	0.001	0.152	4.001	4.38		1.70	0.500	110		-0.0156	04th	1873	1 555	\$1000	4288		3 8009	4300	1100		81004	1.00	1700 3/210.19%
	007	-0.008	- 400	4 0.5M3	0.0818		6120	- 310	1. 1.50	1.0041	1377		0.0364	0.625	1401	1.575	1.97	4.228	1.66	0.1585	4,0002	1.940	1.960	1,0001	130	1091-012254
1	6 6414	0.940	0.067	0.04107	5.902	1.01	(i i i	C	1.010	1188	1.005		0.004	0.491	1.8/3	1.5985	1.1277	4.191	1198	0.2)47	0.101	124	1,655	1.1854	1.42	1.1886-012254
	10.1	0.2271	0.99	4 0.5881	1.040	1 102	120	L (1178	1.54	1299	1.514		0.032	9438	-1.58	0,011	3.307		1.66	0.3455		1401		125065	1012	1,259 (7)254
	U85	04410	104	1 04M	4.89	138	1.04	1,201	1.84	1489	110		0.4480	同时	43/56	0.7717	0.408	1.008	188	-5.462	1415	1.686	1714	1.98	1938	1.444-31254
	1. (198	0.586	1429	1 1 100	3,000	1.2%	1.015	1,000	1.00		310		0.551	4.1006	1.105	1756	122	1.10	1.154	0.0011	1423	1736	1102	1101	1,726	1.3821-01210-0346
	1.1285	0.5964	1.557	1 0.000	3578	2.9	8.885	1360	141	1.000	1111		0.0108	3.1011	1,000	17901	124		1.871	0.000	1712	1100	1.961	1800	1108	1.000 9/2014
	1,078	0.050	0.105	1.000	3.90	878	2.004	1720	1970	- 3700	1325		0.1805	0.307	7.922	3,762	17714	1.30	1770	0.7251	0.97	1,900	1,1000	110000	1175	1781 (1225)
	1. 1.00	671	0.655	1110	2.68	1.82	1/54	1.00	F. 188	1/24	112		0.6023		1.321	1.17.99	1 1001	1210	112	0.0101	1.007	1000	1281	1.000	100	14294 012234
	120	0.916	1.012	1184	1.158	1.09	18729	1.987	1.700	1903	1.03		0.9941		1438	1.5677	1586		1.652	1,968	1.929	1104	1,010	1.1008	1118	1903-01254
	1,879	0.864	1,148	1,298	3392	181	2,867	1.89	184	二大男符	1.07		19			1,1875	198	1,880	140	1100	1,034	1176	1,4054	1281	195	13/8 8/254
	1.40	0.940	1.155	1.00	3,368	1.068	1.007	1.94	1	2306	14%		1.1012			1.127	1,865	1,968	1.096	1,1905	1004	1200	1,4202	1,3125	1,082	1306-3525+
- 3	6 · · · · · ·	0.8620	1.12	1 1.58	K.	1878	3.960	1.229	1.585	2.02	1.002		1,0014	2,1001		1.3386	1.128	6.5858	1.12	1 2046		1200	1.465	1.508	1,335	2.552 (2020)+
11	0.	0.7903	1.144	1.10	1.875	1.00	110	1.101	1907	1.01	1,000		1.811	1101	0.000	1415	1.529	100	1.704	1.1506	1 1944	1385	1 (000	1370	1320	\$100.61094
	1.00	314	1.48	1362	1.00	8.820		1,912	100	282	1,000		14440	0.0041	1.935	1.405	1.8980		1.00	1,228	1.188	1,465	1508	1,000	1.755	2,001 (0.2254
1	1	÷148	1.13	1.38		1895	1.147	7.170	1.1948		110		1401		1356	545	1.574	1,625	1,565	1.100	1107	147.0	-1578	1.398	1,307	1548-02201210
	4 1736	0.1477	0.88	1 (41)	3,08	199	1,850	1.1421	1985		1.89		1.3981	0998		1,345	1 (8)7	1.665	1.184	1.23	0.640	1.82	1.566	1304	1168	1905-002912%
10. A	1.032	- \$BO	1.08	144	1 2100	. 1304		1948	1968		108		1.385	1.004	1246	1,260	1,006		120	1,2182	1.656	120	1.545	132	1.84%	+ Mail 1995 (24)
Table general	8.99	4.0017	2100	1.223	8.2%	1.601		1.000	31.758	201688	1.000		4.021	1.1246	1.542	14.647	18,810	199	TIMA	1.00	1 10000	12.216	10.004	11.209	15.50	

Tabla 21: α vs CL, para 130.000 Reynolds.

De las tablas anteriores, se seleccionan aquellos perfiles que cuentan con un mayor coeficiente de lift en cada uno de los ángulos de ataque. La Tabla 22 resume los perfiles con coeficiente de lift más altos, su promedio (CL) y también la cantidad de ángulos de ataque en que su coeficiente de lift es mayor.

Ac 490-000 Re			A	c 370.000 Re				At 250,000 Re		
	Valures				Valores				Valores	
Perfil Aerodinamica2	· Promutio de CL	Camita Arquiles de al	agus P	erfil Aerosinanico	Promutio de CL	Cuenta Argusioa de a	dargee	Perfi Astantinanico	· Provendio de CL	Consta Argulon de ataque
NACA0015	-0.6810		5 8	1223-4	1.07195		15	01223-4	1.825776471	17
NACA0018	-1.15/914286		7 8	1210 1216	0.74975	é.	4	\$1210 12%	0.75305	2
81210 1296	0.7013		.t h	ACA005	-0.6564		2	NACA 57,1-215	-0.4575	1
81225-4	1 770005856		38 N	ACAODIS	-1 066055556		9	NAC40015	-0.7078	2
Total general	0.000290121		38 T	intal peneral	8 71196128	í.	35	NACAOOIE	-1.0497	9
								Total general	6 683348387	31
		At 190,000 Re				At 130,000 Re				
			Valores				Valores			
		Perfit Accodinantico	· Promedio de CL	Caertia Anguiros de a	starpate	Perfi Asradinanico	· Promedie de	CL. Cuenta Angalos de	staque	
		\$1723-4	1.86013125		36	\$1223-4	1.71027	903	13	
		S1210 1295	0.633433333	6	3	\$1210 1296	1	9069	5	
		NACA \$7,1-215	-0.8295	é.	4	NACA 67,1-215	47	3606	5	
		NACA0018	-1.065125	É.	8	NACA 1223	-1.0	4085	2	
		Total general	0.650819355	6	38	NACA0018	-1	1789	6	
			10111111		100	Total second	A 51164	1160	34	

 Tabla 22: Tablas de conclusión, perfiles con coeficiente más alto.

defe	Bergey BW Stamonitor	E MARANA TI LAT	MACA 1991	MICA MIL	MACK MILTO	\$4C8167126	INCOME	ACCORE.	809105	8423.8	HIRA.	SIMA .	UNT .	8113	82%	111	201	3028	8447	-	HABIS	-	-	10000	CMT -	CLICE CLAW	Perfix selections
	5		-7.3700	4.3903176	0.52556604	-2.30633MD6	0.002079	18,25542		-1 (F10530)	-24004		4,851	4917	-1.66				1110	-0.470	4,7382	3,2552		0.046		U.S. DIALTI	UACADIS .
	NE		3196103	140000	1.0415(3)0	0.2010.0108	-3.5510297	-34 12908		1.41000	1.134		-11,902	4.000	-2.768	4.00		2257	1.028	24014	-1943	120	13700	3,700		-78 1296001	MACADON
	13 - 281267	F1105964	计	2 52 90 4 72	AWNER	40710800	1,000	1,996	1984	1.07940	100		-1119	194	1.65	1100		-2.93	1415	-23081	2.98	1.01	100	2.825		-27 55643639	MACANDA.
	2 43738	5 0.3604297	1.0000	0.00040	47526570	41546307	0.5010	0.10760	0.000014	1.3653	64209		-0.10	-77584	4380			11/14	1960	10.00	109	-1431	1465	AND		3120302	AmitAdd18
	 4.00MF 	4.001064	5 IR 26225	4.001080	1,000,000	-5-001MIDS	3152122	-34 MART	2018075	0.00000	0.0019		-17.260		4,000	2.00	0.025	-0.048	148	1.042	1.2004	0150	-12%	1120		-14 IM400(17	MACAZON .
	0 -0.01973	4.559007	6 GLETTER	0 1529404	6.2080044		32,24034	22,44300	1.327110	-13000	4.000		-12719		4.819	-1885	4178	338	-0.229	10.871	1787	1100	1.40	11,000		0.4000	ALC: NO.
	0 3,199409	# 5,00000	A	6			37,3543	-8675	18341	二人的银行	1.000		34.01		1.18	(1)h	-588	548	1.02	-9.01	438	118	-1788	-870	1.018	-011598	MACARDS .
	a 0,91280	N 496678	6-(H-1668)	1 1	-7100763			41.00%	1 988,59	- 3186	1111		33.748	-450	10.055	-7.98	-440	1.14	1916	3125	1,710	1980	1999	-948	37488	41101004	MACRIDIE.
	7 3.6M 08	D ASMINI	1,01,01166	5 8 RED 2000	2704266	-15.1001022	4.10010	422(485	115000	1-150558	- 44%		-2.56	-1071	-1.500	-1206	-1415		-5.5255	-20.675	4335	4.90	128	17.00		40248307	NACARES
	-83.585837	0. 5 million	04.56205	4.964447	-2-49568	-25.31394594	-57,75080	41.57865	- GTTMEN	1.045007	-12.080		-0.08	4881	4410	0,15020	-0.19		4087	-338	-5.000	8290		-14.225		42/508003	NACA825
	 23000 	113027	5-31,0008	1,825492	27.30AHHH	214155568	4.830	NHIO	-000094	1729082	11.404		-0.19	-1140	-11,100	1374	11/104		1,000	-16.01	11.522	1976	1980	1901	0.098	4.00010	National Pro-
	4 -0.09800	# 40.0670	E-16.0025	430008	-39-61(362)	(S GALERY)	30,000	313107	11306671	1.1445007	1.13166	1312	4,160	1463	1,0215	122	-616	378	1.001	11.52	15.16	8.801	1.001	1,000	-108	III.364/382h	NURZAUERS
	-3 -3.55000	10 10 1004/ND	6 -1130040	2.80483	16.501226	-X-TULU86	-00104470	-213080	11.094427		1000	-6700	4108	13/0	1.0108	11160		7588		3.285	-610	-111	-0.58	1078	1 1000	T MACON	0011/0%
	-2 2.085211	E 10 000 HP4	5- 6.5578505	11.3079/	A.37546500	-0.5010755	012789	11.00129	40.011	11,70340	1 135005		-0480	10100	5.260mi	14168	4103	110		8.17500	11.05	1400		1.1007	9.35	4.071101	8129.12%
	4 150000	6. 100595	1.4.90011	2,0994	3,91898115		2.80395	1 144550	0.0466	48,0004	11.967		44110	61106	11004	11.191	1,0176	18	主政制	1220	4.87	7,8%	11268	11409	15125	17.0010712	1110-12%
	8 M.018	9 1403958	1.1175364	2,20040	336803479	1.54602301	1.2.2		5.383410	1 10 10 10 10	0.0004		7.9418	11/24	1104	1478	1,2002	4,885	9404	10.857	計論	动制计	11191	1833	11.005	\$18885	00.011
	 Control 	15.267010	1.170102	- #134074	1.010755	0.001403400	1001001	11400525	-60,750858	57.52(000	1261234		111/10	15007	3360	1150	15,252		11368	10.758		210		18/10	3197	10.756EM5	1010104
	2 40,00000	F. 10.27407	4 11400	40.03542	1,00862	0.7017687	10,05M6	11-03770#	0.14217	6.501.2	20 0111		17.1014	04872	-1400	8.20	18,455	UNIT	11.00	22.1115	11417	3.597	2045	11.934	4.970	so yettar	513191296
	3	P. 3.139/06	1.11.5617	0.200828	2010/2010	11000007	31,208145	21 3442/6	65.16230	£.	1999		21-588	4.99	3 1987	1105	11296	4.5671	1180	20,000	4.7%	40.154	4100	111602	4.46	M.1908362	12111216
	# 85.11940	 45 (967)6 	2.11.12102	N-MIDH7	0.59430	18.3276/812	30,001641	20.175800	42,500608	17 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10	(H 300		21474	1.0308	142/1	1.04	37.701		22.218	21116	21300	10,002	11.545	4.7%	10.545	H 1000001	609.2%
	5 .50.401002	 #1.001126 	10.01200	1. 10 104000	40.5079038	27 19807*80	€.85007	2.17/4/18	11 191000	55.2515716	4440		250102	1370	10196	16,787	2.89	3.6062	25 293	@1582	31.68	10.1688	\$7.800	45,5500	94,520	TENERATE	196961
	5 40 MM	9. 3107070	5 12 19 19 19	1 10 108200	205010296	31,948,008	47.05021	41.571428	0101000	9.98710	51 3428		30,799		4.48710	1.040	34,028	04,5957	2428	41.05	107	7.249	8,012	31228	10.982	3,034(0.5)	\$36647
	7. (8)1624	n MARRIER	L 8,000	0.503404	2.886%	21144479	£ (6666)	42990	16,4594	6.6646	(基)的		11.567		1.119	34,959	3.18		刘婉	Sault1	10.002	能物	油切除	15,447	通過,	76.0701030	5364)
	8 3129001	# 3.15W	2. 30,7579	14 329 897	34 MOUTH	26.0703048	- N MINI	41 190ME	E 44,000 (4	17.496334	1.10.02		11.06			31176	40309	西非特	汤根	12.803	41.5344	51,1943	4.55	55348	1148	AUXILIAR.	40.005
	3 11 25680	0.040070	1.0611	10.027575	10 (04(23))	21.2040774	318693	COLORDW	1744250	(#1702001	44,000		11.018			3(03)	40.5281	631	10 0011	15100	310	#129	10.000	12,528	31362	17.60352%	1011124
	10	11 50 50 50	5-237640	4.80198		2010/104	1017556	37 A00040	2010/02	41.5015036	5.3478		3.15	14.259		11,1116	41281	31750	38.FTT	10.1947		42.125	47.082	35,5854	1.188	19.07254001	001112%
	0	0.000303	1225W	6.36.96607	6.34090308	15.6842-653	3.9964	4.66997	41 (61)(6)	40,00000	2,158		3.74	3 190	8360	3106	36.675	2,50	出場	41405	2754	11.466	4136	4.60	17 (HA."	0.00015	10401
	9 7.5500	V. 694008	1.310100	2354	1,050185918	111041055		1/18216	3143543	22300	31,263		41.102	20.2561	10.205	3110	(31386)		284H3	12.465	划出線	11.20	14427	3415	7.675	0.100001	8801
	Q	4.940(1505	5. 31.04065	25.15(224	4 (55538)47	11 ACTIVITY	10.601438	10000	3240373		3140		462707		113385	3178	23,2151	12206	38.7541	21214	0.06	25.96	2091	31504	15.557	6.33025	s80 ⁴
	A 578078	II: A 2947 813	C C BY CRED	20,755%78	4.33A0396	44041070	10.1057304	24.100410	2145468	1	11.010		34381	11.1172		2172	20.9065	10,295	21.09	23.8/96	12%	10.097	2175	D475	11.90	34200007	0401
	5 52000	8 4.00080	1 体制	199814	1.8740297	3.82140000		11.98565	15.98708	-	1445		11.425	1.11	10.00.06	0.996	1,64		11.901	21629	430.0	111304	H Dat	1.64	1,1702	防控制制	140
Take years	d .101.0796	II. 327.4090	B BELLANDER	10044444	102200617.00	124465718	- 2 485	\$278NUC	1011-0011	10021000		.11.96	111.801	111.68	11.450	30.18	28.01	194,956	111.117	89.38	HILER	10.11	BILM.	\$8.00	10110		

Tabla 23: α vs CL/CD, para 130.000 Reynolds.

dete	Bergey Bill	Summing.	COMPANY LATE	THEA SHE	BACK MID	MACA METLING	NACA 42 1 41	AACHIEVE .	MACANES	3039-525	P10314	SHIN.	200A	and .	8111	879	418	88	100	1417	-	Disss1	Bank (806481	-	1307	CO, COTTLANE	Fell colorises
	5	-2.75074880		02.629458	-2.45002755	1.40070550	-3.00075041	47(9)	34262196	-475607		-410		-12484	-1028	-11087	1.118				2,55		13/4	1.845	2419		 34,2000603 	SACABLE.
	14	2 1981 1988	2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2	-3.141343	-23179884	<	-1.297380	1-117108	-31.3M382	-1.5750894		111207		法语	4.155	194				-1.107	3,940	2.882	-2.98	1,245	3,239		(31.360577)	NACABLE:
	0.0	2,40400	1703943	2. 展出	1,100/06	4,12109	1108812	3.1996	12,3347	1,8034	1.40000	12404		-5.68	4.828	-32546				1346	-27%	-301M	3428	3.3994	-4.67		12.796706	TACABLE
	0	1463003	4.012/0069	-3079582	-110/25/1	440000	-4.5750863	0.00.02	- ALMERS		-1410MO	4.03		11.43	4.254				2.5255		-1542	-5.29%	1111	4425	清洁		- IN TRACED	6/4CAD25
	e	-1107381	4 2009482	- 33 505565	100774	5.100%200r	0.0700404	-33359	-40.5287	ATTER	-1.39255	-1903		17.35	4,748		3.985	-0.56	-2363	1008	1428	346	1.00	11048	215		41.0362	MAZARTS
	Q	310003	4.9719980	35.648th	338658	1 0009609	1.024031	312598	-48810	-1.F2MH	-1.000002	1.94%		3.18	11.128	1184	1.09			1,378	-315	108	1.4%	2,400	3.11		411/0789	HACARD
	a	0100072		01042510	OWNER		CT DIM PA	17.19406		- X00M	10064	4.308		-850	-14:00	-1017	1268		+40	1346	0.04	4.166	0.402	100	11.444	1492	4607MM	MACAUM.
	8	1.270096	19/00/201	38 100027	4.2556011	-5.0948	-945/17102	41010	-8.6137	-140419	45500	-64397		46.000	8.736		1.512	7/13	7.585	14007	32.36	3.550	-1,858	22819		129	41.40120604	NACADIE:
	1	33940017		-32.57(638)	1.10.757868	2,54(72	-17 521 1914	414614	40 255345	120401	104598	-11.41		41.01	4.007	-1.129	11/294	-10.508		-0912	3196	-1540	4.409	-2.1084	-推进	440	47,2854(3)	NACADIS
	4	-1099035	-11.11.09000	0.3465	1.14的時	19 160 (21)	3.00141	411/20	4796	1.58894	0.792504	-1149		-2.64	1.08	4,056	人はた	林树		1425	-9.20	41-87	4.970	-2,001	动机		40.013454	MACABLE .
	8	10058000	-10 10 10 10	0.10010	-TIMPIN	31 (360)(1	38 MR.84	47.15269	0.2010	1.07575	TAKING			16.65	440	11.55	(10065	4.08	4.00		-6.80	11.421	4.676	-1282	11142		47.9025000	KACAGINE.
	4	154600	10.1542040	10.00204	-0.2500011	-10, 100, 10, 17	27 151 2020	410802	00.003941	1401110	1710750	4:008	10	11125	1,1785	21250	1.107	10.309	432	1100	18%		15%	1272	420	/1.2628	4000539	NACADO 1
	3	0.00010702	21495331	- 4,85011	1.1270084	-154708008	11/18271	3,7680	:201907	4 (0011)		1100	4.672	-3.990	1110/	1:1904		1.8019	-1.646	Littlet	1.0194	-12.507	4.040		2807	1.8194	46.7002011	603.04
	2	3.036430	10.027934	278644	11,60001	6477666	21.75010	1144035	161706	5 5460	10.0342	19954	15401	1 Mater		13859	1.001	-0.5507	1.505	5860	1504	340	1.9336	17.947	10,236	11.62	\$7.0007M	84311 (PA
	4	11508705	51 PH/ 7223	-105202	17 229 0255	121010438		-612	- 44	0.0122	13.538396	T-85504	112546	1.1518	1308	1,2585	11408	5.0758		125734	11,060	-1487	11.052	28,5778	10.000	31.075	01.62/2526	309.04
	2	25-5368075	34,04047357	5.15(5)(7)	4138403	6.311162323			1	877511042		0.47		112702	5.1294	112(4)	11498	11,267	1294	11205	0.999	15 MT	31.754		3,252	31.987	#7511AB	603.0%
	t	4.8999	1 #11088	1048830	 8.864 	11/16/07	4 10000614	1.198	64	72,80101	6.0340	计时间	11,347	11948	11.730	11.969	计网络	12.945	5.81402	4.526	31.962	10.66	42.007	50.748	3.00	0.005	72.8073408	503.0%
	2	9.215600	11 180606	1000000	6120814	1111366	11000910	E 15-840000	0.750	20160	ALC: NO. 1	31546		11.500	11342	利益計	1236	34,3407		11545	11987	9418	27 (10)	目前計	#118	545107	71.7/1038	8119 (0%
	3	0.00801	44.1104011	D18883V	0.00100	31.750341	1000000	317568	1101116	6.2821	10401000	34.104		71408	1.5	3154	21.000	30.2368		35140	6.538	10.91	71,927	75,802	51,520	60.0479	11,203808	601112%
	4	101001468	0.940705	20201208	1.565%	4210798294		40.00795	100500	0.436	10.0111	41.941		11.189	11.009	11/24	1.16	25.5(2)		11:994	1022	IT AND	0496	単位	9.100	8.992	8,179601	1004
	5	527435394	100000	2.0000	111600	41.9610566	411001195	0.0%	30,200412	12 66005	10.47555	5:004		117.06		149/51	16.322	40,749		1046	9544	装加		11.756	9.06	11/89	1175achia	2064
	6	512108503	41,7050147	10.15128	15.20011	36.577 (2008	33 15106675	40056538	0176097	10.522008	UTURN.	4136		3.98	NIM		3475		21788	41473	13,257	25405	11.000	34.307	\$218	11,256	SH XEREI	\$5600
	F	41.040089	41 100007	3.55574	TL482201	1111/190	29 98005251	45,400001	40.71354	0.0327	010040	4,000		41.817	2104	13.380	41.175	41/102	53,3865	47 5001	17.50	55-077	61.0027	17.400	0.040	11.725	\$7.400320 ¹	00000
	6	10166	11210304	0.9489	0.1549640	10.00120604	31.44200125	418403	4,4345	12,5115979	0.000	11.550		41.999	4.354	42,895	41,239	51.888	10.565	8.496	1165	相利权	1101	18.101	12.668	9.62	12 Terroret	2111 (2%)
	8	25.176(43)	10.716274	\$ 24/5	47,6820	10.307.000	29.45554616	2,32214	# 200827	70.565601	0.4992	14.110		41.527	100	513436	41.035	0.78	新印	41141	0.925	10,252	0.5%	0.084	1141	44.564	TR NUTBER M	10110
		11.07036	11.07534	44,60010	11 114032		21,231150	3.5697	41,962082	10.000071	10 400503	3.107		41400	41507	41.407	11/102	12.507	16.225	405	2140	41259	47.602	0.355	0.757	MAG	0.120021	5010-0%
			11 MORTH	##2311	4,3030	1.077207	2.079504	2040	41.03903	8.122018	4,21217	3118		2.578	248	24	91,708	40.00	大加速	21.8%	44 900		41,909	443345	94.604	AUR	10.0102102	812214
	2			汤用肉	34 144750	1.000034	0.68034	16758001	3-34062	40058	13-16811	210		54 1021	2044	16.837	91962	30 (47)	3109	计模	14.765	AUM	复额	第166	毛術	34545	14-12-286	1817
	d	1.0011030	20040700	35358255	2010000	10098000	TEMP	20201017	32 (46303)	302639103	40.06753	13.32		50015	10.007	17.765	0.07	2015	28,2157	32.MD	330		100	10.008	11,500	0.55	SIGNAS	640
	4	1070308	4.450790500	11,04019	247034	4.40700040	3.7273004	11.10.0014	31 4 CORL	21.01011	41 (19400)	2140		11:00	17369	17 IN	27,010	2.348	3,96	0.0	31.787		21412	(1.4T)	2,511	112529	42.1096005	012214
	5	HISSOF	4.06705735	20.0010	21818	4759408	3.679(449)	4.11/1066	34,51300	22 14 70 15	Materia	11.348		3.401	1.19	有岸	121	1033	15.84	1670	11210	+491	\$1,200	34 E94	11.948	Citra	APHIC .	#1214
Take game		-08101000	121.000000	18.46700	10.00798	10,0110	IN THELEVET	1.000700	8 30216360	108.25111	10.01041	10.00	HAN	10.04	100.005	308.712	-	68.811	28.86	121.60	107.76	101.107	28.42	108.717	861.311	111.30		

Tabla 24: α vs CL/CD, para 190.000 Reynolds.

dete	Bergey BW. Summition	a massisticat	L HACKIES	NACE MID	AACABELTS	WATARTER	MONTH	RACABLE	HIM NO.	RELE	2014	30844	1001	1011	988	8181	828	808	1007	plane.	11000	806842	004411	-	130 -	ILCITILATE Failt a advectory
	470101	56	(1.170081)	3.46/02/08	1.1467522		-0.982	-37610	-1.1202208				- 14.15	-0.20F1		7.82	4.1002	2.15%	1.1.1	-2.6652	4.106	0.384	1.3620	-64381		-25 TREASEN SANCASED
	4 -2 15204	er.	3,2258	-2434105	 180283 	140007	-1072	10.0054	1.128/128		270		动物	-4812	-1:00	t. ***	-35.07	-2.194	1.502	2008	1,000	1,178	2,949	-11.09		COLORSHIP MACABLE
	1 2962	6	83942	1400	4.000048	1.603968	25.10996	0.001182	176607		2977		马椒	不能	200	1	-2.0	240	194	1006	104	1480	2106	-1518		MALENSON PROCESSOR
	2 - 29638	10	0.555	7.10600	4.1017634	4 5945098	-30.6608	40.00	-179508				-17484		-470		10.02	-2.215	-1768	-118	133	-2.565	5.910	-21.66		AL BURGET AN CARDS
1.1	0.8307	50. 4.419900	0.38011	1.521048	1 1000011	4.1110450	-55 LINES	-8207	-178125				-16383	-120	-4.18	t.:			1982		1.00	-1.778	1,2,5441	名田		41597000 NACABIS
1.1	1.1381	5 19408	8 2,004	6.348(8)	1.014088	- 11 12 SECALD	400000	-432000	-15981		-156		2.00		-84	£				-22.01	111	110	222	白湖		-#150210#E1##CA801
	a	00 1 MMH0	4 法月1000	1.18166	- 81 (964)12	10704055	41.14219	- 8.40	-1860007	-0.09461	1.025		08.501	11.058	11110	£				神祭		0.459	2107	-11.01		-B 154097 MACA REV-10
1.1	8 3.52CMB	1.1M000	771586.62			-31,25725M3	41.0205	- 81,2000	1.1000001	4.50079	4201		48.025		-2.17	1000		7.1000		38.927		1.000	1.000	-21%		-12/1790307 5816
	7 3,1942	S2 - C.20566	2 3 DEM	1.14.01.60	-75.550,059	-21 (94) 4525	-81.52040	417100	3.700017	144/98051	41,73		「花剤」	-1341	-1128	1.1375	に対象	-41121		-2.01				2.03		1000225.00013
	i. 03056	AZ -11.00000	0.0.5666	£	0.0850	0.019990	. 4,068	- 4.99 %		12948	北湖		法相	1111	-25.41	1.11	-9.25			-靖間		4.997	1.088	-M30		ALCONOMY MACHINE
1.1.1.1	5 -21540	i) 出现59	0.011.000	1-4.2007108	 -01-64594000 	31.1657513	41,22261	40.945	1 1200085	1.0020	(0)0		-21.04	-6101	-41	1,200	-9.82		1.5002	-14.02		4,382	1.2584	-11.6%		4215 MA
11.1	6	: - KS. HUMBOD	01 - 32 3000 FT	7.1.07070	0.452200	(0.00K0M)	-40,0000			1 2001717	01.29		14.110	-0.0	41232	0.000	L	-1.10		-6.1101	-13.20	-2.57	13745	-14742	(1280)*	-40.3000239 http://doi.org/10.200023
	3 1.MS001	NI -1141001	11-16303673	11,52909	 Ja demosed 	1	51,50,40	-323(4)	50.06340	101000	8 101		-010	-2290		1280	1498	1.058	1410	11/146	小田	4371	9.9708	\$1009	1.10%	90,005464 51231/0%
	2 2.006	16 420004	1 479266	1,11,11,11,11	1. 1.100050	-17 BEMAIN	4,7876	10.66394	60,00010	31196	1941		5 10021	计算机	189	1.1478	0.005	2,48911	1.2%	12,667	-138		7.268	11.003	16.085	66 860007 pt010 094
	2,2000	ST: 10.40054	58 -1.1580980	T 40/2	< -50389/D	-1109425	-11.03800	100.00	0.3075	5,2024	2733		8 30258	6.9670)	3301	11779	6.0211	1.19805	1.802	2.08	1,50007	11.865	4778	21 (34)	31200	MI 98/19/04 312/0 12%
	3,207	08. 21/8474	1 1.91795	1.555987	1.015659613	4.07685411	1	t	75.4943/5	9.2968	15.500		15.541	11.007	540	2.473	0.5254	12.5552	4(2)	23,40	21.6372	4.38	14,0004	37.5	4145	15,4945253,02311,0%
		11.007.00	8. 18297	1.032962	10,0000	4.5200814	1112066	生物的材料	H-KHOMP	11703904	0.241	1420	22:00	1644	3118	(1)/8	0.988	10.028	7,96	00.504	11.31	6.68	5.00	47,00	0.899	BARRENTS 176
	2	42194230	H 3122088	 D 28728 	r transi	1.010000123	20100710	11.794000	\$15555	11.00201	DAN		20100	30 5945	11.0655	12,002	38,5312	20.(11)	38.2877	12 2001	11 2208	34,627)	8.31	\$4,100	11.942	III.30101948 5:50043
	3 T1 GMB	NU 313002	20 27 48402	F TLACHE	1009735	1 1100947	21 303425	31,207401	87,74042	70.591008	38.872		36756	18.155	31472	NIU	3,07	10.50	3/75	55,2925	11:5123	10.10	111000	4387	1.504	IF (08585 11000
	8 NOMS	(4) II.43964	H 2.4738	2.15.6594	41178095	34,7996209	401708	11,377282	9100348	11.257904	4,701		38.5614	3.199	11.935	21.82	4.842	104	41,993	1224	11.042	96,398	105-005	16.601	11.3420	1053091341 (109343
	5 57.0660	66 E 1965	 6.3er766 	6. 61,99794	E_ 9.99670	44.0500654	教育出版	413/6777	11,117214	11,45,045	21.603		# 91	20,1496	10.940	44,909	47.090	49.73	41 505	문서학	10,590	91.407	. 198.3	14100	M 194	10.299(131.209(4)
	5 \$308	W 453000	0.303020	N 904301	AC-ETVICOD	3455440	10,000	41.011204	HIMME	13,36625	64,758		6.90	8113	11.962	6.01	21308	18.2507	51.850	12,3456	N201	8.00	108.155	\$5.1215	1120	100.155421 (\$196943
	F	45.07.001	1.410034	6.8/20078	7.646/5	31,3667297	\$5,91196	11/2040	1110903	411000	17.55M		50.008	52.5043	11370	12,008	(55,0105	(3.555)	41.001	8.73	MIDH	74,793	20,011	32,246	N 100	ELEVERATI DOLLARS
	9,574	F1 5.4920	8. 1. 2012	1.823,005	2 11/999	310480	40,9463		11.800001	11.15/04	出现		10.101	M.798	12.798	0.90	10.555	#1799	N 462	18.294	0.018	90,000	3.54	11.1184	91.02	\$7.8900001 X11.0.4
	P	9 8499	D #9419	1,12,11,111	1, 14142/012	37.69.4417	12 19975	1.91023	ALC: NO	TO DOTA	0.204		8.10	2580	4.58	11.00	81.14	17,161	2100	72,9965	N-844	79.402	m 1421	T #42	4,051	-10 MANUT 1111 12%
	5	TI-11491	8 4,78,0	E 64.011479	C. Unit	17 57 4610	40.1164/62	41.555204	0.00570	61.1555	641		56,602		40.212	5 87.000	51.010	30.555	41,002	10.004	4.25%	51,672	5,254	00.702	4.812	10 3152255 1,00010
		11,90399	47 - 40 SASSIN	#396P	1 301000	2.47657	9.2620	4110401	94,942755	61,702702	36.75	- 1	41,661	3.25	2.5	6.67,760	4.80	38.1437	4110	6.628	47.802	41992	4234	8338	11.57	15.70783M 112214
1.1	2	5480902	1. 1.3591	1.11.996	5 410/196	71202896	3159995	41 140371	41401638	9,7798	不明		保護	32,000	2.82	9.88	3.774	原稿	3104	37,906	34(H	41278	# 335	15.3441	10.00	636603.40
	a .	2040/01	N OFICE	I 3 HAR	5.121967623	10.0000017	2531610	34.000067	3132500	NUMBER	270	<u> </u>		10.1001	11.024	010	BIN	10.040	11477	20.0123	1,000	31.05%	20.1412	3(18)	8.05	M MED 102 6125-1
1		4 55/900	E E MART	1 2/34250	1 12 22 4		10.101120	12.403034	21.0450	1.242.06				18.050	11170	27.70	22,525	五朗	11764	25.94	11.128	330	29.MTI	1.042	12,485	47 MORENED BODDA
	5 33615	84	2.8034	7.77,747,94	1 1 10 20 30	1,000271	111144	2.46(3)	21.044734	37.96231	11/06	1	市内市	15.508	(5.4%)	1.16.201	子頭	161038	11-1942	27 796	11.552	22,700	25400	20,4111		IF MADORE BLIDH
Take games	38.198	BE 314,0007	16. 1942 188228	1003357	11111011	101,04801	100106	-30.000M	100,0443	110.074	INC M	14.101	30.111	301440	N/LA	. #12.97	10170	100 101	101.013	798.141	THE R.D.		758.00	111.52	387.681	

Tabla 25: α vs CL/CD, para 250.000 Reynolds.

dete	Rept \$2.5method	OTHER REAL PLATE	INCA UNI	NACE MID	ANDAREST	INACA 675210	ARCANT	NACAMET	HIM NO.	REDA	SBM.	SHEEK	AMP.	823)	219	211	810	1111	1131	-	-	SIGMA!	004411	-	137 -	TANDID CLAVE	Feff a advertises
	5		24.782			1.007040	-0.700	0107040	4.51000		-2471		-14.294			-7,3050	0.5025		-1528	1110				11.12		10.072470	NACABLE.
	4 - AMERICA		210349	2101107	2N1084T	1300378	-2.008	3,7378	1100504		-1.0082		18.75			-4155	-11.337	1.92	3.00	-1 6552	-2101	1,028		.11.001		.法汉内能	NACABIN:
	0 2 M T 1280		122016	24608	3.8/40611	-175%80%0	32,0407	41,7808	1942258	147334	106		-16,965			- 5.97	1036	1.1.57		-8.29	114	3,409	2.165	25.04		41,080072	NACABLE .
	2 2.030744		-1726133	-3.004000		-6.850351	0.040	46.00500	3102588	-(#8)7	- 44N		-15.26		4.00	6.381	-0.00	-1.325	11,7943	1446	1.328	-2.903	-2202	-1045		4530540	NACABLE
1.1	-1007078		400,000	3.507600		21210201	428015	10.52000	1310296	1.060207	1.962		-31.31	-U.DI	-92%		4,55	-1.825	180	-8115	182	114	2,0404	-8.62		0.719940	10004
	a - 3 : 56 : 50 · 5 : 50 · 50 · 50 · 50 · 50 · 50	040509	7.450	3133474		J1 90564 N	41984	17:3907	1,785291	11075	1254		-5.21	-4,21	-22.91					-1115	4104		1.307	-10101		20.9000	1004
	a	0.9953056	ALC: NO DECK	-944069	111906	21000143	0.0583	6.001	120330	4 0896	+105		-11.10	10.00	42.55			1,0001	1.00	-1018	4.14	-1404	+ 495	1110		10110	0.0404
	 3.520048 	-1 980 Mitta	4.3709	2010216	22-0607001	-21262713	4147516	10 10215	42.565	0.3839404			-415	-615	-11.20	-0.903		4.000	4341	1067		1592	1.508	-2146		1016-00007	a lacadi
	7 3.5598021	-114/0715	42.52291	-1517608	-37,681,055	-17.990104		31,98525	4.302594	1.05/974			-87.538	3.074		1202	21.88	-8.82%		3946	1503	486	7.0851	2.9		-540	50541
	8. · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		1.001041	1229828	3.1211003	0.175206	A NOM	9.250	1922579	1.64086	1114		4191	10	- 6.540	104021	-1246		-11.94		10.40	1587	1.286	出场		-16,1820827	NACABIS
	5	41.884239	0.76830	3.560205	34.00763634	NUMBER	-66-69-622	4.83			-15.754			4911	-0.90		-21.156	-1014	一点的		16404	4.156	3.6969	-84		-01424220	sectors.
11.1	4		1, 17,02000	.3.71000400	40.0465594	1111500211	47.12868	(0.4008)	41020	18119400	13 000		11146	-5.58	-1224		15.005	4.334	-8.121		14.23		1040	-12411	1000	40.029(10)	HALLAND S.
	3 3.0256607	-15.572.404	1.10.22400	1.10294575	-0241028415	-2.5510	-27080	11,9640	0.0726	1.1887975	4.0002		-11942	-3.80	4.987		-0.54	1.50819	4.92		4812	528	29.941	12840	1.1210	0210920673	603.0%
	2 21214010	1010636	0.00000	31201075	6.98625	0.10768	34.0405	12,8944	76.0160411	31.17(link)	1,1254		4.1688	2642	1,5125	7,8394	1.368	+.0425	1.1237		41036	31536	41.178	14.2987	0.01	3.96403	81231-094
	230362	-1.8017010	1.0040	42.143558	1,735,9621		12,200-02	11,272823	71.401103		10.0258		17.240	NORM	11296	10.015	7 29642	16 100)	2.415		9,225	6572	18.5254	25.683	3.5%	71402003	2010/016
	0 101004	11.047700	1.7.15/15/2	12.450397	10348025		1.1.18		82/141	1111001	27.3886		20494	17304	31.465		16.00M	31422	11,3,05		104.00	8.857	90,0221	37.3414	94.005	10.57711.0	536M3
	1. 55992001	1100463	5.99605	N.KN46	11-5000000	148550	拉胡特尔	11,5'804	8.1016	ALC: NO	37.3965	3081	28400	31302	25,480	3,68	18-199	32,5984	27.160		新城	0.06	105.461	8.965	61.054	10.40126	000040
	2	41.987007	- Ja MANTE	11.4304075	16.0015249	4.43638141	11.10549	33.85/073	1/12060011	8.8108	11114	前用	36491	30.04	31,760	35.911	36.0001	1110	2,80		10 5534	H.D.B.	出版	11 738	1,229	13750WF	83000
	3 .0,560740	6.08028	3.440(2	05.10027	. 10	17.33405217	22112888	31.0X0051	10.4025	0.0790		常問	410021	31-30N	41704	40.042	42.987	40.063	41102		0.62	10.12	105.555	17.30	101	10.30484	2,0000
	4 12.711026	86.06.057.5	MITTO	95.588310Th	(1.126/77)	35 4800422	42,11976	1140501	149.028	84,558077	10.524	4,32	40.089	41994	4.24	51,111	-46.5371	12,225	91,786		1212 N	世際	2142	.积4位	94287	UPAIPSON	1004
	5 - 40.1210805	0.00516	6.40,04704	场开口油	491303671	115000	10-960302	4151360	(18.89M)	6.7,257	71.467	14.17	450	21.465	19.947	8.05	54.56	11:603	5.62		74 Mer	11.26	1945	11476	10.92	185	209(4)
	5 5067225	5.125900	E 462586N	17.450 168	45.3509051	317943818	50.152258	EU25004		1034292	8.05	245	54-6275	11.751	11,005	81,2587	10,000	10.911	81,802	MIS	1.80	91,250	10A112	14403	18.37	94210	\$ 96045
	E. 13401-1	11,211479	48.19533	0.0040	42.0000.002	37019	9.562255	55 (2504)	18:57:02	8.07408	50.0011	11.502	0.00	11,0094	74:208	15081	10.001	8:541	0.74	JARS.	8.28	81,176		9,022	ELMN.	300	0.0040
	A 199980	442108	1.5668	0.01946	310473601	28752854	\$ 48500	10 66000	14708	14105405	後期日	14.32	46.20%	1116	制制作	0.22	40.025	41215	10,479	3251.07	6.616	14.500	编辑的	台内N	66,0495	120,8094	579444
	arwas	2.8729	1.140907	10.062235	12.1403143	3130/456	50,704400	81.67800	10.104212	ALC: NO ALC: N	55.096	14.43	46-0011	\$1105	64,1725	12766	75.000	45.4175	福光的	281.754	1/ 1251	11,53	73 (665)	#200	3.36	2670302	# NOR
1 - 01	10.05720	11-0145172	N NOCLA	65.100825	12.236/7/15	31,33400011	65000	17.208250	1.922	10,0000	55.000	1008	12:001	20.000	20.003	10	42,2523	444	12,655	10.23	法国性	11.88	10.528	14,4200	も相談	18 530001	00000
	1. 1198274	12,949,969	12 22519	M. PREWW	12 1963617	25.046507	45(652)6	10.381907	1181304	15-036608	非规门	3401	HAD	装用机	27,651	72241	11.878	28.3003	4,85	40,289	49.508	-96752	他们	5.00	1/ 527	15,816311	#T223-0
	2 15 148540	1008248	41,06067	416945	14.1987254	339208	17 16 (843)	412883	0.0000	48.59400	34,2013	1,601	10.000	8.0%	31.547	(42)(H)	14.14	34301	384677	MAR	0.68	4216	可加於	47 1983	314086	72 (r.1464)	1907
	1 H.3067476		0.199110	2.56181	1.1007.005	21.200/02	1116560	#12020101	31.00M11	11 1222006	20.512	4.038	40.52(5)	111/0	31886	8.104	1:007	31.460	11.939	25.3931	36.994	310%	41.1221	17 464	2,472	11 (8805)27	\$12214
1	a Trissovier	4.5(37)000	0.4039200	2551168	1041010	11.4008257	2.52145	31.447128	T180045	41,11894	21.563	34078	47.0547	21.827	10.1005	2.000	201000	11112	17/25	34400	28.7926	34,208	36,2702	27.448		40,006540	SATTLE
	5 34588045	4,2982181	1.125100	3110000	A (N) 5551	11464938	19410104	100000	1546873	101043	10.010	3381		1100	1,003	31200	(0.564)	4107	以州的	19:3387	2114	0.98	78471	25.3041		15 (MI432	#\$2014
Také genera	ALC: NOT	11111570	1.111005	100.002	101.070000	121.020402	18.865752	8.000271	140.000	101100	111.017	381.37	375.789	80.00	100.00	111.111	348.007	184,178	84.85	12011	NUM	1857	TIT IS	101-001	88.25		

Tabla 26: α vs CL/CD, para 370.000 Reynolds.

- 194	Report Advanta	INCOMPANYING AND	MARE	200.04.001	MAX NO. 10	10010-0128	NALLABOR.	MAXABLE .	MIRE OF	1463	anne Anne	100	-	***	**	B88	88	3414	100	1044	100	titles :	1000	106	IGG G.M. Pullianism
	2	14,000	101000			10421	-	-5 mm 5	11/2001		11000.004		-140004	19900	12000	1471010	·		100996	-1100017	110000	1100,999	1.0		CARL CARCING
	*	E 001148	12,000,00					*:567-E	1.00000		400000	4.9000	1.0004	11/10/00	10000	1.00			100000	100000	111100	10861	Contraction of the local division of the loc	-	-EINER SALVES
	<u>.</u>	110000	10.0000	S the second	1 100 1000	10000	- A state	ALC: NO.	1.000000		1200000		1.1223941	1. Married		111000	100000	10000	10000	1.100,0000	1100000	10000	in tenter		ALCONTRACTOR
	5	10000	-10000	1.24000	1, 1, 20, 240	- 2022	-0.9970	A1000	1000		1586299		0.00000		(Section)	0.000	100.000	in Linia	1220010	120,0004	Containing of the	-080.00	10000		ADDING MORES
	and the second	1.000000	of the local division of the local divisiono		1.000	10.05000		of the second second	10000		410.009	1117-28	0.00000	1.000	0.00011	10.000	1000	10000			1 Industry	100000	10.000000	-	- Constraint Constraint
		a contraction	and the second second	in succession		100000	1000	Contractory of	1 diameters				 A second sec second second sec	1.000	-	100000	1 chinese	Contractor	1.164	varm.	110000	1.000	and the state of the	-	and the second s
		 	1000	1.11.11	1000	1 1 1 1 1 1 1 1	1222		Contraction of the local division of the loc				100000	110000	1000	10000	1 2000	11111	1.000	1000	10000		1000		A LAND AND A REAL PROPERTY.
	1 10000		de relation			- 10 Million			10000	11000		and stated at	10000	1.0000000	10.000		1000000	1.0000	An Administration	- Internet	1 restricted		Contraction of the		al mental said
	2	a la utilita	4.00	1.000	- a second	in a name	14.67			10000	ALC: NO. OF THE OWNER.	a their	a la estadad	1-1000		d internet	The state of the s		7 or blooder	1710000	Transfer to 1		of the local division of	-	MEN MADE
	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	C		a national	- A Manual	- A Martin	-	ALC: NO.		General	2004	10.000	Con laboration	11000	Laboratoria (A Column		11400	and the state	1 4404	10000	1. Series	Column 1		A APPLICATION CONTRACTOR
		and the second	in later	1.0000000	(in the start	10000		2110,000		in the local division of		10000	in the second		-	Channel .	and the second	-	a sector	Contraction in	- resident	1.000	1.00000	warmen's	· as any state in a longer
	2	in the second	A selection	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	1.000	a talanti	a street	bringer.	-	Valueta	1 10 10 10	1.00.00	Consult	's maintained'	1.04004	A MARKED	1 California	100000	- minut	- homenia	- Annothing	in a second	herbert	of the local division of	and the second s
	1.000	1.000	10.000	1.1.1.1.1.1	- 2012	1.000	7.000	Long-	1100	of the same	100000	1.000	11223	10000	1225	- Designed	Long Street	1 all these	of the second		a lakes	ALC: NOT THE	of adjusted	100000	A POOR DESCRIPTION
		10000	- Intelligence		100000	100.000	1.000	in the second	-	in second	100.000	14 1000	1.000	ALC: NOTICE A		Contractor of		to painting	in the low	in the second	2. 100.00	Tales was		in the second	· management of store the
	1 41110	a statute	12	C.P. mark	a second	· united			IN STREET	10105-016	a longer	1 IA MILLION	Contra	NAME	2 Commission	of the local division of	1.108.004	1.167.00	di tinche	a Martine I	Townships	The Depter	of Galaxy	410.007	14 International
	1.44	d Harris	of the local division of the		1 Section		10000	Land.	12222	to take 1	Date: No.	the local division of	1.000	11000	arriver.	of the local division of	1000	- relation	10000	1000	11000	10.000	in Latin	A subject	(alater water)
	5. 6.000	a state	1110200	11400	d gentes	10000	1,0000	10100	10.0429	N HORES	ALCORN.	1.010	C IN A TOTAL	0.0007	ALC: UNDER	TIMEN	111111	100000	1220700	11.12000	10000	10.000	TT PROVIDE	101000	TRUBURY COMP.
	1000	A MINIMUM	CHARGON	10,000	0.7500.01	3.0724	wanted.	TO DEPEND	Tables	14 400 107	0.004304	10 1011 0	10000	RUTING!	AT BARRED-	o isinda	0.0000	Mining.	TINER	al komo i	Ur otatar	- tal share		0.0000	1000001100000
	1 0.000	41104	a whet	1 48 1 4 10	al moder	wirely.	a matrix	ALCOHO!	100000	A second	Difference.	10.0001	1.0.000	Same.	Theorem.	8.4mm	a china	5.00	10 Stolen	200	(Inclusion	14,740	11144	the factors	at half work
	 acces 	1 111110	101000	1 10 1000		101000	1.00.00	1.12100	111200	10.000	a more	10.0000	1.00070	12 10 10 10	111270	14 MERGER	1.000	110070	110020	or internal	10100000	12,459	in the second second	10.000	TELEVISION NAMES
	6 (A1041	V ALTERNIA	N TRACES	- In single	NUMBER OF	7782986	4.58.50	Ni Pathola	Unighted	Watadhi	A CARL	with the	A AUDONI	102014	49-10129-0	0.01001	OL NOTION	400005	Ni konizi	110000	10.08	Training.	1010140	instation.	100809-0710-0
		- 0-Linkin	in this	· be platte	4.04004	3166-64	1.0604	0.00%	11465	A printer	4.4534	N 19791	i di educati	10010	40010	777414	4,000	Patients.	N 1998	Appendix	10000	10 electro	St. Sector	and with	TEMPLOY STREET
	8 0.000	1 \$1910	11 Michiel	1.10.70800	0.0000	100001	# 194754	41.307000	11.4700	10.050594			1.0.273003	M CONST.	TRACT	1440011	10 10 10 10	e tene	of particular	110821	notes	The local division of	10.0264	1210223	In some spectra
	1 41104	8 81070	C An independent	CRADIT	1 20404	13004	4,54534	0.0074	M (2560)	47.005	6.7584	1027/876	1.1046/	410000	0.37082	10000	011820		0.58020	122048	140111	1111442	0.05417	4,36816	MARKIN KINGS
	1 4115	1 25704	10140	0.0020	A sheep	APORTS	0.0446	10,068	Contails	a hiter	0-004L	48074	642001	1,1104	 In plation 	MIND-M	1.2444	14006	0.0111/2	in children	0.0000	0.00719	11 Million	427364	NUMBER TELL
	7. 0.000	0 100000	ALC: NOT THE	1.8.1011	- 1119466	190107	\$7,033	2,1019	OTT NO.	1010301	0.00182	68,18,90	1.100000	p-bannal	10.09751	10 (40) (10)	1.1000	11000	01012	11 parts 1	10000	414000	1008010	1000	MINER HET
	2 3349	 (make) 	10102	4.0070	1.400.04	10,000,000	100000	N/PORT	41600	10000	MACTO	7.8254	CONTRACT	1646342	N YORKIN	0.00047	50430	108528	41942	10,000,000	6.8 1016	10.0000	1026638	120404	T 8060 00
	 Dokini 	8	4.9600	1.11230	C COMM		1/19/40	4.000%	42266	103646T	D # 0000	0.0450	 Essivati 	DATES	A ADDED	1,00041	1.0004	11100	. stores	16,55007	4.6011	1000	1010000	10009400	HINNER
	8 1880	 ceron 	12 Marine	2 (303)	1. 18798-014	8,00001	2 1062	61872	\$1814	1000	1.0001	11.00104	1.011074	10067	51000	1010010	53971	D -Adams	21486.0	1/16/16	19912	3,81775	3,058.07		St phone to see
	 N. A34081 	C C1823	12 242746	1.2.4.004	1.107128	3/44/6	T (0)(0)	DRAWE	2018/06/22	14 48 19 19 19	110008	1780	i Yatabi	14000	1016000	2.60687	104040	10.00078	21348488	29 (442)(1	200160	1004616	2124288		B SERVICE AND LOT
lai pr	4 100	1 10.000	1014-000	12.000	10.000	CL INDE	1.60-00	*1458	100.000	101764	NUMBER OF	NO NOT	111000	8(1974)	0.010	10,500	-	1016030	94463	10.000	100.0458	ED4 DET	7917108	-	

Tabla 27: α vs CL/CD, para 490.000 Reynolds.

Ac490.000 Fe			A-101.000 Ra			Ja: 255 020 Re		
	Valores-		in a second s	Walkaran		110 000 000 100	Wateres	
Hattalon de fila	· Processilo de CU/CD CLAVE	Coanta de Partil a seleccio	er din he della	 Bosenadas de CE/CD CE AVE. 	County in Real Association	Rented in the lat	Documentine das CE (CE) (CE AVE	County in Real contractory
NACA0010	约.45799		splitt)	1017 19480	10	92733 12%	17 (815027)	CONTRA DE PERCE E DEPARTA
91210 1216	97-62281071	11-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1	1 80043	114 6220214	1	Rade" AVION	10 16,876,961	1
3 3 6 4 3	125714038	L.	E 817012	45 stiffsari	0	indiani.	101 104400	
5807	43.4573433	1	B NACADER	18.9904000	2 N	41771.4	CL 14 1914/14	1 I I I I I I I I I I I I I I I I I I I
NACA0015	42.05636363	6 - C	3 846/14/015	35 (22271/98)		1876	10/1 408015	8 S
NACA 1223	38.2452598		1 21103 134	75 6400014	8	815/16/015	.45 \$1000.00	
81223-4	35 GIOSPEC	1	1	71/21/4/02/21		white	A 1997 1241	
Total penetal	19 34132903	E.	H Test second	12.9 (94)94		0.0001	60 THOTOGRAD	
			Land Deserve	ANY MILLS	9	NAME OF CASE OF	AR INCASSO	
						Territor Set (-1.2	10.1094010	
						care facatra	A BORR	
				At 130,000 Re				
	14/190.000 Ha				Valena			
		Chares .		Rotales de fila	· Promini de CLICD CLAVE	Consta de Perfil a seles	cimar	
	Rithfan de Sin - A	Prevention de CL/CD CLAVE	Controls Perfit a selectioner	III1210 1216	57.60702303		11	
	S1010 10%	- LA MACHINE		NACA0018	-33.12285271		3	
	447.470	10 1000000		s 5807	34 88228964		4	
	8/95241	30.44770947		A NACA0015	40 56/3297		3	
	m1025-r	M N062223		\$56041	79,12791306		2	
	ALC: UNK	45 1000071		1 806042	75 18894332		t .	
	2017	57 10079650		2 80600	45-5329615		1	
	Tetal general	25.790709	1	Total general	28.15048829		21	

Tabla 28: Tablas de conclusión, perfiles con CL/CD más alto.

Basados en el análisis previo, fueron seleccionados 14 perfiles aerodinámicos de los 25 iniciales, el criterio de selección fue un coeficiente de sustentación alto, y una relación CL/CD alta. Las gráficas de los parámetros aerodinámicos de los 14 perfiles se anexan a continuación:

Perfil Aerodinámico

- 1. NACA 1223
- 2. NACA 64(1)112
- 3. NACA 67,1215
- 4. NACA0015
- 5. NACA0018
- 6. S1210 12%
- 7. S1223-il
- 8. S807
- 9. S816

10. S818 11. SG6040 12. SG6042 13. SG6043 14. SG6050



Figura 58: Gráficas de 9 perfiles a 130.000 Reynolds, serie S de los 14 seleccionados previamente.



Figura 59: Gráficas de 9 perfiles a 190.000 Reynolds, serie S de los 14 seleccionados previamente.



Figura 60: Gráficas de 9 perfiles a 250.000 Reynolds, serie S de los 14 seleccionados previamente.



Figura 61: Gráficas de 9 perfiles a 370.000 Reynolds, serie S de los 14 seleccionados previamente.



Figura 62: Gráficas de 9 perfiles a 490.000 Reynolds, serie S de los 14 seleccionados previamente.



Figura 63: Gráficas de 5 perfiles a 130.000 Reynolds, serie NACA de los 14 seleccionados previamente.



Figura 64: Gráficas de 5 perfiles a 190.000 Reynolds, serie NACA de los 14 seleccionados previamente.



Figura 65: Gráficas de 5 perfiles a 250.000 Reynolds, serie NACA de los 14 seleccionados previamente.



Figura 66: Gráficas de 5 perfiles a 370.000 Reynolds, serie NACA de los 14 seleccionados previamente.



Figura 67: Gráficas de 5 perfiles a 490.000 Reynolds, serie NACA de los 14 seleccionados previamente.

Por lo anterior se concluyó en este análisis, que los perfiles aerodinámicos adecuados para operar en condiciones de bajos números de Reynolds, son el S1210 12% y S1223-il. Se optó por tomar el perfil S1210 12% para el desarrollo del presente trabajo, ya que si bien el perfil S1223-il cuenta con el mayor coeficiente de lift en estas condiciones, el perfil S1210 12% se comporta de manera más óptima en cuanto a su rendimiento para producir torque (relación CL/CD).



Figura 68. Perfiles aerodinámicos a bajo potencial eólico. (Tools, 2016).

ANEXO B: HOJA DE CÁLCULO DEL DISEÑO DE PALA, USANDO BLADE ELEMENT MOMENTUM THEORY (BEM)

Este anexo consta de los resultados de 28 iteraciones que fueron necesarias para lograr un error menor al 3% en los factores de inducción axial y tangencial. (Manwell et ál., 2002) sugieren como una buena opción, iniciar el diseño tomando la relación Cl/Cd más alta y su respectivo ángulo de ataque en el que esta ocurre, luego tomando este ángulo de ataque como óptimo, se hallan los coeficientes de lift y drag de mayor contribución al empuje de la pala.



Figura 69. Coeficientes aerodinámicos y relación Cl/Cd, perfil S1210 12%

Es decir, que acorde a la anterior nuestro perfil aerodinámico tiene un coeficiente de lift óptimo de 0.87 y un coeficiente de drag de 0.005 que ocurre cuando el ángulo de ataque es igual a 2°. A partir de estos datos logramos obtener los primeros factores de inducción axial y tangencial (a a') para inicial el proceso iterativo hasta logar un error inferior al 2% respecto a los factores de inducción axial y tangencial predecesores. Es conveniente expresar, que durante el proceso iterativo ocurre que la sección del elemento de pala se ve sometida a ángulos de ataque superiores al ángulo de pérdida para lograr un ángulo óptimo entre el plano de rotación y el viento relativo. El método Viterna sugiere unas ecuaciones que modelan de forma acertada el comportamiento de los coeficientes aerodinámicos respecto a una placa plana en las mismas condiciones (Ver subcapítulo 5.5)



Figura 70. Comportamiento de los coeficientes aerodinámicos después del ángulo de pérdida

La parte sombreada de Figura 70, representa el comportamiento de los coeficientes aerodinámicos del perfil S1210 12% después del ángulo de perdida. El proceso inicia con unas condiciones geométricas de twist cuerda, envergadura como también unos parámetros de velocidad de diseño, TSR y aerodinámicos óptimos.

Diametro (D) (m)	1.40
# Palas (Nb)	3.00
Radio (R) (m)	0.70
Velocidad del viento (V1) (m/s)	5.00
Tip Speed Ratio (TSR)	6.00
Cl óptimo	0.87
Cd	0.005
Alpha óptimo Cl/Cd (grados)	2.00

Tabla 29. Parámetros de diseño.

La Tabla 29 corresponde a los parámetros de diseño, donde se relaciona el coeficiente de lift y drag óptimos tomados del ángulo de ataque óptimo en cuyo caso la relación Cl/Cd es la máxima.

		Opti	mizacio	ón parc	ial de	la geor	netria	del alal	be de t	urbina									
Numero de elementos de pala (de punta a raiz)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Diametro (d) (m)	0.11	0.18	0.25	0.32	0.39	0.46	0.53	0.60	0.67	0.74	0.81	0.88	0.95	1.02	1.09	1.16	1.23	1.30	1.40
Radio relativo r/R	80.0	0.13	0.18	0.23	0.28	0.33	0.38	0.43	0.48	0.53	0.58	0.63	0.68	0.73	0.78	0.83	0.88	0.93	0.99
Radio r (m)	0.05	0.09	0.12	0.16	0.19	0.23	0.26	0.30	0.33	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.54	0.58	0.61	0.65	0.69
Angulo optimo Phi (grados)	43.85	35.42	29.07	24.35	20.81	18.10	15.97	14.28	12.89	11.74	10.78	9.95	9.25	8.63	8.09	7.61	7.19	6.81	6.31
Pitch Beta (grados)	41.85	33.42	27.07	22.35	18.81	16.10	13.97	12.28	10.89	9.74	8.78	7.95	7.25	6.63	6.09	5.61	5.19	4.81	4.31
Cuerda (C) (m) Formula de Betz	0.09	0.13	0.20	0.17	0.14	0.12	0.11	0.09	0.09	0.08	0.07	0.07	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04
Solidez (ơʻ)	0.82	0.71	0.78	0.50	0.35	0.25	0.19	0.15	0.12	0.10	0.08	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03
Speed ratio (λr)	0.45	0.75	1.05	1.35	1.65	1.95	2.25	2.55	2.85	3.15	3.45	3.75	4.05	4.35	4.65	4.95	5.25	5.55	5.94

Tabla 30. Optimización parcial del diseño

La optimización parcial del diseño consiste en hallar el ángulo phi inicial del viento relativo respecto al plano de rotación, este ángulo para el primer cálculo involucra el factor tangencial ideal, es decir a'= 2/3 afectado por la velocidad media de la sección, así: $\Phi = 2/3 \ tan^{-1}(1/\lambda r).$

Número de elementos de pala (de punta a raíz)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
ángulo del viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados)	46.15	54.58	60.93	65.65	69.19	71.90	74.03	75.72	77.11	78.26	79.22	80.05	80.75	81.37	81.91	82.39	82.81	83.19	83.69
(γ radianes)	0.81	0.95	1.06	1.15	1.21	1.25	1.29	1.32	1.35	1.37	1.38	1.40	1.41	1.42	1.43	1.44	1.45	1.45	1.46
ángulo del viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados)	43.85	35.42	29.07	24.35	20.81	18.10	15.97	14.28	12.89	11.74	10.78	9.95	9.25	8.63	8.09	7.61	7.19	6.81	6.31
Φ (radianes)	0.77	0.62	0.51	0.43	0.36	0.32	0.28	0.25	0.22	0.20	0.19	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.13	0.12	0.11
ángulo de twist respecto a la cuerda y el plano de rotación (β grados)	41.85	33.42	27.07	22.35	18.81	16.10	13.97	12.28	10.89	9.74	8.78	7.95	7.25	6.63	6.09	5.61	5.19	4.81	4.31
β (radianes)	0.73	0.58	0.47	0.39	0.33	0.28	0.24	0.21	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.08
ángulo de incidencia de diseño (α grados)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
ángulo de incidencia de diseño (α radianes)	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Factor de corrección por perdida en la punta de pala	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	0.99	0.97	0.94	0.88	0.77	0.33
Coeficiente de lift Cl	0.872	0.872	0.872	0.872	0.872	0.872	0.872	0.872	0.872	0.872	0.872	0.872	0.872	0.872	0.872	0.872	0.872	0.872	0.872
Coeficiente de drag Cd	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054
Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct	0.566	0.462	0.377	0.311	0.260	0.220	0.189	0.163	0.142	0.125	0.110	0.098	0.087	0.078	0.070	0.062	0.056	0.050	0.043
Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn	0.666	0.742	0.788	0.817	0.834	0.846	0.853	0.859	0.862	0.865	0.867	0.868	0.870	0.870	0.871	0.872	0.872	0.873	0.873
Factor induccion axial (a)	0.221	0.281	0.395	0.376	0.364	0.357	0.352	0.349	0.346	0.344	0.343	0.342	0.342	0.343	0.346	0.352	0.366	0.399	0.609
Factor induccion ángular (a')	0.302	0.210	0.209	0.116	0.073	0.050	0.036	0.027	0.020	0.016	0.013	0.010	0.009	0.007	0.006	0.005	0.005	0.005	0.008

Tabla 31. Cálculo de los factores de inducción axial y tangencial iniciales

A partir del ángulo de ataque óptimo, donde la relación Cl/Cd es la máxima; se hallan los coeficientes de lift y drag, para el cálculo inicial de los factores de inducción axial y tangencial.

Número de elementos de pala (de punta a raíz)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
ángulo respecto al eje de rotación (γ grados)	36.9456	51.6244	64.5084	67.4903	70.2502	72.5625	74.4628	76.0279	77.3285	78.4215	79.3509	80.1510	80.8494	81.4701	82.0368	82.5791	83.1459	83.8512	86.2640
(γ radianes)	0.6448	0.9010	1.1259	1.1779	1.2261	1.2665	1.2996	1.3269	1.3496	1.3687	1.3849	1.3989	1.4111	1.4219	1.4318	1.4413	1.4512	1.4635	1.5056
ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados)	53.0544	38.3756	25.4916	22.5097	19.7498	17.4375	15.5372	13.9721	12.6715	11.5785	10.6491	9.8490	9.1506	8.5299	7.9632	7.4209	6.8541	6.1488	3.7360
Φ (radianes)	0.9260	0.6698	0.4449	0.3929	0.3447	0.3043	0.2712	0.2439	0.2212	0.2021	0.1859	0.1719	0.1597	0.1489	0.1390	0.1295	0.1196	0.1073	0.0652
ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados)	41.8482	33.4201	27.0685	22.3526	18.8123	16.0998	13.9750	12.2753	10.8899	9.7417	8.7763	7.9543	7.2465	6.6310	6.0912	5.6141	5.1895	4.8093	4.3082
β (radianes)	0.7304	0.5833	0.4724	0.3901	0.3283	0.2810	0.2439	0.2142	0.1901	0.1700	0.1532	0.1388	0.1265	0.1157	0.1063	0.0980	0.0906	0.0839	0.0752
ángulo de incidencia de diseño (α grados)	11.2062	4.9555	-1.5769	0.1571	0.9376	1.3377	1.5622	1.6968	1.7817	1.8368	1.8728	1.8947	1.9041	1.8989	1.8720	1.8068	1.6646	1.3395	-0.5722
ángulo de incidencia de diseño (α radianes)	0.1956	0.0865	-0.0275	0.0027	0.0164	0.0233	0.0273	0.0296	0.0311	0.0321	0.0327	0.0331	0.0332	0.0331	0.0327	0.0315	0.0291	0.0234	-0.0100
Factor de correccion por perdida en las puntas	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9999	0.9997	0.9993	0.9984	0.9967	0.9932	0.9863	0.9725	0.9457	0.8938	0.7918	0.4175
Coeficiente de lift Cl	1.2566	1.0183	0.4687	0.6445	0.7166	0.7519	0.7712	0.7825	0.7896	0.7942	0.7972	0.7990	0.7998	0.7994	0.7972	0.7917	0.7798	0.7520	0.5732
Coeficiente de drag Cd	0.1334	0.0733	0.0689	0.0643	0.0635	0.0635	0.0636	0.0636	0.0637	0.0637	0.0638	0.0638	0.0638	0.0638	0.0638	0.0637	0.0636	0.0635	0.0657
Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct	0.9241	0.5747	0.1395	0.1874	0.1824	0.1647	0.1453	0.1272	0.1111	0.0970	0.0846	0.0738	0.0642	0.0555	0.0473	0.0391	0.0299	0.0174	-0.0282
Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn	0.8618	0.8438	0.4527	0.6200	0.6959	0.7363	0.7600	0.7747	0.7844	0.7909	0.7953	0.7982	0.7998	0.8000	0.7983	0.7933	0.7818	0.7545	0.5763
Factor induccion axial (a)	0.2164	0.2797	0.3229	0.3465	0.3459	0.3420	0.3382	0.3350	0.3324	0.3304	0.3289	0.3280	0.3279	0.3292	0.3328	0.3413	0.3603	0.4055	0.6957
Factor induccion ángular (a')	0.3937	0.2094	0.0700	0.0664	0.0498	0.0365	0.0272	0.0206	0.0159	0.0124	0.0098	0.0078	0.0063	0.0051	0.0041	0.0033	0.0026	0.0017	-0.0073
				1							i								
Factor induccion axial (a)_1_1	-4.0297	-1072.69	9.2720	6.3755	6.4247	6.7555	7.1269	7.4824	7.8078	8.1041	8.3813	8.6597	8.9771	9.4062	10.0869	11.2620	12.9688	11.8437	2.2533
Factor induccion axial (a)_2_1	0.1186	0.2495	0.3123	0.3418	0.3411	0.3365	0.3318	0.3279	0.3247	0.3223	0.3206	0.3200	0.3208	0.3242	0.3326	0.3504	0.3862	0.4571	0.6966
Factor induccion axial (a) Nuevo	0.216367	0.27968	0.32286	0.3465	0.34588	0.34204	0.33822	0.33502	0.33244	0.33042	0.32894	0.32804	0.32794	0.32915	0.3328	0.3413	0.360264	0.45711	0.696618
Factor induccion ángular (a') Nuevo	0.3937	0.2094	0.0700	0.0664	0.0498	0.0365	0.0272	0.0206	0.0159	0.0124	8000.0	0.0078	0.0063	0.0051	0.0041	0.0033	0.0026	0.0017	-0.0073
Error respecto al anterior a	2.25%	0.64%	22.20%	8.46%	5.37%	4.42%	4.12%	4.08%	4.12%	4.19%	4.27%	4.31%	4.30%	4.18%	3.84%	3.10%	1.59%	12.64%	12.60%
Error respecto al anterior a'	23.40%	0.19%	199%	74.24%	46.37%	35.73%	31.04%	29.11%	28.70%	29.30%	30.67%	32.78%	35.74%	39.92%	46.25%	57.24%;	81.37%	170.22%;	215.79%

Tabla 32. Cálculo 2 de los factores de inducción axial y tangencial

El coeficiente de lift y drag, son calculados a partir del ángulo de ataque, resultado de tomar los factores de inducción axial y tangencial previos para el cálculo del nuevo ángulo phi, nótese los errores respecto a los factores (a a') previos teniendo en cuenta de que el mínimo error para estos factores debe ser menor al 3% para garantizar un ángulo phi que permita el paso del flujo y que no frene la pala cuando esta gira.

Número de elementos de pala (de punta a raíz)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
ángulo respecto al eje de rotación (γ grados)	38.67	51.55	58.92	65.59	69.31	71.97	74.02	75.67	77.02	78.14	79.10	79.92	80.64	81.28	81.87	82.45	83.07	84.42	87.05
(y radianes)	0.67	0.90	1.03	1.14	1.21	1.26	1.29	1.32	1.34	1.36	1.38	1.39	1.41	1.42	1.43	1.44	1.45	1.47	1.52
ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados)	51.33	38.45	31.08	24.41	20.69	18.03	15.98	14.33	12.98	11.86	10.90	10.08	9.36	8.72	8.13	7.55	6.93	5.58	2.95
φ (radianes)	0.90	0.67	0.54	0.43	0.36	0.31	0.28	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12	0.10	0.05
ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados)	41.85	33.42	27.07	22.35	18.81	16.10	13.97	12.28	10.89	9.74	8.78	7.95	7.25	6.63	6.09	5.61	5.19	4.81	4.31
β (radianes)	0.73	0.58	0.47	0.39	0.33	0.28	0.24	0.21	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.08
ángulo de incidencia de diseño (α grados)	9.48	5.03	4.01	2.06	1.88	1.93	2.00	2.06	2.09	2.12	2.13	2.13	2.12	2.09	2.04	1.94	1.74	0.77	-1.36
ángulo de incidencia de diseño (α radianes)	0.17	0.09	0.07	0.04	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.01	-0.02
Coeficiente de lift CI	1.2189	1.0230	0.9576	0.8128	0.7975	0.8021	0.8080	0.8125	0.8154	0.8171	0.8180	0.8181	0.8173	0.8152	0.8110	0.8028	0.7862	0.7013	0.4916
Coeficiente de drag Cd	0.1113	0.0737	0.0689	0.0640	0.0638	0.0638	0.0639	0.0640	0.0640	0.0640	0.0641	0.0641	0.0640	0.0640	0.0639	0.0638	0.0637	0.0636	0.0681
Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct	0.88	0.58	0.44	0.28	0.22	0.19	0.16	0.14	0.12	0.11	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.00	-0.04
Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn	0.85	0.85	0.86	0.77	0.77	0.78	0.79	0.80	0.81	0.81	0.82	0.82	0.82	0.82	0.81	0.80	0.79	0.70	0.49
Factor de correccion por perdida en las puntas	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	0.99	0.97	0.94	0.89	0.82	0.47
Factor induccion axial (a)	0.22	0.28	0.39	0.36	0.35	0.34	0.34	0.33	0.33	0.33	0.32	0.32	0.32	0.32	0.33	0.34	0.36	0.43	0.74
Factor induccion ángular (a')	0.37	0.21	0.19	0.09	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01
Factor induccion axial (a)_1_1	-4.54	-1325.04	4.42	5.49	6.24	6.84	7.38	7.87	8.33	8.77	9.19	9.62	10.11	10.75	11.71	13.20	14.64	6.33	1.92
Factor induccion axial (a)_2_1	0.13	0.25	0.38	0.36	0.34	0.34	0.33	0.32	0.32	0.32	0.31	0.31	0.31	0.32	0.33	0.35	0.38	0.47	0.71
Factor induccion axial (a) Nuevo	0.22	0.28	0.39	0.36	0.35	0.34	0.34	0.33	0.33	0.33	0.32	0.32	0.32	0.32	0.33	0.34	0.36	0.47	0.71
Factor induccion ángular (a') Nuevo	0.37	0.21	0.19	0.09	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01
Error respecto al anterior a	2.40%	0.02%	16.18%	3.73%	0.67%	0.27%	0.69%	0.95%	1.15%	1.31%	1.45%	1.56%	1.63%	1.63%	1.54%	1.29%	0.74%	2.95%	2.41%
Error respecto al anterior a'	6.39%	0.59%	63.53%	28.19%	14.67%	9.58%	7.43%	6.43%	5.97%	5.77%	5.75%	5.84%	6.00%	6.20%	6.34%	6.16%	4.72%	235.79%	41.99%
						the second second second second				CONTRACTOR OF A DESCRIPTION OF A DESCRIP			and second the second to	CONTRACTOR OF A DESCRIPTION OF A DESCRIP					
Número de elementos de pala (de punta a raíz)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (γ grados)	1 38.38	2 51.58	3 63.84	4 66.54	5 69.53	6 72.01	7 74.00	8 75.62	9 76.96	10 78.08	11 79.03	12 79.85	13 80.57	14 81.21	<mark>15</mark> 81.81	16 82.40	17 83.04	18 84.56	19 87.21
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (y grados) (y radianes)	1 38.38 0.67	2 51.58 0.90	3 63.84 1.11	4 66.54 1.16	5 69.53 1.21	6 72.01 1.26	7 74.00 1.29	8 75.62 1.32	9 76.96 1.34	10 78.08 1.36	11 79.03 1.38	12 79.85 1.39	13 80.57 1.41	14 81.21 1.42	15 81.81 1.43	16 82.40 1.44	17 83.04 1.45	18 84.56 1.48	19 87.21 1.52
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (y grados) (y radianes) ángulo respecto al plano de rotación (¢ grados)	1 38.38 0.67 51.62	2 51.58 0.90 38.42	3 63.84 1.11 26.16	4 66.54 1.16 23.46	5 69.53 1.21 20.47	6 72.01 1.26 17.99	7 74.00 1.29 16.00	8 75.62 1.32 14.38	9 76.96 1.34 13.04	10 78.08 1.36 11.92	11 79.03 1.38 10.97	12 79.85 1.39 10.15	13 80.57 1.41 9.43	14 81.21 1.42 8.79	15 81.81 1.43 8.19	16 82.40 1.44 7.60	17 83.04 1.45 6.96	18 84.56 1.48 5.44	19 87.21 1.52 2.79
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes)	1 38.38 0.67 51.62 0.90	2 51.58 0.90 38.42 0.67	3 63.84 1.11 26.16 0.46	4 66.54 1.16 23.46 0.41	5 69.53 1.21 20.47 0.36	6 72.01 1.26 17.99 0.31	7 74.00 1.29 16.00 0.28	8 75.62 1.32 14.38 0.25	9 76.96 1.34 13.04 0.23	10 78.08 1.36 11.92 0.21	11 79.03 1.38 10.97 0.19	12 79.85 1.39 10.15 0.18	13 80.57 1.41 9.43 0.16	14 81.21 1.42 8.79 0.15	15 81.81 1.43 8.19 0.14	16 82.40 1.44 7.60 0.13	17 83.04 1.45 6.96 0.12	18 84.56 1.48 5.44 0.09	19 87.21 1.52 2.79 0.05
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados)	1 38.38 0.67 51.62 0.90 41.85	2 51.58 0.90 38.42 0.67 33.42	3 63.84 1.11 26.16 0.46 27.07	4 66.54 1.16 23.46 0.41 22.35	5 69.53 1.21 20.47 0.36 18.81	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10	7 74.00 1.29 16.00 0.28 13.97	8 75.62 1.32 14.38 0.25 12.28	9 76.96 1.34 13.04 0.23 10.89	10 78.08 1.36 11.92 0.21 9.74	11 79.03 1.38 10.97 0.19 8.78	12 79.85 1.39 10.15 0.18 7.95	13 80.57 1.41 9.43 0.16 7.25	14 81.21 1.42 8.79 0.15 6.63	15 81.81 1.43 8.19 0.14 6.09	16 82.40 1.44 7.60 0.13 5.61	17 83.04 1.45 6.96 0.12 5.19	18 84.56 1.48 5.44 0.09 4.81	19 87.21 1.52 2.79 0.05 4.31
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes)	1 38.38 0.67 51.62 0.90 41.85 0.73	2 51.58 0.90 38.42 0.67 33.42 0.58	3 63.84 1.11 26.16 0.46 27.07 0.47	4 66.54 1.16 23.46 0.41 22.35 0.39	5 69.53 1.21 20.47 0.36 18.81 0.33	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28	7 74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24	8 75.62 1.32 14.38 0.25 12.28 0.21	9 76.96 1.34 13.04 0.23 10.89 0.19	10 78.08 1.36 11.92 0.21 9.74 0.17	11 79.03 1.38 10.97 0.19 8.78 0.15	12 79.85 1.39 10.15 0.18 7.95 0.14	13 80.57 1.41 9.43 0.16 7.25 0.13	14 81.21 1.42 8.79 0.15 6.63 0.12	15 81.81 1.43 8.19 0.14 6.09 0.11	16 82.40 1.44 7.60 0.13 5.61 0.10	17 83.04 1.45 6.96 0.12 5.19 0.09	18 84.56 1.48 5.44 0.09 4.81 0.08	19 87.21 1.52 2.79 0.05 4.31 0.08
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados)	1 38.38 0.67 51.62 0.90 41.85 0.73 9.77	2 51.58 0.90 38.42 0.67 33.42 0.58 5.00	3 63.84 1.11 26.16 0.46 27.07 0.47 -0.91	4 66.54 1.16 23.46 0.41 22.35 0.39 1.11	5 69.53 1.21 20.47 0.36 18.81 0.33 1.66	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.02	8 75.62 1.32 14.38 0.25 12.28 0.21 2.10	9 76.96 1.34 13.04 0.23 10.89 0.19 2.15	10 78.08 1.36 11.92 0.21 9.74 0.17 2.18	11 79.03 1.38 10.97 0.19 8.78 0.15 2.19	12 79.85 1.39 10.15 0.18 7.95 0.14 2.20	13 80.57 1.41 9.43 0.16 7.25 0.13 2.19	14 81.21 1.42 8.79 0.15 6.63 0.12 2.16	15 81.81 1.43 8.19 0.14 6.09 0.11 2.10	16 82.40 1.44 7.60 0.13 5.61 0.10 1.99	17 83.04 1.45 6.96 0.12 5.19 0.09 1.77	18 84.56 1.48 5.44 0.09 4.81 0.08 0.63	19 87.21 1.52 2.79 0.05 4.31 0.08 -1.51
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α radianes)	1 38.38 0.67 51.62 0.90 41.85 0.73 9.77 0.17	2 51.58 0.90 38.42 0.67 33.42 0.58 5.00 0.09	3 63.84 1.11 26.16 0.46 27.07 0.47 -0.91 -0.02	4 66.54 1.16 23.46 0.41 22.35 0.39 1.11 0.02	5 69.53 1.21 20.47 0.36 18.81 0.33 1.66 0.03	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.02 0.04	8 75.62 1.32 14.38 0.25 12.28 0.21 2.10 0.04	9 76.96 1.34 13.04 0.23 10.89 0.19 2.15 0.04	10 78.08 1.36 11.92 0.21 9.74 0.17 2.18 0.04	11 79.03 1.38 10.97 0.19 8.78 0.15 2.19 0.04	12 79.85 1.39 10.15 0.18 7.95 0.14 2.20 0.04	13 80.57 1.41 9.43 0.16 7.25 0.13 2.19 0.04	14 81.21 1.42 8.79 0.15 6.63 0.12 2.16 0.04	15 81.81 1.43 8.19 0.14 6.09 0.11 2.10 0.04	16 82.40 1.44 7.60 0.13 5.61 0.10 1.99 0.03	17 83.04 1.45 6.96 0.12 5.19 0.09 1.77 0.03	18 84.56 1.48 5.44 0.09 4.81 0.08 0.63 0.01	19 87.21 1.52 2.79 0.05 4.31 0.08 -1.51 -0.03
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (Φ grados) φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α radianes) Coeficiente de lift C1	1 38.38 0.67 51.62 0.90 41.85 0.73 9.77 0.17 1.2267	2 51.58 0.90 38.42 0.67 33.42 0.58 5.00 0.09 1.0212	3 63.84 1.11 26.16 0.46 27.07 0.47 -0.91 -0.02 0.5390	4 66.54 1.16 23.46 0.41 22.35 0.39 1.11 0.02 0.7318	5 69.53 1.21 20.47 0.36 18.81 0.33 1.66 0.03 0.7791	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7988	7 74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.02 0.04 0.8097	8 75.62 1.32 14.38 0.25 12.28 0.21 2.10 0.04 0.8162	9 76.96 1.34 0.23 10.89 0.19 2.15 0.04 0.8201	10 78.08 1.36 11.92 0.21 9.74 0.17 2.18 0.04 0.8224	11 79.03 1.38 0.19 8.78 0.15 2.19 0.04 0.8235	12 79.85 1.39 10.15 0.18 7.95 0.14 2.20 0.04 0.8236	13 80.57 1.41 9.43 0.16 7.25 0.13 2.19 0.04 0.8228	14 81.21 1.42 8.79 0.15 6.63 0.12 2.16 0.04 0.8205	15 81.81 1.43 8.19 0.14 6.09 0.14 2.10 0.04 0.8158	16 82.40 1.44 7.60 0.13 5.61 0.10 1.99 0.03 0.8068	17 83.04 1.45 6.96 0.12 5.19 0.09 1.77 0.03 0.7885	18 84.56 1.48 5.44 0.09 4.81 0.08 0.63 0.01 0.6890	19 87.21 1.52 2.79 0.05 4.31 0.08 -1.51 -0.03 0.4754
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (γ grados) (ry radianes) ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados) (Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (Φ grados) (φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) (β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α radianes) Coeficiente de lift C1 Coeficiente de drag Cd	1 38.38 0.67 51.62 0.90 41.85 0.73 9.77 0.17 1.2267 0.1147	2 51.58 0.90 38.42 0.67 33.42 0.68 5.00 0.09 1.0212 0.0735	3 63.84 1.11 26.16 0.46 27.07 0.47 -0.91 -0.02 0.5390 0.0666	4 66.54 1.16 23.46 0.41 22.35 0.39 1.11 0.02 0.7318 0.0635	5 69.53 1.21 20.47 0.36 18.81 0.33 1.66 0.03 0.7791 0.0636	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7988 0.0638	7 74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.02 0.04 0.8097 0.0639	8 75.62 1.32 14.38 0.25 12.28 0.21 2.10 0.04 0.8162 0.0640	9 76.96 1.34 13.04 0.23 10.89 0.19 2.15 0.04 0.8201 0.0641	10 78.08 1.36 11.92 0.21 9.74 0.17 2.18 0.04 0.8224 0.0641	11 79.03 1.38 10.97 0.19 8.78 0.19 2.19 0.04 0.8235 0.0641	12 79.85 1.39 10.15 0.18 7.95 0.14 2.20 0.04 0.8236 0.0641	13 80.57 1.41 9.43 0.16 7.25 0.13 2.19 0.04 0.8228 0.0641	14 81.21 1.42 8.79 0.15 6.63 0.12 2.16 0.04 0.8205 0.0641	15 81.81 1.43 8.19 0.14 6.09 0.11 2.10 0.04 0.8158 0.0640	16. 82.40 1.44 7.60, 0.13 5.61 0.10, 1.99 0.03 0.8068 0.0639	17 83.04 1.45 6.96 0.12 5.19 0.09 1.77 0.03 0.7885 0.0637	18 84.56 1.48 5.44 0.09 4.81 0.08 0.63 0.01 0.6890 0.0637	19 87.21 1.52 2.79 0.05 4.31 0.08 -1.51 -0.03 0.4754 0.0687
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (γ grados) (y radianes) ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (Φ grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α radianes) Coeficiente de lift C1 Coeficiente de drag Cd Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct	1 38.38 0.67 51.62 0.90 41.85 0.73 9.77 0.177 1.2267 0.1147 0.88	2 51.58 0.90 38.42 0.67 33.42 0.58 5.00 0.09 1.0212 0.0735 0.58	3 63.84 1.11 26.16 0.46 27.07 0.47 -0.91 -0.02 0.5390 0.0666 0.18	4 66.54 1.16 23.46 0.41 22.35 0.39 1.11 0.02 0.7318 0.0635 0.23	5 69.53 1.21 20.47 0.36 18.81 0.33 1.66 0.03 0.7791 0.0636 0.21	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7988 0.0638 0.0638	7 74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.02 0.04 0.8097 0.0639 0.063	8 75.62 1.32 14.38 0.25 12.28 0.21 2.10 0.04 0.8162 0.0640 0.14	9 76.96 1.34 0.23 10.89 0.19 2.15 0.04 0.8201 0.0641 0.12	10 78.08 1.36 11.92 0.21 9.74 0.17 2.18 0.04 0.8224 0.0641 0.0641 0.11	11 79.03 1.38 10.97 0.19 8.78 0.15 2.19 0.04 0.8235 0.0641 0.09	12 79.85 1.39 0.15 0.18 7.95 0.14 2.20 0.04 0.8236 0.0641 0.08	13 80.57 1.41 9.43 0.16 7.25 0.13 2.19 0.04 0.8228 0.0641 0.007	14 81.21 1.42 8.79 0.15 6.63 0.12 2.16 0.04 0.8205 0.0641 0.06	15, 81.81 1.43 8.19 0.14 6.09 0.11 2.10 0.04 0.04 0.040 0.0640	16. 82.40 1.44 7.60 0.13 5.61 0.10 1.99 0.03 0.8068 0.0639 0.04	17 83.04 1.45 6.96 0.12 5.19 0.09 1.77 0.03 0.7885 0.0637 0.03	18 84.66 1.48 5.44 0.09 4.81 0.68 0.63 0.01 0.6890 0.0637 0.00	19 87.21 1.52 2.79 0.05 4.31 0.08 -1.51 -0.03 0.4754 0.0687 -0.05
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) Coeficiente de ift C1 Coeficiente de drag Cd Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn	1 38 38 0.67 51.62 0.90 41.85 0.73 9.77 0.17 1.2267 0.1147 0.89 0.85	2 51.58 0.90 38.42 0.67 33.42 0.58 5.00 0.09 1.0212 0.0735 0.58 0.85	3 63.84 1.11 26.16 0.46 27.07 0.47 -0.91 -0.02 0.5390 0.0666 0.18 0.51	4 66.54 1.16 23.46 0.41 22.35 0.39 1.11 0.02 0.7318 0.0635 0.23 0.70	5 69.53 1.21 20.47 0.36 18.81 0.33 1.66 0.03 0.7791 0.0636 0.21 0.75	6 72.01 1.26 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7988 0.0638 0.0638 0.19 0.78	7 74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.02 0.04 0.8097 0.0639 0.16 0.88	8 75.62 1.32 14.38 0.25 12.28 0.21 2.10 0.04 0.8162 0.0640 0.14 0.81	9 76.96 1.34 13.04 0.23 10.89 0.19 2.15 0.04 0.8201 0.0641 0.12 0.81	10 78.08 1.36 11.92 0.21 9.74 0.17 2.18 0.04 0.8224 0.0641 0.11 0.82	11 79.03 1.38 0.09 8.78 0.19 8.78 0.19 0.19 0.19 0.19 0.19 0.19 0.04 0.8235 0.0641 0.09 0.82	12 79.85 1.39 0.15 0.18 7.95 0.14 2.20 0.04 0.8236 0.0641 0.08 0.82	13 80.57 1.41 9.43 0.16 7.25 0.13 2.19 0.04 0.8228 0.0641 0.07 0.82	14 81.21 1.42 8.79 0.15 6.63 0.12 2.16 0.04 0.8205 0.0641 0.06 0.82	15, 81.81 1.43 8.19 0.14 6.09 0.11 2.10 0.04 0.04 0.05 0.05 0.82	16. 82.40. 1.44. 7.60. 0.13. 5.61. 0.10. 1.99 0.03. 0.8068. 0.0639. 0.04. 0.81.	17 83.04 1.45 6.96 0.12 5.19 0.09 1.77 0.03 0.7885 0.0637 0.03 0.79	18 84.66 1.48 5.44 0.09 4.81 0.68 0.63 0.01 0.6890 0.0637 0.00 0.669	19 87.21 1.52 2.79 0.05 4.31 0.08 -1.51 -0.03 0.4754 0.0687 -0.05 0.48
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) coeficiente de ift C1 Coeficiente de drag Cd Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor de correccion por perdida en las puntas	1 38 38 0 67 51 62 0 90 41 85 0 73 9 77 0 17 1 2267 0 1147 0 89 0 89 0 85 0 85 1 00	2 51.58 0.90 38.42 0.67 33.42 0.58 5.00 0.09 1.0212 0.0735 0.58 0.85 0.85 1.00	3 63.84 1.11 26.16 0.46 27.07 0.47 -0.91 -0.02 0.5390 0.0666 0.18 0.51 1.00	4 66.54 1.16 23.46 0.41 22.35 0.39 1.11 0.02 0.7318 0.0635 0.23 0.70 1.00	5 69.53 1.21 20.47 0.36 18.81 0.33 1.66 0.03 0.7791 0.0636 0.21 0.75 1.00	6 72.01 1.26 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7988 0.0638 0.19 0.78 1.00	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.02 0.04 0.8097 0.0639 0.16 0.80 1.00	8 75.62 1.32 0.25 12.28 0.21 2.10 0.04 0.8162 0.0640 0.14 0.81 1.00	9 76.96 1.34 13.04 0.23 10.89 0.19 2.15 0.04 0.8201 0.0641 0.12 0.81 1.00	10 78.08 1.36 11.92 0.21 9.74 0.17 2.18 0.04 0.8224 0.0641 0.11 0.822 1.00	11 79.03 1.38 0.19 8.78 0.15 2.19 0.04 0.8235 0.0641 0.09 0.82 1.00	12 79.85 1.39 0.18 7.95 0.14 2.20 0.04 0.8236 0.0641 0.08 0.82 1.00	13 80.57 1.41 9.43 0.16 7.25 0.13 2.19 0.04 0.8228 0.0641 0.07 0.82 0.0641 0.07	14 81.21 1.42 8.79 0.15 6.63 0.12 2.16 0.04 0.8205 0.0641 0.06 0.82 0.82	15 81.81 1.43 8.19 0.14 6.09 0.11 2.10 0.04 0.8158 0.0640 0.05 0.82 0.97	16. 82.40. 1.44. 7.60. 0.13. 5.61. 0.10. 1.99 0.03. 0.8068. 0.0639. 0.04. 0.81. 0.94.	17 83.04 1.45 6.96 0.12 5.19 0.09 1.77 0.03 0.7885 0.0637 0.03 0.78	18 84.56 1.48 5.44 0.09 4.81 0.08 0.63 0.01 0.6890 0.0637 0.00 0.669 0.669	19 87.21 1.52 2.79 0.05 4.31 0.08 -1.51 -0.03 0.4754 0.0687 -0.05 0.48 0.48
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α radianes) Coeficiente de drag Cd Coeficiente de otrque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor de correccion por perdida en las puntas Factor induccion axial (a)	1 38.38 0.67 51.62 0.90 41.85 0.73 9.77 0.77 1.2267 0.1147 0.88 0.88 0.85 0.85	2 51.58 0.90 38.42 0.67 33.42 0.58 5.00 0.09 1.0212 0.0735 0.58 0.85 0.85 0.85 0.85	3 63.84 1.11 26.16 0.46 27.07 0.47 -0.91 -0.02 0.5390 0.0666 0.18 0.51 1.00 0.34	4 66.54 1.16 23.46 0.41 22.35 0.39 1.11 0.02 0.7318 0.0635 0.23 0.70 1.00 0.36	5 69.53 1.21 20.47 0.36 18.81 0.33 1.66 0.03 0.7791 0.0636 0.21 0.75 1.00 0.35	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.033 0.7988 0.0638 0.0638 0.0538 0.078 0.78 0.78	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.02 0.04 0.8097 0.0639 0.16 0.80 1.00 0.34	8 75.62 1.32 14.38 0.25 12.28 0.21 2.10 0.04 0.8162 0.0640 0.14 0.81 0.81 1.00	9 76.96 1.34 13.04 0.23 10.89 0.19 2.15 0.04 0.8201 0.0641 0.12 0.81 1.00 0.33	10 78.08 1.36 1.92 0.21 9.74 0.17 2.18 0.04 0.8224 0.0641 0.822 1.00 0.33	11 79.03 1.38 10.97 0.19 8.78 0.15 2.19 0.04 0.8235 0.0641 0.09 0.82 1.00 0.32	12 79.85 1.39 10.15 0.18 7.95 0.14 2.20 0.04 0.8236 0.0641 0.08 0.82 1.00 0.32	13 80.57 1.41 9.43 0.16 7.25 0.16 0.13 2.19 0.04 0.8228 0.0641 0.07 0.82 0.0641 0.07 0.82 0.099 0.32	14 81.21 1.42 8.79 0.15 6.63 0.12 2.16 0.04 0.8205 0.0641 0.0641 0.8205 0.0641 0.8205 0.0641 0.8205 0.82	15 81.81 1.43 8.19 0.14 0.14 0.14 0.14 0.01 0.04 0.04 0.04	16 82.40 1.44 7.60 0.13 5.61 0.10 1.99 0.03 0.8068 0.0639 0.04 0.81 0.81 0.94	17 83.04 1.45 6.96 0.12 5.19 0.09 1.77 0.03 0.7885 0.0637 0.78 0.03 0.79 0.89 0.36	18 84.56 1.48 5.44 0.09 4.81 0.08 0.63 0.01 0.6890 0.0637 0.00 0.669 0.669 0.682 0.43	19 87.21 1.52 2.79 0.05 4.31 0.08 -1.51 -0.03 0.4754 0.0687 0.48 0.48 0.48 0.48
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) (angulo de incidencia de diseño (α grados) (angulo de incidencia de diseño (α grados) Coeficiente de lift C1 Coeficiente de drag Cd Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor de correccion por perdida en las puntas Factor induccion axial (a) Factor induccion ángular (a')	1 38.38 0.67 51.62 0.90 41.85 0.73 9.77 0.73 9.77 0.277 0.277 0.277 0.277 0.277 0.277 0.277 0.277 0.277 0.277	2 51.58 0.90 38.42 0.67 33.42 0.58 5.00 0.09 1.0212 0.0735 0.68 0.85 1.00 0.28 0.28	3 63.84 1.11 26.16 0.46 27.07 0.47 -0.91 -0.02 0.5390 0.0666 0.18 0.51 1.00 0.34 0.09	4 66.54 1.16 23.46 0.41 22.35 0.39 1.11 0.02 0.7318 0.063 0.23 0.70 1.00 1.00 0.36 0.08	5 69.53 1.21 20.47 0.36 18.81 0.33 1.66 0.03 0.7791 0.0636 0.21 0.75 1.00 0.35 0.06	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.033 0.7988 0.0638 0.033 0.78 0.78 0.78 0.78	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.02 0.04 0.8097 0.0639 0.0639 0.16 0.80 1.00 0.34 0.03	8 75.62 1.32 14.38 0.25 12.28 0.21 2.10 0.04 0.8162 0.0640 0.14 0.81 0.0640 0.14 0.81 0.0640 0.14 0.81 0.02	9 76.96 1.34 13.04 0.23 10.89 0.19 2.15 0.041 0.8201 0.0641 0.0641 0.12 0.81 1.00 0.33 0.02	10 78.08 1.36 1.92 0.21 9.74 0.17 2.18 0.04 0.8224 0.0641 0.8224 0.0641 0.822 1.00 0.33 0.01	11 79.03 1.38 10.97 0.19 8.78 0.15 2.19 0.04 0.8235 0.0641 0.09 0.82 1.00 0.32 0.01	12 79.85 1.39 10.15 0.18 7.95 0.14 2.20 0.04 0.8236 0.0641 0.08 0.82 1.00 0.32 0.01	13 80.57 1.41 9.43 0.16 7.25 0.13 2.19 0.04 0.8228 0.0641 0.07 0.82 0.07 0.82 0.099 0.32	14 81.21 1.42 8.79 0.15 6.63 0.12 2.16 0.04 0.8205 0.0641 0.8205 0.0641 0.8205 0.0641 0.8205 0.82 0.98	15 81.81 1.43 8.19 0.14 6.09 0.11 2.10 0.04 0.8158 0.0640 0.05 0.82 0.05 0.82 0.97 0.33 0.00	16 82.40 1.44 7.60 0.13 5.61 0.10 1.99 0.03 0.8068 0.0639 0.04 0.81 0.81 0.94 0.34 0.03	17 83.04 1.45 6.96 0.12 5.19 0.09 1.77 0.03 0.78 0.0637 0.03 0.79 0.03 0.79 0.03 0.79 0.03 0.79	18 84.56 1.48 5.44 0.09 4.81 0.08 0.63 0.6890 0.6890 0.6890 0.6890 0.69 0.69 0.69 0.82 0.43 0.00	19 87.21 1.52 2.79 0.05 4.31 0.08 -1.51 -0.03 0.4754 0.0687 -0.05 0.48 0.48 0.48 0.48
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) coeficiente de ift C1 Coeficiente de drag Cd Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor de correccion por perdida en las puntas Factor induccion axial (a) Factor induccion axial (a)	1 38.38 0.67 51.62 0.90 41.85 0.73 9.77 0.77 1.2287 0.1147 0.85 0.85 0.85 0.85 0.85 0.22 0.37 0.37	2 51.58 0.90 38.42 0.67 33.42 0.58 5.00 0.09 1.0212 0.0735 0.58 0.85 0.85 0.85 0.85 0.85 0.21 -1217.49	3 63.84 1.11 26.16 0.46 27.07 0.47 0.91 0.02 0.5390 0.6666 0.18 0.51 1.00 0.34 0.09 6.95	4 66.54 1.16 23.46 0.41 22.35 0.39 1.11 0.02 0.7318 0.0635 0.23 0.70 1.00 1.00 0.36 0.08 5.77	5 69.53 1.21 20.47 0.36 18.81 0.33 1.66 0.03 0.7791 0.0636 0.21 0.75 1.00 0.35 0.06 6.26	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7988 0.03 0.7988 0.03 0.7988 0.03 0.78 1.00 0.0638 0.19 0.78 0.04 6.83	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.02 0.04 0.8097 0.0639 0.16 0.80 1.00 0.033 0.034 0.034 0.034 0.035 0.034 0.035 0	8 75.62 1.32 1.32 0.25 12.28 0.21 2.10 0.41 0.640 0.640 0.640 0.640 0.640 0.640 0.640 0.640 0.641 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75	9 76.96 1.34 13.04 0.23 10.89 0.19 2.15 0.04 0.8201 0.0641 0.0641 0.02 0.81 1.00 0.33 0.02 8.44	10 78.08 1.36 11.92 0.21 9.74 0.17 2.18 0.0641 0.8224 0.0641 0.0641 0.11 0.82 1.00 0.33 0.01 8.94	11 79.03 1.38 0.19 8.78 0.15 2.19 0.04 0.8235 0.0641 0.09 0.82 1.00 0.32 0.01 9.43	12 79.85 1.39 0.18 7.95 0.14 2.20 0.04 0.823 0.0641 0.08 0.82 1.00 0.32 0.01 9.95	13 80.57 1.41 9.43 0.16 7.25 0.13 2.19 0.04 0.8228 0.0641 0.07 0.82 0.07 0.82 0.07 0.82 0.099 0.32 0.32	14 81.21 1.42 8.79 0.15 6.63 0.12 2.16 0.04 0.820 0.0641 0.06 0.82 0.06 0.82 0.06 0.82 0.06 0.82 0.02 0.02 0.03 0.02	15 81.81 1.43 8.19 0.14 6.09 0.11 2.10 0.04 0.8158 0.0640 0.05 0.82 0.05 0.82 0.97 0.97 0.33 0.000	16 82.40 1.44 7.60 0.13 5.61 0.10 1.99 0.03 0.808 0.808 0.808 0.063 0.063 0.04 0.81 0.94 0.34 0.34	17 83.04 1.45 6.96 0.12 5.19 0.09 1.77 0.03 0.788 0.0637 0.03 0.79 0.03 0.79 0.03 0.79 0.36 0.36 0.36	18 84.56 1.48 5.44 0.09 4.81 0.08 0.63 0.00 0.689 0.069 0.689 0.069 0.69 0.69 0.69 0.69 0.43 0.00 5.72	19 87.21 1.52 2.79 0.05 4.31 0.08 -1.51 0.08 0.4754 0.085 0.4754 0.085 0.48 0.055 0.48 0.055 0.48 0.055 0.48
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (ψ grados) (y radianes) ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) íangulo de incidencia de diseño (α grados) Coeficiente de itfic I Coeficiente de drag Cd Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor induccion axial (a) Factor induccion axial (a) Factor induccion axial (a) Factor induccion axial (a)_1_1 Factor induccion axial (a)_2_1	1 38.38 0.67 51.62 0.90 41.85 0.73 9.77 0.1147 0.1147 0.85 0.85 0.85 0.85 0.85 0.85 0.85 0.37 0.22	2 51.58 0.00 38.42 0.67 33.42 0.58 5.00 0.09 1.0212 0.0735 0.85 0.85 0.85 0.85 0.85 0.85 0.85 0.21 1.00 0.28 0.21	3 63.84 1.11 26.16 0.46 27.07 0.47 0.91 0.02 0.530 0.666 0.16 0.51 1.00 0.34 0.99 6.95 0.33	4 66.54 1.16 23.46 0.41 22.35 0.39 1.11 0.02 0.7318 0.0635 0.23 0.70 1.00 0.33 0.70 1.00 0.33 0.70 1.00 0.33 0.70 1.00 0.33 0.70 1.00 0.33	5 69.53 1.21 20.47 0.36 18.81 0.33 1.66 0.03 0.7791 0.0636 0.21 0.775 1.00 0.35 0.06 0.25 0.06 0.35	6 72.01 1.26 1.7.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.798 0.03 0.78 0.04 0.04 0.34 0.04	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.02 0.04 0.80 0.063 0.063 0.063 0.063 0.063 0.063 0.063 0.063 0.03 0.33	8 75.62 1.32 1.32 0.25 12.28 0.21 2.10 0.04 0.81 0.640 0.640 0.640 0.640 0.640 0.640 0.640 0.640 0.640 0.640 0.640 0.641 0.642 0.642 0.642 0.641 0.64200000000000000000000000000000000000	9 76.96 1.34 13.04 0.23 10.89 0.19 2.15 0.04 0.8201 0.0641 0.0641 0.12 0.81 1.00 0.33 0.02 8.44 0.32	10 78.08 1.36 11.92 0.21 9.74 0.17 2.18 0.0641 0.8224 0.0641 0.11 0.82 1.00 0.33 0.01 8.94 0.32	11 79.03 1.38 10.97 0.19 8.78 0.05 2.19 0.04 0.8235 0.0641 0.09 0.82 0.0641 0.09 0.82 0.0641 0.09 0.82 0.004 0.32 0.01 9.43 0.31	12 79.85 1.39 10.15 0.18 7.95 0.14 2.20 0.04 0.8236 0.0641 0.08 0.0641 0.08 0.0641 0.08 0.0641 0.08 0.02 1.00 0.32 0.01 9.95 0.31	13 80.57 1.41 9.43 0.16 7.25 0.13 2.19 0.04 0.822 0.0641 0.07 0.82 0.07 0.82 0.07 0.82 0.07 0.82 0.07 0.82 0.07 0.82	14 81.21 1.42 8.79 0.15 6.63 0.15 2.16 0.04 0.820 0.064 0.064 0.064 0.064 0.064 0.064 0.064 0.064 0.064 0.064 0.064 0.025 0.021 0.011 0.0210000000000	15 81.81 1.43 8.19 0.14 6.09 0.11 2.10 0.640 0.65 0.82 0.0640 0.065 0.82 0.065 0.82 0.05 0.82 0.05 0.82 0.05 0.82 0.05 0.82 0.05 0.82 0.05 0.82 0.05 0.82 0.05 0.82 0.05 0.33 0.00 0.33	16 82.40 1.44 7.60 0.13 5.61 0.10 1.99 0.03 0.8068 0.0633 0.04 0.88 0.04 0.88 0.04 0.84 0.34	17 83.04 1.45 6.96 0.12 5.19 0.09 1.77 0.03 0.788 0.0637 0.788 0.0637 0.79 0.89 0.36 0.00 15.36 0.38	18 84.56 1.48 5.44 0.09 4.81 0.63 0.63 0.63 0.680 0.669 0.669 0.69 0.69 0.69 0.69 0.69 0	19 87.21 1.52 2.79 0.05 4.31 0.08 -1.51 0.08 0.48 0.05 0.48 0.05 0.48 0.75 -0.01 1.86 0.72
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (ψ grados) (y radianes) ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) íngulo de incidencia de diseño (α grados) coeficiente de fit C1 Coeficiente de drag Cd Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor induccion axial (a)	1 38.38 0.67 51.62 0.90 41.85 0.73 9.77 0.17 1.2267 0.117 0.227 0.147 0.85 0.85 0.85 0.37 4.46 0.37 0.22	2 51.58 0.90 38.42 0.67 33.42 0.58 5.00 0.09 1.0212 0.0758 0.85 0.85 0.85 0.85 0.21 1217.49 0.25 0.28	3 63.84 1.11 26.16 0.46 27.07 0.47 0.031 0.030 0.0666 0.51 1.00 0.34 0.09 6.95 0.33 0.34	4 66.54 1.16 23.46 0.41 22.35 0.39 1.11 0.02 0.7318 0.063 0.23 0.70 1.00 0.36 0.08 5.77 0.35 0.36	5 69.53 1.21 20.47 0.36 18.81 0.33 1.66 0.7791 0.0636 0.775 1.00 0.35 0.06 6.26 0.34 0.35	6 72.01 1.26 1.7.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.78 0.03 0.78 0.03 0.78 0.03 0.78 0.03 0.78 0.03 0.03 0.78 0.03 0.04 0.34	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.02 0.04 0.8097 0.639 0.639 0.639 0.639 0.639 0.639 0.639 0.639 0.639 0.639 0.639	8 75.62 1.32 14.38 0.25 12.28 0.21 0.04 0.81 0.81 0.81 0.81 0.81 0.81 0.81 0.81	9 76.96 1.34 13.04 0.23 10.89 0.19 2.15 0.04 0.82 1 0.064 1 0.064 1 0.064 1 0.064 1 0.064 1 0.064 1 0.064 1 0.064 1 0.064 1 0.064 1 0.064 0.02 0.33 0.02 8.44 0.32 0.33	10 78.08 1.36 11.92 9.74 0.21 9.74 0.17 2.18 0.024 0.224 0.0641 0.32 0.0641 0.11 0.82 1.00 0.33 0.01 8.94 0.32 0.33	11 79.03 1.38 0.19 8.78 0.19 0.04 0.825 0.064 0.825 0.064 0.825 0.064 0.825 0.064 0.825 0.064 0.825 0.064 0.825 0.064 0.82 0.01 0.82 0.01 0.32 0.01	12 79.85 1.39 10.15 0.18 7.95 0.14 2.20 0.04 0.82 0.0641 0.0641 0.0641 0.062 1.00 0.32 0.01 9.95 0.31 0.32	13 80.57 1.41 9.43 0.16 7.25 0.13 2.19 0.04 0.8228 0.064 0.007 0.82 0.007 0.82 0.007 0.82 0.007 0.82 0.007 0.82 0.007 0.82 0.007 0.02 0.032	14 81.21 1.42 8.79 0.15 6.63 0.15 2.16 0.04 0.8205 0.064 0.064 0.064 0.064 0.064 0.064 0.02 0.02 0.01 11.30 0.32	15 81.81 1.43 8.19 0.14 6.09 0.11 2.10 0.81 0.045 0.045 0.82 0.05 0.82 0.05 0.82 0.07 0.33 0.00 12.42 0.32	16 82.40 1.44 7.60 0.13 5.61 0.10 1.99 0.03 0.0639 0.0639 0.0639 0.0639 0.0639 0.0639 0.0639 0.0639 0.04 0.34 0.34	17 83.04 1.45 6.96 0.12 5.19 0.09 1.77 0.03 0.7885 0.037 0.79 0.037 0.79 0.037 0.79 0.03 0.79 0.03 0.79 0.36	18 84.56 1.48 5.44 0.09 4.81 0.63 0.63 0.063 0.063 0.069 0.69 0.69 0.69 0.69 0.69 0.69 0.6	19 87.21 1.52 2.79 0.05 4.31 0.08 -1.51 0.075 0.4754 0.067 0.048 0.05 0.48 0.75 0.48 0.75 0.01 1.86 0.72
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) Íngulo de incidencia de diseño (α grados) Coeficiente de ift C1 Coeficiente de drag C4 Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal C n Factor induccion axial (a) Factor induccion ángular (a') Factor induccion axial (a)_1 Factor induccion axial (a)_2 Factor induccion axial (a) Factor induccion axial (a) <th>1 38.38 0.67 51.62 0.90 41.85 0.73 9.77 0.1147 0.117 0.117 0.117 0.1147 0.89 0.85 0.88 0.85 0.88 0.85 0.037 0.22 0.37</th> <th>2 51.58 0.90 38.42 0.67 33.42 0.58 5.00 0.09 1.0212 0.0735 0.88 0.88 0.88 0.21 -1217.49 0.25 0.28 0.21</th> <th>3 63.84 1.11 26.16 0.46 27.07 0.47 0.02 0.5390 0.066 0.51 1.00 0.34 0.09 6.95 0.33 0.34 0.09</th> <th>4 66.54 1.16 23.46 0.41 22.35 0.39 1.11 0.02 0.7318 0.0635 0.70 1.00 0.36 0.08 5.77 0.35 0.36 0.36</th> <th>5 69.53 1.21 20.47 0.36 18.81 0.33 1.66 0.03 0.7791 0.0636 0.75 1.00 0.35 0.06 6.26 0.34 0.35 0.06</th> <th>6 72.01 1.26 1.7.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.038 0.038 0.038 0.038 0.038 0.038 0.038 0.038 0.038 0.038 0.044 0.34 0.04</th> <th>74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.02 0.04 0.8097 0.639 0.639 0.639 0.639 0.639 0.639 0.639 0.639 0.639 0.639 0.639 0.639 0.639 0.639 0.639</th> <th>8 75.62 1.32 1.32 0.25 0.21 0.21 0.31 0.640 0.640 0.641 0.8162 0.640 0.641 0.8162 0.640 0.733 0.33 0.02 7.933 0.32 0.33 0.32</th> <th>9 76.96 1.34 13.04 0.23 10.89 0.19 2.15 0.04 0.8201 0.641 0.641 0.641 1.00 0.33 0.62 8.44 0.32 0.33 0.02</th> <th>10 78.08 1.36 11.92 9.74 0.21 9.74 0.17 2.18 0.04 0.822 0.04 0.822 1.00 0.33 0.01 8.94 0.32 0.33 0.01</th> <th>11 79.03 1.38 10.97 0.19 8.78 2.19 0.041 0.8235 0.0641 0.02 0.02 0.02 0.02 0.02 0.02 0.02 0.0</th> <th>12 79.85 1.39 0.18 7.95 0.14 2.20 0.04 0.8236 0.0641 0.8236 0.082 0.0920</th> <th>13 80.57 1.41 9.43 0.16 7.25 0.13 2.19 0.8228 0.0641 0.0641 0.8228 0.0641 0.8228 0.0641 0.8228 0.06410000000000000000000000000000000000</th> <th>14 81.21 1.42 8.79 0.15 6.63 0.15 0.04 0.8205 0.041 0.8205 0.041 0.8205 0.041 0.8205 0.041 0.82 0.041 0.82 0.02 0.02 0.032 0.032</th> <th>15 81.81 1.43 8.19 0.14 6.09 0.11 2.10 0.04 0.8158 0.06405 0.82 0.057 0.33 0.000 12.42 0.33 0.000</th> <th>16 82.40 1.44 7.60 0.13 5.61 0.00 1.99 0.03 0.8068 0.063 0.8068 0.063 0.04 0.84 0.94 0.34 0.00</th> <th>17 83.04 1.45 6.96 0.12 5.19 0.09 1.77 0.03 0.7885 0.0637 0.79 0.885 0.0637 0.79 0.36 0.36 0.36 0.38</th> <th>18 84.56 1.48 5.44 0.09 4.81 0.63 0.63 0.63 0.63 0.63 0.680 0.680 0.69 0.69 0.69 0.69 0.69 0.69 0.69 0.43 0.00 5.72 0.47</th> <th>19 87.21 1.52 2.79 0.05 4.31 0.08 -1.51 -0.03 0.4754 0.0687 -0.05 0.48 0.48 0.48 0.75 -0.01 1.86 0.72 -0.01</th>	1 38.38 0.67 51.62 0.90 41.85 0.73 9.77 0.1147 0.117 0.117 0.117 0.1147 0.89 0.85 0.88 0.85 0.88 0.85 0.037 0.22 0.37	2 51.58 0.90 38.42 0.67 33.42 0.58 5.00 0.09 1.0212 0.0735 0.88 0.88 0.88 0.21 -1217.49 0.25 0.28 0.21	3 63.84 1.11 26.16 0.46 27.07 0.47 0.02 0.5390 0.066 0.51 1.00 0.34 0.09 6.95 0.33 0.34 0.09	4 66.54 1.16 23.46 0.41 22.35 0.39 1.11 0.02 0.7318 0.0635 0.70 1.00 0.36 0.08 5.77 0.35 0.36 0.36	5 69.53 1.21 20.47 0.36 18.81 0.33 1.66 0.03 0.7791 0.0636 0.75 1.00 0.35 0.06 6.26 0.34 0.35 0.06	6 72.01 1.26 1.7.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.038 0.038 0.038 0.038 0.038 0.038 0.038 0.038 0.038 0.038 0.044 0.34 0.04	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.02 0.04 0.8097 0.639 0.639 0.639 0.639 0.639 0.639 0.639 0.639 0.639 0.639 0.639 0.639 0.639 0.639 0.639	8 75.62 1.32 1.32 0.25 0.21 0.21 0.31 0.640 0.640 0.641 0.8162 0.640 0.641 0.8162 0.640 0.733 0.33 0.02 7.933 0.32 0.33 0.32	9 76.96 1.34 13.04 0.23 10.89 0.19 2.15 0.04 0.8201 0.641 0.641 0.641 1.00 0.33 0.62 8.44 0.32 0.33 0.02	10 78.08 1.36 11.92 9.74 0.21 9.74 0.17 2.18 0.04 0.822 0.04 0.822 1.00 0.33 0.01 8.94 0.32 0.33 0.01	11 79.03 1.38 10.97 0.19 8.78 2.19 0.041 0.8235 0.0641 0.02 0.02 0.02 0.02 0.02 0.02 0.02 0.0	12 79.85 1.39 0.18 7.95 0.14 2.20 0.04 0.8236 0.0641 0.8236 0.082 0.0920	13 80.57 1.41 9.43 0.16 7.25 0.13 2.19 0.8228 0.0641 0.0641 0.8228 0.0641 0.8228 0.0641 0.8228 0.06410000000000000000000000000000000000	14 81.21 1.42 8.79 0.15 6.63 0.15 0.04 0.8205 0.041 0.8205 0.041 0.8205 0.041 0.8205 0.041 0.82 0.041 0.82 0.02 0.02 0.032 0.032	15 81.81 1.43 8.19 0.14 6.09 0.11 2.10 0.04 0.8158 0.06405 0.82 0.057 0.33 0.000 12.42 0.33 0.000	16 82.40 1.44 7.60 0.13 5.61 0.00 1.99 0.03 0.8068 0.063 0.8068 0.063 0.04 0.84 0.94 0.34 0.00	17 83.04 1.45 6.96 0.12 5.19 0.09 1.77 0.03 0.7885 0.0637 0.79 0.885 0.0637 0.79 0.36 0.36 0.36 0.38	18 84.56 1.48 5.44 0.09 4.81 0.63 0.63 0.63 0.63 0.63 0.680 0.680 0.69 0.69 0.69 0.69 0.69 0.69 0.69 0.43 0.00 5.72 0.47	19 87.21 1.52 2.79 0.05 4.31 0.08 -1.51 -0.03 0.4754 0.0687 -0.05 0.48 0.48 0.48 0.75 -0.01 1.86 0.72 -0.01
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (ψ grados) (ψ radianes) ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (Φ grados) φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) Íngulo de incidencia de diseño (α grados) Coeficiente de líft C1 Coeficiente de drag Cd Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal C n Factor induccion axial (a) Factor induccion ángular (a') Factor induccion axial (a) _ 1 Factor induccion axial (a) _ 2.1 Factor induccion axial (a) _ 2.1 Factor induccion axial (a) Nuevo Factor induccion ángular (a') Nuevo Factor induccion ángular (a') Nuevo	1 38.38 0.67 51.62 0.90 41.85 0.73 9.77 0.17 1.2267 0.1147 0.89 0.89 0.89 0.89 0.89 0.89 0.37 4.46 0.13 0.22 0.37 4.46 0.37 0.37 0.37 0.37	2 51.58 0.90 38.42 0.67 33.42 0.58 5.00 0.09 1.0212 0.0735 0.68 0.85 0.05 0.21 1.0212 0.28 0.21 1.0212 0.25 0.28 0.21 0.25	3 63.84 1.11 26.16 0.46 27.07 0.47 0.02 0.5390 0.0666 0.18 0.53 1.00 0.34 0.09 6.95 0.33 0.34 0.09 13.31%	4 66.54 1.16 23.46 0.41 22.35 0.39 1.11 0.02 0.7318 0.035 0.70 1.00 0.36 0.08 5.77 0.35 0.35 0.35 0.36 1.34%	5 69.53 1.21 20.47 0.36 18.81 0.33 1.66 0.03 0.7791 0.0636 0.779 1.00 0.35 0.06 6.26 0.34 0.35 0.06 0.35	6 72.01 1.26 1.7.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7988 0.038 0.038 0.038 0.038 0.038 0.04 0.34 0.04 0.34 0.04 0.34 0.04	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.02 0.04 0.8097 0.639 0.639 0.639 0.639 0.639 0.639 0.639 0.639 0.639 0.639 0.634 0.033 0.034	8 75.62 1.32 1.32 1.32 0.25 0.21 0.21 0.04 0.8162 0.640 0.640 0.8162 0.640 0.33 0.02 7.93 0.32 0.33 0.22 0.33 0.22 0.33 0.22 0.33 0.22 0.33 0.22 0.33 0.22 0.33 0.22	9 76.96 1.34 13.04 0.23 10.89 0.19 2.15 0.04 0.8201 0.641 0.641 0.641 1.00 0.33 0.62 8.44 0.32 0.33 0.02 8.44	10 78.08 1.36 11.92 0.21 9.74 0.17 2.18 0.04 0.8224 0.041 0.8224 0.041 0.822 1.00 0.33 0.01 8.94 0.32 0.33 0.01 8.94	11 79.03 1.38 10.97 0.19 8.78 2.19 0.041 0.8235 0.0641 0.02 0.02 0.02 0.02 0.02 0.02 0.02 0.0	12 79.85 1.39 0.18 7.95 0.14 2.20 0.04 0.8236 0.0641 0.8236 0.0641 0.08 0.823 1.000 0.32 0.011 9.95 0.31 0.32 0.011	13 80.57 1.41 9.43 0.16 7.25 0.13 2.19 0.028 0.0041 0.0228 0.0041 0.0228 0.0041 0.0228 0.0041 0.0228 0.0041 0.0228 0.0210000000000	14 81.21 1.42 8.79 0.15 6.63 0.15 2.16 0.04 0.8205 0.0641 0.0641 0.0641 0.0641 0.0641 0.0641 0.02 0.02 0.02 0.01 11.30 0.32 0.32 0.32	15 81.81 1.43 8.19 0.14 6.09 0.11 2.10 0.04 0.8158 0.0640 0.8158 0.0640 0.82 0.033 0.000 12.42 0.33 0.000 12.42 0.33 0.000	16 82.40 1.44 7.60 0.13 5.61 0.00 1.99 0.03 0.8068 0.603 0.8068 0.603 0.8068 0.603 0.8068 0.8068 0.8068 0.806 0.83 0.94 0.34 0.34 0.00 0.34 0.00 0.34 0.00	17 83.04 1.45 6.96 0.12 5.19 0.09 1.77 0.03 0.7885 0.0637 0.7885 0.0637 0.785 0.036 0.79 0.36 0.36 0.38 0.38 0.38 0.38	18 84.56 1.48 5.44 0.09 4.81 0.63 0.63 0.63 0.63 0.63 0.63 0.63 0.68 0.68 0.68 0.68 0.68 0.68 0.68 0.68	19 87.21 1.52 2.79 0.05 4.31 0.08 -1.51 -0.03 0.4754 0.0687 -0.05 0.48 0.48 0.75 -0.01 1.86 0.72 -0.01 1.86 0.72 -0.01

Tabla 33. Cálculo 3 y 4 de los factores de inducción axial y tangencial.

Número de elementos de pala (de punta a raíz)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
ángulo respecto al eje de rotación (γ grados)	38.44	51.57	59.97	66.14	69.49	72.01	74.00	75.61	76.95	78.06	79.01	79.83	80.55	81.19	81.79	82.38	83.03	84.59	87.24
(y radianes)	0.67	0.90	1.05	1.15	1.21	1.26	1.29	1.32	1.34	1.36	1.38	1.39	1.41	1.42	1.43	1.44	1.45	1.48	1.52
ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados)	51.56	38.43	30.03	23.86	20.51	17.99	16.00	14.39	13.05	11.94	10.99	10.17	9.45	8.81	8.21	7.62	6.97	5.41	2.76
φ (radianes)	0.90	0.67	0.52	0.42	0.36	0.31	0.28	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12	0.09	0.05
ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados)	41.85	33.42	27.07	22.35	18.81	16.10	13.97	12.28	10.89	9.74	8.78	7.95	7.25	6.63	6.09	5.61	5.19	4.81	4.31
β (radianes)	0.73	0.58	0.47	0.39	0.33	0.28	0.24	0.21	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.08
ángulo de incidencia de diseño (α grados)	9.71	5.01	2.96	1.51	1.70	1.89	2.03	2.11	2.16	2.20	2.21	2.22	2.21	2.18	2.12	2.01	1.78	0.60	-1.55
ángulo de incidencia de diseño (α radianes)	0.17	0.09	0.05	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.01	-0.03
Coeficiente de lift CI	1.2251	1.0219	0.8828	0.7663	0.7826	0.7990	0.8098	0.8167	0.8210	0.8236	0.8250	0.8253	0.8245	0.8222	0.8174	0.8081	0.7893	0.6858	0.4716
Coeficiente de drag Cd	0.1140	0.0736	0.0656	0.0635	0.0636	0.0638	0.0639	0.0640	0.0641	0.0641	0.0642	0.0642	0.0642	0.0641	0.0640	0.0639	0.0637	0.0637	0.0688
Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct	0.89	0.58	0.38	0.25	0.21	0.19	0.16	0.14	0.12	0.11	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.00	-0.05
Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn	0.85	0.85	0.80	0.73	0.76	0.78	0.80	0.81	0.81	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.81	0.79	0.69	0.47
Factor de correccion por perdida en las puntas	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	0.98	0.97	0.94	0.89	0.82	0.48
Factor induccion axial (a)	0.22	0.28	0.38	0.36	0.35	0.34	0.34	0.33	0.33	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.33	0.33	0.36	0.44	0.75
Factor induccion ángular (a')	0.37	0.21	0.17	0.09	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01
Factor induccion axial (a)_1_1	-4.48	-1258.38	4.49	5.62	6.26	6.83	7.39	7.93	8.46	8.98	9.50	10.05	10.68	11.50	12.68	14.40	15.63	5.59	1.85
Factor induccion axial (a)_2_1	0.13	0.25	0.38	0.35	0.34	0.34	0.33	0.32	0.32	0.32	0.31	0.31	0.31	0.31	0.32	0.34	0.38	0.48	0.72
Factor induccion axial (a) Nuevo	0.22	0.28	0.38	0.36	0.35	0.34	0.34	0.33	0.33	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.33	0.33	0.36	0.48	0.72
Factor induccion ángular (a') Nuevo	0.37	0.21	0.17	0.09	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01
Error respecto al anterior a	0.07%	0.00%	11.27%	0.67%	0.02%	0.00%	0.00%	0.02%	0.04%	0.07%	0.10%	0.14%	0.16%	0.18%	0.18%	0.16%	0.10%	0.19%	0.13%
Error respecto al anterior a'	0.24%	0.09%	49.43%	6.26%	0.66%	0.03%	0.02%	0.11%	0.20%	0.30%	0.39%	0.48%	0.57%	0.65%	0.71%	0.73%	0.60%	61.91%	2.00%
Número de elementos de pala (de punta a raíz)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (y grados)	1 38.43	2 51.57	3 63.40	4 66.32	5 69.50	6 72.01	7 74.00	8 75.61	<mark>9</mark> 76.94	10 78.06	11 79.01	12 79.82	13 80.54	14 81.18	15 81.78	16 82.38	17 83.03	18 84.60	19 87.25
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (y grados) (y radianes)	1 38.43 0.67	2 51.57 0.90	3 63.40 1.11	4 66.32 1.16	5 69.50 1.21	6 72.01 1.26	7 74.00 1.29	8 75.61 1.32	9 76.94 1.34	10 78.06 1.36	11 79.01 1.38	12 79.82 1.39	13 80.54 1.41	14 81.18 1.42	15 81.78 1.43	16 82.38 1.44	17 83.03 1.45	18 84.60 1.48	19 87.25 1.52
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados)	1 38.43 0.67 51.57	2 51.57 0.90 38.43	3 63.40 1.11 26.60	4 66.32 1.16 23.68	5 69.50 1.21 20.50	6 72.01 1.26 17.99	7 74.00 1.29 16.00	8 75.61 1.32 14.39	9 76.94 1.34 13.06	10 78.06 1.36 11.94	11 79.01 1.38 10.99	12 79.82 1.39 10.18	13 80.54 1.41 9.46	14 81.18 1.42 8.82	15 81.78 1.43 8.22	16 82.38 1.44 7.62	17 83.03 1.45 6.97	18 84.60 1.48 5.40	19 87.25 1.52 2.75
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes)	1 38.43 0.67 51.57 0.90	2 51.57 0.90 38.43 0.67	3 63.40 1.11 26.60 0.46	4 66.32 1.16 23.68 0.41	5 69.50 1.21 20.50 0.36	6 72.01 1.26 17.99 0.31	74.00 1.29 16.00 0.28	8 75.61 1.32 14.39 0.25	9 76.94 1.34 13.06 0.23	10 78.06 1.36 11.94 0.21	11 79.01 1.38 10.99 0.19	12 79.82 1.39 10.18 0.18	13 80.54 1.41 9.46 0.17	14 81.18 1.42 8.82 0.15	15 81.78 1.43 8.22 0.14	16 82.38 1.44 7.62 0.13	17 83.03 1.45 6.97 0.12	18 84.60 1.48 5.40 0.09	19 87.25 1.52 2.75 0.05
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados)	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42	3 63.40 1.11 26.60 0.46 27.07	4 66.32 1.16 23.68 0.41 22.35	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10	7 74.00 1.29 16.00 0.28 13.97	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89	10 78.06 1.36 11.94 0.21 9.74	11 79.01 1.38 10.99 0.19 8.78	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09	16 82.38 1.44 7.62 0.13 5.61	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes)	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58	3 63.40 1.11 26.60 0.46 27.07 0.47	4 66.32 1.16 23.68 0.41 22.35 0.39	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19	10 78.06 1.36 11.94 0.21 9.74 0.17	11 79.01 1.38 10.99 0.19 8.78 0.15	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95 0.14	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11	16 82.38 1.44 7.62 0.13 5.61 0.10	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (y grados) (y radianes) ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados)	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01	3 63.40 1.11 26.60 0.46 27.07 0.47 -0.47	4 66.32 1.16 23.68 0.41 22.35 0.39 1.32	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89	7 74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17	10 78.06 1.36 11.94 0.21 9.74 0.17 2.20	11 79.01 1.38 10.99 0.19 8.78 0.15 2.22	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95 0.14 2.22	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.21	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13	16 82.38 1.44 7.62 0.13 5.61 0.10 2.01	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56
Número de elementos de pala (de punta a raíz) árgulo respecto al eje de rotación (y grados) (y radianes) ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados)	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09	3 63.40 1.11 26.60 0.46 27.07 0.47 -0.47 -0.01	4 66.32 1.16 23.68 0.41 22.35 0.39 1.32 0.02	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 2.11	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04	10 78.06 1.36 11.94 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04	11 79.01 1.38 10.99 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95 0.14 2.22 0.04	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.21 0.04	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04	16 82.38 1.44 7.62 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59 0.01	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03
Número de elementos de pala (de punta a raíz) árgulo respecto al eje de rotación (y grados) (γ radianes) ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α radianes) Coeficiente de lift C1	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17 1.2254	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0216	3 63.40 1.11 26.60 0.46 27.07 0.47 -0.47 -0.01 0.5834	4 66.32 1.16 23.68 0.41 22.35 0.39 1.32 0.02 0.7506	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7819	6 72.01 1.26 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990	7 74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212	10 78.06 1.36 11.94 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04 0.8239	11 79.01 1.38 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8254	12 79.82 1.39 10.18 7.95 0.14 2.22 0.04 0.8258	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.21 0.04 0.8250	14 81.18 1.42 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8228	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8180	16 82.38 1.44 7.62 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8086	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7896	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59 0.01 0.6850	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4707
Número de elementos de pala (de punta a raíz) árgulo respecto al eje de rotación (y grados) (γ radianes) ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α radianes) Coeficiente de lift C1 Coeficiente de drag Cd	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17 1.2254 0.1141	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.68 5.01 0.09 1.0216 0.0736	3 63.40 1.11 26.60 0.46 27.07 0.47 -0.47 -0.47 0.5834 0.0655	4 66.32 1.16 23.68 0.41 22.35 0.39 1.32 0.7506 0.0635	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7819 0.0636	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990 0.0638	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098 0.0639	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640	9 76.94 1.34 1.306 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641	10 78.06 1.36 11.94 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04 0.8239 0.0641	11 79.01 1.38 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8254 0.0642	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95 0.14 2.22 0.04 0.8258 0.0642	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.21 0.04 0.8250 0.0642	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8228 0.0641	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.14 2.13 0.04 0.8180 0.0641	16 82.38 1.44 7.62 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8086 0.0639	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7896 0.0637	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.69 0.01 0.6850 0.0637	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4707 0.0688
Número de elementos de pala (de punta a raíz) árgulo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) coeficiente de lift C1 Coeficiente de drag Cd Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial C1	1 38.43 	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0216 0.0736 0.58	3 63.40 1.11 26.60 0.46 27.07 0.47 -0.47 -0.01 0.5834 0.0655 0.20	4 66.32 1.16 23.68 0.41 22.35 0.39 1.32 0.02 0.7506 0.0635 0.24	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7819 0.0636 0.21	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990 0.0638 0.19	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098 0.0639 0.16	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640 0.14	9 76.94 1.34 1.306 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12	10 78.06 1.36 11.94 9.74 0.21 2.20 0.04 0.8239 0.0641 0.11	11 79.01 1.38 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8254 0.0642 0.0642 0.09	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95 0.14 2.22 0.04 0.8258 0.0642 0.08	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.21 0.04 0.8250 0.0642 0.07	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8228 0.0641 0.06	15 81.78 1.43 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8180 0.0641 0.05	16 82.38 1.44 7.62 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8086 0.0639 0.04	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7896 0.0637 0.03	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59 0.01 0.6850 0.6850 0.0637 0.00	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 0.03 0.4707 0.0688 -0.05
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (γ grados) (radianes) ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α radianes) Coeficiente de lift C1 Coeficiente de drag Cd Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 9.72 0.73 9.72 0.17 1.2254 0.1141 0.89 0.85	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.88 5.01 0.09 1.0216 0.0736 0.58 0.88	3 63.40 1.11 26.60 0.46 27.07 0.47 -0.47 -0.01 0.5834 0.0655 0.20 0.55	4 66.32 1.16 23.68 0.41 22.35 0.39 1.32 0.02 0.7506 0.0635 0.24 0.71	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7819 0.0636 0.21 0.75	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990 0.0638 0.19 0.78	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098 0.0639 0.16 0.80	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640 0.14 0.81	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12 0.81	10 78.06 1.36 0.21 9.74 0.77 2.20 0.04 0.8239 0.0641 0.11 0.82	11 79.01 1.38 10.99 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8254 0.0642 0.09 0.82	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95 0.14 2.22 0.04 0.8258 0.0642 0.08 0.82	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.21 0.04 0.8250 0.0642 0.07 0.82	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8228 0.0641 0.06 0.82	15 81.78 1.43 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8180 0.0641 0.05 0.82	16 82.38 1.44 7.62 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8066 0.0639 0.04 0.81	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7896 0.0637 0.03 0.79	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59 0.01 0.6850 0.0637 0.00 0.69	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4707 0.0688 -0.05 -0.05 -0.47
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (γ grados) (r radianes) ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (Φ grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) coeficiente de lift C1 Coeficiente de drag Cd Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor de correccion por perdida en las puntas	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17 1.2254 0.1141 0.89 0.85 0.85 1.00	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0216 0.0736 0.58 0.88 0.85 1.00	3 63.40 1.11 26.60 0.46 27.07 0.47 -0.47 -0.01 0.5834 0.0655 0.20 0.55 1.00	4 66.32 1.16 23.68 0.41 22.35 0.39 1.32 0.02 0.7506 0.0635 0.24 0.71 1.00	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7819 0.0636 0.21 0.75 1.00	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990 0.0638 0.19 0.78 1.00	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098 0.0639 0.16 0.80 1.00	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640 0.144 0.81 1.00	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12 0.81 1.00	10 78.06 1.36 1.36 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04 0.8239 0.0641 0.11 0.82 1.00	11 79.01 1.38 10.99 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8254 0.0642 0.09 0.82 1.00	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95 0.14 2.22 0.04 0.8258 0.0642 0.08 0.82 1.00	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.21 0.04 0.8250 0.0642 0.0642 0.07 0.82 0.099	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8228 0.0641 0.06 0.82 0.98	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8180 0.0641 0.065 0.82 0.97	16 82.38 1.44 7.62 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8086 0.0639 0.04 0.81 0.94	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7896 0.0637 0.03 0.79 0.03	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.68 0.59 0.01 0.6850 0.0637 0.00 0.68 0.68	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4707 0.0688 -0.05 0.477 0.48
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) coeficiente de lift C1 Coeficiente de drag Cd Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor de correccion por perdida en las puntas Factor induccion axial (a)	1 38,43 0,67 51,57 0,90 41,85 0,73 9,72 0,17 1,2254 0,1141 0,89 0,85 0,85 1,00 0,22	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.68 5.01 0.09 1.0216 0.0736 0.58 0.85 0.85 1.00 0.28	3 63.40 1.11 26.60 0.46 27.07 0.47 -0.47 -0.01 0.5834 0.0655 0.20 0.55 1.00 0.35	4 66.32 1.16 23.68 0.41 22.35 0.39 1.32 0.02 0.7506 0.0635 0.24 0.71 1.00 0.36	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7819 0.0636 0.21 0.75 1.00 0.35	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990 0.0638 0.19 0.78 1.00 0.78	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098 0.0639 0.16 0.80 1.00 0.34	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.81 0.0640 0.14 0.81 1.00 1.00	9 76.94 1.34 13.06 0.23 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12 0.81 1.00 0.33	10 78.06 1.36 1.36 1.97 0.21 9.74 0.21 9.74 0.21 0.04 0.8239 0.0641 0.8239 0.0641 0.11 0.82 1.000 0.32	11 79,01 1.38 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8254 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642	12 79,82 1.39 10,18 0,18 7,95 0,14 2,22 0,04 0,8258 0,0642 0,08 0,82 1,00 0,32	13 80,54 1,41 9,46 0,17 7,25 0,13 2,21 0,04 0,8250 0,0642 0,007 0,82 0,0642 0,007	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8228 0.064 0.82 0.064 0.82 0.065	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8180 0.0641 0.065 0.82 0.97 0.33	16. 82.38 1.44, 7.62 0.13 5.61 0.00 2.01 0.04 0.8086 0.0639 0.04 0.88 0.04 0.81 0.94	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7896 0.0637 0.03 0.79 0.03 0.79 0.89 0.36	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.68 0.59 0.01 0.6850 0.0637 0.00 0.68 0.68 0.68 0.82 0.44	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4707 0.0688 -0.05 0.47 0.48 0.75
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) Coeficiente de lift C1 Coeficiente de drag Cd Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor de correccion por perdida en las puntas Factor induccion axial (a) Factor induccion ángular (a')	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17 1.2254 0.1141 0.89 0.85 0.85 0.85 0.22 0.37	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.68 5.01 0.09 1.0216 0.0736 0.68 0.85 0.85 1.00 0.28 0.21	3 63.40 1.11 26.60 0.46 27.07 0.47 -0.01 0.5834 0.0655 0.20 0.55 1.00 0.35 0.35 0.10	4 66.32 1.16 23.68 0.41 22.35 0.39 1.32 0.02 0.7506 0.0635 0.24 0.71 1.00 0.36 0.08	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7819 0.0636 0.21 0.75 1.00 0.35 0.06	6 72.01 1.26 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990 0.0638 0.7990 0.0638 0.19 0.78 1.00 0.78	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098 0.0639 0.16 0.80 1.00 0.34 0.03	8 75.61 1.32 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.81 0.640 0.14 0.81 1.00 0.33 0.02	9 76.94 1.34 13.06 0.23 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12 0.81 1.00 0.33 0.02	10 78.06 1.36 1.97 0.21 9.74 0.21 9.74 0.21 9.74 0.21 0.04 0.8239 0.0641 0.8239 0.0641 0.11 0.82 1.000 0.32 0.01	11 79,01 1.38 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8254 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642	12 79,82 1.39 10,18 0.18 7.95 0.14 2.22 0.04 0.8258 0.0642 0.08 0.82 0.0642 0.08 0.82 0.0642 0.08 0.82	13 80,54 1,41 9,46 0,17 7,25 0,13 2,21 0,04 0,8250 0,0642 0,0642 0,07 0,82 0,0642 0,07 0,82 0,07	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8228 0.064 0.8228 0.064 0.82 0.064 0.82 0.065 0.82 0.98 0.32 0.01	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8180 0.064 0.064 0.064 0.065 0.62 0.97 0.33 0.00	16. 82.38 1.44, 7.62 0.13 5.61 0.00 2.01 0.04 0.8086 0.0639 0.04 0.881 0.0639 0.04 0.881 0.0639	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7896 0.0637 0.03 0.79 0.89 0.36 0.03	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59 0.01 0.6850 0.0037 0.00 0.669 0.69 0.68 0.69 0.682	19 87.25 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4707 0.0688 -0.05 0.47 0.48 -0.05 0.47
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) (angulo de incidencia de diseño (α grados) Coeficiente de lift C1 Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial C1 Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor de correccion por perdida en las puntas Factor induccion axial (a) Factor induccion ángular (a')	1 38 43 0.67 51.57 0.90 41 85 0.73 9.72 0.171 1.2254 0.171 1.2254 0.141 0.88 0.85 0.85 0.85 0.85 0.22	2 51.57 0.99 38.43 0.67 33.42 0.68 5.01 0.09 1.0216 0.0736 0.88 0.85 0.85 0.85 0.85 0.21 -1242.10	3 63.40 1.11 26.60 0.46 27.07 0.47 0.47 0.47 0.655 0.20 0.55 1.00 0.35 0.35 0.10 6.18	4 66.32 1.16 23.68 0.41 22.35 0.39 1.32 0.02 0.7506 0.02 0.7506 0.24 0.71 1.00 0.36 0.36 0.08 5.68	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7819 0.033 0.7819 0.033 0.7819 0.033 0.7819 0.033 0.75 1.00 0.35 0.06 6.26	6 72.01 1.26 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990 0.0638 0.19 0.78 1.00 0.78 1.00 0.34 0.04 6.83	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.099 0.0639 0.0639 0.0639 0.0639 0.0639 0.0639 0.0639 0.034 0.034	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.818 0.064 0.14 0.81 1.00 0.33 0.062 7.94	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12 0.0641 0.12 0.81 1.00 0.33 0.02 8.47	10. 78.06 1.36 1.36 0.21 9.74 0.21 9.74 0.04 0.8239 0.0641 0.8239 0.0641 0.8239 0.0641 0.82 0.0641 0.82 0.064 0.82 0.001 8.899	11 79.01 1.38 0.09 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8254 0.642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.02 0.02 0.02	12 79.82 1.39 0.18 7.95 0.14 2.22 0.04 0.8258 0.06420000000000000000000000000000000000	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.21 0.04 0.8250 0.0642 0.07 0.82 0.0642 0.07 0.82 0.0642 0.07 0.82 0.02 0.02 0.01 10.73	14 81.18 1.42 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.228 0.041 0.064 0.02 0.064 0.02 0.064 0.02 0.064 0.02 0.064 0.02 0.02 0.02	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8180 0.064 0.8180 0.064 0.065 0.82 0.97 0.33 0.00 12.77	16. 82.38 1.44 7.62 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04 0.088 0.063 0.04 0.081 0.04 0.81 0.04 0.81 0.04 0.33 0.00 14.52	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.78 0.03 0.79 0.03 0.79 0.89 0.36 0.00 15.74	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.68 0.59 0.68 0.685 0.00 0.685 0.00 0.69 0.69 0.69 0.69 0.69 0.69	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.477 0.048 -0.05 0.477 0.448 0.75 0.75 0.75
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (ψ grados) (γ radianes) ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) coeficiente de lift C1 Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial C1 Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor de correccion por perdida en las puntas Factor induccion axial (a) Factor induccion axial (a) Factor induccion axial (a)	1 38 43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17 1.2254 0.1141 0.85 1.00 0.85 1.00 0.22 0.37 4.48 0.37	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0216 0.058 0.68 0.68 0.85 0.85 0.85 0.85 0.85 0.21 -1242.10 0.25	3 63.40 1.11 26.60 0.46 27.07 0.47 0.047 0.05 0.055 1.00 0.35 0.10 6.18 0.34	4 66.32 1.16 23.68 0.41 22.35 0.39 1.32 0.7506 0.0635 0.24 0.711 1.00 0.36 0.36 0.36 0.35	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7819 0.03 0.7819 0.021 0.75 1.00 0.75 1.00 0.35 0.35	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990 0.03 0.7990 0.78 0.790 0.78 0.78 0.78 0.78 0.78 0.04 0.34 0.04 0.34	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.0639 0.0639 0.0639 0.0639 0.0639 0.0639 0.0639 0.0639 0.0639 0.034 0.034 0.034 0.034 0.034	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.81 0.04 0.81 0.04 0.81 0.04 0.81 0.04 0.81 0.04 0.81 0.04 0.33 0.02 7.94 0.32	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0612 0.811 1.00 0.33 0.02 8.47 0.32	10. 78.06 1.36 1.36 0.21 9.74 0.77 2.20 0.04 0.8239 0.0641 0.8239 0.0641 0.8239 0.0641 0.82 0.0641 0.82 0.064 0.82 0.001 8.899 0.32	11 79.01 1.38 0.09 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8254 0.64200000000000000000000000000000000000	12 79.82 1.39 10.18 7.95 0.14 2.22 0.04 0.8258 0.0642 0.0642 0.082 0.082 1.00 0.82 1.00 0.32 0.01 10.08	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.21 0.04 0.8250 0.0642 0.0642 0.0642 0.062 0.07 0.82 0.032 0.011 10.73 0.31	14 81.18 1.42 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.828 0.041 0.064 0.064 0.064 0.064 0.064 0.064 0.062 0.064 0.032 0.001 11.56 0.31	15. 81.78. 1.43. 8.22. 0.14. 6.09. 0.11. 2.13. 0.04. 0.8180. 0.641. 0.641. 0.651. 0.62. 0.62. 0.67. 0.33. 0.00. 12.77. 0.33.	16. 82.38 1.44 7.62 0.13 5.61 0.04 0.04 0.0886 0.063 0.04 0.881 0.03 0.04 0.81 0.03 0.04 0.33 0.00 14.52 0.34	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7896 0.037 0.7896 0.037 0.79 0.89 0.36 0.000 15.74 0.38	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.68 0.59 0.68 0.063 0.063 0.063 0.069 0.69 0.69 0.69 0.69 0.69 0.69 0.6	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4707 0.0685 0.477 0.0685 0.477 0.0685 0.477 0.48 0.75 -0.01 1.84 0.72
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) (angulo de incidencia de diseño (α grados) Coeficiente de lift Cl Coeficiente de trog Cd Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor de correccion por perdida en las puntas Factor induccion axial (a)	1 38 43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17 1.2254 0.114 0.17 1.2254 0.1141 0.85 1.00 0.85 1.00 0.22 0.37 4.48	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0216 0.0736 0.85 0.85 0.85 0.21 -1242.10 0.25 0.25	3 63.40 1.11 26.60 0.46 27.07 0.47 -0.47 -0.47 0.5834 0.055 0.055 1.00 0.55 1.00 0.35 0.10 6.18 0.34 0.35	4 66.32 1.16 23.68 0.41 22.35 0.39 1.32 0.02 0.7506 0.033 0.7506 0.033 0.7506 0.035 0.36 0.36 0.35 0.35 0.36	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7819 0.03 0.75 1.00 0.35 0.06 6.26 0.34 0.35	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.790 0.638 0.790 0.78 1.00 0.78 1.00 0.78 1.00 0.78 0.03 0.78 0.03 0.78 0.03 0.03 0.03 0.03 0.03 0.03 0.03 0.0	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.039 0.06 0.06 0.06 0.06 0.06 0.03 7.39 0.34 0.03 7.39	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.640 0.8168 0.640 0.81 0.81 0.81 0.81 0.81 0.81 0.81 0.8	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.641 0.641 0.8212 0.811 0.041 0.33 0.02 8.47 0.33	10, 78,66 1,36 1,36 0,21 9,74 0,17 2,20 0,04 0,8239 0,0641 0,8239 0,0641 0,8239 0,0641 0,8239 0,0641 0,8239 0,0641 0,8239 0,064 0,066 0,00	11 79.01 1.38 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8254 0.6420 0.64200000000000000000000000000000000000	12 79.82 1.39 10.18 7.95 0.14 2.22 0.04 0.8258 0.0642 0.8258 0.0642 0.8258 0.0642 0.8258 0.0642 0.8258 0.0642 0.8258 0.0642 0.8258 0.064 0.064 0.8258 0.064 0.08258 0.064 0.08258 0.064 0.08258 0.064 0.08258 0.064 0.08258 0.064 0.064 0.0658 0.064 0.0658 0.064 0.0658 0.064 0.0658 0.0648 0.0658 0.0648 0.0658 0.0648 0.0658 0.0648 0.0658 0.06480000000000000000000000000000000000	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.21 0.04 0.8250 0.642 0.0642 0.0642 0.8250 0.682 0.999 0.32 0.011 10.73 0.31 0.32	14 81.18 1.42 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8228 0.0641 0.8228 0.0641 0.8228 0.0641 0.822 0.0641 0.82 0.0641 0.82 0.0641 0.82 0.0641 0.82 0.0641 0.82 0.0641 0.82 0.0641 0.82 0.0641 0.82 0.0641 0.82 0.0641 0.82 0.0641 0.82 0.0641 0.82 0.0641 0.82 0.0641 0.82 0.0641 0.0641 0.062 0.0641 0.062 0.0641 0.062 0.0641 0.062 0.0641 0.062 0.0641 0.0641 0.062 0.0641 0.062 0.0641 0.062 0.0641 0.062 0.0641 0.062 0.0641 0.062 0.0641 0.062 0.0641 0.062 0.0641 0.062 0.0641 0.062 0.0641 0.062 0.0641 0.062 0.0641 0.062 0.0641 0.0641 0.062 0.062 0.0641 0.0620000000000	15. 81.78. 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8180 0.641 0.0642 0.0641 0.0641 0.0641 0.0642 0.0641 0.0641 0.0641 0.0642 0.06410000000000000000000000000000000000	16. 82.38 1.44 7.62 0.13 5.61 0.00 2.01 0.04 0.8086 0.0639 0.04 0.8086 0.0639 0.04 0.8086 0.033 0.00 14.52 0.33	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7896 0.037 0.7896 0.037 0.7896 0.037 0.7896 0.037 0.789 0.036 0.03 0.789 0.36 0.000	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.68 0.68 0.68 0.680 0.680 0.680 0.680 0.680 0.680 0.680 0.680 0.681 0.682 0.44 0.00 5.55 0.44	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4707 0.0688 -0.03 0.4707 0.0688 -0.047 0.448 0.75 -0.01 1.84 0.72 -0.72
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) Angulo de incidencia de diseño (α grados) Coeficiente de lift Cl Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor de correccion por perdida en las puntas Factor induccion axial (a)	1 38 43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17 1.2254 0.1141 0.89 0.85 1.00 0.22 0.37 4.48 0.13 0.22 0.37	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0216 0.0736 0.88 0.0736 0.88 0.0736 0.88 0.0736 0.88 0.021 -1242.10 0.28 0.22	3 63.40 1.11 26.60 0.46 27.07 0.47 -0.47 -0.47 0.5834 0.0655 0.20 0.555 1.00 0.355 0.10 6.18 0.34 0.35 0.10	4 66.32 1.16 23.68 0.41 22.35 0.39 1.32 0.02 0.7506 0.035 0.7506 0.035 0.7506 0.035 0.7506 0.035 0.7506 0.035 0.7506 0.035 0.7506 0.035 0.7506 0.035 0.7506 0.035 0.7506 0.036 0	5 69.50, 1.21, 20.50, 0.36, 18.81, 0.33, 1.69, 0.03, 0.7819, 0.03, 0.7819, 0.03, 0.75, 1.00, 0.35, 0.06, 6.26, 0.34, 0.35, 0.06, 0.34, 0.35, 0.06,	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990 0.780 0.7990 0.780 0.038 0.038 0.038 0.7990 0.780 0.790 0.780 0.034 0.04 0.04 0.04	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098 0.639 0.639 0.16 0.809 0.639 0.03 1.00 0.34 0.03 7.39 0.33 0.34 0.03	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640 0.8168 0.0640 0.8168 0.8168 0.0640 0.33 0.02 7.94 0.33 0.02 7.94 0.33 0.02	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12 0.811 0.12 0.811 0.33 0.02 8.47 0.32 0.33 0.02	10, 78,66 1,36 1,36 0,21 9,74 0,21 0,21 0,21 0,21 0,21 0,21 0,21 0,21	11 79.01 1.38 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8254 0.64200000000000000000000000000000000000	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95 0.14 2.22 0.04 0.8258 0.0642 0.8258 0.0642 0.08 0.8258 0.0642 0.08 0.8258 0.0642 0.02 0.02 0.01 10.08 0.32 0.01	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.21 0.04 0.8250 0.0642 0.07 0.8250 0.0642 0.07 0.825 0.0642 0.07 0.825 0.0642 0.07 0.825 0.032 0.011 10.73 0.31 0.32 0.01	14 81.18 1.42 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8228 0.0641 0.8228 0.0641 0.822 0.0611 0.32 0.0611 0.32 0.0611	15. 81.78. 1.43. 8.22. 0.14. 6.09. 0.11. 2.13. 0.04. 0.8180. 0.641. 0.65. 0.65. 0.65. 0.65. 0.97. 0.33. 0.00. 12.77. 0.32. 0.33. 0.00.	16. 82.38 1.44 7.62 0.13 5.61 0.01 2.01 0.04 0.8086 0.0639 0.04 0.8086 0.0639 0.04 0.8086 0.0639 0.04 0.83 0.04 0.33 0.00 14.52 0.34 0.33 0.00	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7896 0.0637 0.7896 0.037 0.7896 0.037 0.7896 0.036 0.036 0.036 0.036 0.000	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.59 0.01 0.685 0.685 0.685 0.685 0.682 0.682 0.682 0.682 0.682 0.682 0.44 0.00 5.55 0.48 0.48	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4707 0.0688 -0.05 -0.05 0.47 0.47 0.47 0.48 0.47 0.48 0.47 0.48 0.75 -0.01
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (ψ grados) (γ radianes) ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) coeficiente de lift Cl Coeficiente de drag Cd Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal C n Factor induccion axial (a) Fa	1 38 43 0.67 51.57 0.90 41.86 0.73 9.72 0.17 1.2254 0.1141 0.89 0.89 0.89 0.037 4.48 0.37 0.22 0.37 0.22 0.37 0.22	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0216 0.0736 0.85 0.0736 0.85 0.0736 0.85 0.0736 0.21 -1242.10 0.25 0.22 -1242.10 0.25 0.22	3 63.40, 1.11 26.60, 0.46 27.07 0.47 -0.47 -0.47 0.055 0.20 0.5834 0.0655 1.000 0.35 0.10, 0.35 0.10, 6.18 0.34 0.35 0.10 9.77%	4 66.32 1.16 23.68 0.41 22.35 0.39 1.32 0.02 0.7506 0.0635 0.24 0.7506 0.0635 0.24 0.71 1.00 0.36 0.08 5.68 0.35 0.36 0.36 0.36 0.08 5.68 0.35 0.36	5 69.50, 1.21, 20.50, 0.36, 18.81, 0.33, 1.69, 0.03, 0.7819, 0.036, 0.21, 0.7819, 0.035, 0.06, 6.26, 0.34, 0.35, 0.06, 6.26, 0.34, 0.35, 0.06, 6.26, 0.34, 0.35, 0.06, 6.26, 0.34, 0.35, 0.06, 6.26, 0.34, 0.35, 0.06, 0.35, 0.06, 0.35, 0.06, 0.35, 0.06, 0.35, 0.06, 0.35, 0.06, 0.35, 0.06, 0.35, 0.06, 0.35, 0.06, 0.35, 0.06, 0.35, 0.06, 0.35, 0.06, 0.35, 0.06, 0.05,00,00,00,00,00,00,00,00,00,00,00,00,0	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990 0.0638 0.19 0.790 0.790 0.0638 0.19 0.78 1.00 0.34 0.04 6.83 0.34 0.04 0.34 0.04 0.34	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098 0.0639 0.16 0.809 0.0639 0.16 0.809 0.039 0.34 0.03 0.34 0.03 0.33 0.34 0.03 0.34	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640 0.14 0.81 1.00 0.33 0.02 7.94 0.33 0.02 7.94 0.33 0.02 0.33 0.02	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12 0.811 0.12 0.81 1.00 0.33 0.02 8.47 0.32 0.33 0.02 8.47	10, 78,66, 1,36, 1,36, 0,21, 9,74, 0,21, 0,22, 0,21, 0,22,0,22,	11 79.01 1.38 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8254 0.06420 0.0642000000000000	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95 0.14 2.22 0.04 0.8258 0.0642 0.0642 0.08 0.82 1.00 0.32 0.01 10.08 0.32 0.01 10.08	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.21 0.04 0.8250 0.0642 0.077 0.82 0.0642 0.032 0.032 0.011 10.73 0.32 0.01 0.32 0.01 0.32 0.01 0.32 0.01	14 81.18 1.42 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8228 0.0641 0.8228 0.0641 0.066 0.82 0.0641 0.066 0.32 0.0641 0.066 0.32 0.011 11.56 0.32 0.011	15. 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8180 0.0641 0.0641 0.05 0.82 0.05	16. 82.38 1.44 7.62 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8066 0.0633 0.04 0.8066 0.0633 0.04 0.806 0.806 0.0633 0.04 0.81 0.91 0.33 0.00 14.52 0.33 0.00 14.52	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7896 0.0637 0.03 0.7896 0.0637 0.03 0.7896 0.03 0.789 0.36 0.00 15.74 0.38 0.00 0.36 0.00 0.00 0.36 0.00 0.00 0.00 0.36 0.00 0.00 0.00 0.36 0.00 0	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.59 0.01 0.6850 0.0637 0.6850 0.6950 0.6850 0.6850 0.6850 0.69500 0.69500 0.69500 0.69500000000000000000000000000000000000	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4707 0.0688 -0.05 0.4707 0.0688 -0.05 0.4707 0.48 0.48 0.48 0.48 0.72 0.72 0.72 0.72 0.72 0.72

Tabla 34. Cálculo 5 y 6 factores de inducción axial y tangencial

Número de elementos de pala (de punta a raíz)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
ángulo respecto al eje de rotación (γ grados)	38.43	51.57	60.57	66.24	69.50	72.01	74.00	75.61	76.94	78.06	79.00	79.82	80.54	81.18	81.78	82.37	83.03	84.60	87.25
(y radianes)	0.67	0.90	1.06	1.16	1.21	1.26	1.29	1.32	1.34	1.36	1.38	1.39	1.41	1.42	1.43	1.44	1.45	1.48	1.52
ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados)	51.57	38.43	29.43	23.76	20.50	17.99	16.00	14.39	13.06	11.94	11.00	10.18	9.46	8.82	8.22	7.63	6.97	5.40	2.75
φ (radianes)	0.90	0.67	0.51	0.41	0.36	0.31	0.28	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.09	0.05
ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados)	41.85	33.42	27.07	22.35	18.81	16.10	13.97	12.28	10.89	9.74	8.78	7.95	7.25	6.63	6.09	5.61	5.19	4.81	4.31
β (radianes)	0.73	0.58	0.47	0.39	0.33	0.28	0.24	0.21	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.08
ángulo de incidencia de diseño (α grados)	9.72	5.01	2.37	1.40	1.69	1.89	2.03	2.11	2.17	2.20	2.22	2.22	2.22	2.19	2.13	2.01	1.78	0.59	-1.56
ángulo de incidencia de diseño (α radianes)	0.17	0.09	0.04	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.01	-0.03
Coeficiente de lift CI	1.2254	1.0217	0.8372	0.7576	0.7821	0.7990	0.8098	0.8168	0.8212	0.8240	0.8255	0.8259	0.8252	0.8229	0.8182	0.8087	0.7897	0.6848	0.4705
Coeficiente de drag Cd	0.1141	0.0736	0.0644	0.0635	0.0636	0.0638	0.0639	0.0640	0.0641	0.0641	0.0642	0.0642	0.0642	0.0641	0.0641	0.0639	0.0637	0.0637	0.0689
Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct	0.89	0.58	0.36	0.25	0.21	0.19	0.16	0.14	0.12	0.11	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.00	-0.05
Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn	0.85	0.85	0.76	0.72	0.75	0.78	0.80	0.81	0.81	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.81	0.79	0.69	0.47
Factor de correccion por perdida en las puntas	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	0.98	0.97	0.94	0.89	0.82	0.48
Factor induccion axial (a)	0.22	0.28	0.38	0.36	0.35	0.34	0.34	0.33	0.33	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.33	0.33	0.36	0.44	0.75
Factor induccion ángular (a')	0.37	0.21	0.16	0.08	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01
Factor induccion axial (a)_1_1	-4.48	-1248.47	4.57	5.65	6.26	6.83	7.39	7.94	8.47	8.99	9.53	10.09	10.74	11.58	12.80	14.56	15.77	5.54	1.84
Factor induccion axial (a)_2_1	0.13	0.25	0.38	0.35	0.34	0.34	0.33	0.32	0.32	0.32	0.31	0.31	0.31	0.31	0.32	0.34	0.38	0.48	0.72
Factor induccion axial (a) Nuevo	0.22	0.28	0.38	0.36	0.35	0.34	0.34	0.33	0.33	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.33	0.33	0.36	0.48	0.72
Factor induccion ángular (a') Nuevo	0.37	0.21	0.16	0.08	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01
Error respecto al anterior a	0.00%	0.00%	8.30%	0.13%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.01%	0.02%	0.02%	0.02%	0.02%	0.01%	0.01%	0.01%
Error respecto al anterior a'	0.01%	0.01%	39.02%	1.29%	0.03%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.02%	0.03%	0.04%	0.06%	0.07%	0.08%	0.09%	0.08%	5.25%	0.12%
Número de elementos de pala (de punta a raíz)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (y grados)	1 38.43	<mark>2</mark> 51.57	3 63.08	4 66.28	5 69.50	6 72.01	7 74.00	8 75.61	<mark>9</mark> 76.94	10 78.06	11 79.00	12 79.82	13 80.54	14 81.18	15 81.78	16 82.37	17 83.03	18 84.60	19 87.25
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (y grados) (y radianes)	1 38.43 0.67	2 51.57 0.90	3 63.08 1.10	4 66.28 1.16	5 69.50 1.21	6 72.01 1.26	7 74.00 1.29	8 75.61 1.32	9 76.94 1.34	10 78.06 1.36	11 79.00 1.38	12 79.82 1.39	13 80.54 1.41	14 81.18 1.42	15 81.78 1.43	16 82.37 1.44	17 83.03 1.45	18 84.60 1.48	<mark>19</mark> 87.25 1.52
Número de elementos de pala (de punta a raíz) árgulo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) árgulo respecto al plano de rotación (Φ grados)	1 38.43 0.67 51.57	2 51.57 0.90 38.43	3 63.08 1.10 26.92	4 66.28 1.16 23.72	5 69.50 1.21 20.50	6 72.01 1.26 17.99	74.00 1.29 16.00	8 75.61 1.32 14.39	9 76.94 1.34 13.06	10 78.06 1.36 11.94	11 79.00 1.38 11.00	12 79.82 1.39 10.18	13 80.54 1.41 9.46	14 81.18 1.42 8.82	15 81.78 1.43 8.22	16 82.37 1.44 7.63	17 83.03 1.45 6.97	18 84.60 1.48 5.40	19 87.25 1.52 2.75
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes)	1 38.43 0.67 51.57 0.90	2 51.57 0.90 38.43 0.67	3 63.08 1.10 26.92 0.47	4 66.28 1.16 23.72 0.41	5 69.50 1.21 20.50 0.36	6 72.01 1.26 17.99 0.31	74.00 1.29 16.00 0.28	8 75.61 1.32 14.39 0.25	9 76.94 1.34 13.06 0.23	10 78.06 1.36 11.94 0.21	11 79.00 1.38 11.00 0.19	12 79.82 1.39 10.18 0.18	13 80.54 1.41 9.46 0.17	14 81.18 1.42 8.82 0.15	15 81.78 1.43 8.22 0.14	16 82.37 1.44 7.63 0.13	17 83.03 1.45 6.97 0.12	18 84.60 1.48 5.40 0.09	19 87.25 1.52 2.75 0.05
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados)	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42	3 63.08 1.10 26.92 0.47 27.07	4 66.28 1.16 23.72 0.41 22.35	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89	10 78.06 1.36 11.94 0.21 9.74	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes)	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58	3 63.08 1.10 26.92 0.47 27.07 0.47	4 66.28 1.16 23.72 0.41 22.35 0.39	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28	7 74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19	10 78.06 1.36 11.94 0.21 9.74 0.17	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95 0.14	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados)	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01	3 63.08 1.10 26.92 0.47 27.07 0.47 -0.15	4 66.28 1.16 23.72 0.41 22.35 0.39 1.37	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89	7 74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17	10 78.06 1.36 11.94 0.21 9.74 0.17 2.20	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95 0.14 2.23	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados)	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09	3 63.08 1.10 26.92 0.47 27.07 0.47 -0.15 0.00	4 66.28 1.16 23.72 0.41 22.35 0.39 1.37 0.02	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04	10 78.06 1.36 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95 0.14 2.23 0.04	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59 0.01	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (y grados) (y radianes) ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α radianes) Coeficiente de lift Cl	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17 1.2254	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217	3 63.08 1.10 26.92 0.47 27.07 0.47 -0.15 0.00 0.6147	4 66.28 1.16 23.72 0.41 22.35 0.39 1.37 0.02 0.7544	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098	8 75.61 1.32 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168	9 76.94 1.34 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212	10 78.06 1.36 11.94 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04 0.8240	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260	13 80.54 1.44 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04 0.8253	14 81.18 1.42 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8182	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7897	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59 0.01 0.6847	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) [β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) [β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) (angulo de incidencia de diseño (α grados) (angulo de incidencia de diseño (α grados) (angulo de incidencia de diseño (α grados)	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17 1.2254 0.1141	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217 0.0736	3 63.08 1.10 26.92 0.47 27.07 0.47 -0.15 0.00 0.6147 0.0648	4 66.28 1.16 23.72 0.41 22.35 0.39 1.37 0.02 0.7544 0.0635	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.0636	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7900 0.0638	7 74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098 0.0639	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640	9 76.94 1.34 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641	10 78.06 1.36 11.94 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04 0.8240 0.0641	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255 0.0642	12 79.82 1.39 0.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.0642	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04 0.8253 0.0642	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.0641	15 81.78 1.43 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8182 0.0641	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088 0.0639	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7897 0.0637	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59 0.01 0.6847 0.0637	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704 0.0689
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α radianes) Coeficiente de lift Cl Coeficiente de drag Cd Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17 1.2254 0.1141 0.89	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.58	3 63.08 1.10 26.92 0.47 27.07 0.47 -0.15 0.00 0.6147 0.0648 0.22	4 66.28 1.16 23.72 0.41 22.35 0.39 1.37 0.02 0.7544 0.0635 0.25	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 1.69 0.33 0.7820 0.0636 0.21	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990 0.0638 0.19	7 74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098 0.0639 0.0639	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640 0.14	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12	10 78.06 1.36 11.94 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04 0.8240 0.0641 0.011	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255 0.0642 0.09	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.0642 0.08	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04 0.8253 0.0642 0.07	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.15 2.19 0.04 0.8230 0.0641 0.06	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8182 0.0641 0.05	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.01 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.03 1.78 0.03 0.7897 0.0637 0.03	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59 0.01 0.6847 0.0637 0.00	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704 0.0689 -0.05
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (y grados) (y radianes) ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) fangulo de incidencia de diseño (α radianes) Coeficiente de lift Cl Coeficiente de drag Cd Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial Ct	1 38.43 0.67 51.57 41.85 0.73 9.72 0.17 1.2254 0.1141 0.889 0.88	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.68 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.58 0.85	3 63.08 1.10 26.92 0.47 27.07 0.47 0.47 0.047 0.047 0.00 0.6147 0.0648 0.22 0.58	4 66.28 1.16 23.72 0.41 22.35 0.39 1.37 0.02 0.7544 0.0635 0.25 0.72	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.0636 0.21 0.75	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990 0.0638 0.19 0.78	7 74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 2.03 0.24 2.03 0.04 0.8088 0.0639 0.16 0.80	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640 0.0640	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12 0.81	10 78.06 1.36 1.97 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04 0.8240 0.0641 0.0641 0.11 0.82	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255 0.0642 0.09 0.82	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.0642 0.0642 0.08	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.013 2.22 0.04 0.8253 0.0642 0.0642	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.15 2.19 0.04 0.8230 0.0641 0.066 0.82	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8182 0.0641 0.065 0.82	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.01 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.81	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.09 0.7897 0.0637 0.0637 0.03	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59 0.01 0.6847 0.0637 0.00 0.69	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704 0.0689 -0.05 0.47
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) fangulo de incidencia de diseño (α radianes) Coeficiente de lift Cl Coeficiente de drag Cd Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial Ct	1 38.43 0.67 51.57 41.85 9.72 0.73 1.2254 0.1141 0.889 0.88 0.88	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.58 0.85 0.85 1.00	3 63.08 1.10 26.92 0.47 27.07 0.47 0.47 0.47 0.00 0.6147 0.0648 0.22 0.58 1.00	4 66.28 1.16 23.72 0.41 22.35 0.39 1.37 0.02 0.7544 0.0635 0.25 0.72 1.00	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.0636 0.21 0.75 1.00	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990 0.0638 0.19 0.78 1.00	7 74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098 0.639 0.639 0.16 0.800	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.81 0.0640 0.14 0.81 1.00	9 76.94 1.34 1.306 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12 0.81 1.00	10 78.06 1.36 1.97 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04 0.8240 0.0641 0.0641 0.11 0.822 1.00	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255 0.0642 0.09 0.82 1.00	12 79.82 1.39 0.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.0642 0.08 0.82 1.00	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.03 2.22 0.04 0.8253 0.0642 0.0642 0.07 0.82	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.15 2.19 0.04 0.8230 0.064 0.8230 0.064 0.82 0.064	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8162 0.0641 0.065 0.82 0.97	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.01 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.81 0.94	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.09 0.78 0.03 0.7897 0.0637 0.03 0.79 0.79	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59 0.01 0.6847 0.0637 0.00 0.69 0.82	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704 0.0689 -0.05 0.47 0.48
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (Φ grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α radianes) Coeficiente de lift Cl Coeficiente de drag Cd Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial Ct Factor de correccion por perdida en las puntas Factor induccion axial (a)	1 38.43 0.67 51.57 41.85 0.73 9.72 0.177 1.2254 0.1141 0.88 0.88 0.88 0.88 0.88	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.58 0.68 0.58 0.85 1.00 0.28	3 63.08 1.10 26.92 0.47 27.07 0.47 0.47 0.047 0.00 0.6147 0.0648 0.22 0.58 1.00 0.35	4 66.28 1.16 23.72 0.41 22.35 0.39 1.37 0.02 0.7544 0.0635 0.25 0.72 1.00 0.36	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.0636 0.21 0.75 1.00 0.35	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990 0.0638 0.19 0.78 1.00 0.34	7 74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098 0.639 0.639 0.639 0.639 0.639 0.16 0.800 0.34	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640 0.14 0.81 1.00 0.33	9 76.94 1.34 1.36 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12 0.81 1.00 0.33	10 78.06 1.36 11.94 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04 0.8240 0.0641 0.11 0.82 1.00 0.32	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255 0.0642 0.09 0.82 1.00 0.32	12 79.82 1.39 0.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.0642 0.08 0.82 1.00 0.32	13 80.54 9.46 0.17 7.25 0.04 0.8253 0.0642 0.0642 0.07 0.82 0.082 0.082	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.06 0.82 0.06 0.82 0.06 0.82 0.98 0.32	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8162 0.0641 0.065 0.82 0.97 0.33	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.01 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.063 0.063 0.063	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7897 0.0637 0.03 0.79 0.89 0.36	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59 0.01 0.6847 0.0637 0.00 0.69 0.89 0.82 0.44	19 87.25 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704 0.0689 -0.05 0.47 0.48 0.75
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) Coeficiente de líft Cl Coeficiente de drag Cd Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial Ct Factor de correccion por perdida en las puntas Factor induccion axial (a) Factor induccion ángular (a')	1 38,43 0.67 51.57 41.85 7,73 9,72 0.177 1.2254 0.1141 0.88 0.88 0.88 0.88 1.00 0.22 0.37	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.68 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.88 0.88 0.88 1.00 0.28 0.21	3 63.08 1.10 26.92 0.47 -0.15 0.00 0.6147 0.0648 0.22 0.58 1.00 0.35 0.11	4 66.28 1.16 23.72 0.41 22.35 0.39 1.37 0.02 0.7544 0.0635 0.25 0.72 1.00 0.36 0.08	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.0636 0.21 0.75 1.00 0.35 0.06	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990 0.0638 0.19 0.78 0.78 1.00 0.34 0.34 0.04	74.00 1.29 16.00 0.24 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8088 0.0639 0.16 0.80 1.00 0.34 0.03	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640 0.14 0.81 1.00 0.33 0.02	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.85 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12 0.81 1.00 0.33 0.02	10 78.06 1.36 1.94 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04 0.8240 0.0641 0.11 0.82 1.00 0.32 0.01	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255 0.0642 0.09 0.82 1.00 0.82 1.00	12 79.82 1.39 10.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8200 0.0642 0.0642 0.08 0.82 1.00 0.32 0.01	13 80.54 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04 0.8253 0.0642 0.07 0.82 0.0642 0.07 0.82 0.0642 0.07 0.82 0.0642 0.07 0.82 0.07 0.82 0.02 0.02 0.01	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.06 0.82 0.06 0.82 0.06 0.82 0.98 0.32 0.01	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8162 0.0641 0.0641 0.05 0.82 0.97 0.33 0.00	16 82.37 1.44 7.63 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.81 0.81 0.81 0.94	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7897 0.0637 0.03 0.79 0.03 0.79 0.89 0.36 0.36	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59 0.01 0.6847 0.0637 0.00 0.69 0.89 0.82 0.44 0.00	19 87.25 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704 0.0689 -0.05 0.47 0.48 0.75 -0.01
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (Φ grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) angulo de incidencia de diseño (α grados) Coeficiente de líft Cl Coeficiente de drag Cd Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial Ct Factor de correccion por perdida en las puntas Factor induccion axial (a) Factor induccion ángular (a') Factor induccion axial (a)_1_1	1 38,43 0.67 51,57 0.90 41,85 0.73 9,72 0.17 1.2254 0.1141 0.88 0.88 0.88 1.00 0.22 0.37 4.48	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.65 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.88 0.88 0.88 0.88 1.00 0.28 0.21 1.225.96	3 63.08 1.10 26.92 0.47 -0.15 0.00 0.6147 0.0648 0.22 0.58 1.00 0.35 0.11 5.79	4 66.28 1.16 23.72 0.41 22.35 0.39 1.37 0.02 0.7544 0.0635 0.25 0.72 1.00 0.36 0.08 5.67	5 69.50 1.21 20.50 1.33 1.69 0.03 1.69 0.03 0.7820 0.0636 0.21 0.75 1.00 0.35 0.06 6.26	6 72.01 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990 0.0638 0.19 0.78 0.0638 0.19 0.78 1.00 0.34 0.04 6.83	74.00 1.29 16.00 0.24 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8088 0.0639 0.16 0.808 0.0639 0.16 0.808 0.0639 0.16 0.80 1.00 0.34 0.03 7.39	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640 0.14 0.81 1.00 0.33 0.02 7.94	9 76.94 1.34 1.306 0.23 10.85 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12 0.0641 0.12 0.81 1.00 0.33 0.02 8.47	10 78.06 1.36 1.94 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04 0.8240 0.0641 0.11 0.82 1.00 0.32 0.01 8.99	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255 0.0642 0.09 0.825 1.00 0.32 0.01 9.53	12 79.82 1.39 10.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.82 0.04 0.82 0.0642 0.08 0.82 1.00 0.32 0.01 10.10	13 80.54 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04 0.8253 0.0642 0.07 0.82 0.0642 0.07 0.82 0.0642 0.07 0.82 0.0642 0.07 0.82 0.99 0.07 0.82 0.07 0.82 0.07 0.82 0.07 0.82 0.07 0.82 0.07 0.82 0.07 0.82 0.07 0.82 0.07 0.82 0.07 0.82 0.07 0.82 0.07 0.82 0.07 0.82 0.07 0.82 0.07 0.82 0.07 0.82 0.07 0.82 0.07 0.75 0.07 0.75 0.07 0.75 0.7	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.06 0.82 0.06 0.82 0.06 0.82 0.06 0.82 0.06 0.82 0.06 0.82 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8182 0.0641 0.05 0.82 0.0641 0.05 0.82 0.97 0.33 0.00 12.81	16 82.37 1.44 7.63 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.81 0.81 0.81 0.81 0.94 0.33 0.00 14.58	17 83.03 1.45 6.97 0.12 0.12 0.09 1.78 0.03 0.787 0.037 0.037 0.037 0.037 0.037 0.037 0.037 0.037 0.037 0.037 0.037 0.03 0.79 0.36 0.03 0.79 0.36 0.03 0.79 0.36 0.36 0.03 0.79 0.36 0.36 0.36 0.37 0.37 0.36 0.37 0.37 0.37 0.33 0.79 0.36 0.36 0.36 0.37 0.37 0.33 0.79 0.36 0.36 0.37 0.36 0.37 0.36 0.37 0.36 0.37 0.33 0.79 0.36 0.36 0.36 0.37 0.37 0.36 0.37 0.36 0.36 0.37 0.36 0	18 84.60 1.48 5.40 0.08 0.59 0.01 0.6847 0.0637 0.00 0.69 0.69 0.82 0.44 0.00 5.54	19 87.25 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704 0.0689 -0.05 0.47 0.48 0.75 -0.01 1.84
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (Φ grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) coeficiente de lift Cl Coeficiente de drag Cd Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor de correccion por perdida en las puntas Factor induccion axial (a) Factor induccion axial (a) Factor induccion axial (a)	1 38,43 0,67 51,57 0,90 41,85 0,72 0,77 1,2254 0,1141 0,88 0,88 0,88 0,88 0,88 0,88 0,88 0,88 0,88 0,88 0,88 0,97 0,17 1,2254 0,17 1,205	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.50 0.09 1.0217 0.0736 0.58 0.88 0.88 0.88 0.88 0.28 0.28 0.21 1245.96 0.25	3 63.08 1.10 26.92 0.47 -0.15 0.00 0.6147 0.0648 0.22 0.58 1.00 0.35 0.11 5.79 0.35	4 66.28 1.16 23.72 0.41 22.35 0.39 1.37 0.02 0.7544 0.0635 0.25 0.72 1.00 0.36 0.08 5.67 0.35	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.0636 0.21 0.75 1.00 0.35 0.06 6.26 0.34	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990 0.0638 0.7990 0.0638 0.7990 0.0638 0.7990 0.0638 0.7990 0.0638 0.7990 0.0638 0.7990 0.0638 0.7990 0.0638 0.7990 0.0638 0.7990 0.0638 0.7990 0.0638 0.7990 0.0638 0.7990 0.0638 0.7990 0.0638 0.7990 0.0638 0.7990 0.0638 0.7990 0.0790 0.0780 0.0780 0.0790 0.0780 0.0780 0.0780 0.0790 0.0780 0.0780 0.0790 0.0780 0.0790 0.0780 0.0790 0.0780 0.0790 0.0790 0.0780 0.0790 0.0790 0.0790 0.0780 0.0790 0.0790 0.0790 0.0790 0.0790 0.0790 0.0780 0.0790 0.0790 0.0790 0.0770 0.0780 0.0790 0.0770 0.0780 0.0790 0.0780 0.0790 0.0700 0.07900 0.07900 0.0790000000000	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8088 0.0639 0.16 0.808 0.0639 0.16 0.808 0.0639 0.16 0.34 0.03 7.39 0.33	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640 0.14 0.81 1.00 0.33 0.02 7.94 0.32	9 76.94 1.34 1.34 1.36 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12 0.0641 0.12 0.81 1.00 0.33 0.02 8.47 0.32	10 78.06 1.36 1.94 0.21 9.74 9.74 0.77 2.20 0.04 0.8240 0.0641 0.0641 0.11 0.82 1.00 0.32 0.01 8.99 0.32	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255 0.0642 0.09 0.825 1.00 0.32 0.01 9.53 0.31	12 79.82 1.39 10.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.0642 0.08 0.0642 0.08 0.0642 0.08 0.32 0.01 10.10 0.31	13 80.54 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04 0.8253 0.0642 0.07 0.8253 0.0643 0.07 0.32 0.07 0.32 0.07 0.32 0.07 0.32 0.07 0.32 0.07 0.32 0.07 0.32 0.07 0.32 0.07 0.32 0.07 0.32 0.07 0.33 0.07 0.031 0.07 0.031 0.07 0.031 0.07 0.031 0.07 0.031 0.07 0.031 0.07 0.031 0.07 0.031 0	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.06 0.82 0.06 0.82 0.06 0.82 0.06 0.82 0.06 0.82 0.06 0.82 0.01 11.59 0.31	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.00 0.11 2.13 0.04 0.8182 0.0641 0.05 0.82 0.0641 0.05 0.82 0.0641 0.05 0.82 0.97 0.33 0.00 12.81 0.32	16 82.37 1.44 7.63 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.81 0.83 0.04 0.33 0.00 14.58 0.34	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.10 0.03 0.787 0.038 0.038 0.0	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59 0.01 0.6847 0.0637 0.00 0.689 0.69 0.69 0.69 0.69 0.69 0.69 0.69 0.6	19 87.25 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704 0.0689 -0.05 0.4704 0.0689 -0.05 0.4704 0.75 -0.01 1.84 0.72
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (Φ grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α radianes) Coeficiente de lift Cl Coeficiente de drag Cd Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial Ct Factor de correccion por perdida en las puntas Factor induccion axial (a)	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 0.772 0.177 1.2254 0.1141 0.88 0.88 0.88 0.88 0.88 0.88 0.88 0.37 4.48 0.37 4.48 0.37 4.48 0.37 4.48 0.22	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.67 33.42 0.67 33.42 0.09 1.0217 0.0736 0.58 0.88 0.88 0.88 0.88 0.88 0.21 1245.96 0.25 0.28	3 63.08 1.10 26.92 0.47 27.07 0.00 0.6147 0.0648 0.22 0.58 1.00 0.35 0.11 5.79 0.35 0.35	4 66.28 1.16 23.72 0.41 22.35 0.39 1.37 0.02 0.7544 0.0635 0.25 0.72 1.00 0.36 0.08 5.67 0.35 0.36	5 69.50 1.21 20.50 0.35 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.0636 0.21 0.75 1.00 0.35 0.06 6.26 0.34 0.35	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990 0.0638 0.7990 0.0638 0.7990 0.0638 0.7990 0.0638 0.7990 0.0638 0.7990 0.0638 0.7990 0.0638 0.7990 0.0638 0.7990 0.0638 0.7990 0.0638 0.7990 0.0638 0.7990 0.0638 0.7990 0.0638 0.7990 0.0638 0.7990 0.0790 0.0780 0.0790 0.0780 0.0790 0.0780 0.0790 0.0780 0.0790 0.0780 0.0790 0.0780 0.0790 0.0790 0.0790 0.0780 0.0790 0.0780 0.0790 0.0780 0.0790 0.0780 0.0790 0.0780 0.0790 0.0780 0.0790 0.0780 0.0790 0.0780 0.0790 0.0780 0.0790 0.0780 0.0790 0.0780 0.0790 0.0780 0.0790 0.0780 0.0780 0.0780 0.0780 0.0780 0.0780 0.0790 0.0780 0.07400 0.07400 0.0740000000000	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8088 0.0639 0.16 0.808 0.0639 0.16 0.808 0.0639 0.16 0.34 0.34 0.33 0.33 0.34	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640 0.14 0.8168 0.0640 0.14 0.81 1.00 0.33 0.02 7.94 0.32 0.33	9 76.94 1.34 1.306 0.23 10.83 0.19 2.17 0.041 0.8212 0.0641 0.12 0.0641 0.12 0.0641 0.12 0.33 0.02 8.47 0.32	10 78.06 1.36 1.36 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04 0.8240 0.0641 0.0641 0.11 0.82 1.00 0.32 0.01 8.99 0.32 0.32	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255 0.0642 0.09 0.825 1.00 0.32 0.01 9.53 0.31 0.32	12 79.82 1.39 10.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.0642 0.08 0.82 1.00 0.32 0.01 10.10 0.31 0.32	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.044 0.8253 0.0642 0.07 0.07 0.8253 0.0642 0.07 0.07 0.8253 0.07 0.07 0.32 0.07 0.07 0.032 0.07 0.032 0.07 0.032 0.031 0.032 0	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.06 0.82 0.06 0.82 0.06 0.82 0.06 0.82 0.06 0.82 0.06 0.82 0.03 0.03 0.32	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8182 0.0641 0.05 0.82 0.0641 0.05 0.82 0.0641 0.05 0.82 0.97 0.33 0.00 12.81 0.32 0.33	18 82.37 1.44 7.63 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.81 0.81 0.83 0.00 14.58 0.34	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.03 0.787 0.03 0.787 0.03 0.79 0.88 0.03 0.79 0.88 0.03 0.79 0.36 0.00	18 84.60 1.48 5.40 0.08 0.68 0.69 0.01 0.6847 0.0637 0.00 0.69 0.69 0.69 0.69 0.69 0.69 0.69	19 87.25 1.52 2.75 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704 0.0689 -0.05 0.470 0.4704 0.0689 -0.05 0.470 0.470 0.75 -0.01 1.84 0.72 0.72
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) coeficiente de lift Cl Coeficiente de drag Cd Coeficiente de drag Cd Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial Ct t Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor de correccion por perdida en las puntas Factor induccion axial (a) Nuevo <	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.72 0.77 1.2254 0.1141 0.88 0.88 0.88 0.88 0.88 0.88 0.88 0.17 1.2254 0.17 0.17 1.2254 0.17 0.17 0.17 0.22 0.37	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.67 33.42 0.67 3.342 0.09 1.0217 0.0736 0.58 0.88 0.88 0.88 0.88 0.21 1245.96 0.25 0.28 0.21	3 63.08 1.10 26.92 0.47 27.07 0.00 0.6147 0.0648 0.22 0.58 1.00 0.35 0.11 5.79 0.35 0.35 0.35 0.11	4 66.28 1.16 23.72 0.41 22.35 0.39 1.37 0.02 0.7544 0.0635 0.25 0.72 1.00 0.36 0.08 5.67 0.35 0.36	5 69.50 1.21 20.50 0.35 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.0636 0.21 0.75 1.00 0.35 0.06 6.26 0.34 0.35 0.06	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990 0.0638 0.7990 0.0638 0.7990 0.0638 0.7990 0.0638 0.7990 0.0638 0.7990 0.0638 0.7990 0.0638 0.7990 0.0638 0.7990 0.0638 0.7990 0.0638 0.7990 0.0638 0.7990 0.0638 0.7990 0.0638 0.7990 0.0638 0.7990 0.0638 0.7990 0.0638 0.7990 0.0638 0.7990 0.0638 0.7990 0.0790 0.0000 0.0790 0.0700 0.07900 0.07900 0.0790000000000	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8088 0.0639 0.16 0.808 0.0639 0.16 0.808 0.0639 0.16 0.34 0.33 0.33 0.33 0.34 0.03	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640 0.144 0.816 1.007 0.33 0.02 7.94 0.33 0.02	9 76.94 1.34 1.34 1.306 0.93 10.83 0.19 2.17 0.041 0.8212 0.0641 0.12 0.0641 0.12 0.0641 0.12 0.33 0.02 8.47 0.33 0.02	10 78.06 1.36 1.36 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04 0.8240 0.0641 0.11 0.82 1.00 0.32 0.01 8.99 0.32 0.32 0.32 0.01	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255 0.0642 0.09 0.825 1.00 0.32 0.01 9.53 0.31 0.32 0.01	12 79.82 1.39 10.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.0642 0.08 0.0642 0.08 0.0642 0.08 0.32 0.01 10.10 0.31 0.32 0.01	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.04 0.8253 0.0642 0.07 0.07 0.8253 0.0642 0.07 0.07 0.825 0.0642 0.07 0.	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.06 0.82 0.06 0.82 0.06 0.82 0.06 0.82 0.06 0.82 0.01 11.59 0.31 0.32 0.01	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8182 0.0641 0.05 0.82 0.0641 0.05 0.82 0.0641 0.05 0.82 0.0641 0.05 0.82 0.05 0.82 0.33 0.00	18 82.37 1.44 7.63 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.81 0.81 0.33 0.00 14.58 0.34 0.33 0.00	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.03 0.787 0.03 0.787 0.03 0.79 0.88 0.03 0.79 0.88 0.03 0.79 0.38 0.03 0.79 0.38 0.00 15.79 0.38 0.00 15.79 0.38 0.00 15.79 0.38 0.00 15.79 0.38 0.00 15.79 0.38 0.00 15.79 0.38 0.00 15.79 0.38 0.00 15.79 0.38 0.00 15.79 0.38 0.00 15.79 0.38 0.00 15.79 0.38 0.00 15.79 0.38 0.00 15.79 0.38 0.00 15.79 0.38 0.00 15.79 0.38 0.00 15.79 0.38 0.00 0	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59 0.01 0.6847 0.0637 0.00 0.69 0.69 0.69 0.69 0.69 0.69 0.69	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704 0.0689 -0.05 0.4704 0.0689 -0.05 0.4704 0.75 -0.01 1.84 0.72 0.72 -0.01
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (Φ grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) Coeficiente de lift C1 Coeficiente de drag Cd Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial Ct Factor de correccion por perdida en las puntas Factor induccion axial (a) Factor induccion axial (a)	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 0.77 1.2254 0.1141 0.88 0.88 0.88 0.88 0.88 0.88 0.88 0.17 1.2254 0.1141 0.89 0.88 0.88 0.88 0.88 0.37 4.48 0.37 0.22 0.37 4.48 0.37	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.50 0.09 1.0217 0.0736 0.58 0.68 0.68 0.68 0.68 0.27 1.00 0.28 0.21 1.245.96 0.25 0.28 0.25 0.28 0.21 0.09%	3 63.08 1.10 26.92 0.47 27.07 0.047 -0.15 0.00 0.6147 0.0648 0.22 0.58 1.00 0.35 0.11 5.79 0.35 0.35 0.35	4 66.28 1.16 23.72 0.41 22.35 0.39 1.37 0.02 0.7544 0.0635 0.25 0.72 1.00 0.36 0.08 5.67 0.35 0.35 0.36 0.08	5 69.50 1.21 20.50 0.35 0.03 1.69 0.03 0.7820 0.0636 0.21 0.75 1.00 0.35 0.06 6.26 0.34 0.35 0.06 6.26 0.34 0.35 0.06	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990 0.0638 0.7990 0.0638 0.7990 0.0638 0.7990 0.0638 0.7990 0.0638 0.7990 0.0638 0.04 0.04 0.34 0.34 0.34 0.34 0.04 0.04	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8088 0.0639 0.06 0.0639 0.06 0.0639 0.06 0.0639 0.06 0.0639 0.06 0.0639 0.06 0.06 0.0639 0.04 0.033 0.33 0.33 0.33 0.34 0.03 0.034 0.033 0.034 0.033 0.034 0.033 0.034 0.033 0.034 0.033 0.034 0.033 0.034	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640 0.144 0.816 0.0640 0.144 0.81 1.002 7.94 0.33 0.02 0.33 0.02 0.33 0.02 0.33 0.02 0.33 0.02 0.33 0.02 0.33 0.02	9 76.94 1.34 1.306 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12 0.0641 0.12 0.0641 0.12 0.81 1.00 0.33 0.02 8.47 0.32 0.33 0.02 8.47	10 78.06 1.36 1.36 0.21 9.74 0.21 2.20 0.04 0.04 0.8240 0.0641 0.04 0.0641 0.04 0.0641 0.04 0.0641 0.02 0.0641 0.02 0.001 8.99 0.32 0.01 0.00%	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255 0.0642 0.09 0.825 1.00 0.32 0.01 9.53 0.31 0.32 0.01 9.53	12 79.82 1.39 10.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.0642 0.0642 0.08 0.82 0.0642 0.08 0.82 0.04 0.32 0.01 0.32 0.01 0.32 0.01	13 80.54 1.41 9.46 0.11 7.25 0.041 0.8253 0.0642 0.0642 0.07 0.825 0.0642 0.0642 0.07 0.825 0.0642 0.07 0.07 0.825 0.0642 0.07 0.07 0.825 0.0642 0.07 0.07 0.022 0.07 0.07 0.022 0.07 0.	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.041 0.8220 0.061 0.82 0.061 0.82 0.061 0.82 0.01 11.59 0.31 0.32 0.01 0.32	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8182 0.0641 0.05 0.82 0.0641 0.05 0.82 0.0641 0.05 0.82 0.05 0.82 0.33 0.00 12.81 0.32 0.33 0.00 12.81	18 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.81 0.83 0.00 14.58 0.33 0.00 14.58	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.03 0.787 0.03 0.787 0.0637 0.03 0.79 0.89 0.36 0.00 15.79 0.38 0.36 0.00 15.79 0.38	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59 0.01 0.6847 0.0637 0.00 0.69 0.69 0.69 0.69 0.69 0.69 0.69	19 87.25 1.52 2.75 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704 0.0689 -0.05 0.470 0.470 0.0689 -0.05 0.470 0.470 0.75 -0.01 1.84 0.72 0.72 -0.01 0.72 -0.01

Tabla 35. Cálculo 7 y 8 de los factores de inducción axial y tangencial

Número de elementos de pala (de punta a raíz)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
ángulo respecto al eje de rotación (γ grados)	38.43	51.57	60.95	66.26	69.50	72.01	74.00	75.61	76.94	78.06	79.00	79.82	80.54	81.18	81.78	82.37	83.03	84.60	87.25
(γ radianes)	0.67	0.90	1.06	1.16	1.21	1.26	1.29	1.32	1.34	1.36	1.38	1.39	1.41	1.42	1.43	1.44	1.45	1.48	1.52
ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados)	51.57	38.43	29.05	23.74	20.50	17.99	16.00	14.39	13.06	11.94	11.00	10.18	9.46	8.82	8.22	7.63	6.97	5.40	2.75
Φ (radianes)	0.90	0.67	0.51	0.41	0.36	0.31	0.28	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.09	0.05
ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados)	41.85	33.42	27.07	22.35	18.81	16.10	13.97	12.28	10.89	9.74	8.78	7.95	7.25	6.63	6.09	5.61	5.19	4.81	4.31
β (radianes)	0.73	0.58	0.47	0.39	0.33	0.28	0.24	0.21	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.08
ángulo de incidencia de diseño (α grados)	9.72	5.01	1.98	1.38	1.69	1.89	2.03	2.11	2.17	2.20	2.22	2.23	2.22	2.19	2.13	2.01	1.78	0.59	-1.56
ángulo de incidencia de diseño (α radianes)	0.17	0.09	0.03	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.01	-0.03
Coeficiente de lift Cl	1.2254	1.0217	0.8059	0.7558	0.7820	0.7990	0.8098	0.8168	0.8212	0.8240	0.8255	0.8260	0.8253	0.8230	0.8183	0.8088	0.7898	0.6847	0.4704
Coeficiente de drag Cd	0.1141	0.0736	0.0639	0.0635	0.0636	0.0638	0.0639	0.0640	0.0641	0.0641	0.0642	0.0642	0.0642	0.0641	0.0641	0.0639	0.0637	0.0637	0.0689
Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct	0.89	0.58	0.34	0.25	0.21	0.19	0.16	0.14	0.12	0.11	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.00	-0.05
Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn	0.85	0.85	0.74	0.72	0.75	0.78	0.80	0.81	0.81	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.81	0.79	0.69	0.47
Factor de correccion por perdida en las puntas	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	0.98	0.97	0.94	0.89	0.82	0.48
Factor induccion axial (a)	0.22	0.28	0.38	0.36	0.35	0.34	0.34	0.33	0.33	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.33	0.33	0.36	0.44	0.75
Factor induccion ángular (a')	0.37	0.21	0.15	0.08	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01
Factor induccion axial (a)_1_1	-4.48	-1246.95	4.66	5.66	6.26	6.83	7.39	7.94	8.47	9.00	9.53	10.10	10.75	11.59	12.81	14.58	15.79	5.54	1.84
Factor induccion axial (a)_2_1	0.13	0.25	0.38	0.35	0.34	0.34	0.33	0.32	0.32	0.32	0.31	0.31	0.31	0.31	0.32	0.34	0.38	0.48	0.72
Factor induccion axial (a) Nuevo	0.22	0.28	0.38	0.36	0.35	0.34	0.34	0.33	0.33	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.33	0.33	0.36	0.48	0.72
Factor induccion ángular (a') Nuevo	0.37	0.21	0.15	0.08	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01
Error respecto al anterior a	0.00%	0.00%	6.26%	0.03%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Error respecto al anterior a'	0.00%	0.00%	30.88%	0.26%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.36%	0.01%
Número de elementos de pala (de punta a raíz)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (γ grados)	1 38.43	2 51.57	3 62.84	4 66.27	5 69.50	6 72.01	7 74.00	8 75.61	<mark>9</mark> 76.94	10 78.06	11 79.00	12 79.82	13 80.54	14 81.18	15 81.78	16 82.37	17 83.03	18 84.60	19 87.25
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes)	1 <u>38.43</u> 0.67	2 51.57 0.90	3 62.84 1.10	4 66.27 1.16	5 69.50 1.21	6 72.01 1.26	7 74.00 1.29	8 75.61 1.32	9 76.94 1.34	10 78.06 1.36	11 79.00 1.38	12 79.82 1.39	13 80.54 1.41	14 81.18 1.42	15 81.78 1.43	16 82.37 1.44	17 83.03 1.45	18 84.60 1.48	19 87.25 1.52
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados)	1 38.43 0.67 51.57	2 51.57 0.90 <u>38.43</u>	3 62.84 1.10 27.16	4 66.27 1.16 23.73	5 69.50 1.21 20.50	6 72.01 1.26 17.99	7 74.00 1.29 16.00	8 75.61 1.32 14.39	9 76.94 1.34 13.06	10 78.06 1.36 11.94	11 79.00 1.38 11.00	12 79.82 1.39 10.18	13 80.54 1.41 9.46	14 81.18 1.42 8.82	15 81.78 1.43 8.22	16 82.37 1.44 7.63	17 83.03 1.45 6.97	18 84.60 1.48 5.40	19 87.25 1.52 2.75
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes)	1 38.43 0.67 51.57 0.90	2 51.57 0.90 38.43 0.67	3 62.84 1.10 27.16 0.47	4 66.27 1.16 23.73 0.41	5 69.50 1.21 20.50 0.36	6 72.01 1.26 17.99 0.31	74.00 1.29 16.00 0.28	8 75.61 1.32 14.39 0.25	9 76.94 1.34 13.06 0.23	10 78.06 1.36 11.94 0.21	11 79.00 1.38 11.00 0.19	12 79.82 1.39 10.18 0.18	13 80.54 1.41 9.46 0.17	14 81.18 1.42 8.82 0.15	15 81.78 1.43 8.22 0.14	16 82.37 1.44 7.63 0.13	17 83.03 1.45 6.97 0.12	18 84.60 1.48 5.40 0.09	19 87.25 1.52 2.75 0.05
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados)	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42	3 62.84 1.10 27.16 0.47 27.07	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10	7 74.00 1.29 16.00 0.28 13.97	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89	10 78.06 1.36 11.94 0.21 9.74	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes)	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58	3 62.84 1.10 27.16 0.47 27.07 0.47	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28	7 74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19	10 78.06 1.36 11.94 0.21 9.74 0.17	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95 0.14	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados)	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01	3 62.84 1.10 27.16 0.47 27.07 0.47 0.09	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17	10 78.06 1.36 11.94 0.21 9.74 0.17 2.20	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95 0.14 2.23	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados)	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09	3 62.84 1.10 27.16 0.47 27.07 0.47 0.09 0.00	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04	10 78.06 1.36 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95 0.14 2.23 0.04	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59 0.01	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados) (Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) (β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) (β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α radianes) Coeficiente de lift C1	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17 1.2254	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217	3 62.84 1.10 27.16 0.47 27.07 0.47 0.09 0.00 0.6378	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7552	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820	6 72.01 1.26 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990	7 74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098	8 75.61 1.32 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212	10 78.06 1.36 11.94 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04 0.8240	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04 0.8253	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7898	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59 0.01 0.6847	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados)	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17 1.2254 0.1141	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217 0.0736	3 62.84 1.10 27.16 0.47 27.07 0.47 0.09 0.00 0.6378 0.0644	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7552 0.0635	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.0636	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990 0.0638	7 74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098 0.0639	8 75.61 1.32 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641	10 78.06 1.36 11.94 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04 0.8240 0.0641	11 79.00 1.38 11.00 8.78 0.19 8.78 0.19 2.22 0.04 0.8255 0.0642	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.0642	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04 0.8253 0.0642	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.15 2.19 0.04 0.8230 0.0641	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183 0.0641	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 2.01 0.04 0.8088 0.0639	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7898 0.0637	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59 0.01 0.6847 0.0637	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 -0.08 -0.03 0.4704 0.0688
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) Coeficiente de lift C1 Coeficiente de drag Cd Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17 1.2254 0.1141 0.89	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.58	3 62.84 1.10 27.16 0.47 27.07 0.47 0.09 0.00 0.6378 0.0644 0.23	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7552 0.0635 0.25	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.0636 0.21	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990 0.0638 0.19	7 74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098 0.0639 0.16	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640 0.14	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12	10 78.06 1.36 11.94 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04 0.8240 0.0641 0.11	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255 0.0642 0.09	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.0642 0.08	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04 0.8253 0.0642 0.07	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.0641 0.06	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183 0.0641 0.05	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7898 0.0637 0.03	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59 0.01 0.6847 0.0637 0.00	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704 0.0689 -0.05
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) Coeficiente de lift C1 Coeficiente de drag Cd Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn	1 38,43 0,67 51,57 0,90 41,85 0,73 9,72 0,17 1,2254 0,1141 0,89 0,85	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.68 0.68	3 62.84 1.10 27.16 0.47 27.07 0.47 0.09 0.00 0.6378 0.0644 0.23 0.66	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7552 0.0635 0.25 0.72	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.0636 0.21 0.75	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990 0.0638 0.19 0.78	7 74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098 0.0639 0.16 0.80	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.81 0.0640 0.14 0.81	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12 0.81	10 78.06 1.36 11.94 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04 0.8240 0.0641 0.11 0.82	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255 0.0642 0.09 0.82	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.0642 0.08 0.82	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04 0.8253 0.0642 0.07 0.82	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.0641 0.06 0.82	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183 0.0641 0.05 0.82	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.00 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.81	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7898 0.0637 0.03 0.03	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59 0.01 0.6847 0.0637 0.000 0.66	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704 0.0689 -0.05 0.47
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α radianes) Coeficiente de lift C1 Coeficiente de drag Cd Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor de correccion por perdida en las puntas	1 38.43 0.67 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17 1.2254 0.1141 0.89 0.86 1.00	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.58 0.85 0.85 1.00	3 62.84 1.10 27.16 0.47 27.07 0.47 0.09 0.00 0.6378 0.0644 0.23 0.660 1.00	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7552 0.0635 0.25 0.72 1.00	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.0636 0.21 0.75 1.00	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990 0.0638 0.19 0.78 1.00	7 74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098 0.0639 0.16 0.80 1.00	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640 0.14 0.81 1.00	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12 0.81 1.00	10 78.06 1.36 1.36 0.21 9.74 0.21 9.74 0.21 9.74 0.22 0.04 0.0641 0.0641 0.0641 0.0641 0.0641 0.0641 0.062 1.00	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255 0.0642 0.09 0.82 1.00	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.0642 0.08 0.82 1.00	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04 0.8253 0.0642 0.07 0.82 0.0642 0.07 0.82 0.09	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.0641 0.06 0.82 0.82	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183 0.0641 0.05 0.82 0.97	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.00 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.81 0.94	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.788 0.0637 0.03 0.79 0.03	18 84.60 1.48 5.40 0.09 0.89 0.01 0.6847 0.0637 0.000 0.69 0.69 0.82	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704 0.0689 -0.05 0.471 0.47
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) Gradianes) Coeficiente de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) Coeficiente de lift C1 Coeficiente de drag Cd Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor de correccion por perdida en las puntas Factor induccion axial (a)	1 38,43 0,67 51,57 41,85 0,73 9,72 0,177 1,2254 0,1141 0,89 0,86 0,86 0,86 0,86	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.58 0.85 1.00 0.28	3 62.84 1.10 27.16 0.47 27.07 0.47 0.09 0.00 0.6378 0.0644 0.23 0.660 1.00 0.36	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7552 0.0635 0.25 0.0635 0.25 0.72 1.00 0.36	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.0636 0.21 0.75 1.00 0.35	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990 0.0638 0.19 0.78 1.00 0.78	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098 0.0639 0.16 0.80 1.00 0.34	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640 0.14 0.81 1.00 0.33	9 76.94 1.34 1.306 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12 0.81 1.00 0.33	10 78.06 1.36 1.36 1.97 9.74 0.21 9.74 0.21 9.74 0.21 9.74 0.04 0.0641 0.0641 0.0641 0.0641 0.0641 0.822 1.00 0.32	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255 0.0642 0.09 0.82 1.00 0.32	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.0642 0.0642 0.08 0.82 1.00 0.32	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04 0.8253 0.0642 0.07 0.82 0.0642 0.07 0.82 0.099 0.32	14 81.18 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.0641 0.066 0.82 0.98 0.32	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183 0.0641 0.05 0.82 0.97 0.33	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.81 0.94 0.33	17 83.03 1.45 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7888 0.0637 0.03 0.79 0.89 0.36	18 84.60 1.48 5.40 0.09 0.89 0.01 0.6847 0.0637 0.00 0.6847 0.0637 0.00 0.69 0.82 0.44	19 87.25 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704 0.0689 -0.05 0.47 0.48 -0.05
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) Δangulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) Coeficiente de lift C1 Coeficiente de trage Cd Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial Ct Factor de correccion por perdida en las puntas Factor induccion axial (a) Factor induccion ángular (a')	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17 1.2254 0.141 0.85 1.00 0.85 1.00 0.22 0.37	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.68 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.85 0.85 1.00 0.28 0.21	3 62.84 1.10 27.16 0.47 27.07 0.47 0.09 0.00 0.6378 0.0644 0.23 0.660 1.00 0.36 0.36	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7552 0.0635 0.25 0.72 1.00 0.36 0.08	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.06 0.036 0.21 0.75 1.00 0.35 0.06	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990 0.0638 0.19 0.78 1.00 0.78 1.00 0.34 0.34	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098 0.0639 0.16 0.80 1.00 0.34 0.03	8 75.61 1.32 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640 0.14 0.81 1.00 0.33 0.02	9 76.94 1.34 1.306 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12 0.0641 0.12 0.81 1.00 0.33 0.02	10 78.06 1.36 1.36 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04 0.8240 0.0641 0.0641 0.11 0.82 1.00 0.32 0.01	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255 0.0642 0.09 0.825 0.0642 0.09 0.82 1.00 0.82	12 79.82 1.39 10.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.0642 0.0642 0.08 0.82 1.00 0.32 0.01	13 80,54 1,41 9,46 0,17 7,25 0,13 2,22 0,04 0,8253 0,0642 0,07 0,825 0,0642 0,07 0,825 0,0642 0,07 0,825 0,0642 0,07 0,825 0,07 0,825 0,07 0,825 0,07 0,825 0,07 0,825 0,07 0,825 0,07 0,825 0,07 0,825 0,07 0,825 0,07 0,825 0,07 0,825 0,07 0,825 0,07 0,825 0,07 0,825 0,07 0,825 0,07 0,0	14 81.18 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.0641 0.066 0.82 0.0641 0.066 0.82 0.98 0.32 0.01	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183 0.0641 0.05 0.82 0.97 0.33 0.00	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.81 0.94 0.33 0.00	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.788 0.0637 0.03 0.79 0.03 0.79 0.36 0.00	18 84 60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.68 0.59 0.68 0.68 0.00 0.69 0.69 0.69 0.69 0.69 0.69 0.69	19 87.25 1.52 2.76 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704 0.088 -0.05 0.005 0.477 0.085 -0.05 0.047
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación ($ψ$ grados) ($γ$ radianes) ángulo respecto al plano de rotación ($Φ$ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación ($β$ grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación ($β$ grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño ($α$ grados) ángulo de incidencia de diseño ($α$ grados) ángulo de incidencia de diseño ($α$ grados) Coeficiente de lift C1 Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial C1 Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor le correccion por perdida en las puntas Factor induccion axial (a) Factor induccion ángular (a') Factor induccion axial (a)_1_1	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17 1.2254 0.17 1.2254 0.17 1.2254 0.885 1.00 0.885 1.00 0.89 0.885 1.00 0.22 0.37 1.00 0.22 0.37 1.00 0.22 0.37 1.00 0.22 0.37 1.00 0.22 0.37 1.00 0.22 0.37 1.00 0.22 0.37 1.00 0.22 0.37 1.00 0.22 0.37 1.00 0.22 0.37 1.00 0.22 0.37 1.00 0.22 0.37 1.00 0.22 0.37 1.00 0.22 0.37 1.00 0.22 0.37 1.00 0.22 0.37 1.00 0.22 0.37 0.37 1.00 0.22 0.37 0.37 0.37 0.22 0.37 0.22 0.37 0.37 0.37 0.57 0.57 0.57 0.0	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.68 5.01 0.09 1.0217 0.076 0.85 1.00 0.85 1.00 0.28 0.21 -1246.66	3 62.84 1.10 27.16 0.47 27.07 0.47 0.09 0.00 0.6378 0.064 0.03 0.660 1.00 0.36 0.36 0.011 5.56	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7552 0.025 0.255 0.72 1.00 0.36 0.36 0.08 5.66	5 6950 121 2050 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.0636 0.21 0.75 1.00 0.35 0.06 6.26	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990 0.03 0.7990 0.78 1.00 0.78 1.00 0.34 0.34 0.34 0.04 1.683	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.098 0.0639 0.166 0.80 1.00 0.34 0.03 7.39	8 75.61 1.32 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640 0.14 0.81 1.00 0.33 0.02 7.94	9 76.94 1.34 1.306 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.064 0.8212 0.04 0.12 0.81 1.00 0.33 0.02 8.47	10 78.06 1.36 1.94 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04 0.8240 0.0641 0.8240 0.0641 0.11 0.82 1.00 0.32 0.01 9.00	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255 0.0642 0.09 0.825 0.0642 0.09 0.825 0.0642 0.09 0.82 1.00 0.32 0.01 9.53	12 79,82 1,39 10,18 0,18 7,95 0,14 2,23 0,04 0,8260 0,0642 0,0642 0,0642 0,082 0,082 0,02 0,02 0,02 0,02 0,02 0	13 80,54 1,41 9,46 0,17 7,25 0,13 2,22 0,04 0,8253 0,0642 0,07 0,825 0,0642 0,07 0,825 0,0642 0,07 0,825 0,0642 0,07 0,825 0,0642 0,07 0,825 0,0642 0,07 0,825 0,0642 0,07 0,825 0,07 0,825 0,07 0,825 0,0642 0,07 0,825 0,0642 0,07 0,825 0,07 0,07 0,825 0,0642 0,07 0,0	14 81.18 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.0641 0.8230 0.0641 0.8230 0.0641 0.02 0.82 0.32 0.32	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183 0.0641 0.05 0.82 0.97 0.33 0.00 12.81	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04 0.063 0.063 0.063 0.04 0.81 0.33 0.00 14.58	47 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7898 0.0637 0.79 0.89 0.36 0.00 15.79	18 84,60 1,48 5,40 0,09 4,81 0,59 0,01 0,68 0,00 0,69 0,69 0,69 0,69 0,69 0,69 0,69	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704 0.0685 -0.47 0.0685 -0.47 0.48 0.75 -0.01 1.84
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (ψ grados) (γ radianes) ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) Coeficiente de ltf Cl Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor de correccion por perdida en las puntas Factor induccion axial (a) Factor induccion axial (a)_1_1 Factor induccion axial (a)_2_1	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17 1.2254 0.1141 0.85 1.00 0.22 0.37 4.48 0.37	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.88 0.88 1.00 0.28 0.28 0.21 -1246.56 0.25	3 62.84 1.10 27.16 0.47 27.07 0.47 0.09 0.6378 0.664 0.6378 0.664 0.6378 0.660 1.00 0.36 0.11 5.566 0.36	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7552 0.0525 0.752 0.0535 0.72 1.00 0.36 0.08 5.66 0.35	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.0320 0.0320 0.755 1.00 0.35 0.06 6.26 0.34	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.790 0.03 0.790 0.03 0.790 0.790 0.780 1.00 0.78 0.79 0.78 1.00 0.34 0.04 1.683 0.34	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.098 0.063 0.063 0.060 1.00 0.34 0.03 7.39 0.33	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.640 0.811 1.001 0.331 0.021 7.941 0.321	9 76.94 1.34 1.306 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.121 0.81 0.33 0.02 8.47 0.32	10 78.06 1.36 1.36 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04 0.8240 0.04 0.8240 0.041 0.8240 0.041 0.82 1.00 0.32 0.01	11 79,00 1,38 11,00 0,19 8,78 0,04 0,825 0,06420000000000000000000000000000000000	12 79,82 1,39 10,18 0,18 7,95 0,14 2,23 0,04 0,8260 0,0620000000000	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.04 0.8253 0.042 0.040000000000	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.041 0.06410000000000000000000000000000000000	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183 0.0641 0.682 0.97 0.33 0.00 12.81 0.32	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.64 0.8088 0.033 0.631 0.81 0.94 0.33 0.00 14.58 0.34	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.788 0.0637 0.03 0.798 0.03 0.79 0.89 0.36 0.00 15.79 0.38	18 84,60 1,48 5,40 0,09 4,81 0,69 0,69 0,69 0,69 0,69 0,69 0,69 0,69	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704 0.6805 -0.47 0.48 0.75 -0.01 1.84 0.72
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (ψ grados) (γ radianes) ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) Coeficiente de lift Cl Coeficiente de torq Cd Coeficiente de torq Cd Coeficiente de torg Cd Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor induccion axial (a) Factor induccion ángular (a') Factor induccion axial (a)_1_1 Factor induccion axial (a)_2_1	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17 1.2254 0.1141 0.89 1.00 0.89 1.00 0.22 0.37 4.48 0.37 4.48 0.37	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.99 1.0217 0.0736 0.88 0.88 0.88 0.88 0.88 0.21 -1246.56 0.25 0.28	3 62.84 1.10 27.16 0.47 27.07 0.47 0.09 0.00 0.6378 0.661 0.6378 0.661 1.00 0.36 0.111 5.56 0.36 0.36	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7552 0.0635 0.752 0.7552	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.0636 0.21 0.75 1.00 0.35 0.066 6.26 0.34 0.35	6 72.01 1.26 1.26 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990 0.0638 0.19 0.799 0.789 1.00 0.78 1.00 0.34 0.04 6.83 0.34 0.34	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098 0.0639 0.100 0.80 0.80 0.0639 0.100 0.34 0.03 7.39 0.33 0.34	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.6640 0.41 1.00 0.33 0.02 7.94 0.33 0.33	9 76.94 1.34 1.306 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12 0.81 1.00 0.33 0.02 8.47 0.32 0.33	10 78.06 1.36 1.36 0.21 9.74 0.22 0.04 0.8240 0.0641 0.8240 0.0641 0.822 1.00 0.32 0.01 9.001 9.001 0.32	11 79,00 1.38 11,00 0.19 8,78 0.01 0.8255 0.0642 0.0642 0.09 0.825 0.0642 0.09 0.825 0.0642 0.09 0.825 0.0642 0.09 0.825 0.0642 0.09 0.825 0.00 0.32 0.01	12 79,82 1,39 10,18 0,18 7,95 0,14 2,23 0,04 0,82 0,04 0,82 0,064 0,82 0,064 0,82 0,064 0,08 0,82 0,064 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,0	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.04 0.8253 0.042 0.8253 0.0642 0.82530 0.82530 0.82530 0.8253000000000	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.061 0.8230 0.0641 0.062 0.0641 0.062 0.0641 0.062 0.0641 0.062 0.0641 0.062 0.0641 0.062 0.0641 0.062 0.0641 0.066 0.0641 0.066 0.052 0.066 0.052 0.066 0.052 0.052 0.0560 0.056	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183 0.064 0.8183 0.064 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.0	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.40 0.8088 0.0639 0.04 0.808 0.633 0.944 0.33 0.000 14.58 0.34 0.33	17 83,03 1,45 6,97 0,12 5,19 0,09 1,78 0,03 0,7888 0,0637 0,7888 0,0637 0,7888 0,0637 0,7898 0,0637 0,7898 0,036 0,036 0,000 15,79 0,38 0,48 0,4	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.69 0.69 0.69 0.69 0.6847 0.0637 0.0637 0.0637 0.6847 0.0637 0.6847 0.0637 0.6847 0.0637 0.6847 0.685 0.695	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704 0.0689 -0.05 -0.047 0.47 0.48 0.75 -0.01 1.84 0.72 -0.72
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) Coeficiente de lift C1 Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor induccion axial (a) Factor induccion áxial (a) Factor induccion axial (a)	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17 1.2254 0.1141 0.89 0.86 1.00 0.22 0.37 4.48 0.13 0.22 0.37	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.88 0.85 1.00 0.28 0.21 -1246.56 0.25 0.28 0.21	3 62.84 1.10 27.16 0.47 27.07 0.47 0.09 0.00 0.6378 0.664 0.0644 0.23 0.660 1.00 0.36 0.36 0.36 0.36 0.36	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7552 0.25 0.25 0.25 0.25 0.25 0.25 0.25 0	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.0636 0.21 0.75 1.00 0.35 0.066 6.26 0.34 0.35	6 72.01 1.26 1.26 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990 0.0638 0.19 0.0638 0.19 0.7990 0.0638 0.19 0.7990 0.0638 0.19 0.078 1.00 0.34 0.04 0.34 0.04 0.34 0.04	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098 0.0639 0.16 0.809 1.00 0.34 0.03 7.39 0.33 0.34 0.03	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640 0.14 0.8168 0.033 0.02 7.94 0.33 0.02	9 76.94 1.34 1.306 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12 0.811 0.02 8.47 0.33 0.02 8.47 0.32 0.33 0.02	10 78.06 1.36 1.36 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04 0.8240 0.0641 0.8240 0.0641 0.8240 0.0641 0.8240 0.0641 0.32 0.01 9.00 0.32 0.32 0.32 0.32	11 79,00 1.38 11,00 0.19 8,78 0.01 2,22 0.04 0.8255 0.06420000000000000000000000000000000000	12 79,82 1.39 10,18 0,18 7,95 0,14 2,23 0,04 0,82 0,064 0,82 1,00 0,32 0,01 10,10 0,32 0,01	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.04 0.8253 0.0642 0.077 0.06420000000000000000000000000000000000	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.0641 0.06 0.82 0.0641 0.06 0.82 0.0641 0.06 0.82 0.0641 0.06 0.32 0.01 11.55 0.32 0.01	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183 0.0641 0.05 0.82 0.05 0.82 0.05 0.82 0.05 0.82 0.93 0.00 12.81 0.33 0.00	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.44 0.8088 0.0639 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.808 0.0639 0.04 0.81 0.81 0.81 0.33 0.00 14.58 0.33 0.00	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7888 0.0637 0.788 0.0637 0.79 0.38 0.03 0.79 0.36 0.00 15.79 0.38 0.03 0.00	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.69 0.6847 0.0637 0.0637 0.6847 0.0637 0.6847 0.0637 0.6847 0.0637 0.6847 0.00 0.684 0.48 0.48 0.00	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 0.03 0.4704 0.0689 -0.05 0.4704 0.0689 -0.05 0.4704 0.75 -0.01 1.84 0.72 -0.0141
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ângulo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ângulo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ângulo de wist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ângulo de incidencia de diseño (α grados) Coeficiente de lift C1 Coeficiente de drag Cd Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor induccion axial (a) Factor induccion axial (a) Teactor induccion axial (a) Teactor induccion axial (a) Factor induccion axial (a) Factor induccion axial (a) Factor induccion axial (a) Teactor induccion axial (a) Factor induccion axial (a) Factor induccion axial (a) Factor induccion axial (a) Teactor induccion axial (a) Factor induccion axial	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17 1.2254 0.141 0.88 0.88 0.88 0.085 1.002 0.37 4.48 0.13 0.22 0.37 0.03	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.88 0.85 1.00 0.28 0.21 -1246.66 0.25 0.28 0.21 0.00%	3 62.84 1.10 27.16 0.47 27.07 0.47 0.09 0.00 0.6378 0.0644 0.23 0.60 1.00 0.366 0.11 5.56 0.36 0.36	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7552 0.0635 0.25 0.72 1.00 0.0635 0.25 0.72 1.00 0.08 5.66 0.35 0.35 0.35	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.063 0.21 0.75 1.00 0.35 0.06 6.26 0.34 0.35 0.06 6.26	6 72.01 1.26 1.26 0.31 16.10 0.28 0.03 0.7990 0.0638 0.19 0.799 0.78 1.00 0.0638 0.19 0.790 0.0638 0.19 0.78 0.04 0.04 0.04 0.04 0.34 0.04 0.04 0.04	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098 0.0639 0.16 0.809 1.00 0.03 7.39 0.33 0.33 0.34 0.03 0.34 0.03	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640 0.14 0.8168 0.0640 0.14 0.81 1.003 0.33 0.02 7.94 0.33 0.02 0.33 0.02	9 76.94 1.34 1.306 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12 0.81 1.00 0.33 0.02 8.47 0.32 0.33 0.02 8.47	10 78.06 1.36 1.36 0.21 9.74 0.22 0.04 0.8240 0.0641 0.0641 0.0641 1.00 0.32 0.01 9.00 0.32 0.32 0.32 0.01 9.000	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255 0.0642 0.09 0.825 0.0642 0.09 0.825 0.0642 0.09 0.82 0.09 0.82 0.01 9.53 0.31 0.32 0.01 9.53 0.31	12 79,82 1.39 10,18 0,18 7,95 0,14 2,23 0,04 0,82 0,04 0,82 0,06420000000000000000000000000000000000	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.04 0.8253 0.0642 0.0642 0.07 0.82 0.00 0.82 0.00 0.82 0.00 0.82 0.00 0.00	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.061 0.82 0.82 0.061 0.82 0.32 0.01 11.59 0.31 0.32 0.01 0.32 0.01	15 81.76 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183 0.0641 0.05 0.82 0.97 0.97 0.97 0.97 0.97 0.97 0.97 0.97	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.40 0.8088 0.0639 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.81 0.81 0.93 0.00 14.58 0.34 0.33 0.000	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7898 0.0637 0.033 0.79 0.89 0.000 15.79 0.38 0.36 0.000	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.68 0.59 0.01 0.6847 0.0637 0.00 0.69 0.42 0.48 0.00 5.54 0.48 0.48 0.00 0.00%	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.08 0.4704 0.0689 -0.05 0.470000000000

Tabla 36. Cálculo 9 y 10 de los factores de inducción axial y tangencial

Número de elementos de pala (de punta a raíz)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados)	38.43	51.57	61.22	66.27	69.50	72.01	74.00	75.61	76.94	78.06	79.00	79.82	80.54	81.18	81.78	82.37	83.03	84.60	87.25
(y radianes)	0.67	0.90	1.07	1.16	1.21	1.26	1.29	1.32	1.34	1.36	1.38	1.39	1.41	1.42	1.43	1.44	1.45	1.48	1.52
ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados)	51.57	38.43	28.78	23.73	20.50	17.99	16.00	14.39	13.06	11.94	11.00	10.18	9.46	8.82	8.22	7.63	6.97	5.40	2.75
φ (radianes)	0.90	0.67	0.50	0.41	0.36	0.31	0.28	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.09	0.05
ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados)	41.85	33.42	27.07	22.35	18.81	16.10	13.97	12.28	10.89	9.74	8.78	7.95	7.25	6.63	6.09	5.61	5.19	4.81	4.31
β (radianes)	0.73	0.58	0.47	0.39	0.33	0.28	0.24	0.21	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.08
ángulo de incidencia de diseño (α grados)	9.72	5.01	1.71	1.38	1.69	1.89	2.03	2.11	2.17	2.20	2.22	2.23	2.22	2.19	2.13	2.01	1.78	0.59	-1.56
ángulo de incidencia de diseño (α radianes)	0.17	0.09	0.03	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.01	-0.03
Coeficiente de lift CI	1.2254	1.0217	0.7834	0.7555	0.7820	0.7990	0.8098	0.8168	0.8212	0.8240	0.8255	0.8260	0.8253	0.8230	0.8183	0.8088	0.7898	0.6847	0.4704
Coeficiente de drag Cd	0.1141	0.0736	0.0636	0.0635	0.0636	0.0638	0.0639	0.0640	0.0641	0.0641	0.0642	0.0642	0.0642	0.0641	0.0641	0.0639	0.0637	0.0637	0.0689
Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct	0.89	0.58	0.32	0.25	0.21	0.19	0.16	0.14	0.12	0.11	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.00	-0.05
Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn	0.85	0.85	0.72	0.72	0.75	0.78	0.80	0.81	0.81	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.81	0.79	0.69	0.47
Factor de correccion por perdida en las puntas	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	0.98	0.97	0.94	0.89	0.82	0.48
Factor induccion axial (a)	0.22	0.28	0.38	0.36	0.35	0.34	0.34	0.33	0.33	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.33	0.33	0.36	0.44	0.75
Factor induccion ángular (a')	0.37	0.21	0.15	0.08	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01
Factor induccion axial (a)_1_1_	-4.48	-1246.71	4.73	5.66	6.26	6.83	7.39	7.94	8.47	9.00	9.53	10.10	10.75	11.59	12.81	14.58	15.79	5.54	1.84
Factor induccion axial (a)_2_1	0.13	0.25	0.38	0.35	0.34	0.34	0.33	0.32	0.32	0.32	0.31	0.31	0.31	0.31	0.32	0.34	0.38	0.48	0.72
Factor induccion axial (a) Nuevo	0.22	0.28	0.38	0.36	0.35	0.34	0.34	0.33	0.33	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.33	0.33	0.36	0.48	0.72
Factor induccion ángular (a') Nuev o	0.37	0.21	0.15	0.08	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.0141
Error respecto al anterior a	0.0%	0.0%	4.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Error respecto al anterior a'	0.0%	0.0%	24.4%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
											1								
Numero de elementos de pala (de punta a raiz)	1	2	3	4	5	5		8	9	10	11	12	13	14	15	16	1/	18	19
angulo viento relativo respecto al eje de rotacion (y grados)	38.43	51.57	62.66	66.27	69.50	/2.01	/4.00	/5.61	76.94	/8.06	/9.00	/9.82	80.54	81.18	81.78	82.37	83.03	84.60	87.25
(y radianes)	0.67	0.90	1.09	1.16	1.21	1.26	1.29	1.32	1.34	1.36	1.38	1.39	1.41	1.42	1.43	1.44	1.45	1.48	1.52
angulo viento relativo respecto al plano de rotacion (Φ grados)	51.57	38.43	27.34	23.73	20.50	17.99	16.00	14.39	13.06	11.94	11.00	10.18	9.46	8.82	8.22	7.63	6.97	5.40	2.75
(0.90	0.67	0.48	0.41	0.36	0.31	0.28	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.09	0.05
anguio de twist respecto al plano de rotación (β grados)	41.85	33.42	27.07	22.35	18.81	16.10	13.97	12.28	10.89	9.74	8.78	7.95	7.25	6.63	6.09	5.61	5.19	4.81	4.31
<mark>β (radianes)</mark>	0.73	0.58	0.47	0.39	0.33	0.28	0.24	0.21	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.08
anguio de incidencia de diseno (d grados)	9.72	5.01	0.27	1.38	1.69	1.89	2.03	2.11	2.17	2.20	2.22	2.23	2.22	2.19	2.13	2.01	1.78	0.59	-1.56
	1.0054	1 0217	0.00	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.01	-0.03
	0.1141	0.0726	0.0000	0.7554	0.7620	0.7990	0.0090	0.0100	0.0212	0.0240	0.0200	0.0200	0.0255	0.0230	0.00103	0.0000	0.7090	0.0627	0.4704
Coefficiente de drag Cu	0.1141	0.0730	0.0041	0.0035	0.0030	0.0030	0.0039	0.0040	0.0041	0.0041	0.0042	0.0042	0.0042	0.0041	0.0041	0.0039	0.0037	0.0037	0.0009
Coefficiente de corque en el plano de giro del notor obeliciente tangencial o t	0.09	0.50	0.24	0.25	0.21	0.19	0.10	0.14	0.12	0.11	0.09	0.00	0.07	0.00	0.05	0.04	0.03	0.00	-0.05
	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.02	0.02	0.02	0.01	0.79	0.09	0.47
Factor induccion avial (a)	0.22	0.28	0.36	0.36	0.35	0.34	0.34	0.33	0.33	0.32	0.32	0.32	0.33	0.30	0.37	0.34	0.09	0.02	0.40
Factor induccion ángular (a)	0.22	0.20	0.30	0.00	0.00	0.04	0.04	0.00	0.00	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.44	0.73
Factor induccion avial (a)	_1 /8	-1246 65	5.41	5.66	6.26	6.83	7 30	7 0/	8.47	9.00	9.53	10 10	10.75	11 50	12.81	14 58	15 70	5.54	1.84
Eactor induccion axial (a) 2 1	-4.40	0.25	0.41	0.00	0.20	0.03	0.33	0.34	0.47	0.32	9.00	0.10	0.75	0.31	0 22	0.24	0.39	0.04	0.72
Factor induccion axial (a) Nuevo	0.13	0.23	0.30	0.35	0.04	0.34	0.33	0.52	0.32	0.32	0.31	0.31	0.31	0.31	0.02	0.34	0.30	0.40	0.72
Factor induccion ángular (a) Nuevo	0.22	0.20	0.00	0.00	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.40	-0.0141
Firor respects al anterior a	0.0%	0.0%	4 2%	0.0%	0.0%	0.04	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Error respecto al anterior a'	0.0%	0.0%	27.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	0.070	0.0.0		0.0.0	0.0.0	0.0.0	0.0.0	0.0701	0.0.0	0.070	0.0.0	0.010	0.0.0	0.0.0	0.0.0	0.0.0	0.0.0		

 Tabla 37. Cálculo 11 y 12 de los factores de inducción axial y tangencial.

Número de elementos de pala (de punta a raíz)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados)	38.43	51.57	61.42	66.27	69.50	72.01	74.00	75.61	76.94	78.06	79.00	79.82	80.54	81.18	81.78	82.37	83.03	84.60	87.25
(y radianes)	0.67	0.90	1.07	1.16	1.21	1.26	1.29	1.32	1.34	1.36	1.38	1.39	1.41	1.42	1.43	1.44	1.45	1.48	1.52
ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados)	51.57	38.43	28.58	23.73	20.50	17.99	16.00	14.39	13.06	11.94	11.00	10.18	9.46	8.82	8.22	7.63	6.97	5.40	2.75
Φ (radianes)	0.90	0.67	0.50	0.41	0.36	0.31	0.28	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.09	0.05
ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados)	41.85	33.42	27.07	22.35	18.81	16.10	13.97	12.28	10.89	9.74	8.78	7.95	7.25	6.63	6.09	5.61	5.19	4.81	4.31
β (radianes)	0.73	0.58	0.47	0.39	0.33	0.28	0.24	0.21	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.08
ángulo de incidencia de diseño (α grados)	9.72	5.01	1.51	1.38	1.69	1.89	2.03	2.11	2.17	2.20	2.22	2.23	2.22	2.19	2.13	2.01	1.78	0.59	-1.56
ángulo de incidencia de diseño (α radianes)	0.17	0.09	0.03	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.01	-0.03
Coeficiente de lift CI	1.2254	1.0217	0.7668	0.7554	0.7820	0.7990	0.8098	0.8168	0.8212	0.8240	0.8255	0.8260	0.8253	0.8230	0.8183	0.8088	0.7898	0.6847	0.4704
Coeficiente de drag Cd	0.1141	0.0736	0.0635	0.0635	0.0636	0.0638	0.0639	0.0640	0.0641	0.0641	0.0642	0.0642	0.0642	0.0641	0.0641	0.0639	0.0637	0.0637	0.0689
Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct	0.89	0.58	0.31	0.25	0.21	0.19	0.16	0.14	0.12	0.11	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.00	-0.05
Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn	0.85	0.85	0.70	0.72	0.75	0.78	0.80	0.81	0.81	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.81	0.79	0.69	0.47
Factor de correccion por perdida en las puntas	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	0.98	0.97	0.94	0.89	0.82	0.48
Factor induccion axial (a)	0.22	0.28	0.37	0.36	0.35	0.34	0.34	0.33	0.33	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.33	0.33	0.36	0.44	0.75
Factor induccion ángular (a')	0.37	0.21	0.14	0.08	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01
Factor induccion axial (a)_1_1	-4.48	-1246.68	4.79	5.66	6.26	6.83	7.39	7.94	8.47	9.00	9.53	10.10	10.75	11.59	12.81	14.58	15.79	5.54	1.84
Factor induccion axial (a)_2_1	0.13	0.25	0.37	0.35	0.34	0.34	0.33	0.32	0.32	0.32	0.31	0.31	0.31	0.31	0.32	0.34	0.38	0.48	0.72
Factor induccion axial (a) Nuevo	0.22	0.28	0.37	0.36	0.35	0.34	0.34	0.33	0.33	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.33	0.33	0.36	0.48	0.72
Factor induccion ángular (a') Nuevo	0.37	0.21	0.14	0.08	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.0141
Error respecto al anterior a	0.0%	0.0%	3.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Error respecto al anterior a'	0.0%	0.0%	19.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Número de elementos de pala (de punta a raíz)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (y grados)	1 38.43	2 51.57	3 62.52	4 66.27	5 69.50	6 72.01	7 74.00	8 75.61	9 76.94	10 78.06	11 79.00	12 79.82	13 80.54	14 81.18	15 81.78	16 82.37	17 83.03	18 84.60	19 87.25
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (y grados) (y radianes)	1 38.43 0.67	2 51.57 0.90	3 62.52 1.09	4 66.27 1.16	5 69.50 1.21	6 72.01 1.26	7 74.00 1.29	8 75.61 1.32	9 76.94 1.34	10 78.06 1.36	11 79.00 1.38	12 79.82 1.39	13 80.54 1.41	14 81.18 1.42	15 81.78 1.43	16 82.37 1.44	17 83.03 1.45	18 84.60 1.48	19 87.25 1.52
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados)	1 38.43 0.67 51.57	2 51.57 0.90 38.43	3 62.52 1.09 27.48	4 66.27 1.16 23.73	5 69.50 1.21 20.50	6 72.01 1.26 17.99	74.00 1.29 16.00	8 75.61 1.32 14.39	9 76.94 1.34 13.06	10 78.06 1.36 11.94	11 79.00 1.38 11.00	12 79.82 1.39 10.18	13 80.54 1.41 9.46	14 81.18 1.42 8.82	15 81.78 1.43 8.22	16 82.37 1.44 7.63	17 83.03 1.45 6.97	18 84.60 1.48 5.40	19 87.25 1.52 2.75
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes)	1 38.43 0.67 51.57 0.90	2 51.57 0.90 38.43 0.67	3 62.52 1.09 27.48 0.48	4 66.27 1.16 23.73 0.41	5 69.50 1.21 20.50 0.36	6 72.01 1.26 17.99 0.31	7 74.00 1.29 16.00 0.28	8 75.61 1.32 14.39 0.25	9 76.94 1.34 13.06 0.23	10 78.06 1.36 11.94 0.21	11 79.00 1.38 11.00 0.19	12 79.82 1.39 10.18 0.18	13 80.54 1.41 9.46 0.17	14 81.18 1.42 8.82 0.15	15 81.78 1.43 8.22 0.14	16 82.37 1.44 7.63 0.13	17 83.03 1.45 6.97 0.12	18 84.60 1.48 5.40 0.09	19 87.25 1.52 2.75 0.05
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados)	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42	3 62.52 1.09 27.48 0.48 27.07	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10	7 74.00 1.29 16.00 0.28 13.97	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89	10 78.06 1.36 11.94 0.21 9.74	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes)	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58	3 62.52 1.09 27.48 0.48 27.07 0.47	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28	7 74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19	10 78.06 1.36 11.94 0.21 9.74 0.17	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95 0.14	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados)	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01	3 62.52 1.09 27.48 0.48 27.07 0.47 0.41	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17	10 78.06 1.36 11.94 0.21 9.74 0.17 2.20	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95 0.14 2.23	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (y grados) (y radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados)	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09	3 62.52 1.09 27.48 0.48 27.07 0.47 0.41 0.01	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03	7 74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04	10 78.06 1.36 11.94 9.74 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04	12 79.82 1.39 0.18 7.95 0.14 2.23 0.04	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59 0.01	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados)	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17 1.2254	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217	3 62.52 1.09 27.48 0.48 27.07 0.47 0.41 0.6686	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820	6 72.01 1.26 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212	10 78.06 1.36 11.94 0.21 9.74 0.77 2.20 0.04 0.8240	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255	12 79.82 1.39 0.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04 0.8253	14 81.18 1.42 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7898	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59 0.01 0.6847	19 87.25 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α radianes) Coeficiente de lift C1 Coeficiente de drag Cd	1 38,43 0,67 51,57 0,90 41,85 0,73 9,72 0,77 1,2254 0,1141	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217 0.0736	3 62.52 1.09 27.48 0.48 27.07 0.41 0.6686 0.0639	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554 0.0635	5 69.50 1.21 20.50 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.0636	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990 0.0638	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098 0.0639	8 75.61 1.32 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641	10 78.06 1.36 11.94 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04 0.8240 0.8240	11 79.00 1.38 11.00 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255 0.0642	12 79.82 1.39 0.18 0.18 7.99 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.0642	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04 0.8253 0.0642	14 81.18 1.42 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.0641	15 81.78 1.43 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183 0.0641	16. 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 2.01 0.40 0.8088 0.0639	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7898 0.0637	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59 0.01 0.6847 0.0637	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 -0.08 -0.03 0.4704 0.0689
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) Coeficiente de lift C1 Coeficiente de drag Cd Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17 1.2254 0.1141 0.89	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.58	3 62.52 1.09 27.48 0.48 27.07 0.47 0.41 0.01 0.6686 0.0639 0.25	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554 0.0635 0.25	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.0636 0.21	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990 0.0638 0.19	7 74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098 0.0639 0.16	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640 0.14	9 76.94 1.34 1.306 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12	10 78.06 1.36 11.94 9.74 0.21 9.74 0.21 0.04 0.04 0.0641 0.11	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255 0.0642 0.0642	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.0642 0.06	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04 0.8253 0.0642 0.07	14 81.18 1.42 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.0641 0.06	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183 0.0641 0.05	16. 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7898 0.0637 0.03	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59 0.01 0.6847 0.0637 0.00	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704 0.0689 -0.05
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) Coeficiente de lift C1 Coeficiente de drag Cd Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17 1.2254 0.1141 0.89 0.85	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.58 0.58	3 62.52 1.09 27.48 0.48 27.07 0.47 0.41 0.6686 0.0639 0.25 0.62	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554 0.0635 0.25 0.72	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.036 0.021 0.75	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990 0.0638 0.7990 0.0638	7 74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098 0.0639 0.16 0.80	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640 0.14 0.81	9 76.94 1.34 1.306 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12 0.81	10 78.06 1.36 11.94 0.21 9.74 0.77 2.20 0.04 0.8240 0.0641 0.11 0.82	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255 0.0642 0.0642 0.09 0.82	12 79.82 1.39 10.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.0642 0.06 0.08	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04 0.8253 0.0642 0.07 0.82	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.0641 0.06 0.82	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183 0.0641 0.05 0.82	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.00 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.81	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7898 0.0637 0.03 0.79	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59 0.01 0.6847 0.0637 0.00 0.69	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 0.03 0.4704 0.0689 -0.05 0.47
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo de tvist respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de tvist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de tvist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) Coeficiente de lift C1 Coeficiente de drag Cd Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor de correccion por perdida en las puntas	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17 1.2254 0.1141 0.89 0.85 0.85 1.00	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.58 0.85 0.85 1.00	3 62.52 1.09 27.48 0.48 27.07 0.47 0.41 0.6686 0.0639 0.25 0.62 1.00	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554 0.0635 0.25 0.72 1.00	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.0636 0.21 0.75 1.00	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990 0.0638 0.790 0.0638 0.790	7 74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8088 0.0639 0.063 0.063 0.063 0.063 0.063	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640 0.14 0.81 1.00	9 76.94 1.34 1.306 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12 0.81 1.00	10 78.06 1.36 11.94 0.21 9.74 0.77 2.20 0.04 0.8240 0.0641 0.11 0.82 1.00	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.19 2.22 0.04 0.8255 0.0642 0.0642 0.09 0.825 0.0642	12 79.82 1.39 0.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.0642 0.0642 0.08 0.82 0.08 0.82	13 80.54 9.46 0.17 7.25 0.04 0.8253 0.0642 0.0642 0.07 0.82 0.0642	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.0641 0.06 0.82 0.98	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183 0.0641 0.05 0.82 0.97	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.00 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.81 0.81	17 83.03 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7898 0.0637 0.03 0.79 0.03 0.79 0.03	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.09 0.01 0.6847 0.0637 0.000 0.69 0.82	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704 0.0689 -0.05 0.47 0.48
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) Coeficiente de lift C1 Coeficiente de drag Cd Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor de correccion por perdida en las puntas Factor induccion axial (a)	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17 1.2254 0.1141 0.89 0.85 1.00 0.22	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.68 0.68 0.85 1.00 0.28	3 62.52 1.09 27.48 0.48 27.07 0.47 0.41 0.6666 0.0639 0.25 0.62 1.00 0.36	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554 0.0635 0.25 0.72 1.00 0.36	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.0636 0.21 0.75 1.00 0.35	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990 0.0638 0.19 0.78 1.00 0.78 1.00	7 74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8088 0.0639 0.0639 0.0639 0.0639 0.0639 0.0639	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640 0.14 0.81 1.00 0.33	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12 0.81 1.00 0.33	10 78.06 1.36 11.94 0.21 9.74 0.77 2.20 0.04 0.8240 0.0641 0.11 0.82 1.00 0.32	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.19 2.22 0.04 0.8255 0.0642 0.0642 0.09 0.825 0.0642 0.09 0.825 0.0642	12 79.82 1.39 10.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.0642 0.0642 0.08 0.82 1.000	13 80.54 9.46 0.17 7.25 0.04 0.8253 0.0642 0.0642 0.07 0.82 0.0642 0.07 0.82	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.064 0.8230 0.0641 0.066 0.82 0.98 0.98	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183 0.0641 0.05 0.82 0.97 0.33	16 82.37 1.44 7.63 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.81 0.94 0.33	17 83.03 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7888 0.0637 0.03 0.79 0.88 0.689	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59 0.01 0.6847 0.0037 0.0037 0.0037 0.000 0.69 0.82 0.44	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704 0.0689 -0.05 0.47 0.48 0.75
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α radianes) Coeficiente de lift Cl Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor de correccion por perdida en las puntas Factor induccion axial (a) Factor induccion ángular (a')	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17 1.2254 0.1141 0.89 0.86 1.00 0.85 1.00	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.68 0.68 0.85 1.00 0.28 0.21	3 62.52 1.09 27.48 0.48 27.07 0.47 0.41 0.6666 0.0639 0.25 0.62 1.00 0.36 0.36 0.36	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554 0.0635 0.25 0.72 1.00 0.36 0.08	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.0636 0.21 0.75 1.00 0.35 0.06	6 72.01 1.26 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.790 0.0638 0.19 0.0638 0.19 0.78 1.00 0.34 0.34 0.04	74.00 1.29 1.29 1.29 0.28 1.397 0.24 2.03 0.04 0.8088 0.0639 0.0639 0.0639 0.0639 0.0639 0.0639 0.0639 0.0639 0.0639	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.21 0.04 0.8168 0.0640 0.14 0.81 0.0640 0.14 0.81 0.0640	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12 0.0641 0.12 0.81 1.00 0.33 0.02	10 78.06 1.36 1.36 9.74 0.21 9.74 0.21 2.20 0.04 0.8240 0.0641 0.0641 0.0641 0.0641 0.0641 0.0641 0.02 1.00 0.32 0.01	111 79.00 1.38 11.00 .878 0.15 2.22 0.04 0.8255 0.0642 0.0642 0.0642 0.09 0.825 0.0642 0.09 0.825 0.0642	12 79.82 1.39 0.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.0642 0.08 0.82 0.08 0.82 0.08 0.82 0.032	13 80.54 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04 0.8253 0.0642 0.07 0.82 0.07 0.82 0.099 0.32	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.064 0.8230 0.0641 0.066 0.82 0.98 0.98 0.32 0.01	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183 0.0641 0.05 0.82 0.97 0.33 0.00	16 82.37 1.44 7.63 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.81 0.94 0.33 0.00	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7888 0.0637 0.03 0.79 0.88 0.0637 0.03 0.79 0.88 0.03 0.79	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.68 0.59 0.01 0.6847 0.0037 0.0037 0.00 0.69 0.82 0.44 0.00	19 87.25 2.76 0.05 4.31 0.08 -1.56 0.03 0.4704 0.0689 -0.05 0.470 0.470 0.4704 0.0689 -0.05 0.470 0.48 0.75 0.01
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) coeficiente de lift Cl Coeficiente de drag Cd Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor de correccion por perdida en las puntas Factor induccion axial (a) Factor induccion axial (a)	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17 1.2254 0.1141 0.89 0.86 1.00 0.22 0.37 4.48	2 51.57 0.90 38.43 0.65 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.58 0.058 0.058 0.058 0.058 0.058 0.021 1.00	3 62.52 1.09 27.48 27.07 0.47 0.41 0.01 0.6686 0.0639 0.25 0.62 1.00 0.36 0.36 0.12 5.31	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554 0.0635 0.25 0.72 1.00 0.36 0.08 5.66	5 69.50 1.21 20.50 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.0636 0.21 0.75 1.00 0.35 0.06 6.26	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.790 0.0638 0.790 0.0638 0.19 0.78 1.00 0.04 6.83	74.00 16.00 13.97 0.24 2.03 0.04 0.808 0.0639 0.063 0.063 0.0639 0.063 0.0639 0.063 0.06390000000000000000000000000000000000	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.41 0.04 0.8168 0.0640 0.14 0.81 1.00 0.33 0.02 7.94	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12 0.0641 0.12 0.81 1.00 0.33 0.02 8.47	10 78.06 1.36 1.36 9.74 0.21 9.74 0.21 2.20 0.04 0.8240 0.0641 0.0641 0.0641 0.0641 0.0641 0.0641 0.02 1.00 0.32 0.01 9.00	111 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255 0.0642 0.065 0.0642 0.065 0.0642 0.065 0.0550 0.0550 0.05500000000	12 79.82 1.39 10.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.642 0.06 0.82 0.08 0.82 1.00 0.32 0.01 10.10	13 80.54 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04 0.8253 0.0642 0.07 0.82 0.07 0.82 0.07 0.82 0.07 0.82 0.07 0.82 0.07 0.82 0.07 0.82 0.07 0.82 0.07 0.82 0.07 0.82 0.07 0.82 0.07 0.82 0.07 0.82 0.07 0.82 0.07 0.07 0.07 0.07 0.07 0.07 0.07 0.0	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.064 0.8230 0.0641 0.066 0.82 0.98 0.32 0.01 11.59	15 81.78 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183 0.0641 0.05 0.82 0.97 0.33 0.00 12.81	16 82.37 7.63 7.63 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.81 0.94 0.33 0.00 14.58	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7888 0.0637 0.03 0.79 0.89 0.36 0.00 15.79	18 84.60 1.48 5.40 0.09 0.81 0.68 0.59 0.01 0.6847 0.0637 0.00 0.6847 0.0637 0.00 0.682 0.44 0.00 5.54	19 87.25 2.76 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704 0.0689 -0.05 0.47 0.48 -0.05 0.47 0.48 -0.05 0.47
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de tvist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) Coeficiente de lift Cl Coeficiente de drag Cd Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial Ct Factor induccion axial (a) Factor induccion axial (a) Factor induccion axial (a)_1_1 Factor induccion axial (a)_2_1	1 38,43 0,67 51,57 0,97 41,85 0,73 9,72 0,177 1,2254 0,1141 0,89 0,85 0,86 1,00 0,22 0,37 4,48 0,13	2 51.57 0.90 3843 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.58 0.85 1.00 0.58 0.85 1.00 0.28 0.21 -1246.67 0.25	3 62.52 1.09 27.48 27.07 0.47 0.41 0.6686 0.0639 0.25 0.62 1.00 0.62 1.00 0.36 0.12 5.31 0.36	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554 0.0635 0.25 0.72 1.00 0.35 0.25 0.72 1.00 0.36 0.08 5.66 0.35	5 69.50 1.21 20.50 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.0636 0.21 0.75 1.00 0.35 0.06 6.26 0.34	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.790 0.0638 0.790 0.0638 0.790 0.0638 0.79 0.78 1.00 0.04 6.63 0.34	74.00 16.00 13.97 0.24 2.03 0.04 0.808 0.0639 0.06 0.808 0.0639 0.06 0.808 0.0639 0.0639 0.0639 0.06 0.800 0.034 0.034 0.034 0.034 0.034	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640 0.14 0.81 1.00 0.33 0.02 7.94 0.32	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12 0.0641 0.12 0.881 1.00 0.33 0.02 8.47 0.32	10 78.06 1.36 1.36 9.74 0.77 2.20 0.04 0.8240 0.0641 0.06410000000000000000000000000000000000	111 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255 0.0642 0.064	12 79.82 1.39 10.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.642 0.06420000000000000000000000000000000000	13 80.54 9.46 9.41 9.41 9.41 9.41 9.41 9.41 0.17 0.13 0.222 0.04 0.8253 0.0642 0.07 0.8253 0.0642 0.07 0.8253 0.0642 0.07 0.8253 0.0642 0.07 0.8253 0.0642 0.07 0.8253 0.0642 0.07 0.8253 0.0642 0.07 0.8253 0.0642 0.07 0.8253 0.0642 0.07 0.07 0.07 0.07 0.07 0.07 0.07 0.0	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.0641 0.932 0.0641 0.065 0.0641 0.066 0.062 0.0641 0.066 0.062 0.0641 0.066 0.0641 0.066 0.062 0.0641 0.066 0.062 0.0641 0.066 0.062 0.0641 0.066 0.062 0.0641 0.066 0.062 0.0641 0.066 0.062 0.0641 0.066 0.062 0.0641 0.066 0.062 0.0641 0.066 0.062 0.066 0.062 0.066 0.062 0.066 0.062 0.066 0.062 0.066 0.062 0.066 0.062 0.066 0.062 0.066 0.062 0.066 0.062 0.066 0.062 0.066 0.062 0.066 0.062 0.066 0.062 0.066 0.062 0.066 0.062 0.066 0.062 0.066 0.062 0.060 0.000 0.060 0.000 0.00000000	15 81.78 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183 0.0641 0.065 0.82 0.97 0.33 0.00 12.81 0.32	16 82.37 1.44 7.63 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.81 0.94 0.33 0.00 14.58 0.34	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7988 0.0637 0.03 0.7988 0.0637 0.03 0.79 0.38 0.000 15.79 0.38	18 84.60 1.48 5.40 0.09 0.81 0.68 0.59 0.01 0.6847 0.0037 0.00 0.6847 0.0037 0.00 0.6847 0.0037 0.00 0.6847 0.0037 0.00 0.6847 0.0037 0.00 0.6847 0.0037 0.00 0.6847 0.0037 0.00 0.6847 0.0037 0.000 0.6847 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.0000 0.0000 0.0000 0.000000	19 87.25 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 0.03 0.4704 0.0689 -0.05 0.47 0.470 0.4704 0.0689 -0.05 0.47 0.48 0.75
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (Φ grados) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) Coeficiente de lift C1 Coeficiente de drag Cd Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor induccion axial (a) Cactor induccio	1 38,43 0,67 51,57 0,90 41,85 0,73 9,72 0,177 1,2254 0,1141 0,89 0,88 0,85 1,00 0,22 0,37 4,48 0,13 0,22	2 51.57 0.90 3843 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.58 0.85 0.85 0.85 0.85 0.85 0.21 -1246.67 0.25 0.25 0.28	3 62.52 1.09 27.48 27.07 0.44 0.41 0.01 0.6686 0.0639 0.25 0.62 1.00 0.36 0.36 0.36 0.36	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554 0.035 0.25 0.72 1.00 0.035 0.25 0.72 1.00 0.35 0.35 0.35 0.35	5 69.50 1.21 20.50 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.0636 0.21 0.75 1.00 0.35 0.06 6.26 0.34 0.35	6 72.01 17.90 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.790 0.0638 0.0790 0.0638 0.0790 0.0780 0.0780 0.0780 0.0780 0.0780 0.0780 0.0790 0.0780 0.0790 0.0780 0.0780 0.0780 0.0780 0.0780 0.0780 0.0790 0.0780 0.079000000000000000000000000000000000	74.00 1.29 16.00 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8088 0.0639 0.063 0.	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.81 0.0640 0.14 0.81 1.00 0.33 0.02 7.94 0.32 0.33	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12 0.0641 0.12 0.881 1.00 0.33 0.02 8.47 0.32 0.33	10 78.06 1.36 1.36 0.21 9.74 0.77 2.20 0.04 0.8240 0.0641 0.8240 0.0641 0.8240 0.0641 0.8240 0.0641 0.8240 0.0641 0.82 0.0641 0.82 0.02 0.02 0.02 0.02 0.02 0.02 0.02	111 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.19 8.78 0.19 0.222 0.04 0.8255 0.0642 0	12 79.82 1.39 10.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.642 0.06420000000000000000000000000000000000	13 80.54 1.41 9.946 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04 0.8253 0.0642 0.07 0.82 0.07 0.07 0.82 0.07 0.07 0.07 0.07 0.07 0.07 0.07 0.0	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.0641 0.932 0.0641 0.065 0.0641 0.066 0.8230 0.0641 0.066 0.8230 0.0641 0.066 0.8230 0.0641 0.066 0.032 0.0641 0.052 0.053 0.0541 0.0530 0.0541 0.0530 0.0541 0.0530 0.0530 0.0541 0.0530 0.0541 0.0530 0.0541 0.0530 0.0541 0.0530 0.0541 0.0530 0.0541 0.0530 0.0541 0.0530 0.0541 0.0530 0.0541 0.0530 0.0541 0.0530 0.0541 0.0530 0.0541 0.0530 0.0541 0.0530 0.0541 0.0530 0.0541 0.0530 0.0541 0.0530 0.0541 0.0530 0.0530 0.0541 0.0530 0.0530 0.0530 0.0530 0.05300 0.05300 0.05300 0.05300 0.0530000000000	15 81.78 8.1.78 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183 0.0641 0.065 0.82 0.064 0.82 0.97 0.33 0.000 12.81 0.32 0.33	16 82.37 1.44 7.63 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.81 0.81 0.94 0.33 0.00 14.58 0.34 0.33	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.798 0.6637 0.03 0.798 0.6637 0.03 0.79 0.89 0.06 0.00 15.79 0.38 0.38 0.38 0.38	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.68 0.59 0.01 0.6847 0.0037 0.00 0.6847 0.0037 0.00 0.6847 0.0037 0.00 0.684 0.48 0.48	19 87.25 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704 0.0689 -0.05 0.47 0.4704 0.0689 -0.05 0.47 0.48 -0.05 0.47 0.48 -0.72 0.72
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (ψ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (Φ grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) β (radianes) Coeficiente de incidencia de diseño (α grados) Coeficiente de drag Cd Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial Ct Factor induccion axial (a) Factor induccion ángular (a') Factor induccion axial (a) Y Factor induccion axial (a) Y Factor induccion axial (a) Nuevo Factor induccion ángular	1 38,43 0,67 51,57 0,73 9,72 0,177 1,2254 0,1141 0,889 0,85 1,00 0,22 0,37 4,48 0,13 0,22 0,37 4,48	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.68 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.88 0.85 1.00 0.28 0.21 -1246.67 0.25 0.25 0.25 0.22	3 62.52 1.09 27.48 27.07 0.44 0.41 0.01 0.6686 0.0639 0.25 0.62 1.00 0.36 0.36 0.12 5.31 0.36 0.36 0.36	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554 0.0635 0.25 0.72 1.00 0.36 0.36 0.35 0.36 0.36	5 69.50 1.21 20.50 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.0636 0.21 0.75 1.00 0.35 0.06 6.26 0.34 0.35 0.06	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.790 0.0638 0.790 0.0638 0.790 0.0638 0.790 0.0638 0.790 0.0638 0.790 0.0638 0.790 0.0638 0.790 0.0638 0.790 0.0638 0.790 0.0638 0.04 0.04	74.00 1.29 16.00 0.24 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098 0.0639 0.06 0.06 0.06 0.06 0.06 0.06 0.06 0.03 0.03 0.33 0.33 0.34 0.03	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8188 0.0640 0.14 0.8188 0.0640 0.14 0.81 1.00 0.33 0.02 7.94 0.32 0.33 0.02	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12 0.0641 0.12 0.0641 0.12 0.881 1.00 0.33 0.02 8.47 0.32 0.33 0.02	10 78.06 1.36 1.36 0.21 9.74 0.77 2.20 0.04 0.8240 0.0641 0.8240 0.0641 0.8240 0.0641 0.8240 0.0641 0.32 0.04 0.32 0.01	111 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255 0.0642 0.0642 0.09 0.825 0.0642 0.09 0.825 0.0642 0.09 0.825 0.0642 0.09 0.825 0.064 0.09 0.825 0.064 0.09 0.825 0.001 0.019	12 79.82 1.39 10.18 7.995 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.06420000000000000000000000000000000000	13 80.54 1.41 9.946 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04 0.8253 0.0642 0.077 0.8253 0.0642 0.077 0.8253 0.0642 0.077 0.8253 0.0642 0.077 0.8253 0.0642 0.077 0.8253 0.0642 0.077 0.8253 0.0642 0.077 0.8253 0.0642 0.077 0.8253 0.0642 0.077 0.8253 0.0642 0.077 0.8253 0.0642 0.077 0.8253 0.0642 0.077 0.8253 0.0642 0.077 0.8253 0.0642 0.077 0.8253 0.0642 0.077 0.8253 0.0642 0.077 0.8253 0.0642 0.077 0.032 0.00100000000	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.064 0.052 0.064 0.052 0.064 0.052 0.064 0.052 0.052 0.054 0.052 0.00	15 81.78 0.143 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183 0.0641 0.05 0.82 0.064 0.82 0.07 0.33 0.00 12.81 0.32 0.33 0.00	16 82.37 1.44 7.63 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.81 0.81 0.83 0.04 0.81 0.94 0.33 0.00 14.58 0.33 0.33	17 83.03 1.45 6.97 0.02 5.19 0.09 1.78 0.03 0.798 0.0637 0.03 0.798 0.0637 0.03 0.79 0.89 0.06 0.00 15.79 0.38 0.03 0.36 0.00	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.68 0.59 0.01 0.6847 0.00 0.69 0.687 0.00 0.69 0.82 0.44 0.00 5.54 0.48 0.48 0.00	19 87.25 2.75 2.75 2.75 2.75 2.75 2.75 2.75
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (Φ grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) Δangulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) Ángulo de incidencia de diseño (α grados) Coeficiente de lift CI Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial Ct Factor induccion axial (a) Factor induccion ángular (a') Nuevo Factor induccion ángular (a') F	1 38,43 0,67 51,57 0,972 0,177 1,2254 0,1141 0,88 0,88 0,177 1,2254 0,1141 0,88 0,177 1,2254 0,1141 0,88 0,88 0,177 1,2254 0,377 0,377 0,377 0,077	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.68 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.88 0.88 0.88 0.88 0.88 0.88 0.21 0.22 0.21 1246.67 0.25 0.21 0.25 0.28 0.21 0.09 0.21 0.25 0.21 0.28 0.21 0.25 0.21 0.28 0.21 0.25 0.21 0.25 0.55 0.55 0.55 0.55 0.55 0.55 0.55 0.55 0.55 0.55 0.55	3 62.52 1.09 27.48 27.07 0.47 0.41 0.01 0.6686 0.0639 0.25 0.62 1.00 0.36 0.36 0.36 0.36 0.36 0.36 0.36	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554 0.0635 0.25 0.72 1.00 0.36 0.08 5.66 0.35 0.35 0.36	5 69.50 1.21 20.50 1.881 1.69 0.03 0.7820 0.0636 0.21 0.75 1.00 0.35 0.06 6.26 0.34 0.35 0.06 0.34 0.35 0.06 0.09 0.09	6 72.01 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990 0.0638 0.7990 0.0638 0.7990 0.0638 0.7990 0.0638 0.7990 0.0638 0.04 0.04 0.34 0.04 0.34 0.04 0.00%	74.00 1.29 16.00 1.29 1.29 1.29 1.29 0.28 1.397 0.24 0.24 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.808 0.034 0.33 0.33 0.33 0.034 0.035 0.034 0.035 0.034	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640 0.14 0.8168 0.0640 0.14 0.81 1.00 0.33 0.02 7.94 0.33 0.02 0.33 0.02 0.33	9 76.94 1.34 13.06 0.23 1.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12 0.0641 0.12 0.81 1.00 0.33 0.02 8.47 0.32 0.33 0.02 0.33	10 78.06 1.36 1.36 9.74 0.77 2.20 0.04 0.8240 0.0641 0.8240 0.0641 0.8240 0.0641 0.8240 0.0641 0.82 0.0641 0.32 0.01 0.32 0.01 0.32	111 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255 0.0642 0.0642 0.09 0.825 0.0642 0.09 0.825 0.0642 0.09 0.825 0.0642 0.09 0.825 0.0642 0.09 0.825 0.0642 0.09 0.825 0.004 0.09 0.825 0.004 0.09 0.004 0.005 0.00100000000	12 79.82 1.39 10.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.064 0.0642 0.064 0.0642 0.064 0.00	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.042 0.07 0.8253 0.0642 0.07 0.82 0.0642 0.07 0.82 0.0642 0.07 0.82 0.0642 0.07 0.82 0.032 0.01 0.32 0.01 0.32 0.01 0.02	14 81.18 1.42 8.82 0.15 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.06 0.8230 0.0641 0.8230 0.0641 0.8230 0.0641 0.8230 0.0641 0.8230 0.0641 0.82 0.02 0.02 0.032 0.031 0.331 0.331 0.331 0.032	15 81.78 8.1.78 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183 0.0641 0.05 0.82 0.05 0.82 0.05 0.82 0.04 0.33 0.00 12.81 0.32 0.33 0.00 0.00 0.00	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.88 0.0639 0.04 0.88 0.0639 0.04 0.88 0.04 0.83 0.00 14.58 0.33 0.00 0.00	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7888 0.0637 0.03 0.79 0.33 0.79 0.36 0.00 15.79 0.38 0.03 0.00 0.38 0.00 0.03 0.03 0.09 0.36 0.00 0.	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.68 0.59 0.01 0.6847 0.0637 0.00 0.69 0.69 0.82 0.00 0.69 0.82 0.44 0.00 5.54 0.48 0.00 0.48	19 87.25 1.52 2.75 2.75 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704 0.0689 -0.05 0.4704 0.0689 -0.05 0.4704 0.75 -0.01 1.84 0.72 -0.01 1.84 0.72 -0.0141 0.0%

Tabla 38. Cálculo 13 y 14 de los factores de inducción axial y tangencial.

| Número de elementos de pala (de punta a raíz)

 | 1 | 2 | 3 | 4
 | 5 | 6 | 7 | 8
 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13
 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18
 | 19 |

--

--
--
ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados)

 | 38.43 | 51.57 | 61.57 | 66.27
 | 69.50 | 72.01 | 74.00 | 75.61
 | 76.94 | 78.06 | 79.00 | 79.82 | 80.54
 | 81.18 | 81.78 | 82.37 | 83.03 | 84.60
 | 87.25 |
| (y radianes)

 | 0.67 | 0.90 | 1.07 | 1.16
 | 1.21 | 1.26 | 1.29 | 1.32
 | 1.34 | 1.36 | 1.38 | 1.39 | 1.41
 | 1.42 | 1.43 | 1.44 | 1.45 | 1.48
 | 1.52 |
| ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados)

 | 51.57 | 38.43 | 28.43 | 23.73
 | 20.50 | 17.99 | 16.00 | 14.39
 | 13.06 | 11.94 | 11.00 | 10.18 | 9.46
 | 8.82 | 8.22 | 7.63 | 6.97 | 5.40
 | 2.75 |
| Φ (radianes)

 | 0.90 | 0.67 | 0.50 | 0.41
 | 0.36 | 0.31 | 0.28 | 0.25
 | 0.23 | 0.21 | 0.19 | 0.18 | 0.17
 | 0.15 | 0.14 | 0.13 | 0.12 | 0.09
 | 0.05 |
| ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados)

 | 41.85 | 33.42 | 27.07 | 22.35
 | 18.81 | 16.10 | 13.97 | 12.28
 | 10.89 | 9.74 | 8.78 | 7.95 | 7.25
 | 6.63 | 6.09 | 5.61 | 5.19 | 4.81
 | 4.31 |
| β (radianes)

 | 0.73 | 0.58 | 0.47 | 0.39
 | 0.33 | 0.28 | 0.24 | 0.21
 | 0.19 | 0.17 | 0.15 | 0.14 | 0.13
 | 0.12 | 0.11 | 0.10 | 0.09 | 0.08
 | 0.08 |
| ángulo de incidencia de diseño (α grados)

 | 9.72 | 5.01 | 1.37 | 1.38
 | 1.69 | 1.89 | 2.03 | 2.11
 | 2.17 | 2.20 | 2.22 | 2.23 | 2.22
 | 2.19 | 2.13 | 2.01 | 1.78 | 0.59
 | -1.56 |
| ángulo de incidencia de diseño (α radianes)

 | 0.17 | 0.09 | 0.02 | 0.02
 | 0.03 | 0.03 | 0.04 | 0.04
 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04
 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.03 | 0.01
 | -0.03 |
| Coeficiente de lift CI

 | 1.2254 | 1.0217 | 0.7543 | 0.7554
 | 0.7820 | 0.7990 | 0.8098 | 0.8168
 | 0.8212 | 0.8240 | 0.8255 | 0.8260 | 0.8253
 | 0.8230 | 0.8183 | 0.8088 | 0.7898 | 0.6847
 | 0.4704 |
| Coeficiente de drag Cd

 | 0.1141 | 0.0736 | 0.0635 | 0.0635
 | 0.0636 | 0.0638 | 0.0639 | 0.0640
 | 0.0641 | 0.0641 | 0.0642 | 0.0642 | 0.0642
 | 0.0641 | 0.0641 | 0.0639 | 0.0637 | 0.0637
 | 0.0689 |
| Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct

 | 0.89 | 0.58 | 0.30 | 0.25
 | 0.21 | 0.19 | 0.16 | 0.14
 | 0.12 | 0.11 | 0.09 | 0.08 | 0.07
 | 0.06 | 0.05 | 0.04 | 0.03 | 0.00
 | -0.05 |
| Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn

 | 0.85 | 0.85 | 0.69 | 0.72
 | 0.75 | 0.78 | 0.80 | 0.81
 | 0.81 | 0.82 | 0.82 | 0.82 | 0.82
 | 0.82 | 0.82 | 0.81 | 0.79 | 0.69
 | 0.47 |
| Factor de correccion por perdida en las puntas

 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00
 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00
 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.99
 | 0.98 | 0.97 | 0.94 | 0.89 | 0.82
 | 0.48 |
| Factor induccion axial (a)

 | 0.22 | 0.28 | 0.37 | 0.36
 | 0.35 | 0.34 | 0.34 | 0.33
 | 0.33 | 0.32 | 0.32 | 0.32 | 0.32
 | 0.32 | 0.33 | 0.33 | 0.36 | 0.44
 | 0.75 |
| Factor induccion ángular (a')

 | 0.37 | 0.21 | 0.14 | 0.08
 | 0.06 | 0.04 | 0.03 | 0.02
 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01
 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00
 | -0.01 |
| Factor induccion axial (a)_1_1

 | -4.48 | -1246.67 | 4.83 | 5.66
 | 6.26 | 6.83 | 7.39 | 7.94
 | 8.47 | 9.00 | 9.53 | 10.10 | 10.75
 | 11.59 | 12.81 | 14.58 | 15.79 | 5.54
 | 1.84 |
| Factor induccion axial (a)_2_1

 | 0.13 | 0.25 | 0.37 | 0.35
 | 0.34 | 0.34 | 0.33 | 0.32
 | 0.32 | 0.32 | 0.31 | 0.31 | 0.31
 | 0.31 | 0.32 | 0.34 | 0.38 | 0.48
 | 0.72 |
| Factor induccion axial (a) Nuevo

 | 0.22 | 0.28 | 0.37 | 0.36
 | 0.35 | 0.34 | 0.34 | 0.33
 | 0.33 | 0.32 | 0.32 | 0.32 | 0.32
 | 0.32 | 0.33 | 0.33 | 0.36 | 0.48
 | 0.72 |
| Factor induccion ángular (a') Nuevo

 | 0.37 | 0.21 | 0.14 | 0.08
 | 0.06 | 0.04 | 0.03 | 0.02
 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01
 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00
 | -0.0141 |
| Error respecto al anterior a

 | 0.0% | 0.0% | 2.8% | 0.0%
 | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0%
 | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0%
 | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0%
 | 0.0% |
| Error respecto al anterior a'

 | 0.0% | 0.0% | 15.1% | 0.0%
 | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0%
 | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0%
 | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0%
 | 0.0% |
|

 | | | | |
 | | | |
 | | | | |
 | | | | |
 | |
|

 | | r r | ,- | |
 | | | |
 | ,- | · — - — ¬ | | |
 | , | | · | - — - — - r |
 | , |
| Número de elementos de pala (de punta a raíz)

 | 1 | 2 | 3 | 4
 | 5 | 6 | 7 | 8
 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13
 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18
 | 19 |
| Número de elementos de pala (de punta a raíz)
ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (y grados)

 | 1
38.43 | 2
51.57 | 3
62.41 | 4
66.27
 | 5
69.50 | 6
72.01 | 7
74.00 | 8
75.61
 | 9
76.94 | 10
78.06 | 11
79.00 | 12
79.82 | 13
80.54
 | 14
81.18 | 15
81.78 | 16
82.37 | 17
83.03 | 18
84.60
 | <mark>19</mark>
87.25 |
| Número de elementos de pala (de punta a raíz)
ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (y grados)
(y radianes)

 | 1
38.43
0.67 | 2
51.57
0.90 | 3
62.41
1.09 | 4
66.27
1.16
 | 5
69.50
1.21 | 6
72.01
1.26 | 7
74.00
1.29 | 8
75.61
1.32
 | 9
76.94
1.34 | 10
78.06
1.36 | 11
79.00
1.38 | 12
79.82
1.39 | 13
80.54
1.41
 | 14
81.18
1.42 | 15
81.78
1.43 | 16
82.37
1.44 | 17
83.03
1.45 | 18
84.60
1.48
 | 19
87.25
1.52 |
| Número de elementos de pala (de punta a raíz)
ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados)
(γ radianes)
ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados)

 | 1
38.43
0.67
51.57 | 2
51.57
0.90
38.43 | 3
62.41
1.09
27.59 | 4
66.27
1.16
23.73
 | 5
69.50
1.21
20.50 | 6
72.01
1.26
17.99 | 7
74.00
1.29
16.00 | 8
75.61
1.32
14.39
 | 9
76.94
1.34
13.06 | 10
78.06
1.36
11.94 | 11
79.00
1.38
11.00 | 12
79.82
1.39
10.18 | 13
80.54
1.41
9.46
 | 14
81.18
1.42
8.82 | 15
81.78
1.43
8.22 | 16
82.37
1.44
7.63 | 17
83.03
1.45
6.97 | 18
84.60
1.48
5.40
 | 19
87.25
1.52
2.75 |
| Número de elementos de pala (de punta a raíz)
ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados)
(γ radianes)
ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados)
Φ (radianes)

 | 1
38.43
0.67
51.57
0.90 | 2
51.57
0.90
38.43
0.67 | 3
62.41
1.09
27.59
0.48 | 4
66.27
1.16
23.73
0.41
 | 5
69.50
1.21
20.50
0.36 | 6
72.01
1.26
17.99
0.31 | 74.00
1.29
16.00
0.28 | 8
75.61
1.32
14.39
0.25
 | 9
76.94
1.34
13.06
0.23 | 10
78.06
1.36
11.94
0.21 | 11
79.00
1.38
11.00
0.19 | 12
79.82
1.39
10.18
0.18 | 13
80.54
1.41
9.46
0.17
 | 14
81.18
1.42
8.82
0.15 | 15
81.78
1.43
8.22
0.14 | 16
82.37
1.44
7.63
0.13 | 17
83.03
1.45
6.97
0.12 | 18
84.60
1.48
5.40
0.09
 | 19
87.25
1.52
2.75
0.05 |
| Número de elementos de pala (de punta a raíz)
ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados)
(γ radianes)
ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados)
Φ (radianes)
ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados)

 | 1
38.43
0.67
51.57
0.90
41.85 | 2
51.57
0.90
38.43
0.67
33.42 | 3
62.41
1.09
27.59
0.48
27.07 | 4
66.27
1.16
23.73
0.41
22.35
 | 5
69.50
1.21
20.50
0.36
18.81 | 6
72.01
1.26
17.99
0.31
16.10 | 7
74.00
1.29
16.00
0.28
13.97 | 8
75.61
1.32
14.39
0.25
12.28
 | 9
76.94
1.34
13.06
0.23
10.89 | 10
78.06
1.36
11.94
0.21
9.74 | 11
79.00
1.38
11.00
0.19
8.78 | 12
79.82
1.39
10.18
0.18
7.95 | 13
80.54
1.41
9.46
0.17
7.25
 | 14
81.18
1.42
8.82
0.15
6.63 | 15
81.78
1.43
8.22
0.14
6.09 | 16
82.37
1.44
7.63
0.13
5.61 | 17
83.03
1.45
6.97
0.12
5.19 | 18
84.60
1.48
5.40
0.09
4.81
 | 19
87.25
1.52
2.75
0.05
4.31 |
| Número de elementos de pala (de punta a raíz)
ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados)
(γ radianes)
ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados)
Φ (radianes)
ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados)
β (radianes)

 | 1
38.43
0.67
51.57
0.90
41.85
0.73 | 2
51.57
0.90
38.43
0.67
33.42
0.58 | 3
62.41
1.09
27.59
0.48
27.07
0.47 | 4
66.27
1.16
23.73
0.41
22.35
0.39
 | 5
69.50
1.21
20.50
0.36
18.81
0.33 | 6
72.01
1.26
17.99
0.31
16.10
0.28 | 74.00
1.29
16.00
0.28
13.97
0.24 | 8
75.61
1.32
14.39
0.25
12.28
0.21
 | 9
76.94
1.34
13.06
0.23
10.89
0.19 | 10
78.06
1.36
11.94
0.21
9.74
0.17 | 11
79.00
1.38
11.00
0.19
8.78
0.15 | 12
79.82
1.39
10.18
0.18
7.95
0.14 | 13
80.54
1.41
9.46
0.17
7.25
0.13
 | 14
81.18
1.42
8.82
0.15
6.63
0.12 | 15
81.78
1.43
8.22
0.14
6.09
0.11 | 16
82.37
1.44
7.63
0.13
5.61
0.10 | 17
83.03
1.45
6.97
0.12
5.19
0.09 | 18
84.60
1.48
5.40
0.09
4.81
0.08
 | 19
87.25
1.52
2.75
0.05
4.31
0.08 |
| Número de elementos de pala (de punta a raíz)
ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (y grados)
(y radianes)
ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados)
Φ (radianes)
ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados)
β (radianes)
ángulo de troitar respecto al plano de rotación (β grados)
β (radianes)
ángulo de incidencia de diseño (o grados)

 | 1
38.43
0.67
51.57
0.90
41.85
0.73
9.72 | 2
51.57
0.90
<u>38.43</u>
0.67
<u>33.42</u>
0.58
5.01 | 3
62.41
1.09
27.59
0.48
27.07
0.47
0.52 | 4
66.27
1.16
23.73
0.41
22.35
0.39
1.38
 | 5
69.50
1.21
20.50
0.36
18.81
0.33
1.69 | 6
72.01
1.26
17.99
0.31
16.10
0.28
1.89 | 7
74.00
1.29
16.00
0.28
13.97
0.24
2.03 | 8
75.61
1.32
14.39
0.25
12.28
0.21
2.11
 | 9
76.94
1.34
13.06
0.23
10.89
0.19
2.17 | 10
78.06
1.36
11.94
0.21
9.74
0.17
2.20 | 11
79.00
1.38
11.00
0.19
8.78
0.15
2.22 | 12
79.82
1.39
10.18
0.18
7.95
0.14
2.23 | 13
80.54
1.41
9.46
0.17
7.25
0.13
2.22
 | 14
81.18
1.42
8.82
0.15
6.63
0.12
2.19 | 15
81.78
1.43
8.22
0.14
6.09
0.11
2.13 | 16
82.37
1.44
7.63
0.13
5.61
0.10
2.01 | 17
83.03
1.45
6.97
0.12
5.19
0.09
1.78 | 18
84.60
1.48
5.40
0.09
4.81
0.08
0.59
 | 19
87.25
1.52
2.75
0.05
4.31
0.08
-1.56 |
| Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados)

 | 1
38.43
0.67
51.57
0.90
41.85
0.73
9.72
0.17 | 2
51.57
0.90
38.43
0.67
33.42
0.58
5.01
0.09 | 3
62.41
1.09
27.59
0.48
27.07
0.47
0.52
0.01 | 4
66.27
1.16
23.73
0.41
22.35
0.39
1.38
0.02
 | 5
69.50
1.21
20.50
0.36
18.81
0.33
1.69
0.03 | 6
72.01
1.26
17.99
0.31
16.10
0.28
1.89
0.03 | 74.00
1.29
16.00
0.28
13.97
0.24
2.03
0.04 | 8
75.61
1.32
14.39
0.25
12.28
0.21
2.11
2.11
 | 9
76.94
1.34
0.23
10.89
0.19
2.17
0.04 | 10
78.06
1.36
11.94
0.21
9.74
0.17
2.20
0.04 | 11
79.00
1.38
11.00
0.19
8.78
0.15
2.22
0.04 | 12
79.82
1.39
10.18
7.95
0.14
2.23
0.04 | 13
80.54
1.41
9.46
0.17
7.25
0.13
2.22
0.04
 | 14
81.18
1.42
8.82
0.15
6.63
0.12
2.19
0.04 | 15
81.78
1.43
8.22
0.14
6.09
0.11
2.13
0.04 | 16
82.37
1.44
7.63
0.13
5.61
0.10
2.01
0.04 | 17
83.03
1.45
6.97
0.12
5.19
0.09
1.78
0.03 | 18
84.60
1.48
5.40
0.09
4.81
0.08
0.59
0.01
 | 19
87.25
1.52
2.75
0.05
4.31
0.08
-1.56
-0.03 |
| Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α radianes) Coeficiente de lift C1

 | 1
38.43
0.67
51.57
0.90
41.85
0.73
9.72
0.17
1.2254 | 2
51.57
0.90
38.43
0.67
33.42
0.58
5.01
0.09
1.0217 | 3
62.41
1.09
27.59
0.48
27.07
0.47
0.52
0.01
0.6789 | 4
66.27
1.16
23.73
0.41
22.35
0.39
1.38
0.02
0.7554
 | 5
69.50
1.21
20.50
0.36
18.81
0.33
1.69
0.03
0.7820 | 6
72.01
1.26
17.99
0.31
16.10
0.28
1.89
0.03
0.7990 | 7
74.00
1.29
16.00
0.28
13.97
0.24
2.03
0.04
0.8098 | 8
75.61
1.32
14.39
0.25
12.28
0.21
2.11
0.04
0.8168
 | 9
76.94
1.34
13.06
0.23
10.89
0.19
2.17
0.04
0.8212 | 10
78.06
1.36
11.94
9.74
9.74
0.17
2.20
0.04
0.8240 | 11
79.00
1.38
11.00
8.78
0.19
8.78
0.15
2.22
0.04
0.8255 | 12
79.82
1.39
0.18
7.95
0.14
2.23
0.04
0.8260 | 13
80.54
1.41
9.46
0.17
7.25
0.13
2.22
0.04
0.8253
 | 14
81.18
1.42
8.82
0.15
6.63
0.12
2.19
0.04
0.8230 | 15
81.78
1.43
8.22
0.14
6.09
0.11
2.13
0.04
0.8183 | 16
82.37
1.44
7.63
5.61
0.10
2.01
0.04
0.8088 | 17
83.03
1.45
6.97
0.12
5.19
0.09
1.78
0.03
0.7898 | 18
84.60
1.48
5.40
0.09
4.81
0.08
0.59
0.01
0.6847
 | 19
87.25
1.52
2.75
0.05
4.31
0.08
-1.56
-0.03
0.4704 |
| Número de elementos de pala (de punta a raíz)
ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (y grados)
(y radianes)
ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados)
Φ (radianes)
ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados)
β (radianes)
ángulo de incidencia de diseño (o grados)
ángulo de incidencia de diseño (o grados)
ángulo de incidencia de diseño (o radianes)
Coeficiente de lift Cl
Coeficiente de drag Cd

 | 1
38.43
0.67
51.57
0.90
41.85
0.73
9.72
0.17
1.2254
0.1141 | 2
51.57
0.90
38.43
0.67
33.42
0.58
5.01
1.0217
0.0736 | 3
62.41
1.09
27.59
0.48
27.07
0.48
0.47
0.52
0.01
0.6789
0.0638 | 4
66.27
1.16
23.73
0.41
22.35
0.39
1.38
0.02
0.7554
0.0635
 | 5
69.50
1.21
20.50
0.36
18.81
0.33
1.69
0.03
0.7820
0.0636 | 6
72.01
1.26
17.99
0.31
16.10
0.28
1.89
0.03
0.7990
0.0638 | 7
74.00
1.29
16.00
0.28
13.97
0.24
2.03
0.04
0.8098
0.0639 | 8
75.61
1.32
14.39
0.25
12.28
0.21
2.11
0.04
0.8168
0.0640
 | 9
76.94
1.34
13.06
0.23
10.89
0.19
2.17
0.04
0.8212
0.0641 | 10
78.06
1.36
11.94
0.21
9.74
0.17
2.20
0.04
0.8240
0.0641 | 11
79.00
1.38
11.00
0.19
8.78
0.15
2.22
0.04
0.8255
0.0642 | 12
79.82
1.39
0.18
7.95
0.14
2.23
0.04
0.8260
0.0642 | 13
80.54
1.41
9.46
0.17
7.25
0.13
2.22
0.04
0.8253
0.0642
 | 14
81.18
1.42
0.15
6.63
0.12
2.19
0.04
0.8230
0.0641 | 15
81.78
1.43
8.22
0.14
6.09
0.11
2.13
0.04
0.8183
0.0641 | 16
82.37
1.44
7.63
0.13
5.61
0.10
2.01
0.04
0.8088
0.0639 | 17
83.03
1.45
6.97
0.12
5.19
0.09
1.78
0.03
0.7898
0.0637 | 18
84.60
1.48
5.40
0.09
4.81
0.08
0.59
0.01
0.6847
0.0637
 | 19
87.25
1.52
2.75
0.05
4.31
0.08
-1.56
-0.03
0.4704
0.0689 |
| Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) Coeficiente de lift C1 Coeficiente de drag Cd Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct t

 | 1
38.43
0.67
51.57
0.90
41.85
0.73
9.72
0.17
1.2254
0.1141
0.89 | 2
51.57
0.90
38.43
0.67
33.42
0.68
5.01
1.0217
0.0736
0.58 | 3
62.41
1.09
27.59
0.48
27.07
0.47
0.52
0.01
0.6789
0.0638
0.26 | 4
66.27
1.16
23.73
0.41
22.35
0.39
1.38
0.02
0.7554
0.0635
0.25
 | 5
69.50
1.21
20.50
0.36
18.81
0.33
1.69
0.03
0.7820
0.0636
0.21 | 6
72.01
1.26
17.99
0.31
16.10
0.28
1.89
0.03
0.7990
0.0638
0.19 | 74.00
1.29
16.00
0.28
13.97
0.24
2.03
0.04
0.8098
0.0639
0.16 | 8
75.61
1.32
14.39
0.25
12.28
0.21
2.11
0.04
0.8168
0.0640
0.14
 | 9
76.94
1.34
13.06
0.23
10.89
0.19
2.17
0.04
0.8212
0.0641
0.12 | 10
78.06
1.36
1.36
0.21
9.74
0.77
2.20
0.04
0.8240
0.0641
0.11 | 11
79.00
1.38
11.00
0.19
8.78
0.15
2.22
0.04
0.8255
0.0642
0.09 | 12
79.82
1.39
10.18
7.95
0.14
2.23
0.04
0.8260
0.0642
0.064 | 13
80.54
1.41
9.46
0.17
7.25
0.13
2.22
0.04
0.8253
0.0642
0.0642
 | 14
81.18
1.42
8.82
0.15
6.63
0.12
2.19
0.04
0.8230
0.0641
0.06 | 15
81.78
1.43
8.22
0.14
6.09
0.11
2.13
0.04
0.8183
0.0641
0.05 | 16
82.37
1.44
7.63
0.13
5.61
0.10
2.01
0.04
0.8088
0.0639
0.04 | 17
83.03
1.45
6.97
0.12
5.19
0.09
1.78
0.03
0.7898
0.0637
0.03 | 18
84.60
1.48
5.40
0.09
4.81
0.08
0.59
0.01
0.6847
0.0037
0.00
 | 19
87.25
1.52
2.75
0.05
4.31
0.08
-1.56
-0.03
0.4704
0.0689
-0.05 |
| Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α radianes) Coeficiente de lift C1 Coeficiente de drag Cd Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial C1 Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn

 | 1
38.43
0.67
51.57
0.90
41.85
0.73
9.72
0.17
1.2254
0.1141
0.89
0.85 | 2
51.57
0.90
38.43
0.67
33.42
0.68
5.01
0.09
1.0217
0.0736
0.68
0.68 | 3
62.41
1.09
27.59
0.48
27.07
0.47
0.52
0.01
0.6789
0.0638
0.26
0.63 | 4
66.27
1.16
23.73
0.41
22.35
0.39
1.38
0.02
0.7554
0.0635
0.25
0.72
 | 5
69.50
1.21
20.50
0.36
18.81
0.33
1.69
0.03
0.7820
0.0636
0.21
0.75 | 6
72.01
1.26
17.99
0.31
16.10
0.28
1.89
0.03
0.0638
0.09
0.0638 | 74.00
1.29
16.00
0.28
13.97
0.24
2.03
0.04
0.8098
0.0639
0.16
0.80 | 8
75.61
1.32
14.39
0.25
12.28
0.21
2.11
0.04
0.8168
0.0640
0.14
0.81
 | 9
76.94
1.34
1.306
0.23
10.89
0.19
2.17
0.04
0.8212
0.0641
0.12
0.81 | 10
78.06
1.36
1.36
0.21
9.74
0.77
2.20
0.04
0.8240
0.0641
0.11
0.82 | 11
79.00
1.38
11.00
0.19
8.78
0.15
2.22
0.04
0.8255
0.0642
0.09
0.82 | 12
79.82
1.39
10.18
7.95
0.14
2.23
0.04
0.8260
0.0642
0.08
0.82 | 13
80.54
1.41
9.46
0.17
7.25
0.13
2.22
0.04
0.8253
0.0642
0.07
0.82
 | 14
81.18
1.42
8.82
0.15
6.63
0.12
2.19
0.04
0.8230
0.0641
0.06
0.82 | 15
81.78
1.43
8.22
0.14
6.09
0.11
2.13
0.04
0.8183
0.0641
0.05
0.82 | 16
82.37
1.44
7.63
0.13
5.61
0.10
2.01
0.04
0.8088
0.0639
0.04
0.81 | 17
83.03
1.45
6.97
0.12
5.19
0.09
1.78
0.03
0.7898
0.0637
0.03
0.79 | 18
84.60
1.48
5.40
0.09
4.81
0.08
0.59
0.01
0.6847
0.0637
0.00
0.69
 | 19
87.25
1.52
2.75
0.05
4.31
0.08
-1.56
-0.03
0.4704
0.0688
-0.05
0.47 |
| Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) Coeficiente de Inft C1 Coeficiente de drag Cd Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial C1 Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor de correccion por perdida en las puntas

 | 1
38.43
0.67
51.57
0.90
41.85
0.73
9.72
0.17
1.2254
0.1141
0.89
0.85
0.85
1.00 | 2
51.57
0.90
38.43
0.67
33.42
0.68
5.01
0.09
1.0217
0.0736
0.68
0.85
0.85 | 3
62.41
1.09
27.59
0.48
27.07
0.47
0.52
0.01
0.6789
0.0638
0.26
0.638
0.26 | 4
66.27
1.16
23.73
0.41
22.35
0.39
1.38
0.02
0.7554
0.0635
0.25
0.72
1.00
 | 5
69.50
1.21
20.50
0.36
18.81
0.33
1.69
0.03
0.7820
0.0636
0.21
0.75
1.00 | 6
72.01
1.26
17.99
0.31
16.10
0.28
1.89
0.03
0.7990
0.0638
0.19
0.78
1.00 | 74.00
1.29
16.00
0.28
13.97
0.24
2.03
0.04
0.8088
0.0639
0.16
0.80
1.00 | 8
75.61
1.32
14.39
0.25
12.28
0.21
2.11
0.04
0.8168
0.0640
0.14
0.81
1.00
 | 9
76.94
1.34
1.306
0.23
10.89
0.19
2.17
0.04
0.8212
0.0641
0.12
0.81
1.00 | 10
78.06
1.36
1.94
0.21
9.74
0.77
2.20
0.04
0.8240
0.0641
0.11
0.82
1.00 | 11
79.00
1.38
11.00
0.19
8.78
0.15
2.22
0.04
0.8255
0.0642
0.09
0.82
1.00 | 12
79.82
1.39
10.18
7.95
0.14
2.23
0.04
0.8260
0.0642
0.0642
0.06
0.0642
0.08
0.82 | 13
80.54
1.41
9.46
0.17
7.25
0.13
2.22
0.04
0.8253
0.0642
0.07
0.82
0.09
 | 14
81.18
1.42
8.82
0.15
6.63
0.12
2.19
0.04
0.8230
0.0641
0.06
0.82
0.08 | 15
81.78
1.43
8.22
0.14
6.09
0.11
2.13
0.04
0.8183
0.0641
0.05
0.82
0.97 | 16
82.37
1.44
7.63
0.13
5.61
0.10
2.01
0.04
0.8088
0.0639
0.04
0.81
0.94 | 17
83.03
1.45
6.97
0.12
5.19
0.09
1.78
0.03
0.7898
0.0637
0.03
0.79
0.03 | 18
84.60
1.48
5.40
0.09
4.81
0.68
0.59
0.01
0.6847
0.0637
0.0637
0.00
0.69
0.89
 | 19
87.25
1.52
2.75
0.05
4.31
0.08
-1.56
-0.03
0.4704
0.0688
-0.05
0.47
4.44 |
| Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) Coeficiente de lift C1 Coeficiente de drag Cd Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor de correccion por perdida en las puntas Factor induccion axial (a)

 | 1
38.43
0.67
51.57
0.90
41.85
0.73
9.72
0.17
1.2254
0.1141
0.89
0.85
1.00
0.22 | 2
51,57
0,90
38,43
0,67
33,42
0,68
5,01
0,09
1,0217
0,0736
0,058
0,88
0,88
0,88
0,88
0,88 | 3
62.41
1.09
27.59
0.48
27.07
0.47
0.52
0.01
0.6789
0.0638
0.26
0.638
0.26
0.638 | 4
66.27
1.16
23.73
0.41
22.35
0.39
1.38
0.02
0.7554
0.0635
0.75
0.75
1.00
0.36
 | 5
69.50
1.21
20.50
0.36
18.81
0.33
1.69
0.03
0.7820
0.0636
0.21
0.75
1.00
0.35 | 6
72.01
1.26
17.99
0.31
16.10
0.28
1.89
0.03
0.7990
0.0638
0.19
0.78
1.00
0.78
1.00
0.78 | 74.00
1.29
16.00
0.28
13.97
0.24
2.03
0.04
0.8088
0.0639
0.16
0.808
1.00
0.34 | 8
75.61
1.32
14.39
0.25
12.28
0.21
2.11
0.04
0.81
0.640
0.640
0.640
0.14
0.81
1.00
0.33
 | 9
76.94
1.34
1.306
0.23
10.89
0.19
2.17
0.04
0.8212
0.0641
0.12
0.81
1.00
0.33 | 10
78.06
1.36
1.36
0.21
9.74
0.77
2.20
0.04
0.8240
0.0641
0.11
0.82
1.00
0.32 | 11
79,00
1.38
11,00
0.19
8,78
0.05
2,22
0.04
0.8255
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642 | 12
79.82
1.39
10.18
7.95
0.14
2.23
0.04
0.8260
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642 | 13
80.54
9.46
0.17
7.25
0.04
0.8253
0.0642
0.0642
0.07
0.82
0.0642
0.07
0.82
0.099
0.32
 | 14
81.18
1.42
0.15
6.63
0.12
2.19
0.04
0.8230
0.0641
0.06
0.82
0.82
0.98
0.32 | 15
81.78
1.43
8.22
0.14
6.09
0.11
2.13
0.04
0.8183
0.064
0.8183
0.064
0.82
0.97
0.33 | 16
82.37
1.44
7.63
0.13
5.61
0.00
2.01
0.04
0.8088
0.0639
0.04
0.81
0.94
0.33 | 17
83.03
1.45
6.97
0.12
5.19
0.09
1.78
0.03
0.7898
0.0637
0.79
0.89
0.99
0.36 | 18
84.60
1.48
5.40
0.09
4.81
0.68
0.59
0.01
0.6847
0.0637
0.00
0.68
0.82
0.82
 | 19
87.25
1.52
2.75
0.05
4.31
0.08
-1.56
-0.03
0.4704
0.0689
-0.06
0.47
0.48
0.75 |
| Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) Coeficiente de Irit C1 Coeficiente de drag Cd Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor de correccion por perdida en las puntas Factor induccion axial (a) Factor induccion ángular (a')

 | 1
38.43
0.67
51.57
0.90
41.85
0.73
9.72
0.17
1.2254
0.1141
0.89
0.85
1.00
0.22
0.37 | 2
51,57
0,90
38,43
0,67
33,42
0,68
5,01
0,09
1,0217
0,0736
0,058
0,68
0,68
0,68
0,68
0,68
0,68
0,68
0,6 | 3
62.41
1.09
27.59
0.48
27.07
0.47
0.52
0.01
0.6789
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638 | 4
66.27
1.16
23.73
0.41
22.35
0.39
1.38
0.02
0.7554
0.0635
0.25
0.72
1.00
0.36
0.36
0.08
 | 5
69,50
1,21
20,50
0,36
18,81
0,33
1,69
0,03
0,7820
0,7820
0,066
0,21
0,75
1,00
0,35
0,06 | 6
72.01
1.26
17.99
0.31
16.10
0.28
1.89
0.03
0.7990
0.0638
0.19
0.78
1.00
0.34
0.34
0.34 | 74.00
1.29
16.00
0.28
13.97
0.24
2.03
0.04
0.808
0.639
0.639
0.639
0.639
0.639
0.639
0.639
0.639
0.639 | 8
75.61
1.32
14.39
0.25
12.28
0.21
2.11
0.04
0.81
0.0640
0.14
0.81
1.00
0.33
0.33
0.02
 | 9
76.94
1.34
1.306
0.23
10.89
0.19
2.17
0.04
0.8212
0.0641
0.12
0.81
1.00
0.33
0.33
0.02 | 10,
78,06,
1,36,
11,94,
0,21,
9,74,
0,17,
2,20,
0,04,
0,8240,
0,0641,
0,8240,
0,0641,
0,8240,
0,0641,
0,822,
0,004,
1,000,
0,322,
0,011, | 11
79,00
1,38
11,00
0,19
8,78
0,015
2,22
0,04
0,8255
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,065
0,0642
0,065
0,0642
0,065
0,0642
0,065
0,0642
0,065
0,065
0,0642
0,065
0,065
0,065
0,065
0,0642
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,0642
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,0642
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065 | 12
79,82
1,39
10,18
7,95
0,14
2,23
0,04
0,82
0,04
0,82
0,06
0,82
1,00
0,32
0,01 | 13
80.54
1.41
9.46
0.17
7.25
0.13
2.22
0.04
0.8253
0.0642
0.07
0.82
0.07
0.82
0.07
0.82
0.099
0.32
0.01
 | 14
81.18
1.42
8.82
0.15
6.63
0.12
2.19
0.04
0.8230
0.064
0.8230
0.0641
0.06
0.82
0.82
0.98
0.32
0.01 | 15
81.78
1.43
8.22
0.14
6.09
0.11
2.13
0.04
0.8183
0.064
0.8183
0.064
0.82
0.97
0.33
0.00 | 16
82.37
1.44
7.63
0.13
5.61
0.00
2.01
0.04
0.8088
0.0639
0.04
0.81
0.94
0.33
0.00 | 17
83.03
1.45
6.97
0.12
5.19
0.09
1.78
0.03
0.7898
0.0637
0.79
0.89
0.36
0.00 | 18
84.60
1.48
5.40
0.09
4.81
0.68
0.59
0.01
0.6847
0.0637
0.00
0.69
0.82
0.82
0.44
0.00
 | 19
87.25
1.52
2.75
0.05
4.31
0.08
-1.56
-0.03
0.4704
0.0689
-0.05
0.47
0.48
0.75
-0.01 |
| Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) Coeficiente de lift C1 Coeficiente de drag Cd Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor de correccion por perdida en las puntas Factor induccion axial (a) Factor induccion axial (a) Factor induccion axial (a)

 | 1
38.43
0.67
51.57
0.90
41.85
0.73
9.72
0.17
1.2254
0.1141
0.89
0.85
1.00
0.22
0.37
4.48 | 2
51,57
0,90
38,43
0,67
33,42
0,68
5,01
0,09
1,0217
0,078
0,085
0,085
0,085
0,085
0,085
0,021
-1246,67 | 3
62.41
1.09
27.59
0.48
27.07
0.47
0.52
0.01
0.6789
0.0638
0.0638
0.063
0.063
0.063
0.063
0.036
0.36
0.12
5.24 | 4
66.27
1.16
23.73
0.41
22.35
0.39
1.38
0.02
0.7554
0.0633
0.25
0.72
1.00
0.36
0.08
5.66
 | 5
69,50
1,21
20,50
0,36
18,81
0,33
1,69
0,03
0,7820
0,036
0,7820
0,036
0,7820
0,036
0,75
1,000
0,35
0,066
6,26 | 6
72.01
1.26
17.99
0.31
16.10
0.28
1.89
0.03
0.790
0.0638
0.19
0.78
1.00
0.34
0.34
0.34
0.04
6.83 | 74.00
1.29
16.00
0.28
13.97
0.24
2.03
0.04
0.808
0.0639
0.0639
0.0639
0.0639
0.0639
0.0639
0.0639
0.0639
0.0639
0.064
0.0639
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0 | 8
75.61
1.32
14.39
0.25
12.28
0.21
2.11
0.04
0.8168
0.0640
0.14
0.81
1.00
0.33
0.02
7.94
 | 9
76.94
1.34
1.30
0.23
10.89
0.19
2.17
0.04
0.8212
0.0641
0.12
0.81
1.00
0.33
0.02
8.47 | 10,
78,06,
1,36,
11,94,
0,21,
9,74,
0,77,
2,20,
0,04,
0,8240,
0,0641,
0,0641,
0,0641,
0,0641,
0,0641,
0,0641,
0,0641,
0,0641,
0,0641,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,064,064,064,064,064,064,064,064,06 | 11
79,00
1,38
11,00
0,19
8,78
0,015
2,22
0,04
0,8255
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,0642
0,065
0,0642
0,065
0,0642
0,065
0,0642
0,065
0,0642
0,065
0,0642
0,065
0,0642
0,065
0,065
0,0642
0,065
0,065
0,0642
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065
0,065 | 12
79,82
1,39
0,18
7,95
0,14
2,23
0,04
0,8260
0,0642
0,08
0,82
0,08
0,82
0,08
0,82
0,08
0,82
0,00
0,32
0,01
1,000 | 13
80.54
1.41
9.46
0.17
7.25
0.13
2.22
0.04
0.8253
0.0642
0.07
0.82
0.07
0.82
0.07
0.82
0.07
0.82
0.07
0.82
0.07
0.82
 | 14
81.18
1.42
0.15
6.63
0.12
2.19
0.04
0.8230
0.0641
0.06
0.82
0.06
0.82
0.06
0.82
0.06
0.82
0.32
0.01
11.59 | 15
81.78
1.43
0.14
0.09
0.11
2.13
0.04
0.8183
0.064
0.8183
0.064
0.82
0.97
0.33
0.00
12.81 | 16
82.37
1.44
7.63
0.13
5.61
0.00
2.01
0.04
0.8088
0.0639
0.04
0.81
0.94
0.33
0.00
14.58 | 17
83.03
1.45
6.97
0.12
5.19
0.09
1.78
0.03
0.7898
0.0637
0.03
0.79
0.89
0.36
0.00
15.79 | 18
84.60
1.48
5.40
0.09
4.81
0.68
0.59
0.01
0.6847
0.0037
0.000
0.68
0.82
0.44
0.000
5.54
 | 19
87.25
0.05
4.31
0.08
-1.56
-0.03
0.4704
0.0689
-0.05
0.47
0.48
0.75
-0.01
1.84 |
| Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) Coeficiente de lift C1 Coeficiente de drag Cd Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal C n Factor de correccion por perdida en las puntas Factor induccion axial (a) Factor induccion ángular (a') Factor induccion axial (a)_1_1 Factor induccion axial (a)_2_1

 | 1
38.43
0.67
51.57
0.90
41.85
0.73
9.72
0.17
1.2254
0.11
1.2254
0.85
1.00
0.85
1.00
0.22
0.37
4.48
0.37 | 2
51.57
0.90
38.43
0.67
33.42
0.68
5.01
0.09
1.0217
0.076
0.68
0.85
0.85
0.85
0.85
0.85
0.85
0.21
1246.67
0.25 | 3
62.41
1.09
27.59
0.48
27.07
0.47
0.52
0.63
0.63
0.063
0.28
0.63
0.28
0.63
0.28
0.63
0.28
0.63
0.28
0.63
0.28
0.63
0.28
0.03
0.28
0.03
0.03
0.03 |
4
66.27
1.16
23.73
0.41
22.35
0.39
1.38
0.02
0.7554
0.02
0.7554
0.02
0.7554
0.02
0.7554
0.02
0.7554
0.02
0.7554
0.02
0.7554
0.02
0.7554
0.02
0.7554
0.02
0.7554
0.02
0.7554
0.02
0.7554
0.02
0.7554
0.02
0.7554
0.02
0.7554
0.02
0.7554
0.02
0.7554
0.02
0.7554
0.02
0.7554
0.02
0.7554
0.02
0.7554
0.02
0.7554
0.02
0.7554
0.02
0.7554
0.02
0.7554
0.02
0.7554
0.02
0.7554
0.02
0.7554
0.02
0.7554
0.02
0.7554
0.02
0.02
0.7554
0.02
0.7554
0.02
0.7554
0.02
0.02
0.7554
0.02
0.02
0.7554
0.02
0.02
0.7554
0.02
0.02
0.7554
0.02
0.02
0.7554
0.02
0.03
0.02
0.7554
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03 | 5
69.50
1.21
20.50
0.36
18.81
0.33
1.69
0.03
0.720
0.03
0.720
0.720
0.75
1.00
0.75
1.00
0.33
0.75
0.06
0.33
0.06
0.33 | 6
72.01
1.26
17.99
0.31
16.10
0.28
1.89
0.03
0.790
0.0638
0.19
0.78
0.78
0.0638
0.19
0.78
0.034
0.04
6.83
0.34 |
74.00
1.29
16.00
0.28
13.97
0.24
2.03
0.04
0.063
0.063
0.063
0.063
0.063
0.063
0.063
0.063
0.063
0.063
0.063
0.064
0.063
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.065
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064
0.064 | 8
75.61
1.32
14.39
0.25
12.28
0.21
2.11
0.04
0.44
0.81
0.064
0.44
0.81
1.00
0.33
0.02
7.94
0.32 | 9
76.94
1.34
13.06
0.23
10.89
0.19
2.17
0.04
0.8212
0.0641
0.12
0.81
1.00
0.33
0.02
8.47
0.32 | 10,
78,06,
1,36,
11,94
0,21,
9,74
0,17,
2,20,
0,04
0,8240,
0,041,
0,041,
0,041,
0,041,
0,041,
0,041,
0,041,
0,041,
0,041,
0,041,
0,041,
0,041,
0,041,
0,041,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,
0,044,044 | 11
79.00
1.38
11.00
0.19
8.78
0.04
0.225
0.042
0.042
0.025
0.022
1.00
0.82
1.00
0.82
1.00
0.32
0.01
9.53
0.31
 | 12
79.82
1.39
0.18
7.95
0.14
2.23
0.04
0.8260
0.642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.06420000000000000000000000000000000000 | 13
80.54
1.41
9.46
0.17
7.25
0.13
2.22
0.04
0.8253
0.042
0.02
0.02
0.02
0.02
0.02
0.02
0.0 | 14
81.18
0.15
0.15
0.15
0.04
0.04
0.02
0.04
0.064
0.064
0.08
0.08
0.08
0.08
0.08
0.08
0.08
0.0 | 15
81.78
1.43
8.22
0.14
6.09
0.11
2.13
0.04
0.8183
0.0645
0.02
0.02
0.02
0.02
0.03
0.00
12.81
0.32 | 16
82.37
1.44
7.63
0.13
5.61
0.04
0.04
0.063
0.063
0.063
0.064
0.081
0.063
0.04
0.081
0.063
0.04
0.33
0.00
14.68
0.34 | 17
83.03
1.45
6.97
0.12
5.19
0.09
1.78
0.03
0.789
0.03
0.79
0.03
0.79
0.03
0.79
0.03
0.79
0.03
0.79
0.03
0.79
0.03
0.79
0.03
0.79
0.03
0.79
0.03
0.79
0.03
0.79
0.03
0.79
0.03
0.79
0.03
0.79
0.03
0.79
0.03
0.79
0.03
0.79
0.03
0.79
0.03
0.79
0.03
0.79
0.03
0.79
0.03
0.79
0.03
0.79
0.03
0.79
0.03
0.79
0.03
0.79
0.03
0.79
0.03
0.79
0.03
0.79
0.03
0.79
0.03
0.03
0.79
0.03
0.79
0.03
0.03
0.79
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.03
0.0
 | 18
84.60
1.48
5.40
0.09
4.81
0.68
0.59
0.68
0.69
0.68
0.69
0.68
0.69
0.69
0.69
0.69
0.69
0.69
0.69
0.69 | 19
87.25
1.52
2.75
0.05
4.31
0.08
-1.56
-0.03
0.470
0.065
0.477
0.48
0.75
0.48
0.75
0.41
0.72 |
| Número de elementos de pala (de punta a raíz)
ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (y grados)
(y radianes)
ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados)
Φ (radianes)
ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados)
β (radianes)
ángulo de incidencia de diseño (o grados)
ángulo de incidencia de diseño (o grados)
Coeficiente de inft Cl
Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct
Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial Ct
Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn
Factor de correccion por perdida en las puntas
Factor induccion axial (a)
Factor induccion axial (a)_1_1
Factor induccion axial (a)_2_1
Factor induccion axial (a) Nuevo

 | 1
38.43
0.67
51.57
0.90
41.85
0.73
9.72
0.17
1.2254
0.114
0.17
1.2254
0.141
0.85
1.00
0.85
1.00
0.85
1.00
0.37
4.48
0.37
0.37 | 2
51.57
0.90
38.43
0.67
33.42
0.58
5.01
0.09
1.0217
0.036
0.68
0.85
0.85
0.85
0.22
1.00
0.28
0.21
-1246.67
0.25
0.28 | 3
62.41
1.09
27.59
0.48
27.07
0.52
0.01
0.6789
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638 | 4
66.27
1.16
23.73
0.41
22.35
0.39
1.38
0.02
0.7554
0.635
0.72
1.00
0.36
0.36
0.35
0.35
0.36
 | 5
69.50
1.21
20.50
0.36
18.81
0.33
1.69
0.03
0.7820
0.03
0.7820
0.75
1.00
0.35
0.06
6.26
0.34
0.35 | 6
72.01
1.26
17.99
0.31
16.10
0.28
1.89
0.03
0.7900
0.038
0.7900
0.038
0.7900
0.038
0.7900
0.034
0.034
0.04
6.83
0.34 | 74.00
1.29
16.00
0.28
13.97
0.24
2.03
0.04
0.8098
0.639
0.639
0.639
0.639
0.639
0.639
0.639
0.639
0.639
0.639
0.639
0.639
0.639
0.639
0.639 | 8
75.61
1.32
14.39
0.25
12.28
0.21
2.11
0.04
0.8168
0.640
0.81
1.00
0.81
1.00
0.33
0.02
7.94
0.32
0.33
 | 9
76.94
1.34
13.06
0.23
10.89
2.17
0.04
0.8212
0.04
0.8212
0.04
0.12
0.81
1.00
0.33
0.02
8.47
0.32
0.33 | 10,
78,06,
1,36,
11,94
0,21,
9,74
0,17,
2,20,
0,04
0,8240
0,041
0,641
0,641
0,641
0,641
0,642
0,041
0,642
0,041
0,642
0,041
0,642
0,041
0,642
0,041
0,642
0,041
0,642
0,041
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,642
0,64200000000000000000000000000000000000 | 11
79.00
1.38
11.00
0.19
8.78
0.04
0.8255
0.0642
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.0420000000000 | 12
79.82
1.39
10.18
7.95
0.14
2.23
0.04
0.8260
0.642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.06420000000000000000000000000000000000 |
13
80.54
9.46
0.17
7.25
0.13
2.22
0.04
0.8253
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.040
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.0420000000000 | 14
81.18
1.42
0.15
0.15
0.12
2.19
0.04
0.8230
0.041
0.041
0.041
0.041
0.041
0.020
0.02
0.02
0.031
0.31
0.32 | 15
81.78
1.43
8.22
0.14
6.09
0.11
2.13
0.04
0.8183
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.02
0.03
0.000 | 16
82.37
1.44
7.63
0.13
5.61
0.00
2.01
0.04
0.8088
0.0639
0.04
0.81
0.81
0.81
0.33
0.00
14.58
0.34
0.33 | 17
83.03
1.45
6.97
0.12
5.19
0.09
1.78
0.03
0.7898
0.037
0.79
0.89
0.36
0.000
15.79
0.38
0.38
0.38 | 18
84.60
1.48
5.40
0.09
4.81
0.68
0.59
0.01
0.6847
0.00
0.69
0.69
0.69
0.69
0.69
0.69
0.69
 | 19
87.25
1.52
2.75
0.05
4.31
0.08
-1.56
-0.03
0.4704
0.685
0.47
0.685
0.47
0.685
0.47
0.685
0.47
0.72
0.72 |
| Número de elementos de pala (de punta a raíz)
ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (y grados)
(y radianes)
ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados)
Φ (radianes)
ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados)
β (radianes)
ángulo de incidencia de diseño (α grados)
ángulo de incidencia de diseño (α grados)
ángulo de incidencia de diseño (α grados)
Coeficiente de lift Cl
Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct
Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial Ct
Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial Ct
Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn
Factor de correccion por perdida en las puntas
Factor induccion axial (a)
Factor induccion axial (a)_1_1
Factor induccion axial (a)_2_1
Factor induccion axial (a) Nuevo
Factor induccion ángular (a') Nuevo

 | 1
38.43
0.67
51.57
0.90
41.85
0.73
9.72
0.17
1.2254
0.1141
0.85
1.00
0.22
0.37
4.48
0.33
0.22
0.37 | 2
51.57
0.90
38.43
0.67
33.42
0.05
5.01
0.05
1.0217
0.0736
0.88
0.85
0.85
0.88
0.21
-1246.67
0.25
0.22 | 3
62.41
1.09
27.59
0.48
27.07
0.52
0.01
0.6789
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.638
0.63800000000000000000000000000000000000 |
4
66.27
1.16
23.73
0.41
22.35
0.39
1.38
0.02
0.7554
0.635
0.755
0.725
0.725
0.725
0.725
0.754
0.635
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.755
0.7 | 5
69.50
1.21
20.50
0.36
18.81
0.33
1.69
0.03
0.7820
0.03
0.7820
0.03
0.7820
0.03
0.7820
0.03
0.7820
0.03
0.7820
0.03
0.7820
0.03
0.7820
0.03
0.7820
0.03
0.7820
0.03
0.7820
0.03
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.7820
0.78200
0.78200
0.78200
0.78200
0.78200000000000000000000000000000000000 | 6
72.01
1.26
17.99
0.31
16.10
0.028
1.89
0.790
0.0638
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.790
0.7900
0.7900
0.7900
0.790000000000 | 74.00
1.29
16.00
0.28
13.97
0.24
2.03
0.04
0.808
0.639
0.639
0.639
0.639
0.639
0.639
0.639
0.639
0.639
0.639
0.639
0.639
0.639
0.639
0.639
0.639
0.639
0.639
0.639
0.639
0.639
 | 8
75.61
1.32
14.39
0.25
12.28
0.21
2.11
0.04
0.8168
0.640
0.8168
0.640
0.8168
0.640
0.8168
0.640
0.8168
0.640
0.8168
0.8168
0.816
0.816
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.8168
0.833
0.022
0.333
0.022 | 9
76.94
1.34
1.34
0.23
10.89
2.17
0.04
0.8212
0.0641
0.8212
0.0641
0.12
0.811
1.00
0.33
0.02
8.47
0.32
0.33
0.02 | 10,
78,06,
1,36,
11,94,
0,21,
9,74,
0,04,
0,8240,
0,041,
0,8240,
0,0641,
0,8240,
0,064,
0,8240,
0,064,
0,8240,
0,064,
0,824,
0,064,
0,824,
0,064,
0,824,
0,064,
0,824,
0,064,
0,824,
0,064,
0,824,
0,064,
0,824,
0,064,
0,824,
0,064,
0,824,
0,064,
0,824,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,
0,064,00,000,000,000,000,000,000,000,000 | 11
79.00
1.38
11.00
0.19
8.78
0.04
0.825
0.04
0.825
0.042
0.04
0.825
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.041
0.042
0.041
0.042
0.041
0.042
0.041
0.041
0.041
0.041
0.041
0.041
0.041
0.041
0.041
0.041
0.041
0.041
0.041
0.041
0.041
0.041
0.041
0.041
0.041
0.041
0.041
0.041
0.041
0.041
0.041
0.041
0.041
0.041
0.041
0.041
0.041
0.041
0.041
0.041
0.041
0.041
0.041
0.041
0.041
0.041
0.041
0.041
0.041
0.041
0.041
0.041
0.041
0.041
0.041
0.041
0.041
0.041
0.041
0.041
0.041
0.041
0.041
0.041
0.041
0.041
0.041
0.041
0.041
0.041
0.0410000000000 | 12
79.82
1.39
10.18
7.95
0.14
2.23
0.04
0.8260
0.642
0.8260
0.642
0.62
0.62
0.62
0.62
0.62
0.62
0.62
0.6
 | 13
80.54
1.41
9.46
0.17
7.25
0.04
0.8253
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.042
0.054
0.042
0.054 | 14
81.18
1.42
0.15
6.63
0.12
2.19
0.04
0.8230
0.0641
0.8230
0.0641
0.82
0.82
0.82
0.82
0.98
0.32
0.01
11.59
0.31 | 15
81.78
1.43
8.22
0.14
6.09
0.11
2.13
0.04
0.8183
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0641
0.0642
0.0641
0.0641
0.0642
0.0641
0.0642
0.0641
0.0642
0.0641
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0641
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.00000000000000000000000000000000000 | 16
82.37
1.44
7.63
0.13
5.61
0.00
2.01
0.04
0.8088
0.0639
0.04
0.8088
0.0639
0.04
0.8088
0.0639
0.04
0.81
0.83
0.00
14.58
0.33
0.00 | 17
83.03
1.45
6.97
0.12
5.19
0.09
1.78
0.03
0.7888
0.037
0.7888
0.037
0.7888
0.037
0.789
0.036
0.036
0.000
15.79
0.38
0.38
0.036 |
18
84.60
1.48
5.40
0.09
4.81
0.59
0.01
0.6847
0.0037
0.6037
0.6037
0.603
0.663
0.663
0.663
0.663
0.663
0.663
0.663
0.663
0.663
0.663
0.663
0.664
0.663
0.664
0.663
0.664
0.664
0.664
0.664
0.664
0.664
0.664
0.664
0.664
0.664
0.664
0.664
0.664
0.664
0.664
0.664
0.664
0.664
0.664
0.664
0.664
0.664
0.665
0.664
0.665
0.664
0.665
0.664
0.665
0.664
0.665
0.664
0.665
0.664
0.665
0.664
0.665
0.664
0.665
0.664
0.665
0.664
0.665
0.664
0.665
0.664
0.665
0.664
0.665
0.664
0.665
0.664
0.665
0.664
0.665
0.664
0.665
0.665
0.664
0.665
0.664
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.664
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665
0.665 | 19
87.25
1.52
2.75
0.05
4.31
0.08
-1.56
-0.03
0.4704
0.689
0.477
0.689
0.477
0.48
0.75
-0.01
1.84
0.72
-0.72
-0.72
-0.0141 |
| Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) Coeficiente de itat Cl Coeficiente de drag Cd Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal C n Factor induccion axial (a) Factor induccion axial (a) Factor induccion axial (a) Factor induccion axial (a)1 Factor induccion axial (a) Factor induccion ángular (a') <th>1
38.43
0.67
51.57
0.90
41.85
0.73
9.72
0.17
1.2254
0.1141
0.89
0.89
0.85
1.00
0.22
0.37
4.48
0.13
0.22
0.37
4.48</th> <th>2
51.57
0.90
38.43
0.67
33.42
0.58
5.01
0.05
1.0217
0.0736
0.68
0.68
0.68
0.68
0.68
0.68
0.68
0.6</th> <th>3
62.41
1.09
27.59
0.48
27.07
0.52
0.01
0.6789
0.0638
0.63
0.63
0.63
0.63
0.63
0.63
0.63
0.63</th> <th>4
66.27
1.16
23.73
0.41
22.35
0.39
1.38
0.02
0.7554
0.0635
0.25
0.7554
0.0635
0.25
0.72
1.00
0.36
0.08
5.66
0.35
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36</th> <th>5
69.50
1.21
20.50
0.36
18.81
0.33
1.69
0.03
0.7820
0.063
0.21
0.75
1.00
0.35
0.06
6.26
0.34
0.35
0.06</th> <th>6
72.01
1.26
17.99
0.31
16.10
0.28
1.89
0.03
0.7990
0.0638
0.7990
0.0638
0.7990
0.0638
0.7990
0.0638
0.7990
0.0638
0.7990
0.0638
0.04
0.04
0.04
0.04
0.04
0.04</th> <th>74.00
1.29
16.00
0.28
13.97
0.24
2.03
0.04
0.8088
0.0639
0.0639
0.0639
0.0639
0.0639
0.0639
0.0639
0.0639
0.0639
0.0639
0.0639
0.0639
0.0639
0.0639
0.0639
0.034
0.033
0.034
0.034
0.034</th> <th>8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.044 0.8168 0.0640 0.8168 0.0640 0.8168 0.0640 0.33 0.02 7.94 0.33 0.02 7.94 0.33 0.02 0.33 0.02 0.33 0.02 0.33 0.02 0.33 0.02</th> <th>9
76.94
1.34
13.06
0.23
10.89
0.19
2.17
0.04
0.8212
0.0641
0.8212
0.0641
0.12
0.81
1.00
0.33
0.02
8.47
0.33
0.02
8.47
0.32
0.33
0.02</th> <th>10,
78,06,
1,36,
11,94
0,21
9,74
0,04
0,04
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066</th>
<th>11
79.00
1.38
11.00
0.19
8.78
0.04
0.8255
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.06420000000000000000000000000000000000</th> <th>12
79.82
1.39
10.18
7.95
0.14
2.23
0.04
0.8260
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.06420000000000000000000000000000000000</th> <th>13
80.54
1.41
9.46
0.17
7.25
0.04
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.077
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.077
0.8253
0.0642
0.077
0.8253
0.0642
0.077
0.8253
0.0642
0.077
0.8253
0.0642
0.077
0.8253
0.0642
0.077
0.032
0.001
0.0253
0.0642
0.001
0.0253
0.0642
0.001
0.0253
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.00100000000</th> <th>14
81.18
1.42
0.15
6.63
0.12
2.19
0.04
0.8230
0.064
0.8230
0.064
0.8230
0.064
0.8230
0.064
0.8230
0.064
0.8230
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.055
0.064
0.055
0.004
0.055
0.004
0.055
0.004
0.055
0.004
0.055
0.004
0.055
0.004
0.055
0.004
0.004
0.004
0.004
0.004
0.004
0.004
0.004
0.004
0.004
0.004
0.004
0.004
0.00000000</th>
<th>15
81.78
1.43
8.22
0.14
6.09
0.11
2.13
0.04
0.8183
0.064
0.8183
0.064
0.82
0.05
0.82
0.05
0.82
0.05
0.82
0.05
0.33
0.00
12.81
0.33
0.00
12.81
0.33
0.00
0.33
0.00
0.33</th> <th>16
82.37
1.44
7.63
0.13
5.61
0.00
2.01
0.04
0.8088
0.0639
0.04
0.8088
0.0639
0.04
0.8088
0.0639
0.04
0.81
0.94
0.33
0.00
14.58
0.33
0.00
0.33
0.00</th> <th>17
83.03
1.45
6.97
0.12
5.19
0.09
1.78
0.03
0.7888
0.0637
0.03
0.7888
0.0637
0.03
0.789
0.36
0.00
15.79
0.38
0.36
0.00
15.79
0.38
0.36
0.00
0.38
0.00
0.38
0.00
0.38
0.00
0.38
0.00
0.38
0.00
0.38
0.00
0.38
0.00
0.38
0.00
0.38
0.00
0.38
0.00
0.38
0.00
0.38
0.00
0.38
0.00
0.00
0.38
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.</th> <th>18
84,60
1,48
5,40
0,09
4,81
0,59
0,01
0,6847
0,0637
0,663
0,6847
0,0637
0,663
0,6847
0,0637
0,6847
0,0637
0,6847
0,0637
0,6847
0,0637
0,6847
0,0637
0,6847
0,6847
0,6847
0,6847
0,6847
0,6847
0,6847
0,6847
0,6847
0,6847
0,6847
0,6847
0,6847
0,6847
0,6847
0,6847
0,6847
0,6847
0,685
0,695
0,695
0,695
0,695
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0</th> <th>19
87.25
1.52
2.75
0.05
4.31
0.08
-1.56
-0.03
0.4704
0.0689
-0.047
0.047
0.047
0.047
0.047
0.047
0.048
0.047
0.048
0.047
0.048
0.047
0.048
0.047
0.048
0.047
0.048</th> | 1
38.43
0.67
51.57
0.90
41.85
0.73
9.72
0.17
1.2254
0.1141
0.89
0.89
0.85
1.00
0.22
0.37
4.48
0.13
0.22
0.37
4.48 | 2
51.57
0.90
38.43
0.67
33.42
0.58
5.01
0.05
1.0217
0.0736
0.68
0.68
0.68
0.68
0.68
0.68
0.68
0.6 | 3
62.41
1.09
27.59
0.48
27.07
0.52
0.01
0.6789
0.0638
0.63
0.63
0.63
0.63
0.63
0.63
0.63
0.63 |
4
66.27
1.16
23.73
0.41
22.35
0.39
1.38
0.02
0.7554
0.0635
0.25
0.7554
0.0635
0.25
0.72
1.00
0.36
0.08
5.66
0.35
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36
0.36 | 5
69.50
1.21
20.50
0.36
18.81
0.33
1.69
0.03
0.7820
0.063
0.21
0.75
1.00
0.35
0.06
6.26
0.34
0.35
0.06 | 6
72.01
1.26
17.99
0.31
16.10
0.28
1.89
0.03
0.7990
0.0638
0.7990
0.0638
0.7990
0.0638
0.7990
0.0638
0.7990
0.0638
0.7990
0.0638
0.04
0.04
0.04
0.04
0.04
0.04 | 74.00
1.29
16.00
0.28
13.97
0.24
2.03
0.04
0.8088
0.0639
0.0639
0.0639
0.0639
0.0639
0.0639
0.0639
0.0639
0.0639
0.0639
0.0639
0.0639
0.0639
0.0639
0.0639
0.034
0.033
0.034
0.034
0.034
 | 8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.044 0.8168 0.0640 0.8168 0.0640 0.8168 0.0640 0.33 0.02 7.94 0.33 0.02 7.94 0.33 0.02 0.33 0.02 0.33 0.02 0.33 0.02 0.33 0.02 | 9
76.94
1.34
13.06
0.23
10.89
0.19
2.17
0.04
0.8212
0.0641
0.8212
0.0641
0.12
0.81
1.00
0.33
0.02
8.47
0.33
0.02
8.47
0.32
0.33
0.02 | 10,
78,06,
1,36,
11,94
0,21
9,74
0,04
0,04
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,064
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066
0,066 | 11
79.00
1.38
11.00
0.19
8.78
0.04
0.8255
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.06420000000000000000000000000000000000 |
12
79.82
1.39
10.18
7.95
0.14
2.23
0.04
0.8260
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.0642
0.06420000000000000000000000000000000000 | 13
80.54
1.41
9.46
0.17
7.25
0.04
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.077
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.8253
0.0642
0.077
0.8253
0.0642
0.077
0.8253
0.0642
0.077
0.8253
0.0642
0.077
0.8253
0.0642
0.077
0.8253
0.0642
0.077
0.032
0.001
0.0253
0.0642
0.001
0.0253
0.0642
0.001
0.0253
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.00100000000 | 14
81.18
1.42
0.15
6.63
0.12
2.19
0.04
0.8230
0.064
0.8230
0.064
0.8230
0.064
0.8230
0.064
0.8230
0.064
0.8230
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.825
0.064
0.055
0.064
0.055
0.004
0.055
0.004
0.055
0.004
0.055
0.004
0.055
0.004
0.055
0.004
0.055
0.004
0.004
0.004
0.004
0.004
0.004
0.004
0.004
0.004
0.004
0.004
0.004
0.004
0.00000000 | 15
81.78
1.43
8.22
0.14
6.09
0.11
2.13
0.04
0.8183
0.064
0.8183
0.064
0.82
0.05
0.82
0.05
0.82
0.05
0.82
0.05
0.33
0.00
12.81
0.33
0.00
12.81
0.33
0.00
0.33
0.00
0.33 | 16
82.37
1.44
7.63
0.13
5.61
0.00
2.01
0.04
0.8088
0.0639
0.04
0.8088
0.0639
0.04
0.8088
0.0639
0.04
0.81
0.94
0.33
0.00
14.58
0.33
0.00
0.33
0.00 |
17
83.03
1.45
6.97
0.12
5.19
0.09
1.78
0.03
0.7888
0.0637
0.03
0.7888
0.0637
0.03
0.789
0.36
0.00
15.79
0.38
0.36
0.00
15.79
0.38
0.36
0.00
0.38
0.00
0.38
0.00
0.38
0.00
0.38
0.00
0.38
0.00
0.38
0.00
0.38
0.00
0.38
0.00
0.38
0.00
0.38
0.00
0.38
0.00
0.38
0.00
0.38
0.00
0.00
0.38
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0. | 18
84,60
1,48
5,40
0,09
4,81
0,59
0,01
0,6847
0,0637
0,663
0,6847
0,0637
0,663
0,6847
0,0637
0,6847
0,0637
0,6847
0,0637
0,6847
0,0637
0,6847
0,0637
0,6847
0,6847
0,6847
0,6847
0,6847
0,6847
0,6847
0,6847
0,6847
0,6847
0,6847
0,6847
0,6847
0,6847
0,6847
0,6847
0,6847
0,6847
0,685
0,695
0,695
0,695
0,695
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0,697
0 | 19
87.25
1.52
2.75
0.05
4.31
0.08
-1.56
-0.03
0.4704
0.0689
-0.047
0.047
0.047
0.047
0.047
0.047
0.048
0.047
0.048
0.047
0.048
0.047
0.048
0.047
0.048
0.047
0.048 |

Tabla 39. Cálculo 15 y 16 de los factores de inducción axial y tangencial.

Número de elementos de pala (de punta a raíz)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados)	38.43	51.57	61.67	66.27	69.50	72.01	74.00	75.61	76.94	78.06	79.00	79.82	80.54	81.18	81.78	82.37	83.03	84.60	87.25
(y radianes)	0.67	0.90	1.08	1.16	1.21	1.26	1.29	1.32	1.34	1.36	1.38	1.39	1.41	1.42	1.43	1.44	1.45	1.48	1.52
ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados)	51.57	38.43	28.33	23.73	20.50	17.99	16.00	14.39	13.06	11.94	11.00	10.18	9.46	8.82	8.22	7.63	6.97	5.40	2.75
Φ (radianes)	0.90	0.67	0.49	0.41	0.36	0.31	0.28	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.09	0.05
ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados)	41.85	33.42	27.07	22.35	18.81	16.10	13.97	12.28	10.89	9.74	8.78	7.95	7.25	6.63	6.09	5.61	5.19	4.81	4.31
β (radianes)	0.73	0.58	0.47	0.39	0.33	0.28	0.24	0.21	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.08
ángulo de incidencia de diseño (α grados)	9.72	5.01	1.26	1.38	1.69	1.89	2.03	2.11	2.17	2.20	2.22	2.23	2.22	2.19	2.13	2.01	1.78	0.59	-1.56
ángulo de incidencia de diseño (α radianes)	0.17	0.09	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.01	-0.03
Coeficiente de lift Cl	1.2254	1.0217	0.7448	0.7554	0.7820	0.7990	0.8098	0.8168	0.8212	0.8240	0.8255	0.8260	0.8253	0.8230	0.8183	0.8088	0.7898	0.6847	0.4704
Coeficiente de drag Cd	0.1141	0.0736	0.0635	0.0635	0.0636	0.0638	0.0639	0.0640	0.0641	0.0641	0.0642	0.0642	0.0642	0.0641	0.0641	0.0639	0.0637	0.0637	0.0689
Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct	0.89	0.58	0.30	0.25	0.21	0.19	0.16	0.14	0.12	0.11	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.00	-0.05
Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn	0.85	0.85	0.69	0.72	0.75	0.78	0.80	0.81	0.81	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.81	0.79	0.69	0.47
Factor de correccion por perdida en las puntas	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	0.98	0.97	0.94	0.89	0.82	0.48
Factor induccion axial (a)	0.22	0.28	0.37	0.36	0.35	0.34	0.34	0.33	0.33	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.33	0.33	0.36	0.44	0.75
Factor induccion ángular (a')	0.37	0.21	0.14	0.08	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01
Factor induccion axial (a)_1_1	-4.48	-1246.67	4.88	5.66	6.26	6.83	7.39	7.94	8.47	9.00	9.53	10.10	10.75	11.59	12.81	14.58	15.79	5.54	1.84
Factor induccion axial (a)_2_1	0.13	0.25	0.37	0.35	0.34	0.34	0.33	0.32	0.32	0.32	0.31	0.31	0.31	0.31	0.32	0.34	0.38	0.48	0.72
Factor induccion axial (a) Nuevo	0.22	0.28	0.37	0.36	0.35	0.34	0.34	0.33	0.33	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.33	0.33	0.36	0.48	0.72
Factor induccion ángular (a') Nuevo	0.37	0.21	0.14	0.08	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.0141
Error respecto al anterior a	0.0%	0.0%	2.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Error respecto al anterior a'	0.0%	0.0%	11.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Número de elementos de pala (de punta a raíz)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (y grados)	1 38.43	2 51.57	3 62.32	4 66.27	5 69.50	6 72.01	7 74.00	8 75.61	9 76.94	10 78.06	11 79.00	12 79.82	13 80.54	14 81.18	<mark>15</mark> 81.78	16 82.37	17 83.03	18 84.60	19 87.25
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (y grados) (y radianes)	1 38.43 0.67	2 51.57 0.90	3 62.32 1.09	4 66.27 1.16	5 69.50 1.21	6 72.01 1.26	7 74.00 1.29	8 75.61 1.32	9 76.94 1.34	10 78.06 1.36	11 79.00 1.38	12 79.82 1.39	13 80.54 1.41	14 81.18 1.42	15 81.78 1.43	16 82.37 1.44	17 83.03 1.45	18 84.60 1.48	19 87.25 1.52
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (y grados) (y radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados)	1 38.43 0.67 51.57	2 51.57 0.90 38.43	3 62.32 1.09 27.68	4 66.27 1.16 23.73	5 69.50 1.21 20.50	6 72.01 1.26 17.99	74.00 1.29 16.00	8 75.61 1.32 14.39	9 76.94 1.34 13.06	10 78.06 1.36 11.94	11 79.00 1.38 11.00	12 79.82 1.39 10.18	13 80.54 1.41 9.46	14 81.18 1.42 8.82	15 81.78 1.43 8.22	16 82.37 1.44 7.63	17 83.03 1.45 6.97	18 84.60 1.48 5.40	19 87.25 1.52 2.75
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes)	1 38.43 0.67 51.57 0.90	2 51.57 0.90 38.43 0.67	3 62.32 1.09 27.68 0.48	4 66.27 1.16 23.73 0.41	5 69.50 1.21 20.50 0.36	6 72.01 1.26 17.99 0.31	7 74.00 1.29 16.00 0.28	8 75.61 1.32 14.39 0.25	9 76.94 1.34 13.06 0.23	10 78.06 1.36 11.94 0.21	11 79.00 1.38 11.00 0.19	12 79.82 1.39 10.18 0.18	13 80.54 1.41 9.46 0.17	14 81.18 1.42 8.82 0.15	15 81.78 1.43 8.22 0.14	16 82.37 1.44 7.63 0.13	17 83.03 1.45 6.97 0.12	18 84.60 1.48 5.40 0.09	19 87.25 1.52 2.75 0.05
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados)	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42	3 62.32 1.09 27.68 0.48 27.07	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10	7 74.00 1.29 16.00 0.28 13.97	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89	10 78.06 1.36 11.94 0.21 9.74	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes)	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58	3 62.32 1.09 27.68 0.48 27.07 0.47	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28	7 74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19	10 78.06 1.36 11.94 0.21 9.74 0.17	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95 0.14	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados)	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01	3 62.32 1.09 27.68 0.48 27.07 0.47 0.61	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89	7 74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17	10 78.06 1.36 11.94 0.21 9.74 0.17 2.20	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95 0.14 2.23	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados)	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09	3 62.32 1.09 27.68 0.48 27.07 0.47 0.61 0.01	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04	8 75.61 1.32 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04	10 78.06 1.36 11.94 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95 0.14 2.23 0.04	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59 0.01	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α radianes) Coeficiente de lift C1	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17 1.2254	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217	3 62.32 1.09 27.68 0.48 27.07 0.47 0.61 0.01 0.6868	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820	6 72.01 1.26 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990	7 74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098	8 75.61 1.32 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212	10 78.06 1.36 11.94 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04 0.8240	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04 0.8253	14 81.18 1.42 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7898	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59 0.01 0.6847	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados)	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17 1.2254 0.1141	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217 0.0736	3 62.32 1.09 27.68 0.48 27.07 0.47 0.61 0.61 0.6868 0.0637	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554 0.0635	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.0636	6 72.01 1.26 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990 0.0638	7 74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098 0.0639	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641	10 78.06 1.36 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04 0.8240 0.0641	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255 0.0642	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.995 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.0642	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04 0.8253 0.0642	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.0641	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183 0.0641	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088 0.0633	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7898 0.0637	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.09 0.59 0.01 0.6847 0.0637	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704 0.0689
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) Coeficiente de lift C1 Coeficiente de drag Cd Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17 1.2254 0.1141 0.89	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.58	3 62.32 1.09 27.68 0.48 27.07 0.47 0.61 0.01 0.6868 0.0637 0.26	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554 0.0635 0.25	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.0636 0.21	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990 0.0638 0.19	7 74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098 0.0639 0.16	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640 0.14	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12	10 78.06 1.36 11.94 9.74 0.21 9.74 0.21 0.21 0.04 0.8240 0.0641 0.011	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255 0.0642 0.0642	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.0642 0.0642	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04 0.8253 0.0642 0.07	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.0641 0.06	15 81.78 1.43 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183 0.0641 0.05	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7898 0.0637 0.03	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.59 0.01 0.6847 0.0637 0.00	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 -0.08 -1.56 -0.03 0.4704 0.0689 -0.05
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) Coeficiente de lift Cl Coeficiente de drag Cd Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn	1 3843 0.67 51.57 41.85 0.73 9.72 0.177 1.2254 0.1141 0.89 0.89	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.68 0.68	3 62.32 1.09 27.68 0.48 27.07 0.47 0.61 0.01 0.6868 0.0637 0.26 0.64	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554 0.0635 0.25 0.72	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.0636 0.21 0.75	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990 0.0638 0.19 0.78	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098 0.0639 0.16 0.80	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640 0.14 0.81	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12 0.81	10 78.06 1.36 11.94 0.21 9.74 0.07 2.20 0.04 0.8240 0.0641 0.0641 0.11 0.82	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.19 2.22 0.04 0.8255 0.0642 0.0642 0.09 0.82	12 79.82 1.39 0.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.0642 0.08 0.82	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.04 0.8253 0.0642 0.0642 0.07 0.82	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.15 2.19 0.04 0.8230 0.0641 0.06 0.82	15 81.78 1.43 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183 0.0641 0.05 0.82	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.81	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7898 0.0637 0.03 0.79	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.59 0.01 0.6847 0.0637 0.00 0.69	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704 0.0689 -0.05 0.47
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) íngulo de incidencia de diseño (α radianes) Coeficiente de lift CI Coeficiente de drag Cd Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor de correccion por perdida en las puntas	38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17 1.2254 0.1141 0.89 0.86 1.00	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.88 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.58 0.85 0.85 1.00	3 62.32 1.09 27.68 0.48 27.07 0.47 0.61 0.61 0.6868 0.0637 0.26 0.64 1.00	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554 0.0635 0.25 0.72 1.00	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.0636 0.21 0.75 1.00	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990 0.0638 0.19 0.78 1.00	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8088 0.0639 0.166 0.80 1.00	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8188 0.0640 0.14 0.81 1.00	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12 0.81 1.00	10 78.06 1.36 11.94 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04 0.8240 0.0641 0.0641 0.11 0.82 1.00	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.19 2.22 0.04 0.8255 0.0642 0.0642 0.09 0.82 0.082	12 79.82 1.39 0.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.0642 0.0642 0.08 0.82 1.00	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.04 0.8253 0.0642 0.0642 0.07 0.82 0.0642	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.15 2.19 0.04 0.8230 0.0641 0.06 0.82 0.06	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183 0.0641 0.065 0.82 0.97	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.81 0.94	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7888 0.037 0.03 0.79 0.89	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59 0.01 0.6847 0.0637 0.00 0.69 0.82	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704 0.0689 -0.05 0.47 0.47
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α radianes) Coeficiente de lift CI Coeficiente de drag Cd Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor de correccion por perdida en las puntas Factor induccion axial (a)	1 38.4 0.67 51.57 0.73 0.73 0.77 1.2254 0.1141 0.89 0.85 1.00 0.85 1.00	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.85 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.58 0.85 1.00 1.00	3 62.32 1.09 27.68 0.48 27.07 0.47 0.61 0.6868 0.0637 0.26 0.64 1.00 0.37	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554 0.0635 0.25 0.72 1.00 0.36	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.0636 0.21 0.75 1.00 0.35	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990 0.0638 0.19 0.78 1.00 0.78 1.00	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098 0.0639 0.16 0.800 1.00 0.34	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640 0.14 0.81 1.00 0.33	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12 0.0641 0.12 0.81 1.00 0.33	10 78.06 1.36 1.36 0.21 9.74 0.21 9.74 0.21 0.04 0.8240 0.0641 0.0641 0.11 0.82 1.00 0.32	111 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255 0.0642 0.0642 0.09 0.825 0.0642 0.09 0.825 0.0642	12 79.82 1.39 0.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.0642 0.08 0.82 1.00 0.32	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04 0.8253 0.0642 0.07 0.82 0.07	14 81.18 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.0641 0.066 0.82 0.98 0.32	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183 0.0641 0.05 0.82 0.05 0.82 0.97 0.33	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.81 0.94 0.33	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7898 0.0637 0.03 0.79 0.89 0.36	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59 0.01 0.6847 0.0637 0.00 0.69 0.82 0.44	19 87.25 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704 0.0689 -0.05 0.47 0.47 0.48 0.75
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) Coeficiente de lift Cl Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor de correccion por perdida en las puntas Factor induccion axial (a) Factor induccion ángular (a')	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17 1.2254 0.17 1.2254 0.17 1.2254 0.18 0.85 1.00 0.85 1.00 0.22 0.37	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217 0.076 0.85 0.85 1.00 0.28 0.21	3 62.32 1.09 27.68 27.07 0.47 0.61 0.668 0.0637 0.26 0.64 1.00 0.37 0.12	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554 0.0635 0.25 0.72 1.00 0.36 0.08	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.06 0.036 0.21 0.75 1.00 0.35 0.06	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990 0.0638 0.19 0.78 1.00 0.78 1.00 0.78	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098 0.0639 0.16 0.80 1.00 0.34 0.03	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640 0.14 0.81 1.00 0.33 0.02	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12 0.0641 0.12 0.81 1.00 0.33 0.02	10 78.06 1.36 1.36 0.21 9.74 0.21 9.74 0.21 0.04 0.8240 0.0641 0.0641 0.820 0.0641 0.820 0.0641 0.82 0.01	111 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255 0.0642 0.0642 0.09 0.825 0.0642 0.09 0.825 0.0642 0.09 0.825 0.0642	12 79.82 1.39 0.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.0642 0.0642 0.0642 0.08 0.82 1.00 0.32	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04 0.8253 0.0642 0.07 0.82 0.07 0.82 0.07 0.82 0.07	14 81.18 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.0641 0.066 0.82 0.0641 0.066 0.82 0.0641 0.066 0.82 0.0641	15 81.78 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183 0.0641 0.065 0.82 0.82 0.82 0.97 0.33 0.00	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.01 2.01 0.04 0.04 0.0638 0.063 0.04 0.04 0.04 0.04 0.04 0.03 0.04	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.799 0.03 0.79 0.89 0.36 0.00	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.68 0.59 0.68 0.68 0.68 0.68 0.69 0.69 0.69 0.69 0.69 0.69 0.69	19 87.25 2.75 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704 0.0689 -0.05 -0.05 0.47 0.48 -0.75 -0.01
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (Φ grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) Coeficiente de lift Cl Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor de correccion por perdida en las puntas Factor induccion axial (a) Factor induccion ángular (a') Factor induccion axial (a)_1_1	1 38.43 0.67 51.57 0.99 41.85 0.73 9.72 0.17 1.2254 0.141 0.141 0.85 1.00 0.22 0.37 4.48	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.85 0.85 1.00 0.88 1.00 0.28 0.21 1.246 67	3 62.32 1.09 27.68 0.48 27.07 0.47 0.61 0.6888 0.0637 0.26 0.64 1.00 0.37 0.26 0.64 1.00 0.37 0.12 5.19	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554 0.635 0.72 1.00 0.36 0.08 5.66	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.0636 0.21 0.75 1.00 0.35 0.06 6.26	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990 0.0638 0.19 0.78 0.0638 0.19 0.78 1.00 0.78 1.00 0.34 1.00 0.34 1.00	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.039 0.06 1.00 0.34 0.03 7.39	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640 0.8168 0.8168 0.0640 0.8168 0.917 0.81688 0.816800000000000000	9 76.94 1.34 1.306 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.041 0.641 0.81 0.81 0.33 0.02 8.47	10 78.06 1.36 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04 0.8240 0.0641 0.8240 0.0641 0.8240 0.0641 0.82 0.0641 0.82 0.0641 0.82 0.0641 0.82 0.0641 0.82 0.0641 0.82 0.0641 0.82 0.0641 0.82 0.0641 0.82 0.0641 0.82 0.0641 0.82 0.001 0.001 0.82 0.001 0.001 0.82 0.00100000000	11 79.00 1.38 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255 0.0642 0.655 0.642 0.642 0.642 0.642 0.642 0.642 0.642 0.642 0.642 0.642 0.642 0.642 0.655	12 79.82 1.39 0.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.0642 0.0642 0.0642 0.082 0.082 0.082 0.02 0.02 0.02 0.01 0.01	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.04 0.8253 0.042 0.042 0.042 0.042 0.042 0.02 0.042 0.02 0.0	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.041 0.0641 0.0641 0.0641 0.0641 0.0641 0.0641 0.0641 0.02 0.02 0.02	15 81.78 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183 0.0641 0.05 0.82 0.97 0.33 0.00 0.33 0.00	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.004 0.81 0.81 0.81 0.94 0.33 0.000	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7898 0.037 0.7898 0.037 0.799 0.89 0.36 0.00 15.79	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.68 0.59 0.01 0.6847 0.0647 0.069 0.69 0.69 0.82 0.44 0.00 5.54	19 87.25 2.75 2.75 2.75 2.75 2.75 2.75 2.75
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (y grados) (y radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) Coeficiente de lato Cl Coeficiente de drag Cd Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor induccion axial (a) Factor induccion axial (a) Factor induccion axial (a) Factor induccion axial (a)_1_1 Factor induccion axial (a)_2_1	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17 1.2254 0.1141 0.89 1.00 0.89 1.00 0.22 0.37 4.48 0.13	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.88 5.01 0.99 1.0217 0.0736 0.88 0.88 0.88 0.88 0.88 0.88 0.88 0.21 1.00 0.28 0.21	3 62.32 1.09 27.68 0.48 27.07 0.47 0.61 0.6668 0.0637 0.6668 0.0637 0.26 0.64 1.00 0.37 0.12 5.19 0.36	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554 0.0635 0.755 0.72 1.00 0.36 0.08 5.66 0.35	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.0636 0.21 0.75 1.00 0.35 0.066 6.26 0.34	6 72.01 1.26 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990 0.0638 0.19 0.780 0.780 0.78 0.79 0.78 0.79 0.78 0.79 0.79 0.79 0.79 0.79 0.79 0.79 0.79	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098 0.0639 0.16 0.809 0.0639 0.16 0.809 0.03 1.00 0.34 0.03 7.39 0.33	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640 0.8168 0.0640 0.14 0.8168 0.0640 0.33 0.02 7.94 0.33	9 76.94 1.34 1.306 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12 0.81 1.00 0.33 0.02 8.47 0.32	10 78.06 1.36 9.74 0.21 0.04 0.8240 0.041 0.8240 0.0641 0.8240 0.0641 0.11 0.82 0.064 0.021 0.02 0.02 0.02	11 79.00 1.38 0.19 0.19 0.8255 0.642 0.655 0.642 0.642 0.642 0.642 0.642 0.655 0.64200000000000000000000000000000000000	12 79.82 1.39 0.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.642 0.8260 0.642 0.82 0.042 0.82 0.042 0.82 0.042 0.82 0.042 0.82 0.042 0.82 0.042 0.82 0.04 0.03 0.04 0.03 0.04 0.03 0.04 0.03 0.04 0.03 0.04 0.03 0.04 0.03 0.04 0.03 0.04 0.03 0.04 0.03 0.00 0.04 0.03 0.00 0.04 0.00 0.00	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.04 0.8253 0.042 0.8253 0.0642 0.8253 0.0642 0.8253 0.0642 0.8253 0.0642 0.8253 0.0642 0.8253 0.0642 0.8253 0.0642 0.82530 0.82530 0.82530 0.82530 0.82530 0.8253000000000000000000000000000000000000	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.064 0.8230 0.064 0.8230 0.064 0.82 0.064 0.82 0.064 0.82 0.064 0.82 0.064 0.82 0.064 0.82 0.064 0.82 0.064 0.82 0.064 0.82 0.064 0.82 0.064 0.82 0.0640	15 81.78 8.22 0.14 6.09 0.11 0.8183 0.0641 0.8183 0.0641 0.82 0.097 0.33 0.00 12.81 0.32	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.81 0.83 0.04 0.83 0.04 0.83 0.00 14.58 0.34	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7898 0.037 0.7898 0.037 0.789 0.037 0.799 0.89 0.36 0.000 15.79 0.38	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59 0.01 0.6847 0.0637 0.00 0.69 0.82 0.44 0.00 5.54 0.48	19 87.26 1.52 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704 0.689 -0.05 -0.047 0.47 0.48 0.475 -0.01 -1.84 -0.72
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) Coeficiente de lift Cl Coeficiente de torg Cd Coeficiente de torg Cd Coeficiente de torg Cd Factor induccion axial (a)	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17 1.2254 0.1141 0.89 0.085 1.00 0.02 0.37 4.48 0.13 0.22	2 51.57 0.99 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.85 0.85 0.85 0.85 0.21 -1246.67 0.25 0.28	3 62.32 1.09 27.68 0.48 27.07 0.47 0.61 0.6868 0.0637 0.26 0.64 1.00 0.37 0.12 5.19 0.36 0.37	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554 0.0635 0.25 0.72 1.00 0.0635 0.72 1.00 0.08 5.66 0.35 0.35	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.0636 0.21 0.75 1.00 0.35 0.066 6.26 0.34 0.35	6 72.01 1.26 1.26 0.31 16.10 0.28 0.03 0.7990 0.0638 0.19 0.0638 0.19 0.0638 0.19 0.0638 0.19 0.0638 0.19 0.0638 0.19 0.0638 0.19 0.034 1.00 0.34 0.04 0.34	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.808 0.0639 0.16 0.80 1.00 0.33 7.39 0.33 0.34	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640 0.14 0.8168 1.003 0.033 0.02 7.94 0.32 0.33	9 76.94 1.34 1.34 1.306 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.02 0.81 1.00 0.33 0.02 8.47 0.32 0.33	10 78.06 1.36 9.74 9.74 9.74 0.17 0.20 0.04 0.8240 0.0641 0.11 0.82 1.00 0.0641 0.11 0.32 0.01 9.00 0.32 0.01	11 79.00 0.19 0.19 0.19 0.19 0.19 0.19 0.222 0.04 0.8255 0.06420000000000000000000000000000000000	12 79.82 1.39 0.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.82 0.042 0.0642 0.0642 0.08 0.0642 0.08 0.082 0.0642 0.02 0.01 10.00 0.32	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.013 0.8253 0.0642 0.077 0.0642 0.0642 0.0642 0.077 0.07700000000	14 81.18 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.0641 0.06 0.82 0.0641 0.06 0.82 0.0641 0.06 0.82 0.02 0.02 0.01 11.59 0.31	15 81.78 8.22 0.14 6.09 0.14 0.8183 0.0641 0.8183 0.0641 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.0	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.81 0.93 0.33 0.00 14.58 0.34	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7898 0.0637 0.79 0.89 0.03 0.79 0.89 0.36	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59 0.01 0.6847 0.0637 0.00 0.69 0.69 0.82 0.44 0.00 5.54 0.44 0.00	19 87.25 0.05 4.31 0.06 0.4704 0.0689 -0.05 -0.05 -0.05 -0.05 -0.01 1.84 0.72 -0.72
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) Coeficiente de lift Cl Coeficiente de torgue en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor induccion axial (a) Sector induccion axial (a) Sector induccion axial (a) Angula Factor induccion axial (a) Sector induccion axial (a) Sector induccion ángula	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17 1.2254 0.141 0.89 0.85 1.002 0.37 4.48 0.13 0.22 0.37	2 51.57 0.990 38.43 0.67 33.42 0.88 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.85 0.85 1.00 0.85 0.21 -1246.67 0.25 0.28	3 62.32 1.09 27.68 0.48 27.07 0.47 0.61 0.6868 0.0637 0.26 0.64 1.00 0.37 0.12 5.19 0.36 0.37 0.12	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554 0.0635 0.25 0.72 1.00 0.35 0.08 5.66 0.35 0.35 0.35	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.0636 0.21 0.75 1.00 0.35 0.06 6.26 0.34 0.35 0.06	6 72.01 1.26 1.26 0.31 16.10 0.28 0.03 0.7990 0.0638 0.19 0.78 0.0638 0.19 0.78 0.078 0.04 0.04 0.04 0.04	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098 0.0639 0.16 0.809 1.00 0.03 7.39 0.33 0.34 0.34 0.03	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640 0.14 0.8168 0.0640 0.14 0.81 1.03 0.33 0.02 7.94 0.33 0.02	9 76.94 1.34 1.306 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12 0.81 1.00 0.33 0.02 8.47 0.32 0.33 0.02	10, 78,06 1,36 0,21 9,74 0,177 2,20 0,04 0,04 0,04 0,04 1,00 0,04 1,00 0,02 1,00 0,02 0,02 0,01 0,02 0,02	11 79.00 1.38 0.19 8.78 0.04 0.8255 0.06420000000000000000000000000000000000	12 79,82 1,39 0,18 7,95 0,14 2,23 0,04 0,82 0,042 0,06 0,0642 0,06 0,0642 0,06 0,0642 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,0	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.04 0.8253 0.06420000000000000000000000000000000000	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.06 0.82 0.06 0.82 0.06 0.82 0.06 0.82 0.06 11.59 0.31 0.32 0.01	15 81.78 8.22 0.14 6.09 0.11 0.8183 0.0641 0.8183 0.0641 0.82 0.05 0.82 0.05 0.82 0.05 0.82 0.05 0.82 0.05 0.82 0.05 0.82 0.05 0.00 0.00 0.33 0.00 0.33 0.00	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.00 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.81 0.94 0.33 0.00 14.58 0.34 0.33 0.00	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7898 0.0637 0.03 0.79 0.89 0.36 0.00 15.79 0.38 0.38 0.38 0.00	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59 0.01 0.6847 0.0637 0.69 0.827 0.69 0.827 0.69 0.82 0.44 0.00 5.54 0.48 0.48 0.00	19 87.26 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 0.4704 0.0689 -0.05 0.4704 0.689 -0.05 0.47 0.47 0.47 0.47 0.47 0.47 0.47 0.47
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) coeficiente de lift Cl Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor induccion axial (a) Factor induccion axial (a) 1 Factor induccion axial (a) 1 Factor induccion axial (a) Nuevo Factor induccion ángular (a') Factor induccion ángular (a) Nuevo Factor induccion ángular (a) Factor induccion ángular (a) Nuevo Error respecto al anterior a	1 38.43 0.67 0.99 41.85 0.73 9.72 0.17 1.2254 0.141 0.89 0.88 1.00 0.85 1.00 0.37 4.4.8 0.13 0.22 0.37 0.03	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.88 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.88 0.88 0.88 0.88 0.88 1.00 0.28 0.28 0.28 0.25 0.25 0.28 0.21 0.0%	3 62.32 1.09 27.68 0.48 27.07 0.61 0.061 0.666 0.0637 0.26 0.64 1.037 0.12 5.19 0.36 0.37 0.12 1.9%	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554 0.0635 0.25 0.72 1.00 0.085 0.25 0.72 0.036 0.08 5.66 0.35 0.35	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.0636 0.21 0.75 1.00 0.36 0.25 0.06 6.26 0.34 0.35 0.06 0.0%	6 72.01 1.26 1.26 0.31 16.10 0.28 0.03 0.7990 0.03 0.7990 0.0638 0.19 0.7990 0.78 0.04 0.04 0.04 0.04 0.04 0.34 0.34 0.34	74.00 1.29 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.808 0.0639 0.16 0.809 0.0639 0.16 0.809 0.0639 0.0639 0.063 0.063 0.03 0.03 0.03 0.33 0.34 0.03 0.34 0.03 0.04 0.03 0.04 0.05 0.	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.041 0.8168 0.0640 0.14 0.8168 0.0640 0.14 0.81 0.033 0.02 0.33 0.02 0.033 0.02 0.054	9 76.94 1.34 1.34 1.306 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12 0.81 1.00 0.81 1.00 0.31 0.02 8.47 0.32 0.33 0.02 0.33 0.02	10 78.06 1.36 9.74 0.21 9.74 0.17 2.20 0.041 0.17 0.041 0.041 0.02 1.00 0.041 0.02 1.00 0.02 0.01 9.00 0.02 0.01 0.02 0.02 0.02 0.02 0.02 0	11 79.00 1.38 0.19 8.78 0.642 0.042 0.06420000000000000000000000000000000000	12: 79.82: 1.39; 0.18; 7.95; 0.14; 2.23; 0.04; 0.8260; 0.0642; 0.064;0;0;0;0;0;0;0;0;0;0;0;0;0;0;0;0;0;0;	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.04 0.8253 0.0642 0.0642 0.07 0.82 0.0642 0.07 0.82 0.0642 0.07 0.82 0.0642 0.07 0.82 0.0642 0.07 0.82 0.0642 0.07 0.82 0.0642 0.07 0.82 0.0642 0.07 0.82 0.0642 0.07 0.82 0.0642 0.07 0.82 0.0642 0.07 0.82 0.0642 0.07 0.82 0.0642 0.07 0.82 0.0642 0.07 0.82 0.0642 0.07 0.82 0.0642 0.07 0.0642 0.07 0.0642 0.07 0.0642 0.07 0.0642 0.07 0.0642 0.07 0.0642 0.07 0.0642 0.07 0.0642 0.07 0.0642 0.07 0.0642 0.0642 0.07 0.0642 0.07 0.0642 0.07 0.0642 0.07 0.0642 0.07 0.0642 0.07 0.0642 0.0642 0.07 0.0642 0.07 0.0642 0.07 0.0642 0.07 0.0642 0.07 0.0642 0.07 0.0642 0.07 0.0642 0.07 0.0642 0.07 0.0642 0.07 0.0642 0.07 0.0642 0.07 0.0642 0.07 0.0642 0.07 0.0642 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.06 0.82 0.06 0.06 0.82 0.06 0.02 0.06 0.02 0.06 0.02 0.06 0.02 0.03	15 81.78 8.1.78 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183 0.0641 0.8183 0.0641 0.05 0.82 0.93 0.00 12.81 0.33 0.00 12.81 0.33 0.00	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.81 0.94 0.94 0.94 0.94 0.033 0.000	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7898 0.0637 0.03 0.7898 0.0637 0.03 0.799 0.89 0.063 0.00 15.79 0.38 0.36 0.00 0.	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59 0.01 0.6847 0.00 0.684 0.00 0.69 0.82 0.44 0.00 5.54 0.48 0.48 0.00 0.0%	9 87.26 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 - 1.56 0.03 0.4704 0.0689 - 0.05 0.47 0.47 0.47 0.47 0.47 0.47 0.47 0.47

 Tabla 40. Cálculo 17 y 18 de los factores de inducción axial y tangencial.
Número de elementos de pala (de punta a raíz)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados)	38.43	51.57	61.76	66.27	69.50	72.01	74.00	75.61	76.94	78.06	79.00	79.82	80.54	81.18	81.78	82.37	83.03	84.60	87.25
(γ radianes)	0.67	0.90	1.08	1.16	1.21	1.26	1.29	1.32	1.34	1.36	1.38	1.39	1.41	1.42	1.43	1.44	1.45	1.48	1.52
ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados)	51.57	38.43	28.24	23.73	20.50	17.99	16.00	14.39	13.06	11.94	11.00	10.18	9.46	8.82	8.22	7.63	6.97	5.40	2.75
φ (radianes)	0.90	0.67	0.49	0.41	0.36	0.31	0.28	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.09	0.05
ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados)	41.85	33.42	27.07	22.35	18.81	16.10	13.97	12.28	10.89	9.74	8.78	7.95	7.25	6.63	6.09	5.61	5.19	4.81	4.31
β (radianes)	0.73	0.58	0.47	0.39	0.33	0.28	0.24	0.21	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.08
ángulo de incidencia de diseño (α grados)	9.72	5.01	1.17	1.38	1.69	1.89	2.03	2.11	2.17	2.20	2.22	2.23	2.22	2.19	2.13	2.01	1.78	0.59	-1.56
ángulo de incidencia de diseño (α radianes)	0.17	0.09	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.01	-0.03
Coeficiente de lift CI	1.2254	1.0217	0.7376	0.7554	0.7820	0.7990	0.8098	0.8168	0.8212	0.8240	0.8255	0.8260	0.8253	0.8230	0.8183	0.8088	0.7898	0.6847	0.4704
Coeficiente de drag Cd	0.1141	0.0736	0.0635	0.0635	0.0636	0.0638	0.0639	0.0640	0.0641	0.0641	0.0642	0.0642	0.0642	0.0641	0.0641	0.0639	0.0637	0.0637	0.0689
Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct	0.89	0.58	0.29	0.25	0.21	0.19	0.16	0.14	0.12	0.11	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.00	-0.05
Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn	0.85	0.85	0.68	0.72	0.75	0.78	0.80	0.81	0.81	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.81	0.79	0.69	0.47
Factor de correccion por perdida en las puntas	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	0.98	0.97	0.94	0.89	0.82	0.48
Factor induccion axial (a)	0.22	0.28	0.37	0.36	0.35	0.34	0.34	0.33	0.33	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.33	0.33	0.36	0.44	0.75
Factor induccion ángular (a')	0.37	0.21	0.14	0.08	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01
Factor induccion axial (a)_1_1	-4.48	-1246.67	4.91	5.66	6.26	6.83	7.39	7.94	8.47	9.00	9.53	10.10	10.75	11.59	12.81	14.58	15.79	5.54	1.84
Factor induccion axial (a)_2_1	0.13	0.25	0.37	0.35	0.34	0.34	0.33	0.32	0.32	0.32	0.31	0.31	0.31	0.31	0.32	0.34	0.38	0.48	0.72
Factor induccion axial (a) Nuevo	0.22	0.28	0.37	0.36	0.35	0.34	0.34	0.33	0.33	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.33	0.33	0.36	0.48	0.72
Factor induccion ángular (a') Nuevo	0.37	0.21	0.14	0.08	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.0141
Error respecto al anterior a	0.0%	0.0%	1.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Error respecto al anterior a'	0.0%	0.0%	9.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Número de elementos de pala (de punta a raíz)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (y grados)	1 38.43	2 51.57	3 62.26	4 66.27	5 69.50	6 72.01	7 74.00	8 75.61	9 76.94	10 78.06	11 79.00	12 79.82	13 80.54	14 81.18	15 81.78	16 82.37	17 83.03	18 84.60	19 87.25
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (y grados) (y radianes)	1 38.43 0.67	2 51.57 0.90	3 62.26 1.09	4 66.27 1.16	5 69.50 1.21	6 72.01 1.26	7 74.00 1.29	8 75.61 1.32	9 76.94 1.34	10 78.06 1.36	11 79.00 1.38	12 79.82 1.39	13 80.54 1.41	14 81.18 1.42	15 81.78 1.43	16 82.37 1.44	17 83.03 1.45	18 84.60 1.48	19 87.25 1.52
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados)	1 38.43 0.67 51.57	2 51.57 0.90 38.43	3 62.26 1.09 27.74	4 66.27 1.16 23.73	5 69.50 1.21 20.50	6 72.01 1.26 17.99	7 74.00 1.29 16.00	8 75.61 1.32 14.39	9 76.94 1.34 13.06	10 78.06 1.36 11.94	11 79.00 1.38 11.00	12 79.82 1.39 10.18	13 80.54 1.41 9.46	14 81.18 1.42 8.82	15 81.78 1.43 8.22	16 82.37 1.44 7.63	17 83.03 1.45 6.97	18 84.60 1.48 5.40	19 87.25 1.52 2.75
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes)	1 38.43 0.67 51.57 0.90	2 51.57 0.90 38.43 0.67	3 62.26 1.09 27.74 0.48	4 66.27 1.16 23.73 0.41	5 69.50 1.21 20.50 0.36	6 72.01 1.26 17.99 0.31	7 74.00 1.29 16.00 0.28	8 75.61 1.32 14.39 0.25	9 76.94 1.34 13.06 0.23	10 78.06 1.36 11.94 0.21	11 79.00 1.38 11.00 0.19	12 79.82 1.39 10.18 0.18	13 80.54 1.41 9.46 0.17	14 81.18 1.42 8.82 0.15	15 81.78 1.43 8.22 0.14	16 82.37 1.44 7.63 0.13	17 83.03 1.45 6.97 0.12	18 84.60 1.48 5.40 0.09	19 87.25 1.52 2.75 0.05
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados)	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42	3 62.26 1.09 27.74 0.48 27.07	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10	7 74.00 1.29 16.00 0.28 13.97	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89	10 78.06 1.36 11.94 0.21 9.74	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes)	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58	3 62.26 1.09 27.74 0.48 27.07 0.47	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19	10 78.06 1.36 11.94 0.21 9.74 0.17	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95 0.14	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (r radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados)	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01	3 62.26 1.09 27.74 0.48 27.07 0.47 0.68	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17	10 78.06 1.36 11.94 0.21 9.74 0.17 2.20	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95 0.14 2.23	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados)	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09	3 62.26 1.09 27.74 0.48 27.07 0.47 0.68 0.01	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03	7 74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04	9 76.94 1.34 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04	10 78.06 1.36 11.94 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04	12 79.82 1.39 0.18 7.95 0.14 2.23 0.04	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59 0.01	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α radianes) Coeficiente de lift C1	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17 1.2254	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217	3 62.26 1.09 27.74 0.48 27.07 0.47 0.66 0.01 0.6929	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554	5, 69.50, 1.21, 20.50, 0.36, 18.81, 0.33, 1.69, 0.03, 0.7820,	6 72.01 1.26 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990	7 74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098	8 75.61 1.32 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212	10 78.06 1.36 11.94 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04 0.8240	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255	12 79.82 1.39 10.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04 0.8253	14 81.18 1.42 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7898	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59 0.01 0.6847	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α radianes) Coeficiente de lift C1 Coeficiente de drag Cd	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17 1.2254 0.1141	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217 0.0736	3 62.26 1.09 27.74 0.48 27.07 0.47 0.68 0.01 0.6929 0.0637	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554 0.0635	5, 69.50, 1.21, 20.50, 18.81, 0.33, 1.69, 0.03, 0.7820, 0.0636,	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990 0.0638	7 74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098 0.0639	8 75.61 1.32 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641	10 78.06 1.36 11.94 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04 0.8240 0.0641	11 79.00 1.38 11.00 8.78 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255 0.0642	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.0642	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04 0.8253 0.0642	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.15 2.19 0.04 0.8230 0.0641	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183 0.0641	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 2.01 0.04 0.8088 0.0639	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7898 0.0637	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59 0.01 0.6847 0.0637	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704 0.0689
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (Φ grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α radianes) Coeficiente de lift C1 Coeficiente de drag Cd Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17 1.2254 0.1141 0.89	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.58	3 62.26 1.09 27.74 0.48 27.07 0.47 0.68 0.01 0.6929 0.0637 0.27	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554 0.0635 0.25	5 69.50, 1.21, 20.50, 0.36, 18.81, 0.33, 1.69, 0.7820, 0.7820, 0.0636, 0.21,	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 0.03 0.7990 0.0638 0.19	7 74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098 0.0639 0.0639	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640 0.14	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12	10 78.06 1.36 1.94 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04 0.8240 0.0641 0.11	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255 0.0642 0.09	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.0642 0.08	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04 0.8253 0.0642 0.07	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.0641 0.06	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.14 2.13 0.04 0.8183 0.0641 0.05	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.01 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7898 0.0637 0.03	18 84.60; 1.48; 5.40; 0.09; 4.81; 0.69; 0.01; 0.6847; 0.0637; 0.00;	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704 0.0689 -0.05
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) Coeficiente de lift C1 Coeficiente de drag Cd Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn	1 38 43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17 1.2254 0.1141 0.89 0.85	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.58 0.68 0.68	3 62.26 1.09 27.74 0.48 27.07 0.47 0.68 0.01 0.6929 0.0637 0.27 0.64	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554 0.0635 0.25 0.72	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.036 0.7820 0.0636 0.21 0.75	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990 0.0638 0.19 0.78	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098 0.0639 0.16 0.80	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640 0.0640	9 76.94 1.34 1.306 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12 0.81	10 78.06 1.36 1.94 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04 0.8240 0.0641 0.11 0.82	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255 0.0642 0.09 0.82	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.0642 0.08 0.82	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04 0.8253 0.0642 0.07 0.82	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.15 2.19 0.04 0.8230 0.0641 0.06 0.82	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183 0.0641 0.05 0.82	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.063	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7898 0.0637 0.03 0.79	18 84.60, 1.48, 5.40, 0.09 4.81, 0.08, 0.59 0.01 0.6847 0.0637 0.00, 0.66	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704 0.0689 -0.05 -0.05
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) Coeficiente de lift C1 Coeficiente de drag Cd Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor de correccion por perdida en las puntas	1 38 43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17 1.2254 0.1141 0.89 0.86 0.86 1.00	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.58 0.85 1.00	3 62.26 1.09 27.74 0.48 27.07 0.47 0.68 0.01 0.6929 0.0637 0.27 0.64 1.00	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554 0.0635 0.25 0.72 1.00	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.0636 0.21 0.75 1.00	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990 0.0638 0.19 0.78 1.00	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098 0.0639 0.0639 0.16 0.80 1.00	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640 0.14 0.81 1.00	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12 0.81 1.00	10 78.06 1.36 1.36 0.21 9.74 0.21 9.74 0.21 9.74 0.21 0.04 0.04 0.0641 0.0641 0.0641 0.0641 0.0641 0.062 1.00	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255 0.0642 0.09 0.82 1.00	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.0642 0.08 0.82 1.00	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04 0.8253 0.0642 0.07 0.82 0.099	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.15 2.19 0.04 0.8230 0.0641 0.06 0.82 0.06	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183 0.0641 0.05 0.82 0.97	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.01 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.81 0.94	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7898 0.0637 0.03 0.79 0.03	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59 0.01 0.6847 0.0637 0.00 0.669 0.69	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704 0.0689 -0.05 0.471 0.47
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) coeficiente de lift Cl Coeficiente de drag Cd Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor de correccion por perdida en las puntas Factor induccion axial (a)	1 38,43 0,67 51,57 0,90 41,85 0,73 9,72 0,17 1,2254 0,1141 0,89 0,86 0,86 0,86 0,86	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.58 0.85 1.00 0.28	3 62.26 1.09 27.74 0.48 27.07 0.47 0.68 0.01 0.6929 0.0637 0.27 0.64 1.00 0.37	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554 0.0635 0.25 0.72 1.00 0.36	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.0636 0.21 0.75 1.00 0.35	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990 0.0638 0.19 0.78 1.00 0.34	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098 0.0639 0.0639 0.16 0.80 1.00 1.00 0.34	8 75.61 1.32 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640 0.14 0.81 0.81 0.03	9 76.94 1.34 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12 0.841 0.12 0.81 1.00 0.33	10 78.06 1.36 1.36 0.21 9.74 0.21 9.74 0.21 9.74 0.21 0.04 0.04 0.0641 0.0641 0.0641 0.0641 0.0641 0.062 1.00 0.32	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255 0.0642 0.09 0.82 1.00 0.32	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.0642 0.08 0.82 1.00 0.32	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.04 0.8253 0.0642 0.0642 0.07 0.82 0.0642 0.07 0.82 0.0642 0.07	14 81.18 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.0641 0.0661 0.82 0.062 0.82 0.98 0.32	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183 0.0641 0.05 0.82 0.97 0.33	16 82.37 1.44 7.63 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.808 0.0639 0.04 0.81 0.94 0.33	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7888 0.0637 0.03 0.79 0.03 0.79 0.89 0.36	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59 0.01 0.6847 0.0637 0.00 0.669 0.69 0.69 0.69	19 87.25 1.52 2.75 4.31 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704 0.0689 -0.05 0.47 0.47 0.48
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) coeficiente de lift Cl Coeficiente de drag Cd Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor de correccion por perdida en las puntas Factor induccion axial (a) Factor induccion ángular (a')	1 38,43 0,67 51,57 0,90 41,85 0,73 9,72 0,17 1,2254 0,1141 0,89 0,86 0,86 0,86 0,86 0,22 0,37	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.58 0.85 1.00 0.28 0.21	3 62.26 1.09 27.74 0.48 27.07 0.47 0.68 0.01 0.6929 0.0637 0.27 0.64 1.00 0.37 0.37	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554 0.0635 0.25 0.72 1.00 0.36 0.08	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.06 0.06	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.790 0.0638 0.19 0.0638 0.19 0.78 1.00 0.34	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098 0.0639 0.064 0.0639 0.0639 0.0639 0.064 0.0639 0.0639 0.064 0.0640 0.0640 0.0640 0.0640 0.0640 0.0640 0.0640 0.0640 0.0640 0.0640 0.0640 0.0640 0.06400 0.06400 0.06400 0.0640000000000	8 75.61 1.32 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640 0.14 0.81 1.00 0.33 0.02	9 76.94 1.34 1.306 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12 0.0641 0.12 0.81 1.00 0.33 0.02	10 78.06 1.36 1.97 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04 0.8240 0.0641 0.11 0.822 1.00 0.32 0.01	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255 0.0642 0.09 0.82 1.00 0.32 0.01	12 79.82 1.39 10.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.0642 0.0642 0.0642 0.08 0.82 1.00 0.32 0.01	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04 0.8253 0.0642 0.0642 0.07 0.82 0.0642 0.07 0.82 0.0642 0.07 0.82 0.0642 0.07 0.82 0.0642 0.07 0.82 0.0642 0.07 0.82 0.0642 0.07 0.82 0.0642 0.07 0.82 0.0642 0.07 0.82 0.0642 0.07 0.82 0.0642 0.07 0.82 0.0642 0.0642 0.0642 0.07 0.82 0.06442 0.0642 0.0642	14 81.18 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.0641 0.0661 0.82 0.0641 0.06 0.82 0.98 0.32	15 81.78 1.43 8.222 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183 0.0641 0.05 0.82 0.97 0.33 0.00	16 82 37 1 44 7 63 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.808 0.0639 0.04 0.81 0.94 0.33 0.00	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.788 0.037 0.03 0.79 0.89 0.36 0.00	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.09 0.01 0.6847 0.0637 0.00 0.69 0.82 0.44 0.00	19 87.25 1.52 2.75 4.31 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704 0.0689 -0.05 0.47 0.47 0.48 0.75 -0.01
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) Coeficiente de lift C1 Coeficiente de drag Cd Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor induccion axial (a) Factor induccion axial (a) Factor induccion ángular (a') Factor induccion axial (a)_1_1	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17 1.2254 0.1141 0.89 0.85 1.00 0.22 0.37 4.48	2 51.57 0.900 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.58 0.85 1.00 0.28 0.21 -1246.67	3 62.26 1.09 27.74 0.48 27.07 0.47 0.68 0.01 0.6929 0.0637 0.27 0.64 1.00 0.37 0.37 0.37 0.13 5.15	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554 0.0635 0.25 0.72 1.00 0.36 0.36 0.08 5.66	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.0636 0.21 0.75 1.00 0.35 0.06 6.26	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.790 0.0638 0.19 0.0638 0.19 0.78 1.00 0.34 0.04 6.83	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098 0.0639 0.064 0.0639 0.0639 0.064 0.0639 0.064 0.0639 0.064 0.0639 0.064 0.0639 0.064 0.0639 0.064 0.0639 0.064 0.0639 0.064 0.0639 0.064 0.0639 0.064 0.0639 0.0639 0.064 0.06390000000000000000000000000000000000	8 75.61 1.32 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640 0.14 0.81 1.00 0.33 0.02 1.00 0.21	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12 0.0641 0.12 0.81 1.00 0.33 0.02 8.47	10 78.06 1.36 1.36 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04 0.8240 0.0641 0.0641 0.0641 0.0641 0.0641 0.0641 0.0641 0.0641 0.0641 0.0641 0.062 0.064 0.062 0.064 0.062 0.064 0.062 0.064 0.062 0.064	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255 0.0642 0.09 0.825 0.09 0.825 0.0642 0.09 0.825 0.000 0.825 0.0642 0.09 0.825 0.0642 0.09 0.825 0.0642 0.09 0.825 0.0642 0.09 0.825 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.	12 79.82 1.39 10.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.0642 0.0642 0.08 0.82 1.00 0.32 0.01 10.10	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04 0.8253 0.0642 0.07 0.82 0.0642 0.07 0.82 0.0642 0.07 0.82 0.099	14 81.18 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.0641 0.066 0.82 0.0641 0.066 0.82 0.0641 0.066 0.82 0.0641 0.066 0.82 0.0641 0.066 0.82 0.0641 0.066 0.82 0.0641 0.066 0.82 0.0641 0.066 0.82 0.0641 0.066 0.82 0.0641 0.066 0.0641 0.066 0.0641 0.066 0.0641 0.066 0.0641 0.066 0.0641 0.066 0.0641 0.066 0.0641 0.066 0.0641 0.066 0.0641 0.066 0.0641 0.066 0.0641 0.066 0.0641 0.066 0.0641 0.066 0.0641 0.066 0.0641 0.066 0.066 0.0641 0.066 0.066 0.066 0.0641 0.066 0.066 0.066 0.0641 0.0666 0.066 0.066 0.066 0.0666 0.066 0.066 0.06	15 81.78 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183 0.0641 0.05 0.82 0.97 0.33 0.00 0.33 0.00	16 82.37 1.44 7.63 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.81 0.94 0.33 0.00 14.58	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7888 0.0637 0.03 0.79 0.89 0.36 0.00 15.79	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.09 0.01 0.6847 0.0637 0.00 0.637 0.00 0.637 0.00 0.632 0.44 0.00 5.54	19 87.25 2.75 4.31 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704 0.0689 -0.05 0.47 0.48 0.75 -0.01 1.84
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α radianes) Coeficiente de inft Cl Coeficiente de drag Cd Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial Ct Ractor induccion axial (a) Factor induccion axial (a) Factor induccion ángular (a') Factor induccion axial (a)_1_1	1 38,43 0,67 51,57 0,90 41,85 0,73 9,72 0,17 1,2254 0,1141 0,89 0,85 1,00 0,22 0,37 4,48 0,13	2 51.57 0.900 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.58 0.85 1.00 0.28 0.21 -1246.67 0.25	3 62.26 1.09 27.74 0.48 27.07 0.48 27.07 0.47 0.68 0.01 0.6929 0.0637 0.27 0.64 1.00 0.37 0.37 0.13 5.15 0.36	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554 0.0635 0.25 0.72 1.00 0.36 0.36 0.08 5.66 0.35	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.0636 0.21 0.75 1.00 0.35 0.06 6.26 0.34	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.790 0.0638 0.19 0.0638 0.19 0.78 1.00 0.34 0.04 6.83 0.34	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098 0.06390000000000000000000000000000000000	8 75.61 1.32 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640 0.14 0.81 1.00 0.33 0.02 7.94 0.32	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12 0.0641 0.12 0.81 1.00 0.33 0.02 8.47 0.32	10 78.06 1.36 1.36 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04 0.8240 0.0641 0.0641 0.0641 0.0641 0.0641 0.0641 0.0641 0.0641 0.0641 0.0641 0.0641 0.062 0.064 0.062 0.064 0.062 0.064 0.062 0.064 0.062 0.064 0.0666 0.0666 0.0666 0.06666 0.0666 0.066666 0.066666666	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255 0.0642 0.09 0.825 0.0642 0.09 0.09 0.825 0.0642 0.09 0.825 0.0642 0.09 0.825 0.0642 0.09 0.825 0.09 0.825 0.09 0.825 0.09 0.825 0.09 0.825 0.00 0.09 0.825 0.00 0.09 0.09 0.09 0.09 0.09 0.09 0.0	12 79.82 1.39 10.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.0642 0.0642 0.08 0.82 1.00 0.32 0.01 10.10 0.31	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04 0.8253 0.0642 0.07 0.82 0.0642 0.07 0.82 0.0642 0.07 0.82 0.04 0.82 0.04 0.82 0.04 0.07 0.82 0.00 0.82 0.07 0.82 0.00 0.82 0.07 0.02 0.03 0.05 0.03 0.05 0.03 0.03 0.03 0.03	14 81.18 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.0641 0.066 0.82 0.0641 0.066 0.82 0.0641 0.066 0.82 0.0641 0.066 0.82 0.0641 0.066 0.82 0.0641 0.066 0.82 0.064 0.066 0.82 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.0	15 81.78 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183 0.0641 0.05 0.82 0.97 0.33 0.00 12.81 0.32	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.81 0.94 0.33 0.00 14.58 0.34	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.788 0.037 0.03 0.79 0.36 0.00 15.79 0.38	18 84.60 1.48 5.40 0.09 0.09 0.01 0.6847 0.0637 0.00 0.69 0.69 0.00 0.69 0.00 0.69 0.00 0.69 0.44 0.00 5.54 0.48	19 87.25 2.75 4.31 0.05 -0.05 -0.05 0.4704 0.0689 -0.05 0.4704 0.0689 -0.05 0.477 0.48 0.75 -0.01 1.84 0.72
Número de elementos de pala (de punta a raíz) Ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (Φ grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) Coeficiente de inft Cl Coeficiente de targ Cd Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor induccion axial (a) Factor induccion axial (a) Factor induccion axial (a) Factor induccion axial (a)_1_1 Factor induccion axial (a)_2_1 Factor induccion axial (a)	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.86 0.73 9.72 0.17 1.2254 0.1141 0.89 0.86 0.86 0.86 0.037 4.48 0.13 0.22	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.85 1.00 0.85 1.00 0.28 0.21 -1246.67 0.25 0.28	3 62.26 1.09 27.74 0.48 27.07 0.47 0.68 0.01 0.6929 0.0637 0.622 0.0637 0.27 0.64 1.000 0.37 0.13 5.15 0.36 0.37	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554 0.0635 0.75 0.72 1.00 1.00 35 0.72 1.00 0.36 0.08 5.66 0.35 0.35	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.0636 0.21 0.75 1.00 0.35 0.06 6.26 0.34 0.35	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990 0.0638 0.19 0.790 0.0638 0.19 0.790 0.0638 0.19 0.78 1.00 0.34 0.34	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098 0.639 0.639 0.639 0.639 0.639 0.639 0.64 0.8098 0.639 0.64 0.8098 0.639 0.639 0.64 0.8098 0.639 0.639 0.64 0.8098 0.639 0.639 0.639 0.639 0.639 0.639 0.639 0.64 0.639 0.639 0.64 0.639 0.639 0.64 0.639 0.64 0.639 0.64 0.64 0.64 0.64 0.64 0.64 0.64 0.64	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 0.41 0.8168 0.0640 0.8168 0.0640 0.14 0.81 0.061 0.061 0.03 0.02 7.94 0.33	9 76.94 1.34 1.34 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12 0.641 1.00 0.33 0.02 8.47 0.32 0.33	10 78.06 1.36 1.36 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04 0.8240 0.0641 0.8240 0.0641 0.8240 0.0641 0.8240 0.0641 0.82 1.00 0.32 0.01 9.00 0.32 0.32	11 79,00 1.38 11,00 0.19 8,78 0.01 2,22 0.04 0.8255 0.06420000000000000000000000000000000000	12 79.82 1.39 10.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.0642 0.0642 0.08 0.82 1.00 0.32 0.01 10.10 0.31 0.31	13 80,54 1,41 9,46 0,17 7,25 0,04 0,8253 0,064 0,8253 0,0642 0,07 0,825 0,0642 0,07 0,825 0,0642 0,07 0,825 0,0642 0,07 0,825 0,07 0,07 0,07 0,07 0,07 0,07 0,07 0,0	14 81.18 1.42 8.82 0.15 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.0641 0.06 0.82 0.06 0.82 0.06 0.82 0.02 0.01 11.59 0.31 0.32	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183 0.0641 0.05 0.82 0.0641 0.05 0.82 0.97 0.33 0.000 12.81 0.32 0.33	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.81 0.81 0.83 0.00 14.58 0.34 0.33	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7898 0.0637 0.789 0.03 0.79 0.89 0.03 0.79 0.36 0.00 15.79 0.38	18 84,60 1,48 0,09 4,81 0,68 0,69 0,69 0,69 0,68 0,00 0,68 0,68 0,00 0,68 0,44 0,00 5,54 0,48 0,48	19 87.25 1.52 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704 0.0689 -0.05 0.47 0.48 0.75 -0.01 1.84 0.72 0.72
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (Φ grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) Coeficiente de itft CI Coeficiente de targe Cd Coeficiente de targe Cd Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor induccion axial (a) Factor induccion áxial (a) Factor induccion áxial (a) Factor induccion axial (a) Factor induccion ángular (a') Factor induccion ángular (a') Factor indu	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17 1.2254 0.1141 0.89 0.86 1.00 0.22 0.37 4.48 0.13 0.22 0.37	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.58 0.85 1.00 0.28 0.21 -1246.67 0.25 0.28 0.21	3 62.26 1.09 27.74 0.48 27.07 0.47 0.68 0.01 0.6929 0.0637 0.27 0.64 1.000 0.037 0.37 0.13 5.15 0.36 0.37 0.37	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554 0.0635 0.25 0.72 1.00 0.0635 0.25 0.72 1.00 0.36 0.36 0.35 0.36 0.35 0.36 0	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.0636 0.21 0.75 1.00 0.35 0.06 6.26 0.34 0.35	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7900 0.0638 0.19 0.0638 0.19 0.0638 0.19 0.0638 0.19 0.0638 0.04 0.04 6.83 0.34 0.04	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098 0.0639 0.0530 0.0530 0.0530 0.0530000000000000	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640 0.14 0.81 1.00 1.00 0.33 0.02 7.94 0.32 0.33 0.02	9 76.94 1.34 1.34 1.306 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12 0.0641 0.12 0.0641 0.12 0.0641 0.033 0.02 8.47 0.33 0.02	10 78.06 1.36 1.36 0.21 9.74 0.22 0.04 0.0641 0.0641 0.0641 0.0641 0.0641 0.0641 0.0641 0.0641 0.0641 0.0641 0.0641 0.0641 0.02 0.001 0.32 0.01	11 79,00 1.38 11,00 0.19 8,78 0.41 0.8255 0.0642 0.09 0.825 1.00 1.032 0.01 9,53 0.31 0.32 0.01	12 79,82 1.39 10.18 0.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.0642 0.08 0.82 1.00 0.32 0.01 10.10 0.32 0.01	13 80,54 1,41 9,46 0,17 7,25 0,04 0,8253 0,0642 0,077 0,06420000000000000000000000000000000000	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.0641 0.06 0.82 0.0641 0.06 0.82 0.06 0.82 0.01 11.59 0.31 0.32 0.01	15 81.78 8.178 0.14 0.14 0.04 0.11 0.04 0.8183 0.0641 0.05 0.02 0.02 0.03 0.00 12.81 0.33 0.00	16 82,37 1,44 7,63 0,13 5,61 0,10 2,01 0,64 0,8088 0,0639 0,04 0,8088 0,0639 0,04 0,80 8 0,0639 0,04 0,33 0,000	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7898 0.037 0.789 0.36 0.00 15.79 0.38 0.38 0.38 0.00	18 84,60 1,48 5,40 0,09 4,81 0,69 0,69 0,68 0,00 0,68 0,40 0,69 0,42 0,44 0,00 5,54 0,48 0,48 0,00	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 1.56 -0.03 0.4704 0.0689 -0.05 0.47 0.47 0.47 0.47 0.47 0.47 0.47 0.47
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (r radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) Coeficiente de itft Cl Coeficiente de torgue en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor induccion axial (a) Nuevo Factor induccion ángular (a') Factor induccion ángular (a') Factor induccion ángular (a')	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17 1.2254 0.1141 0.89 0.85 1.002 0.37 4.48 0.13 0.22 0.37	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.85 0.85 0.85 0.21 -1246.67 0.25 0.28 0.21 -1246.67	3 62.26 1.09 27.74 0.48 27.07 0.47 0.68 0.01 0.6929 0.0637 0.27 0.27 0.64 1.00 0.37 0.13 5.15 0.36 0.37 0.13	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554 0.0635 0.25 0.72 1.00 0.75 0.72 0.08 5.66 0.35 0.35 0.35 0.35 0.36 0.08 0.08 0.08	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 0.63 0.7820 0.0636 0.21 0.75 1.00 75 0.0636 0.21 0.35 0.06 6.26 0.34 0.35 0.06	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990 0.0638 0.7990 0.0638 0.79 0.78 1.00 0.0638 0.79 0.0638 0.79 0.04 6.83 0.34 0.04 0.34 0.04 0.04	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098 0.0639 0.0539 0.0539 0.0539 0.0539 0.0539 0.0539 0.0539 0.0539 0.05390000000000000000000000000000000000	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.0640 0.8166 0.0640 0.81 1.033 0.022 7.94 0.32 0.33 0.02 0.33 0.02 0.034	9 76.94 1.34 1.34 1.306 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12 0.81 1.00 0.33 0.02 8.47 0.32 0.33 0.02 0.33 0.02	10 78.06 1.36 1.36 0.21 9.74 0.21 9.74 0.21 0.04 0.04 0.0641 0.0641 0.0641 0.0641 0.0641 0.0641 0.02 0.02 0.02 0.02 0.01 9.00 0.32 0.32	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255 0.0642 0.09 0.825 1.00 0.82 1.00 0.82 1.00 0.82 1.00 0.82 1.00 0.82 1.00 0.9 0.82 1.00 0.9 0.82 1.00 0.01 9.53 0.31 0.32 0.01 9.53	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.0642 0.08 0.82 1.00 0.32 0.01 10.10 0.31 0.32 0.01 0.32	13 80,54 1,41 9,46 0,17 7,25 0,04 0,8253 0,0642 0,07 0,825 0,0642 0,07 0,825 0,0642 0,07 0,825 0,0642 0,07 0,825 0,0642 0,07 0,825 0,0642 0,07 0,825 0,0642 0,07 0,825 0,0642 0,07 0,825 0,0642 0,07 0,825 0,0642 0,07 0,082 0,004 0,007 0,00000000	14 81.14 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.06 0.82 0.06 0.82 0.06 0.82 0.06 0.82 0.06 0.82 0.06 0.82 0.06 0.82 0.06 0.82 0.06 0.82 0.01 0.06 0.82 0.01 0.05 0.02 0.06 0.82 0.05 0.02 0.06 0.82 0.05 0.02 0.06 0.82 0.05 0.02 0.06 0.82 0.05 0.02 0.06 0.82 0.05 0.02 0.06 0.82 0.05 0.02 0.06 0.82 0.05 0.02 0.06 0.02 0.06 0.02 0.06 0.02 0.06 0.02 0.06 0.02 0.06 0.02 0.06 0.02 0.06 0.02 0.06 0.02 0.03 0.00	15 81.78 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183 0.0641 0.05 0.82 0.93 0.00 12.81 0.32 0.33 0.00 12.81 0.32	16 82,37 1,44 7,63 0,13 5,61 0,10 2,01 0,04 0,8088 0,0639 0,04 0,8088 0,0639 0,04 0,81 0,94 0,33 0,00 14,88 0,33 0,00 0,0%	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7898 0.0637 0.03 0.79 0.89 0.063 0.00 15.79 0.38 0.38 0.36 0.00 0	18 84,60 1,48 5,40 0,09 4,81 0,09 0,69 0,01 0,6847 0,00 0,6847 0,00 0,6847 0,00 0,6847 0,00 0,684 0,00 5,54 0,48 0,00 0,00%	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 0.03 0.4704 0.0689 -0.05 0.47 0.47 0.47 0.47 0.47 0.47 0.47 0.47

Tabla 41. Cálculo 19 y 20 de los factores de inducción axial y tangencial.

Número de elementos de pala (de punta a raíz)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados)	38.43	51.57	61.82	66.27	69.50	72.01	74.00	75.61	76.94	78.06	79.00	79.82	80.54	81.18	81.78	82.37	83.03	84.60	87.25
(y radianes)	0.67	0.90	1.08	1.16	1.21	1.26	1.29	1.32	1.34	1.36	1.38	1.39	1.41	1.42	1.43	1.44	1.45	1.48	1.52
ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados)	51.57	38.43	28.18	23.73	20.50	17.99	16.00	14.39	13.06	11.94	11.00	10.18	9.46	8.82	8.22	7.63	6.97	5.40	2.75
φ (radianes)	0.90	0.67	0.49	0.41	0.36	0.31	0.28	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.09	0.05
ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados)	41.85	33.42	27.07	22.35	18.81	16.10	13.97	12.28	10.89	9.74	8.78	7.95	7.25	6.63	6.09	5.61	5.19	4.81	4.31
β (radianes)	0.73	0.58	0.47	0.39	0.33	0.28	0.24	0.21	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.08
ángulo de incidencia de diseño (α grados)	9.72	5.01	1.11	1.38	1.69	1.89	2.03	2.11	2.17	2.20	2.22	2.23	2.22	2.19	2.13	2.01	1.78	0.59	-1.56
ángulo de incidencia de diseño (α radianes)	0.17	0.09	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.01	-0.03
Coeficiente de lift CI	1.2254	1.0217	0.7321	0.7554	0.7820	0.7990	0.8098	0.8168	0.8212	0.8240	0.8255	0.8260	0.8253	0.8230	0.8183	0.8088	0.7898	0.6847	0.4704
Coeficiente de drag Cd	0.1141	0.0736	0.0635	0.0635	0.0636	0.0638	0.0639	0.0640	0.0641	0.0641	0.0642	0.0642	0.0642	0.0641	0.0641	0.0639	0.0637	0.0637	0.0689
Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct	0.89	0.58	0.29	0.25	0.21	0.19	0.16	0.14	0.12	0.11	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.00	-0.05
Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn	0.85	0.85	0.68	0.72	0.75	0.78	0.80	0.81	0.81	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.81	0.79	0.69	0.47
Factor de correccion por perdida en las puntas	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	0.98	0.97	0.94	0.89	0.82	0.48
Factor induccion axial (a)	0.22	0.28	0.37	0.36	0.35	0.34	0.34	0.33	0.33	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.33	0.33	0.36	0.44	0.75
Factor induccion ángular (a')	0.37	0.21	0.14	0.08	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01
Factor induccion axial (a)_1_1_	-4.48	-1246.67	4.93	5.66	6.26	6.83	7.39	7.94	8.47	9.00	9.53	10.10	10.75	11.59	12.81	14.58	15.79	5.54	1.84
Factor induccion axial (a)_2_1	0.13	0.25	0.37	0.35	0.34	0.34	0.33	0.32	0.32	0.32	0.31	0.31	0.31	0.31	0.32	0.34	0.38	0.48	0.72
Factor induccion axial (a) Nuevo	0.22	0.28	0.37	0.36	0.35	0.34	0.34	0.33	0.33	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.33	0.33	0.36	0.48	0.72
Factor induccion ángular (a') Nuevo	0.37	0.21	0.14	0.08	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.0141
Error respecto al anterior a	0.0%	0.0%	1.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Error respecto al anterior a'	0.0%	0.0%	7.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
		,				,	,												,
Número de elementos de pala (de punta a raíz)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados)	38.43	51.57	62.20	66.27	69.50	72.01	74.00	75.61	76.94	78.06	79.00	79.82	80.54	81.18	81.78	82.37	83.03	84.60	87.25
(y radianes)	0.67	0.90	1.09	1.16	1.21	1.26	1.29	1.32	1.34	1.36	1.38	1.39	1.41	1.42	1.43	1.44	1.45	1.48	1.52
ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados)	51.57	38.43	27.80	23.73	20.50	17.99	16.00	14.39	13.06	11.94	11.00	10.18	9.46	8.82	8.22	7.63	6.97	5.40	2.75
φ (radianes)	0.90	0.67	0.49	0.41	0.36	0.31	0.28	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.09	0.05
ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados)	41.85	33.42	27.07	22.35	18.81	16.10	13.97	12.28	10.89	9.74	8.78	7.95	7.25	6.63	6.09	5.61	5.19	4.81	4.31
.β (radianes)	0.73	0.58	0.47	0.39	0.33	0.28	0.24	0.21	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.08
ángulo de incidencia de diseño (α grados)	9.72	5.01	0.73	1.38	1.69	1.89	2.03	2.11	2.17	2.20	2.22	2.23	2.22	2.19	2.13	2.01	1.78	0.59	-1.56
ángulo de incidencia de diseño (α radianes)	0.17	0.09	0.01	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.01	-0.03
Coeficiente de lift Cl	1.2254	1.0217	0.6976	0.7554	0.7820	0.7990	0.8098	0.8168	0.8212	0.8240	0.8255	0.8260	0.8253	0.8230	0.8183	0.8088	0.7898	0.6847	0.4704
Coeficiente de drag Cd	0.1141	0.0736	0.0636	0.0635	0.0636	0.0638	0.0639	0.0640	0.0641	0.0641	0.0642	0.0642	0.0642	0.0641	0.0641	0.0639	0.0637	0.0637	0.0689
Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct	0.89	0.58	0.27	0.25	0.21	0.19	0.16	0.14	0.12	0.11	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.00	-0.05
Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn	0.85	0.85	0.65	0.72	0.75	0.78	0.80	0.81	0.81	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.81	0.79	0.69	0.47
Factor de correccion por perdida en las puntas	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	0.98	0.97	0.94	0.89	0.82	0.48
Factor induccion axial (a)	0.22	0.28	0.37	0.36	0.35	0.34	0.34	0.33	0.33	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.33	0.33	0.36	0.44	0.75
Factor induccion angular (a')	0.37	0.21	0.13	0.08	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01
Factor induccion axial (a)_1_1	-4.48	-1246.67	5.12	5.66	6.26	6.83	7.39	7.94	8.47	9.00	9.53	10.10	10.75	11.59	12.81	14.58	15.79	5.54	1.84
Factor induccion axial (a)_2_1	0.13	0.25	0.37	0.35	0.34	0.34	0.33	0.32	0.32	0.32	0.31	0.31	0.31	0.31	0.32	0.34	0.38	0.48	0.72
Factor induccion axial (a) Nuevo	0.22	0.28	0.37	0.36	0.35	0.34	0.34	0.33	0.33	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.33	0.33	0.36	0.48	0.72
Factor induccion ángular (a') Nuevo	0.37	0.21	0.13	0.08	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.0141
Error respecto al anterior a	0.0%	0.0%	1.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Error respecto al anterior a	0.0%	0.0%	6.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

 Tabla 42. Cálculo 21 y 22 de los factores de inducción axial y tangencial.

Número de elementos de pala (de punta a raíz)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados)	38.43	51.57	61.87	66.27	69.50	72.01	74.00	75.61	76.94	78.06	79.00	79.82	80.54	81.18	81.78	82.37	83.03	84.60	87.25
(γ radianes)	0.67	0.90	1.08	1.16	1.21	1.26	1.29	1.32	1.34	1.36	1.38	1.39	1.41	1.42	1.43	1.44	1.45	1.48	1.52
ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados)	51.57	38.43	28.13	23.73	20.50	17.99	16.00	14.39	13.06	11.94	11.00	10.18	9.46	8.82	8.22	7.63	6.97	5.40	2.75
φ (radianes)	0.90	0.67	0.49	0.41	0.36	0.31	0.28	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.09	0.05
ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados)	41.85	33.42	27.07	22.35	18.81	16.10	13.97	12.28	10.89	9.74	8.78	7.95	7.25	6.63	6.09	5.61	5.19	4.81	4.31
β (radianes)	0.73	0.58	0.47	0.39	0.33	0.28	0.24	0.21	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.08
ángulo de incidencia de diseño (α grados)	9.72	5.01	1.06	1.38	1.69	1.89	2.03	2.11	2.17	2.20	2.22	2.23	2.22	2.19	2.13	2.01	1.78	0.59	-1.56
ángulo de incidencia de diseño (α radianes)	0.17	0.09	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.01	-0.03
Coeficiente de lift CI	1.2254	1.0217	0.7278	0.7554	0.7820	0.7990	0.8098	0.8168	0.8212	0.8240	0.8255	0.8260	0.8253	0.8230	0.8183	0.8088	0.7898	0.6847	0.4704
Coeficiente de drag Cd	0.1141	0.0736	0.0635	0.0635	0.0636	0.0638	0.0639	0.0640	0.0641	0.0641	0.0642	0.0642	0.0642	0.0641	0.0641	0.0639	0.0637	0.0637	0.0689
Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct	0.89	0.58	0.29	0.25	0.21	0.19	0.16	0.14	0.12	0.11	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.00	-0.05
Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn	0.85	0.85	0.67	0.72	0.75	0.78	0.80	0.81	0.81	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.81	0.79	0.69	0.47
Factor de correccion por perdida en las puntas	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	0.98	0.97	0.94	0.89	0.82	0.48
Factor induccion axial (a)	0.22	0.28	0.37	0.36	0.35	0.34	0.34	0.33	0.33	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.33	0.33	0.36	0.44	0.75
Factor induccion ángular (a')	0.37	0.21	0.13	0.08	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01
Factor induccion axial (a)_1_1	-4.48	-1246.67	4.95	5.66	6.26	6.83	7.39	7.94	8.47	9.00	9.53	10.10	10.75	11.59	12.81	14.58	15.79	5.54	1.84
Factor induccion axial (a)_2_1	0.13	0.25	0.37	0.35	0.34	0.34	0.33	0.32	0.32	0.32	0.31	0.31	0.31	0.31	0.32	0.34	0.38	0.48	0.72
Factor induccion axial (a) Nuevo	0.22	0.28	0.37	0.36	0.35	0.34	0.34	0.33	0.33	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.33	0.33	0.36	0.48	0.72
Factor induccion ángular (a') Nuevo	0.37	0.21	0.13	0.08	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.0141
Error respecto al anterior a	0.0%	0.0%	1.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Error respecto al anterior a'	0.0%	0.0%	5.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Número de elementos de pala (de punta a raíz)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (y grados)	1 38.43	2 51.57	3 62.16	4 66.27	5 69.50	6 72.01	7 74.00	8 75.61	9 76.94	10 78.06	11 79.00	12 79.82	13 80.54	14 81.18	15 81.78	16 82.37	17 83.03	18 84.60	19 87.25
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes)	1 38.43 0.67	2 51.57 0.90	3 62.16 1.08	4 66.27 1.16	5 69.50 1.21	6 72.01 1.26	7 74.00 1.29	8 75.61 1.32	9 76.94 1.34	10 78.06 1.36	11 79.00 1.38	12 79.82 1.39	13 80.54 1.41	14 81.18 1.42	15 81.78 1.43	16 82.37 1.44	17 83.03 1.45	18 84.60 1.48	19 87.25 1.52
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados)	1 38.43 0.67 51.57	2 51.57 0.90 38.43	3 62.16 1.08 27.84	4 66.27 1.16 23.73	5 69.50 1.21 20.50	6 72.01 1.26 17.99	7 74.00 1.29 16.00	8 75.61 1.32 14.39	9 76.94 1.34 13.06	10 78.06 1.36 11.94	11 79.00 1.38 11.00	12 79.82 1.39 10.18	13 80.54 1.41 9.46	14 81.18 1.42 8.82	15 81.78 1.43 8.22	16 82.37 1.44 7.63	17 83.03 1.45 6.97	18 84.60 1.48 5.40	19 87.25 1.52 2.75
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes)	1 38.43 0.67 51.57 0.90	2 51.57 0.90 38.43 0.67	3 62.16 1.08 27.84 0.49	4 66.27 1.16 23.73 0.41	5 69.50 1.21 20.50 0.36	6 72.01 1.26 17.99 0.31	7 74.00 1.29 16.00 0.28	8 75.61 1.32 14.39 0.25	9 76.94 1.34 13.06 0.23	10 78.06 1.36 11.94 0.21	11 79.00 1.38 11.00 0.19	12 79.82 1.39 10.18 0.18	13 80.54 1.41 9.46 0.17	14 81.18 1.42 8.82 0.15	15 81.78 1.43 8.22 0.14	16 82.37 1.44 7.63 0.13	17 83.03 1.45 6.97 0.12	18 84.60 1.48 5.40 0.09	19 87.25 1.52 2.75 0.05
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados)	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42	3 62.16 1.08 27.84 0.49 27.07	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10	7 74.00 1.29 16.00 0.28 13.97	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89	10 78.06 1.36 11.94 0.21 9.74	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes)	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58	3 62.16 1.08 27.84 0.49 27.07 0.47	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28	7 74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19	10 78.06 1.36 11.94 0.21 9.74 0.17	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95 0.14	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados)	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01	3 62.16 1.08 27.84 0.49 27.07 0.47 0.77	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11	9 76.94 1.34 0.23 10.89 0.19 2.17	10 78.06 1.36 11.94 0.21 9.74 0.17 2.20	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95 0.14 2.23	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados)	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09	3 62.16 1.08 27.84 0.49 27.07 0.47 0.77 0.01	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04	10 78.06 1.36 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95 0.14 2.23 0.04	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59 0.01	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α radianes) Coeficiente de lift Cl	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17 1.2254	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217	3 62.16 1.08 27.84 0.49 27.07 0.47 0.77 0.01 0.701	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990	7 74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212	10 78.06 1.36 11.94 9.74 0.21 0.21 2.20 0.04 0.8240	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255	12 79.82 1.39 10.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04 0.8253	14 81.18 1.42 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7898	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59 0.01 0.6847	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α radianes) Coeficiente de lift C1 Coeficiente de drag Cd	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.77 1.2254 0.1141	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.68 5.01 0.09 1.0217 0.073	3 62.16 1.08 27.84 27.07 0.49 27.07 0.49 0.77 0.77 0.01 0.01 0.7013 0.0636	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554 0.0635	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.0636	6 72.01 1.26 0.31 16.10 0.28 0.03 0.7990 0.0638	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098 0.0639	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641	10 78.06 1.36 11.94 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04 0.8240 0.8240	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255 0.0642	12 79.82 1.39 10.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.0642	13 80.54 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04 0.8253 0.0642	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.0641	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.14 2.13 0.04 0.8183 0.041	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088 0.0639	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7898 0.0637	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59 0.01 0.6847 0.0637	19 87.25 1.52 2.75 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704 0.0689
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α radianes) Coeficiente de int C1 Coeficiente de drag Cd Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct	1 38 43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17 1.2254 0.1141 0.89	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.58	3 62.16 1.08 27.84 0.49 27.07 0.49 0.77 0.01 0.01 0.01 0.036 0.036 0.27	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554 0.635 0.25	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.0636 0.21	6 72.01 1.26 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990 0.0638 0.19	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098 0.0639 0.16	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640 0.14	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12	10 78.06 1.36 1.36 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04 0.8240 0.0641 0.11	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255 0.0642 0.0642	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.642 0.06	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04 0.8253 0.0642 0.07	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.0641 0.06	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183 0.0641 0.05	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7898 0.0637 0.03	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59 0.01 0.6847 0.0637 0.00	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704 0.0689 -0.05
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α radianes) Coeficiente de int C1 Coeficiente de drag Cd Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial Ct	1 38 43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17 1.2254 0.1141 0.89 0.85	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.68 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.58 0.68	3 62.16 1.08 27.84 0.49 27.07 0.49 0.77 0.47 0.77 0.01 0.001 0.7013 0.0636 0.27 0.65	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554 0.0635 0.25 0.72	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.03 0.03 0.036 0.036 0.036 0.21 0.75	6 72.01 1.26 0.31 0.31 0.03 0.03 0.03 0.03 0.038 0.038 0.038 0.038	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8089 0.0639 0.16 0.80	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 2.11 0.04 0.8168 0.0640 0.14 0.81	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12 0.81	10 78.06 1.36 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04 0.8240 0.0641 0.11 0.82	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255 0.0642 0.09 0.82	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.0642 0.06 0.082	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04 0.8253 0.0642 0.07 0.08	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.0641 0.06 0.82	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183 0.0641 0.05 0.82	16 82.37 1.44 7.63 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.81	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7898 0.0637 0.03 0.79	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59 0.01 0.6847 0.0637 0.00 0.69	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704 0.0689 -0.05 0.47
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) coeficiente de lift C1 Coeficiente de drag Cd Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor de correccion por perdida en las puntas	1 38 43 0 67 51.57 0 90 41.85 0 73 9 72 0 77 1 2254 0 1141 0 89 0 85 0 85 1 00	2 51,57 0,90 38,43 0,67 33,42 0,68 5,01 0,09 1,0217 0,0736 0,68 0,68 0,68	3 62.16 1.08 27.84 27.07 0.49 27.07 0.01 0.77 0.01 0.003 0.0636 0.27 0.65 1.00	4 66.27 1.16 23.73 0.39 1.38 0.02 0.7554 0.635 0.25 0.72 1.00	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.0636 0.21 0.75 1.00	6 72.01 1.20 0.31 16.10 0.28 0.03 0.7990 0.0638 0.19 0.0638 0.19 0.78	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098 0.639 0.639 0.66 0.809 0.16	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 2.11 0.04 0.8168 0.0640 0.14 0.81 1.00	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12 0.81 1.00	10 78.06 1.36 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04 0.8240 0.0641 0.11 0.82 1.00	11 79.00 1.38 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255 0.0642 0.09 0.82 0.09 0.82	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.0642 0.06 0.0642 0.08 0.82 1.00	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04 0.8253 0.0642 0.07 0.82 0.07 0.82	14 81.18 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.0641 0.06 0.82 0.98	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183 0.0641 0.05 0.82 0.97	16 82.37 1.44 7.63 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.81 0.94	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7898 0.0637 0.03 0.79 0.89	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59 0.01 0.6847 0.0637 0.00 0.69 0.69	19 87.25 1.52 2.75 4.31 0.08 -1.56 0.03 0.4704 0.0689 -0.05 0.47 0.48
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) coeficiente de lift C1 Coeficiente de drag Cd Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor de correccion por perdida en las puntas Factor induccion axial (a)	1 38 43 0 67 51.57 0 90 41.85 0 73 9 72 0 73 9 72 0 17 1.2254 0.1141 0.89 0.85 0.85 1.00 0.22	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.68 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.58 0.68 0.88 0.88 1.00	3 62.16 1.08 27.84 0.49 27.07 0.47 0.77 0.01 0.7013 0.0636 0.27 0.65 1.00	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554 0.0635 0.72 0.72 1.00 0.36	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.0636 0.21 0.75 1.00 0.35	6 72.01 1.26 0.31 16.10 0.28 0.7990 0.0638 0.7990 0.0638 0.19 0.78 0.78 0.78	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.808 0.639 0.16 0.809 0.16 0.80 0.34	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.640 0.640 0.14 0.81 1.00	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.8212 0.0641 0.12 0.81 1.00 0.33	10 78.06 1.36 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04 0.8240 0.0641 0.0641 0.11 0.82 0.0641 0.11 0.82 0.032	11 79.00 1.38 0.19 8.78 0.04 0.8255 0.0642 0.0642 0.0642 0.069 0.825 0.0642 0.09 0.825	12 79.82 1.39 10.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.0642 0.0642 0.08 0.82 1.00 0.32	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04 0.8253 0.0642 0.07 0.82 0.07 0.82 0.099 0.32	14 81.18 1.42 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.0641 0.06 0.82 0.0641 0.06 0.82 0.98 0.32	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183 0.0641 0.06 0.82 0.97 0.33	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.81 0.81 0.94 0.33	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7898 0.0637 0.79 0.89 0.79 0.89 0.36	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59 0.01 0.6847 0.0637 0.00 0.69 0.69 0.82 0.44	19 87.25 1.52 2.75 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704 0.0689 -0.05 0.47 0.48 0.75
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) coeficiente de ift C1 Coeficiente de drag Cd Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor de correccion por perdida en las puntas Factor induccion axial (a) Factor induccion ángular (a')	1 38 43 0 67 51 57 0 90 41 85 0 73 9 72 0 17 1 2254 0 1141 0 89 0 89 0 86 1 00 0 22 0 37	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.68 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.58 0.65 1.00 0.58 0.85 1.00 0.28 0.21	3 62.16 1.08 27.84 0.49 27.07 0.49 0.49 0.49 0.49 0.77 0.01 0.7013 0.0636 0.27 0.65 0.27 0.65 0.27	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554 0.0633 0.25 0.72 1.00 0.25 0.72 1.00 0.36 0.08	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.0636 0.21 0.75 1.00 0.35	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 0.03 0.7990 0.0638 0.19 0.0638 0.19 0.78 0.78 0.034	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098 0.0633 0.0633 0.0633 0.0633 0.0633 0.0633 0.0633 0.0633 0.0633 0.0633 0.0633 0.0633	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640 0.14 0.81 1.00 0.33 0.02	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12 0.81 1.00 0.33 0.02	10 78.06 1.36 1.94 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04 0.8240 0.0641 0.8240 0.0641 0.82 0.0641 0.82 0.0641 0.82 0.0641	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642	12 79.82 1.39 10.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.0642 0.08 0.82 1.00 0.32 0.01	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04 0.8253 0.0642 0.07 0.82 0.07 0.82 0.07 0.82 0.099 0.32	14 81.18 1.42 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.0641 0.8230 0.0641 0.82 0.82 0.82 0.98	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183 0.0641 0.05 0.82 0.97 0.33 0.00	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.81 0.94 0.33 0.00	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7898 0.0637 0.79 0.03 0.79 0.88 0.03 0.79	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59 0.01 0.6847 0.0637 0.0637 0.0637 0.669 0.69 0.69 0.82 0.44 0.00	19 87.25 1.52 2.75 4.31 0.08 -1.56 0.03 0.4704 0.0689 -0.05 0.47 0.48 0.47 0.48 0.75 0.01
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) coeficiente de ift C1 Coeficiente de drag Cd Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor de correccion por perdida en las puntas Factor induccion axial (a) Factor induccion axial (a)	1 38 43 0 67 51 57 0 90 41 85 0 73 9 72 0 17 1 2254 0 1141 0 89 0 89 0 86 1 00 0 22 0 37 4 48	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.68 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.58 0.85 0.85 1.00 0.28 0.28 0.21 -1246.67	3 62.16 1.08 27.84 0.49 27.07 0.49 0.49 0.49 0.49 0.47 0.77 0.01 0.7013 0.0636 0.27 0.65 0.27 0.65 0.27 0.65 0.37 0.37	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554 0.633 0.25 0.72 1.00 0.633 0.25 0.72 1.00 0.36 0.36 0.08 5.66	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.0636 0.21 0.75 1.00 0.35 0.06 6.26	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 0.03 0.7990 0.0638 0.19 0.0638 0.19 0.78 1.00 0.04 0.04 0.04	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098 0.0633 0.063 0.06330 0.06330 0.06330 0.06330000000000	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640 0.14 0.8168 0.0640 0.14 0.81 1.00 0.33 0.02 7.94	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12 0.81 1.00 0.33 0.02 8.47	10 78.06 1.36 1.94 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04 0.8240 0.0641 0.8240 0.0641 0.82 0.0641 0.82 0.0641 0.32 0.01 0.32	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255 0.06420 0.06420000000000000000000000000000000000	12 79.82 1.39 10.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.0642 0.0642 0.08 0.82 1.00 0.32 0.01 10.10	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04 0.8253 0.0642 0.07 0.82 0.0642 0.07 0.82 0.0642 0.07 0.82 0.099 0.32 0.01 10.75	14 81.18 1.42 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.064 0.8230 0.0641 0.82 0.0641 0.82 0.0641 0.82 0.98 0.32 0.01 11.59	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183 0.0641 0.05 0.82 0.97 0.33 0.00 12.81	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.81 0.94 0.33 0.00 14.65	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7898 0.0637 0.79 0.637 0.79 0.889 0.637 0.79 0.889 0.637	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59 0.01 0.6847 0.0637 0.0637 0.0637 0.0637 0.0637 0.0637 0.0637 0.0637 0.0637	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 0.4704 0.0689 0.4704 0.0689 0.4704 0.0689 0.4704 0.0689 0.4704 0.0689 0.470 0.48 0.75 0.01 1.84
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (y radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) íangulo de incidencia de diseño (α grados) íangulo de incidencia de diseño (α grados) coeficiente de ift C1 Coeficiente de drag Cd Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor de correccion por perdida en las puntas Factor induccion axial (a) Factor induccion ángular (a') Factor induccion axial (a)_1_1	1 38 43 0 67 51 57 0 90 41 85 0 73 9 72 0 17 1 2254 0 1141 0 89 0 89 0 86 1 00 0 22 0 37 4 48 0 13	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.68 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.58 0.85 0.85 0.85 0.85 0.85 0.28 0.21 -1246.67 0.25	3 62.16 1.08 27.84 0.49 27.07 0.49 0.49 0.49 0.49 0.77 0.01 0.7013 0.0636 0.27 0.65 1.00 0.037 0.13 5.10 0.37	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554 0.633 0.25 0.72 1.00 0.633 0.25 0.72 1.00 0.36 0.36 0.35	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.0636 0.21 0.75 1.00 0.35 0.06 6.26 0.34	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 0.03 0.7990 0.0638 0.19 0.0638 0.19 0.78 1.00 0.03 0.04 6.83 0.34	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098 0.0633 0.063 0.0633 0.05330 0.05330 0.05330 0.05330 0.05330000000000	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.640 0.14 0.8168 0.640 0.14 0.816 0.0640 0.14 0.81 1.00 0.33 0.02 7.94 0.32	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12 0.81 1.00 0.33 0.02 8.47 0.32	10 78.06 1.36 1.94 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04 0.8240 0.0641 0.8240 0.0641 0.8240 0.0641 0.82 0.0641 0.32 0.01 0.32	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.02 0.642 0.0642 0.0642 0.09 0.825 0.0642 0.09 0.82 0.09 0.09 0.82 0.09 0.82 0.09 0.82 0.09 0.82 0.09 0.82 0.09 0.82 0.09 0.82 0.09 0.82 0.09 0.09 0.82 0.09 0.82 0.09 0.09 0.09 0.82 0.09 0.09 0.82 0.09 0.09 0.09 0.82 0.09 0.09 0.09 0.09 0.09 0.09 0.09 0.0	12 79.82 1.39 0.18 7.95 0.14 2.03 0.8260 0.0642 0.082 0.082 1.00 0.32 0.01 10.10 0.31	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04 0.8253 0.0642 0.07 0.82 0.0642 0.07 0.82 0.0642 0.07 0.82 0.0642 0.07 0.82 0.07 0.82 0.07 0.32 0.01 0.32	14 81.18 1.42 0.15 6.63 0.12 2.19 0.8230 0.0641 0.8230 0.0641 0.06 0.82 0.064 0.82 0.064 0.82 0.064 0.82 0.064 0.82 0.064 0.82 0.06 0.82 0.05 0.82 0.05 0.82 0.05 0.82 0.05 0.82 0.05 0.82 0.05 0.82 0.05 0.82 0.05 0.82 0.05 0.82 0.05 0.82 0.05 0.82 0.05 0.82 0.05 0.82 0.05 0.82 0.05 0.05 0.82 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.0	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183 0.0641 0.05 0.82 0.97 0.33 0.00 12.81 0.32	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.81 0.81 0.94 0.33 0.00 14.68 0.34	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7898 0.0637 0.79 0.89 0.637 0.79 0.89 0.03 0.79 0.36 0.00 15.79 0.38	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59 0.01 0.6847 0.0637 0.0637 0.0637 0.0637 0.0637 0.0637 0.0637 0.0637 0.0637 0.0637 0.0637 0.0637 0.0637 0.0637 0.0637 0.0637 0.0637 0.065 0.659 0.000 0.659 0.659 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.0000 0.0000 0.000000	19 87.25 1.52 2.75 4.31 0.08 -1.56 0.03 0.4704 0.0689 -0.05 0.47 0.48 0.75 -0.01 1.84 0.72
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (y radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) coeficiente de ift C1 Coeficiente de drag Cd Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor de correccion por perdida en las puntas Factor induccion axial (a) Agenta and angular (a')	1 38 43 0 67 51 57 0 90 41 85 0 73 9 72 0 17 1 2254 0 1141 0 89 0 86 0 89 0 86 1 00 0 86 0 37 4 48 0 13 0 22	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.68 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.58 0.85 0.85 0.85 0.85 0.85 0.28 0.21 -1246.67 0.25 0.28	3 62.16 1.08 27.84 0.49 27.07 0.49 0.49 0.49 0.49 0.49 0.47 0.01 0.7013 0.063 0.071 0.065 0.27 0.65 0.037 0.37 0.37	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554 0.633 0.25 0.72 1.00 0.633 0.25 0.72 1.00 0.36 0.35 0.35	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.78 0.78 0.78 0.78 0.78 0.78 0.78 0.78 0.78 0.35 0.06 6.26 0.34 0.35	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 0.03 0.799 0.0638 0.799 0.0638 0.799 0.0638 0.799 0.0638 0.799 0.0638 0.04 0.0538 0.04 0.04 0.04 0.04 0.04	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.06390000000000000000000000000000000000	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.44 0.8164 0.6440 0.6440 0.6440 0.14 0.81 1.00 0.33 0.02 7.94 0.32 0.33	9 76.94 1.34 1.306 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.0641 0.02 0.81 1.00 0.33 0.02 8.47 0.32 0.33	10 78.06 1.36 1.36 0.21 9.74 0.17 2.00 0.824 0.0641 0.04 0.824 0.0641 0.11 0.82 0.0641 0.32 0.01 9.00 0.32	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.02 0.6642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.05 0.82 0.05 0.82 0.05 0.82 0.05 0.82 0.05 0.05 0.82 0.05 0.05 0.82 0.05 0.05 0.05 0.82 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.0	12 79.82 1.39 0.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.826 0.826 0.0642 0.064 0.826 0.0642 0.064 0.0642 0.0640000000000	13 80,54 1,41 9,46 0,17 7,26 0,13 2,22 0,0642 0,0642 0,0642 0,07 0,82 0,064 0,07 0,82 0,07 0,82 0,07 0,82 0,07 0,32 0,01 0,03	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.823 0.0641 0.06 0.823 0.0641 0.06 0.82 0.0641 0.06 0.82 0.0641 0.06 0.82 0.0641 0.06 0.82 0.06 0.82 0.01 0.82 0.01 0.02 0.02 0.03 0.03 0.03 0.03	81.78 81.78 1.43 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.06 0.82 0.06 0.82 0.06 0.82 0.97 0.33 0.00 12.81 0.32 0.33 0.33	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.81 0.94 0.33 0.00 14.68 0.34 0.33	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7898 0.0637 0.03 0.799 0.89 0.36 0.00 15.79 0.38 0	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59 0.01 0.6847 0.00 0.6847 0.00 0.6847 0.00 0.6847 0.00 0.69 0.82 0.44 0.00 5.54	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.470 0.470 0.470 0.470 0.470 0.488 0.75 0.47 0.48 0.75 0.01 1.84 0.72
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (y radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) coeficiente de ift C1 Coeficiente de drag Cd Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor de correccion por perdida en las puntas Factor induccion axial (a) Nuevo Factor induccion ángular (a') Factor induccion ángular (a') Nuevo	1 38 43 0 67 51 57 0 90 41 85 0 73 9 72 0 17 1 2254 0 1141 0 89 0 86 1 00 0 86 1 00 0 86 1 00 0 22 0 37 4 48 0 13 0 022 0 37	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.68 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.58 0.85 0.85 0.85 0.85 0.28 0.21 -1246.67 0.25 0.28 0.22	3 62.16 1.08 27.84 0.49 27.07 0.49 0.77 0.01 0.7013 0.0636 0.27 0.65 1.00 0.37 0.13 5.10 0.37 0.37 0.37	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554 0.635 0.72 1.00 0.635 0.72 1.00 0.36 0.35 0.35 0.35	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.782 0.063 0.06 6.26 0.34 0.35 0.06	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 0.03 0.790 0.0638 0.19 0.0638 0.19 0.0638 0.19 0.0638 0.19 0.0638 0.19 0.0638 0.19 0.0638 0.19 0.064 0.34 0.04	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.049 0.0633 0.063 0.063 0.063 0.063 0.063 0.063 0.063 0.03 0.0	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.44 0.8168 0.6440000000000	9 76.94 1.34 1.30 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12 0.0641 0.12 0.88 1.00 0.33 0.02 8.47 0.32 0.33 0.02	10 78.06 1.36 1.36 0.21 9.74 0.17 2.20 0.820 0.820 0.04 0.820 0.04 1.00 0.82 0.01 9.00 0.32 0.01 9.00 0.32	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.0642000000000000000000000000000000000	12 79.82 1.39 0.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.826 0.0642 0.0642 0.064 0.82 0.0642 0.064 0.0642 0.064 0.000 0.064 0.0000000000	13 80,54 1,41 9,46 0,17 7,25 0,013 2,22 0,04 0,064 0,064 0,064 0,07 0,082 0,064 0,07 0,082 0,07 0,082 0,07 0,07 0,07 0,07 0,07 0,07 0,07 0,0	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.06 0.32 0.06 0.32 0.06 0.32 0.01 11.59 0.31 0.32 0.01	113 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.0641 0.065 0.82 0.0641 0.05 0.82 0.05 0.82 0.005 0.82 0.005 0.33 0.000 12.81 0.32 0.33 0.000	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04 0.808 0.063 0.04 0.88 0.063 0.04 0.81 0.94 0.33 0.00 14.58 0.33 0.00	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.78 0.03 0.79 0.36 0.00 15.79 0.38 0.00 15.79 0.38 0.00 15.79	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59 0.01 0.6847 0.00 0.6847 0.00 0.69 0.82 0.44 0.00 5.54 0.48 0.48 0.48	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 0.03 0.4704 0.065 0.477 0.05 0.477 0.48 0.75 -0.01 1.84 0.72 -0.01
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) coeficiente de lift Cl Coeficiente de drag Cd Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor de correccion por perdida en las puntas Factor induccion axial (a) Factor induccion ángular (a') Factor induccion axial (a) Factor induccion ángular (a') Nuevo Factor induccion	1 38 43 0 67 51 57 0 90 41.85 0 73 9 72 0 17 1 2254 0 .1141 0 .89 0 .86 1.00 0 .22 0 .37 4.48 0 .13 0 .22 0 .37	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.68 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.58 0.85 0.85 0.85 0.85 0.28 0.21 -1246.67 0.25 0.28 0.21	3 62.16 1.08 27.84 0.49 27.07 0.49 0.77 0.01 0.701 0.037 0.635 1.00 0.37 0.13 5.10 0.37 0.13 5.10 0.37	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.754 0.633 0.754 0.633 0.72 1.00 0.36 0.36 0.36 0.35	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.782 0.06 0.25 1.00 0.35 0.06 6.26 0.34 0.35 0.06	6 72.01 1.26 1.7.99 0.31 16.10 0.28 0.34 0.790 0.0638 0.19 0.0638 0.19 0.0638 0.19 0.0638 0.19 0.064 0.34 0.04 0.34	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.049 0.0639 0.0639 0.0639 0.0639 0.0639 0.0639 0.0639 0.0639 0.064 0.0639 0.064 0.0639 0.064 0.063 0.064 0.063 0.064 0.063 0.064 0.063 0.064 0.063 0.0640	8 75.61 1.32 1.4.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.816 0.640 0.640 0.641 0.642 0.77.94 0.33 0.02 7.94 0.32 0.33 0.02 7.94 0.32 0.33 0.02 0.33 0.02	9 76.94 1.34 1.30 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12 0.0641 0.12 0.0641 1.00 0.33 0.02 8.47 0.33 0.02 8.47 0.32	10 78.06 1.36 1.36 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04 0.04 0.04 0.04 0.04 0.04 0.04	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.015 0.05 0.0642 0.025 0.0642 0.009 0.825 0.0642 0.009 0.82 0.009 0.82 0.001 0.02 0.01 0.32 0.01	12 79.82 1.39 10.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.826 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.020 0.01 0.021 0.01 0.021	13 80,54 1,41 9,46 0,17 7,25 0,13 2,22 0,04 0,825 0,0642 0,00000000000000000000000000000000000	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.0641 0.064 0.062 0.064 0.062 0.064 0.02 0.064 0.02 0.01 11.59 0.32 0.01 11.59 0.32 0.01 0.32	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183 0.045 0.82 0.045 0.82 0.05 0.82 0.97 0.33 0.000 12.81 0.32 0.33 0.000	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.04 0.04 0.063 0.063 0.063 0.063 0.063 0.061 0.81 0.94 0.33 0.00 14.58 0.34 0.33 0.00	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.788 0.0637 0.03 0.79 0.03 0.79 0.03 0.79 0.03 0.79 0.03 0.79 0.03 0.03 0.79 0.03 0.03 0.79 0.03 0.00 0.03	18 84.60 148 540 0.09 4.81 0.08 0.59 0.01 0.6847 0.000 0.69 0.00 0.69 0.82 0.44 0.00 5.54 0.48 0.48 0.48	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704 0.068 0.047 0.065 0.47 0.065 0.47 0.065 0.47 0.065 0.47 0.065 0.47 0.065 0.47 0.065 0.47 0.05 0.01 1.84 0.72 0.01 1.84 0.72

 Tabla 43. Cálculo 23 y 24 de los factores de inducción axial y tangencial.

Número de elementos de pala (de punta a raíz)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados)	38.43	51.57	61.90	66.27	69.50	72.01	74.00	75.61	76.94	78.06	79.00	79.82	80.54	81.18	81.78	82.37	83.03	84.60	87.25
(y radianes)	0.67	0.90	1.08	1.16	1.21	1.26	1.29	1.32	1.34	1.36	1.38	1.39	1.41	1.42	1.43	1.44	1.45	1.48	1.52
ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados)	51.57	38.43	28.10	23.73	20.50	17.99	16.00	14.39	13.06	11.94	11.00	10.18	9.46	8.82	8.22	7.63	6.97	5.40	2.75
φ (radianes)	0.90	0.67	0.49	0.41	0.36	0.31	0.28	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.09	0.05
ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados)	41.85	33.42	27.07	22.35	18.81	16.10	13.97	12.28	10.89	9.74	8.78	7.95	7.25	6.63	6.09	5.61	5.19	4.81	4.31
β (radianes)	0.73	0.58	0.47	0.39	0.33	0.28	0.24	0.21	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.08
ángulo de incidencia de diseño (α grados)	9.72	5.01	1.03	1.38	1.69	1.89	2.03	2.11	2.17	2.20	2.22	2.23	2.22	2.19	2.13	2.01	1.78	0.59	-1.56
ángulo de incidencia de diseño (α radianes)	0.17	0.09	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.01	-0.03
Coeficiente de lift CI	1.2254	1.0217	0.7246	0.7554	0.7820	0.7990	0.8098	0.8168	0.8212	0.8240	0.8255	0.8260	0.8253	0.8230	0.8183	0.8088	0.7898	0.6847	0.4704
Coeficiente de drag Cd	0.1141	0.0736	0.0635	0.0635	0.0636	0.0638	0.0639	0.0640	0.0641	0.0641	0.0642	0.0642	0.0642	0.0641	0.0641	0.0639	0.0637	0.0637	0.0689
Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct	0.89	0.58	0.29	0.25	0.21	0.19	0.16	0.14	0.12	0.11	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.00	-0.05
Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn	0.85	0.85	0.67	0.72	0.75	0.78	0.80	0.81	0.81	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.81	0.79	0.69	0.47
Factor de correccion por perdida en las puntas	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	0.98	0.97	0.94	0.89	0.82	0.48
Factor induccion axial (a)	0.22	0.28	0.37	0.36	0.35	0.34	0.34	0.33	0.33	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.33	0.33	0.36	0.44	0.75
Factor induccion ángular (a')	0.37	0.21	0.13	0.08	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01
Factor induccion axial (a)_1_1	-4.48	-1246.67	4.97	5.66	6.26	6.83	7.39	7.94	8.47	9.00	9.53	10.10	10.75	11.59	12.81	14.58	15.79	5.54	1.84
Factor induccion axial (a)_2_1	0.13	0.25	0.37	0.35	0.34	0.34	0.33	0.32	0.32	0.32	0.31	0.31	0.31	0.31	0.32	0.34	0.38	0.48	0.72
Factor induccion axial (a) Nuevo	0.22	0.28	0.37	0.36	0.35	0.34	0.34	0.33	0.33	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.33	0.33	0.36	0.48	0.72
Factor induccion ángular (a') Nuevo	0.37	0.21	0.13	0.08	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.0141
Error respecto al anterior a	0.0%	0.0%	0.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Error respecto al anterior a'	0.0%	0.0%	4.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
				_															
Número de elementos de pala (de punta a raíz)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (y grados)	1 38.43	<mark>2</mark> 51.57	3 62.13	4 66.27	5 69.50	6 72.01	74.00	<mark>8</mark> 75.61	9 76.94	10 78.06	11 79.00	12 79.82	13 80.54	14 81.18	15 81.78	16 82.37	17 83.03	18 84.60	19 87.25
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (y grados) (y radianes)	1 38.43 0.67	2 51.57 0.90	3 62.13 1.08	4 66.27 1.16	5 69.50 1.21	6 72.01 1.26	7 74.00 1.29	8 75.61 1.32	9 76.94 1.34	10 78.06 1.36	11 79.00 1.38	12 79.82 1.39	13 80.54 1.41	14 81.18 1.42	15 81.78 1.43	16 82.37 1.44	17 83.03 1.45	18 84.60 1.48	19 87.25 1.52
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados)	1 38.43 0.67 51.57	2 51.57 0.90 38.43	3 62.13 1.08 27.87	4 66.27 1.16 23.73	5 69.50 1.21 20.50	6 72.01 1.26 17.99	7 74.00 1.29 16.00	8 75.61 1.32 14.39	9 76.94 1.34 13.06	10 78.06 1.36 11.94	11 79.00 1.38 11.00	12 79.82 1.39 10.18	13 80.54 1.41 9.46	14 81.18 1.42 8.82	15 81.78 1.43 8.22	16 82.37 1.44 7.63	17 83.03 1.45 6.97	18 84.60 1.48 5.40	19 87.25 1.52 2.75
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes)	1 38.43 0.67 51.57 0.90	2 51.57 0.90 38.43 0.67	3 62.13 1.08 27.87 0.49	4 66.27 1.16 23.73 0.41	5 69.50 1.21 20.50 0.36	6 72.01 1.26 17.99 0.31	7 74.00 1.29 16.00 0.28	8 75.61 1.32 14.39 0.25	9 76.94 1.34 13.06 0.23	10 78.06 1.36 11.94 0.21	11 79.00 1.38 11.00 0.19	12 79.82 1.39 10.18 0.18	13 80.54 1.41 9.46 0.17	14 81.18 1.42 8.82 0.15	15 81.78 1.43 8.22 0.14	16 82.37 1.44 7.63 0.13	17 83.03 1.45 6.97 0.12	18 84.60 1.48 5.40 0.09	19 87.25 1.52 2.75 0.05
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados)	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42	3 62.13 1.08 27.87 0.49 27.07	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10	7 74.00 1.29 16.00 0.28 13.97	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89	10 78.06 1.36 11.94 0.21 9.74	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes)	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58	3 62.13 1.08 27.87 0.49 27.07 0.47	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28	7 74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19	10 78.06 1.36 11.94 0.21 9.74 0.17	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95 0.14	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados)	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01	3 62.13 1.08 27.87 0.49 27.07 0.47 0.80	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17	10 78.06 1.36 11.94 0.21 9.74 0.17 2.20	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95 0.14 2.23	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados)	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09	3 62.13 1.08 27.87 0.49 27.07 0.49 0.49 0.49 0.49 0.01	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03	7 74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04	10 78.06 1.36 11.94 0.21 9.74 0.77 2.20 0.04	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95 0.14 2.23 0.04	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59 0.01	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α radianes) Coeficiente de lift Cl	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17 1.2254	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217	3 62.13 1.08 27.87 0.49 27.07 0.49 27.07 0.49 0.49 0.49 0.49 0.01 0.7041	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 1.69 0.33 1.69 0.03 0.7820	6 72.01 1.26 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990	74.00 1.29 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212	10 78.06 1.36 11.94 0.21 9.74 0.21 0.21 0.21 0.21 0.24 0.04	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255	12 79.82 1.39 0.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04 0.8253	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7898	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59 0.01 0.6847	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α radianes) Coeficiente de lift Cl Coeficiente de drag Cd	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17 1.2254 0.1141	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217 0.0736	3 62.13 1.08 27.87 0.49 27.07 0.49 0.49 0.49 0.49 0.04 0.01 0.7041 0.0636	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554 0.0635	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.0636	6 72.01 1.26 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990 0.0638	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8088 0.0639	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641	10 78.06 1.36 11.94 0.21 9.74 0.77 2.20 0.04 0.8240 0.0641	11 79.00 1.38 11.00 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255 0.0642	12 79.82 1.39 0.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.0642	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04 0.8255 0.0642	14 81.18 1.42 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.0641	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183 0.0641	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.40 0.8088 0.0639	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7898 0.0637	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59 0.01 0.6847 0.0637	19 87.25 1.52 2.75 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704 0.0689
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación ($ψ$ grados) ($ψ$ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación ($Φ$ grados) $Φ$ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación ($β$ grados) $β$ (radianes) angulo de twist respecto al plano de rotación ($β$ grados) $β$ (radianes) candianes) coeficiente de incidencia de diseño ($α$ grados) ángulo de incidencia de diseño ($α$ grados) ángulo de incidencia de diseño ($α$ grados) Coeficiente de lift Cl Coeficiente de drag Cd Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct	1 38,43 0,67 51,57 0,90 41,85 0,73 9,72 0,17 1,2254 0,1141 0,89	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.58	3 62.13 1.08 27.87 0.49 27.07 0.49 0.49 0.49 0.49 0.49 0.49 0.49 0.49	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554 0.0635 0.25	5 69,50 1,21 20,50 0,36 18,81 0,33 1,69 0,03 0,7820 0,0636 0,21	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990 0.0638 0.19	7 74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098 0.0639 0.0639	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640 0.14	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12	10 78.06 1.36 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04 0.8240 0.0641 0.11	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255 0.0642 0.09	12 79.82 1.39 0.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.0642 0.08	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04 0.8253 0.0642 0.07	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.15 2.19 0.04 0.8230 0.0641 0.06	15. 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183 0.0641 0.05	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7898 0.0637 0.03	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59 0.01 0.6847 0.0637 0.00	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704 0.0689 -0.05
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) angulo de incidencia de diseño (α grados) angulo de incidencia de diseño (α radianes) Coeficiente de lift Cl Coeficiente de drag Cd Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn	1 38,43 0,67 51,57 0,90 41,85 0,73 9,72 0,17 1,2254 0,1141 0,89 0,85	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.58 0.85	3 62.13 1.08 27.87 0.49 27.07 0.49 0.49 0.49 0.49 0.49 0.49 0.49 0.49	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554 0.0635 0.25 0.72	5 69,50 1,21 20,50 0,36 18,81 0,33 1,69 0,03 0,7820 0,0636 0,21	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990 0.0638 0.19 0.078	7 74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8088 0.0639 0.0639 0.0639	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640 0.14 0.81	9 76.94 1.34 0.23 0.99 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12 0.81	10 78.06 1.36 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04 0.8240 0.0641 0.0641 0.11 0.82	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255 0.0642 0.0642 0.09 0.82	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.0642 0.08	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04 0.8253 0.0642 0.07 0.82	14. 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.15 2.19 0.04 0.8230 0.0641 0.06 0.82	15, 81.78, 1.43 8.22 0.14 6.09, 0.11 2.13 0.04 0.8183 0.0641 0.05 0.82	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.04	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7898 0.0637 0.03 0.79	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.68 0.59 0.01 0.6847 0.0637 0.000 0.69	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704 0.0689 -0.05 0.47
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) control de incidencia de diseño (α grados) angulo de incidencia de diseño (α grados) Coeficiente de lift Cl Coeficiente de drag Cd Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de correccion por perdida en las puntas	1 38.43 0.67 51.57 0.905 41.85 0.72 0.177 1.2254 0.1141 0.889 0.85 0.85	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.58 0.85 1.00	3 62.13 1.08 27.87 0.49 27.07 0.49 0.49 0.49 0.49 0.49 0.49 0.49 0.01 0.7041 0.636 0.27 0.65 1.00	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554 0.0635 0.25 0.72 1.00	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.0636 0.21 0.75 1.00	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990 0.0638 0.19 0.78 1.00	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8099 0.0639 0.0639 0.0639 0.0639	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640 0.14 0.81 1.00	9 76.94 1.34 1.306 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12 0.81 1.00	10 78.06 1.36 1.94 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04 0.8240 0.0641 0.0641 0.11 0.82 1.00	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255 0.0642 0.09 0.82 1.00	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.0642 0.064 0.082 0.08	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04 0.8253 0.0642 0.07 0.82 0.07	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.15 2.19 0.04 0.8230 0.0641 0.06 0.82 0.08	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183 0.0641 0.05 0.82 0.97	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.81 0.04	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.09 0.7898 0.0637 0.03 0.79 0.03	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.69 0.69 0.69 0.69 0.6847 0.0637 0.000 0.69 0.69	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704 0.0689 -0.05 0.47 0.48
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) control de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) coeficiente de lift Cl Coeficiente de drag Cd Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor de correccion por perdida en las puntas Factor induccion axial (a)	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.72 0.72 0.77 1.2254 0.1141 0.88 0.88 0.88 0.88 0.88	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.58 0.85 0.85 1.00 0.28	3 62.13 1.08 27.87 0.49 27.07 0.49 0.49 0.49 0.49 0.49 0.49 0.49 0.04 0.01 0.7041 0.0636 0.27 0.65 1.00 0.37	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554 0.0635 0.72 0.0635 0.72 1.00 0.36	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.0636 0.21 0.75 1.00 0.35	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990 0.0638 0.19 0.78 1.00 0.34	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098 0.0633 0.16 0.80 1.00 0.34	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640 0.14 0.81 1.00 0.33	9 76.94 1.34 1.34 1.36 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12 0.81 1.00 0.33	10 78.06 1.36 1.36 9.74 9.74 0.17 2.20 0.04 0.8240 0.0641 0.0641 0.11 0.82 1.00 0.32	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255 0.0642 0.0642 0.09 0.82 0.09 0.82 1.00 0.32	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.0642 0.082 0.0642 0.082 0.082 0.082 0.082	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.04 2.22 0.04 0.8253 0.0642 0.07 0.82 0.07 0.82 0.09 0.32	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.0641 0.06 0.82 0.0641 0.06 0.82 0.082	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183 0.0641 0.05 0.82 0.97 0.33	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.81 0.81 0.94	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7898 0.0637 0.03 0.799 0.03 0.79 0.03	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.68 0.68 0.68 0.01 0.6847 0.0637 0.000 0.69 0.69 0.69 0.69	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704 0.0689 -0.05 0.47 0.48 0.75
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) Coeficiente de lift Cl Coeficiente de drag Cd Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor de correccion por perdida en las puntas Factor induccion axial (a) Factor induccion ángular (a')	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.72 0.72 0.77 1.2254 0.1141 0.88 0.88 0.88 0.88 0.88 0.88 0.88	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.58 0.85 0.85 1.00 0.28 0.21	3 62.13 27.87 0.49 27.07 0.49 27.07 0.49 0.49 0.49 0.49 0.01 0.7041 0.0656 0.27 0.655 1.00 0.37 0.13	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 0.39 0.02 0.7554 0.0635 0.25 0.72 1.00 0.36 0.08	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 1.69 0.03 0.7820 0.0636 0.21 0.75 1.00 0.35 0.06	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990 0.0638 0.799 0.0638 0.799 0.0638 0.79 0.0638	74.00 1.29 1.29 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8088 0.06390000000000000000000000000000000000	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 0.21 0.04 0.8168 0.0640 0.44 0.8168 0.0640 0.14 0.81 1.00 0.33 0.02	9 76.94 1.34 1.34 1.36 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12 0.81 1.00 0.33 0.02	10 78.06 1.36 1.36 9.74 9.74 0.04 0.8240 0.0641 0.8240 0.0641 0.82 1.00 0.32 0.01	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.044 0.8255 0.0642 0.09 0.825 0.0642 0.09 0.825 0.0642 0.09 0.82 0.09 0.82 0.09 0.82 0.09 0.82 0.09 0.09 0.82 0.09 0.82 0.09 0.09 0.09 0.09 0.09 0.09 0.09 0.0	12 79.82 1.39 10.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.0642 0.082 0.0642 0.08 0.0642 0.08 0.0642 0.08 0.02 0.00	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.04 0.8253 0.0642 0.07 0.8253 0.0642 0.07 0.8253 0.0642 0.07 0.8253 0.0642 0.07 0.8253 0.0642 0.07 0.8253 0.0642 0.07 0.8253 0.0642 0.07 0.8253 0.0642 0.07 0.8253 0.0642 0.07 0.8253 0.0642 0.07 0.8253 0.0642 0.07 0.07 0.8253 0.0642 0.07 0.07 0.07 0.07 0.07 0.07 0.07 0.0	14 81.18 1.42 0.15 0.15 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.0641 0.066 0.82 0.064 0.82 0.062 0.82 0.062	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183 0.0641 0.05 0.82 0.97 0.33 0.00	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.81 0.81 0.94 0.33 0.00	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7898 0.0637 0.03 0.79 0.03 0.79 0.03 0.79 0.03 0.79	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.68 0.68 0.68 0.01 0.6847 0.0637 0.000 0.69 0.69 0.69 0.69 0.69	19 87.25 1.52 2.75 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704 0.0689 -0.05 0.47 0.48 0.75 -0.01
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α radianes) Coeficiente de lift Cl Coeficiente de drag Cd Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor de correccion por perdida en las puntas Factor induccion axial (a) Factor induccion ángular (a') Factor induccion axial (a) _ 1_1	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.77 0.77 1.2254 0.1741 0.88 0.88 0.88 0.88 0.88 0.88 0.88 0.8	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.58 0.85 0.85 1.00 0.28 0.21 -1246.67	3 62.13 1.08 27.87 0.49 27.07 0.49 27.07 0.49 0.49 0.47 0.047 0.047 0.047 0.041 0.065 0.07 0.055 1.00 0.37 0.13 5.08	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.38 0.02 0.7554 0.0635 0.25 0.72 1.00 0.36 0.08 5.66	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.0636 0.21 0.75 1.00 0.35 0.06 6.26	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 0.03 0.7990 0.0638 0.19 0.78 0.78 1.00 0.34 0.04 6.83	74.00 1.29 1.29 1.29 1.29 0.28 1.397 0.24 0.8088 0.0639 0.04 0.8088 0.0639 0.063 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.8088 0.0539 0.04 0.8088 0.0539 0.04 0.8088 0.0539 0.04 0.8088 0.0539 0.04 0.8088 0.0539 0.04 0.8088 0.0539 0.0539 0.053 0.0539 0.053 0.055	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 0.21 0.41 0.8168 0.0640 0.14 0.8168 0.0640 0.14 0.81 1.00 0.33 0.02 7.94	9 76.94 1.34 1.34 1.36 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12 0.0641 0.12 0.81 1.00 0.33 0.02 8.47	10 78.06 1.36 1.94 0.21 9.74 0.77 0.04 0.8240 0.0641 0.8240 0.0641 0.8240 0.0641 0.11 0.82 0.064 1.00 0.32 0.01 9.00	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255 0.0642 0.09 0.82 1.00 0.32 0.01 9.53	12 79.82 1.39 10.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.0642 0.08 0.82 0.08 0.82 0.08 0.82 0.08 0.82 0.01 10.10	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.047 0.8253 0.0642 0.07 0.8253 0.0642 0.07 0.8253 0.0642 0.07 0.8253 0.0642 0.07 0.8253 0.0642 0.07 0.8253 0.0642 0.07 0.8253 0.0642 0.07 0.8253 0.0642 0.07 0.8253 0.0642 0.07 0.8253 0.0642 0.07 0.8253 0.0642 0.07 0.8253 0.0642 0.07 0.07 0.8253 0.0642 0.07 0.07 0.07 0.07 0.07 0.07 0.07 0.0	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.15 0.63 0.04 0.8230 0.041 0.06 0.8230 0.0641 0.06 0.82 0.0641 0.06 0.82 0.0641 0.06 0.82 0.0641 0.06 0.82 0.0641 0.06 0.82 0.0641 0.06 0.82 0.0641 0.06 0.82 0.0641 0.06 0.82 0.0641 0.06 0.82 0.0641 0.06 0.0641 0.066 0.0641 0.066 0.0641 0.066 0.0641 0.066 0.0641 0.066 0.0641 0.066 0.0641 0.066 0.0641 0.066 0.0641 0.066 0.0641 0.066 0.0641 0.066 0.0641 0.066 0.0641 0.066 0.0641 0.066 0.0641 0.066 0.0641 0.066 0.0641 0.066 0.0641 0.066 0.066 0.066 0.0641 0.066 0.066 0.066 0.0641 0.066 0.066 0.066 0.0641 0.0666 0.066 0.066 0.066 0.0666 0.066 0.066 0.066 0.066 0.066 0	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183 0.0641 0.05 0.82 0.97 0.33 0.00 12.81	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.81 0.81 0.94 0.33 0.00 14.58	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.03 0.788 0.037 0.03 0.799 0.037 0.03 0.799 0.03 0.79 0.03 0.79 0.03 0.79	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.68 0.01 0.6847 0.0637 0.000 0.69 0.687 0.000 0.69 0.69 0.69 0.62 0.44 0.000	19 87.25 1.52 2.75 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704 0.0689 -0.05 0.47 0.48 0.75 -0.01 1.84
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α radianes) Coeficiente de lift Cl Coeficiente de drag Cd Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor de correccion por perdida en las puntas Factor induccion axial (a) Factor induccion ángular (a') Factor induccion axial (a)_1_1 Factor induccion axial (a)_2_1	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.77 0.77 1.2254 0.1741 0.889 0.85 0.85 0.85 0.85 0.037 0.22	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.58 0.85 1.00 0.85 1.00 0.28 0.21 -1246.67 0.25	3 62.13 1.08 27.87 0.49 27.07 0.47 0.47 0.01 0.7041 0.0656 0.27 0.655 1.000 0.37 0.13 5.08 0.37	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 0.39 0.02 0.7554 0.0635 0.25 0.72 1.00 0.36 0.08 5.66 0.35	5 69.50 1.21 20.50 0.36 1881 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.0636 0.21 0.75 1.00 0.35 0.06 6.26 0.34	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 0.03 0.7990 0.0638 0.19 0.78 0.78 1.00 0.78 0.03 0.78 0.04 6.83 0.34	74.00 1.29 1.29 1.29 1.29 0.24 1.397 0.24 0.038 0.063 0.053 0.055 0	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 0.04 0.8168 0.0640 0.14 0.8168 0.0640 0.14 0.8168 0.0640 0.14 0.81 0.02 7.94 0.33	9 76.94 1.34 3.06 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12 0.0641 0.12 0.0641 0.12 0.81 1.00 0.33 0.02 8.47 0.32	10 78.06 1.36 1.94 0.21 0.74 0.74 0.74 0.04 0.8240 0.0641 0.8240 0.0641 0.8240 0.0641 0.82 0.0641 0.32 0.01 0.32	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.044 0.8255 0.0642 0.09 0.825 0.0642 0.09 0.82 1.00 0.32 0.01 9.53 0.31	12 79.82 1.39 10.18 7.95 0.14 2.23 0.044 0.8260 0.0642 0.08 0.0642 0.08 0.0642 0.08 0.0642 0.08 0.02 0.001 10.10 0.31	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04 0.8253 0.0642 0.07 0.825 0.0642 0.07 0.825 0.0642 0.07 0.825 0.0642 0.07 0.825 0.0642 0.07 0.825 0.0642 0.07 0.825 0.0642 0.07 0.825 0.07 0.825 0.07 0.825 0.07 0.825 0.07 0.825 0.07 0.825 0.07 0.825 0.07 0.825 0.07 0.825 0.07 0.825 0.07 0.825 0.07 0.825 0.07 0.825 0.07 0.825 0.07 0.825 0.07 0.825 0.07 0.825 0.07 0.825 0.07 0.07 0.825 0.07 0.825 0.07 0.825 0.07 0.07 0.825 0.07 0.825 0.07 0.825 0.07 0.07 0.07 0.825 0.07 0.07 0.825 0.07 0.825 0.07 0.825 0.07 0.07 0.825 0.07 0.07 0.07 0.07 0.07 0.07 0.07 0.0	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.0641 0.06 0.8230 0.0641 0.06 0.8230 0.0641 0.06 0.8230 0.0641 0.06 0.8230 0.0641 0.06 0.8230 0.0641 0.06 0.8230 0.0641 0.06 0.8230 0.0641 0.06 0.8230 0.0641 0.06 0.8230 0.0641 0.065 0.8230 0.0641 0.065 0.8230 0.0641 0.065 0.065 0.0641 0.065 0.065 0.0641 0.065 0.065 0.0641 0.065 0.065 0.0641 0.065 0.065 0.0641 0.065 0.0641 0.065 0.065 0.0641 0.065 0.0641 0.065 0.0641 0.065 0.0641 0.065 0.0641 0.065 0.0641 0.055 0.0641 0.055 0.0641 0.05500000000	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 0.11 0.04 0.8183 0.0641 0.05 0.82 0.97 0.33 0.00 12.81 0.32	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.81 0.81 0.94 0.33 0.00 14.58 0.34	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.03 0.788 0.0637 0.03 0.798 0.0637 0.03 0.79 0.03 0.79 0.03 0.79 0.03 0.79 0.03 0.79 0.03 0.79 0.03 0.79 0.03 0.79 0.03 0.79 0.03 0.79 0.03 0.79 0.03 0.79 0.03 0.79 0.03 0.03 0.79 0.03 0.03 0.79 0.03 0.03 0.79 0.03 0.03 0.03 0.03 0.03 0.03 0.03 0.0	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.68 0.01 0.6847 0.0637 0.000 0.6847 0.0637 0.000 0.69 0.69 0.69 0.82 0.44 0.000 5.54	19 87.25 1.52 2.75 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704 0.0689 -0.05 0.47 0.48 0.75 -0.01 1.84 0.72
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) Coeficiente de lift CI Coeficiente de drag Cd Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial Ct Factor induccion axial (a) Factor induccion axial (a) Factor induccion axial (a) Factor induccion axial (a)_1_1 Factor induccion axial (a)_2_1 Factor induccion axial (a)_2_1 Factor induccion axial (a)	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.77 0.77 1.2254 0.1741 0.889 0.85 0.85 0.85 0.85 0.85 0.85 0.22	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 1.0217 0.0736 0.58 0.85 1.00 0.85 0.85 1.00 0.28 0.21 -1246.67 0.25 0.28	3 62.13 1.08 27.87 0.49 27.07 0.47 0.47 0.01 0.001 0.7041 0.065 0.27 0.65 1.00 0.37 0.13 5.08 0.37 0.37	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 0.39 0.02 0.7554 0.0635 0.25 0.72 1.00 0.36 0.35 0.35 0.35	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.03 1.69 0.03 0.7820 0.0636 0.21 0.75 1.00 0.35 0.06 6.26 0.34 0.35	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 0.03 0.7990 0.0638 0.03 0.7990 0.0638 0.7990 0.0638 0.03 0.78 0.04 6.83 0.34	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 0.04 0.808 0.063 0.053 0.055	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 0.04 0.8168 0.0640 0.14 0.8168 0.0640 0.14 0.8168 0.0640 0.14 0.81 0.02 0.33 0.02 7.94 0.32	9 76.94 1.34 1.34 1.36 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12 0.0641 0.12 0.0641 0.12 0.0641 0.33 0.02 8.47 0.32 0.33	10 78.06 1.36 1.36 0.21 0.77 0.77 0.04 0.8240 0.0641 0.8240 0.0641 0.8240 0.0641 0.82 0.0641 0.32 0.01 0.32 0.01	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.044 0.8255 0.0642 0.09 0.825 0.0642 0.09 0.82 1.00 0.32 0.01 9.53 0.31 0.32	12 79.82 1.39 10.18 7.95 0.14 0.8260 0.0642 0.08 0.0642 0.08 0.0642 0.08 0.0642 0.08 0.0642 0.08 0.02 0.01 10.10 0.32 0.01	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04 0.8253 0.0642 0.07 0.8253 0.0642 0.07 0.8253 0.0642 0.07 0.8253 0.0642 0.07 0.8253 0.0642 0.07 0.8253 0.0642 0.07 0.8253 0.0642 0.07 0.8253 0.0642 0.07 0.8253 0.0642 0.07 0.8253 0.0642 0.07 0.8253 0.0642 0.07 0.8253 0.0642 0.07 0.8253 0.0642 0.07 0.07 0.8253 0.0642 0.07 0.07 0.07 0.07 0.07 0.07 0.07 0.0	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.0641 0.06 0.823 0.0641 0.06 0.823 0.0641 0.06 0.823 0.0641 0.06 0.823 0.0641 0.06 0.823 0.0641 0.06 0.823 0.0641 0.06 0.823 0.0641 0.06 0.823 0.0641 0.06 0.823 0.0641 0.06 0.823 0.0641 0.065 0.065 0.0641 0.065 0.065 0.0641 0.065 0.065 0.0641 0.065 0.065 0.0641 0.065 0.065 0.0641 0.065 0.065 0.0641 0.065 0.065 0.0641 0.065 0.065 0.065 0.0641 0.065 0.05500000000	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 0.04 0.8183 0.0641 0.065 0.82 0.82 0.97 0.33 0.00 12.81 0.32 0.33	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.01 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.81 0.83 0.00 14.58 0.33	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.03 0.788 0.0637 0.03 0.788 0.0637 0.03 0.79 0.03 0.79 0.03 0.79 0.03 0.79 0.38 0.00 15.79 0.38	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.01 0.6847 0.0637 0.000 0.6847 0.0637 0.000 0.6847 0.0637 0.000 0.69 0.69 0.69 0.69 0.69 0.69 0.6	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704 0.0689 -0.05 0.47 0.0889 -0.05 0.47 0.0889 -0.05 0.47 0.48 0.75 -0.01 1.84 0.72 0.72
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) Coeficiente de lift C1 Coeficiente de drag Cd Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial Ct Factor induccion axial (a) Factor induccion axial (a)	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.77 0.77 0.77 0.77 0.77 0.77 0.77 0.889 0.85 0.85 0.85 0.85 0.85 0.85 0.85 0.85	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.07 1.0217 0.0736 0.88 0.88 0.88 0.88 0.88 0.88 0.88 0.88 0.88 0.21 -1246.67 0.25 0.28 0.21	3 62.13 1.08 27.87 0.49 27.07 0.47 0.47 0.60 0.01 0.7041 0.065 0.27 0.655 1.00 0.37 0.13 5.08 0.37 0.13	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 0.39 0.02 0.7554 0.025 0.72 1.00 0.36 0.36 0.35 0.35 0.35	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.03 1.69 0.03 0.7820 0.0636 0.21 0.75 1.00 0.35 0.06 6.26 0.34 0.35	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 0.03 0.7990 0.0638 0.7990 0.0638 0.7990 0.0638 0.7990 0.0638 0.7990 0.0638 0.034 0.04 6.83 0.34 0.04	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 0.04 0.8088 0.0639 0.0639 0.0639 0.0639 0.0639 0.0639 0.0639 0.0639 0.0639 0.0639 0.064 0.8098 0.0639 0.	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 0.04 0.8168 0.0640 0.14 0.8168 0.0640 0.14 0.81 0.04 0.33 0.02 7.94 0.32 0.33 0.02	9 76.94 1.34 1.306 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.02 0.0641 0.12 0.0641 0.12 0.0641 0.12 0.0641 0.12 0.0641 0.33 0.02 8.47 0.32 0.33 0.02	10 78.06 1.36 1.36 0.21 9.74 0.021 0.04 0.8240 0.0641 0.8240 0.0641 0.8240 0.0641 0.82 0.0641 0.32 0.01 0.32 0.01	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.044 0.8255 0.0642 0.09 0.825 0.0642 0.09 0.82 0.09 0.82 0.09 0.82 0.09 0.82 0.09 0.82 0.09 0.82 0.09 0.82 0.09 0.82 0.09 0.82 0.09 0.82 0.09 0.82 0.09 0.82 0.09 0.32 0.01 0.32 0.01 0.32 0.01 0.32 0.01 0.32 0.01 0.03 0.03 0.03 0.03 0.03 0.03 0.03	12 79.82 1.39 10.18 7.95 0.14 0.8260 0.0642 0.08 0.0642 0.08 0.0642 0.08 0.0642 0.08 0.0642 0.08 0.02 0.01 0.01 0.32 0.01	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.04 0.8253 0.0642 0.0642 0.07 0.82 0.0642 0.07 0.82 0.0642 0.07 0.82 0.0642 0.07 0.82 0.00 0.82 0.00 0.82 0.00 0.82 0.00 0.82 0.00 0.82 0.00 0.82 0.00 0.82 0.00 0.82 0.00 0.82 0.00 0.82 0.00 0.82 0.00 0.82 0.00 0.00	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.0641 0.06 0.8230 0.0641 0.06 0.8230 0.0641 0.06 0.8230 0.0641 0.06 0.8230 0.0641 0.06 0.8230 0.0641 0.06 0.8230 0.0641 0.06 0.8230 0.0641 0.06 0.8230 0.0641 0.06 0.8230 0.0641 0.06 0.8230 0.0641 0.06 0.8230 0.0641 0.06 0.8230 0.0641 0.06 0.8230 0.0641 0.06 0.8230 0.0641 0.065 0.065 0.0641 0.065 0.065 0.0641 0.065 0.065 0.0641 0.065 0.065 0.0641 0.065 0.05500000000	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 0.04 1.13 0.04 0.8183 0.0641 0.05 0.82 0.82 0.97 0.33 0.00 12.81 0.32 0.33 0.00	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.01 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.81 0.83 0.000 14.58 0.33 0.000	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.03 0.788 0.0637 0.03 0.788 0.0637 0.03 0.798 0.0637 0.03 0.799 0.03 0.799 0.36 0.000	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.01 0.08 0.05 0.00 0.6847 0.0637 0.000 0.6847 0.0637 0.000 0.69 0.682 0.44 0.000 5.54 0.48 0.48 0.000	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.4704 0.0889 0.05 0.4704 0.0689 0.05 0.470 0.055 0.47 0.48 0.75 0.011 1.84 0.72 0.72 0.72
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α radianes) Coeficiente de lift C1 Coeficiente de drag Cd Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor induccion axial (a) Factor induccion ángular (a) Factor induccion axial (a)_1 Factor induccion axial (a) Nuevo Factor induccion ángular (a') Factor inducc	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.77 0.77 0.77 1.2254 0.1141 0.85 0.85 0.85 0.85 0.85 0.85 0.037 0.022 0.37 0.022 0.37	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.07 1.0217 1.0217 0.0736 0.68 0.68 0.68 0.68 0.68 0.68 0.68 0.68 0.68 0.68 0.68 0.68 0.68 0.68 0.68 0.68 0.68 0.68 0.21 -1246.67 0.25 0.28 0.21 -1246.07 0.25 0.28 0.21 0.028 0.21 -1246.07 0.25 0.28 0.21 0.028 0.21 -1246.07 0.25 0.28 0.21 -1246.07 0.25 0.28 0.21 -1246.07 0.25 0.28 0.21 -1246.07 0.25 0.28 0.21 -1246.07 0.25 0.25 0.28 0.21 -1246.07 0.25 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.	3 62.13 1.08 27.07 0.49 27.07 0.47 0.47 0.60 0.001 0.7041 0.065 0.27 0.655 1.00 0.37 0.37 0.37 0.37 0.37 0.37	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.33 0.02 0.7554 0.025 0.72 1.00 0.36 0.08 5.66 0.35 0.35 0.35 0.08	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.03 1.69 0.03 0.7820 0.0636 0.21 0.755 1.00 0.35 0.06 0.24 0.35 0.06 0.34 0.35 0.06 0.34 0.35 0.06 0.34 0.35 0.06 0.34 0.35 0.06 0.34 0.35 0.06 0.34 0.35 0.06 0.34 0.35 0.06 0.34 0.35 0.06 0.34 0.35 0.06 0.35 0.06 0.35 0.06 0.35 0.06 0.35 0.06 0.35 0.06 0.35 0.06 0.35 0.06 0.35 0.06 0.35 0.06 0.35 0.06 0.35 0.06 0.35 0.06 0.35 0.06 0.35 0.06 0.35 0.06 0.35 0.06 0.35 0.06 0.06 0.35 0.06 0	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.88 0.03 0.7990 0.0638 0.7990 0.0638 0.7990 0.0638 0.7990 0.0638 0.7990 0.0638 0.7990 0.0638 0.034 0.04 0.034 0.034 0.034 0.034	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 0.04 0.8088 0.0639 0	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 0.04 0.8168 0.640 0.14 0.8168 0.6640 0.14 0.81 0.02 0.33 0.02 0.33 0.02 0.33 0.02 0.33	9 76.94 1.34 1.306 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.02 0.0641 0.12 0.0641 0.12 0.0641 0.12 0.0641 0.33 0.02 8.47 0.33 0.02 8.47	10 78.06 1.36 1.36 0.21 9.74 0.11 0.8240 0.0641 0.8240 0.0641 0.8240 0.0641 0.82 0.0641 0.82 0.0641 0.32 0.011 0.32 0.011 0.32	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 0.042 0.044 0.8255 0.0642 0.09 0.825 0.0642 0.09 0.825 0.0642 0.09 0.82 0.04 0.8255 0.0642 0.09 0.82 0.01 0.953 0.31 0.32 0.01 0.32 0.01	12 79.82 1.39 10.18 7.95 0.14 0.243 0.04 0.8260 0.0642 0.0642 0.08 0.0642 0.0642 0.08 0.0642 0.00000000000000000000000000000000000	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04 0.8253 0.0642 0.0642 0.07 0.82 0.0642 0.07 0.82 0.0642 0.07 0.82 0.0642 0.07 0.82 0.001 10.75 0.31 0.031 0.032 0.001	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.0641 0.06 0.8230 0.0641 0.06 0.8230 0.0641 0.06 0.8230 0.0641 0.06 0.8230 0.0641 0.02 0.01 11.59 0.31 0.32 0.01 0.32	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 0.04 1.13 0.04 1.13 0.06 1.000 1.28 1.000 0.000 1.28 1.0000 1.28 1.0000 1.28 1.0000 1.28 1.00000 1.28 1.000000000000000000000000000000000000	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.888 0.0639 0.04 0.888 0.0639 0.04 0.881 0.33 0.000 14.58 0.33 0.000	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.09 0.788 0.0637 0.03 0.788 0.0637 0.03 0.79 0.36 0.03 0.79 0.36 0.00 15.79 0.38 0.36 0.00 15.79	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.01 0.08 0.05 0.00 0.6847 0.0637 0.000 0.6847 0.0637 0.000 0.69 0.682 0.44 0.000 5.54 0.48 0.48 0.000	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.089 0.03 0.4704 0.0689 0.05 0.47 0.05 0.47 0.05 0.47 0.05 0.47 0.48 0.75 0.01 1.84 0.72 0.72 0.72 0.0141

 Tabla 44. Cálculo 25 y 26 de los factores de inducción axial y tangencial.

······································	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados)	38.43	51.57	61.93	66.27	69.50	72.01	74.00	75.61	76.94	78.06	79.00	79.82	80.54	81.18	81.78	82.37	83.03	84.60	87.25
(y radianes)	0.67	0.90	1.08	1.16	1.21	1.26	1.29	1.32	1.34	1.36	1.38	1.39	1.41	1.42	1.43	1.44	1.45	1.48	1.52
ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados)	51.57	38.43	28.07	23.73	20.50	17.99	16.00	14.39	13.06	11.94	11.00	10.18	9.46	8.82	8.22	7.63	6.97	5.40	2.75
φ (radianes)	0.90	0.67	0.49	0.41	0.36	0.31	0.28	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.09	0.05
ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados)	41.85	33.42	27.07	22.35	18.81	16.10	13.97	12.28	10.89	9.74	8.78	7.95	7.25	6.63	6.09	5.61	5.19	4.81	4.31
β (radianes)	0.73	0.58	0.47	0.39	0.33	0.28	0.24	0.21	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.08
ángulo de incidencia de diseño (α grados)	9.72	5.01	1.00	1.38	1.69	1.89	2.03	2.11	2.17	2.20	2.22	2.23	2.22	2.19	2.13	2.01	1.78	0.59	-1.56
ángulo de incidencia de diseño (α radianes)	0.17	0.09	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.01	-0.03
Coeficiente de lift CI	1.2254	1.0217	0.7221	0.7554	0.7820	0.7990	0.8098	0.8168	0.8212	0.8240	0.8255	0.8260	0.8253	0.8230	0.8183	0.8088	0.7898	0.6847	0.4704
Coeficiente de drag Cd	0.1141	0.0736	0.0635	0.0635	0.0636	0.0638	0.0639	0.0640	0.0641	0.0641	0.0642	0.0642	0.0642	0.0641	0.0641	0.0639	0.0637	0.0637	0.0689
Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct	0.89	0.58	0.28	0.25	0.21	0.19	0.16	0.14	0.12	0.11	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.00	-0.05
Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn	0.85	0.85	0.67	0.72	0.75	0.78	0.80	0.81	0.81	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.81	0.79	0.69	0.47
Factor de correccion por perdida en las puntas	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	0.98	0.97	0.94	0.89	0.82	0.48
Factor induccion axial (a)	0.22	0.28	0.37	0.36	0.35	0.34	0.34	0.33	0.33	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.33	0.33	0.36	0.44	0.75
Factor induccion ángular (a')	0.37	0.21	0.13	0.08	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01
Factor induccion axial (a)_1_1	-4.48	-1246.67	4.98	5.66	6.26	6.83	7.39	7.94	8.47	9.00	9.53	10.10	10.75	11.59	12.81	14.58	15.79	5.54	1.84
Factor induccion axial (a) 2 1	0.13	0.25	0.37	0.35	0.34	0.34	0.33	0.32	0.32	0.32	0.31	0.31	0.31	0.31	0.32	0.34	0.38	0.48	0.72
Factor induccion axial (a) Nuevo	0.22	0.28	0.37	0.36	0.35	0.34	0.34	0.33	0.33	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.33	0.33	0.36	0.48	0.72
Factor induccion ángular (a') Nuevo	0.37	0.21	0.13	0.08	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.0141
Error respecto al anterior a	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Error respecto al anterior a'	0.0%	0.0%	3.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Número de elementos de pala (de punta a raíz)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (y grados)	1 38.43	2 51.57	3 62.11	4 66.27	5 69.50	6 72.01	74.00	8 75.61	9 76.94	10 78.06	11 79.00	12 79.82	13 80.54	14 81.18	15 81.78	16 82.37	17 83.03	18 84.60	19 87.25
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (y grados) (y radianes)	1 38.43 0.67	2 51.57 0.90	3 62.11 1.08	4 66.27 1.16	5 69.50 1.21	6 72.01 1.26	7 74.00 1.29	8 75.61 1.32	9 76.94 1.34	10 78.06 1.36	11 79.00 1.38	12 79.82 1.39	13 80.54 1.41	14 81.18 1.42	15 81.78 1.43	16 82.37 1.44	17 83.03 1.45	18 84.60 1.48	19 87.25 1.52
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados)	1 38.43 0.67 51.57	2 51.57 0.90 38.43	3 62.11 1.08 27.89	4 66.27 1.16 23.73	5 69.50 1.21 20.50	6 72.01 1.26 17.99	7 74.00 1.29 16.00	8 75.61 1.32 14.39	9 76.94 1.34 13.06	10 78.06 1.36 11.94	11 79.00 1.38 11.00	12 79.82 1.39 10.18	13 80.54 1.41 9.46	14 81.18 1.42 8.82	15 81.78 1.43 8.22	16 82.37 1.44 7.63	17 83.03 1.45 6.97	18 84.60 1.48 5.40	19 87.25 1.52 2.75
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes)	1 38.43 0.67 51.57 0.90	2 51.57 0.90 38.43 0.67	3 62.11 1.08 27.89 0.49	4 66.27 1.16 23.73 0.41	5 69.50 1.21 20.50 0.36	6 72.01 1.26 17.99 0.31	74.00 1.29 16.00 0.28	8 75.61 1.32 14.39 0.25	9 76.94 1.34 13.06 0.23	10 78.06 1.36 11.94 0.21	11 79.00 1.38 11.00 0.19	12 79.82 1.39 10.18 0.18	13 80.54 1.41 9.46 0.17	14 81.18 1.42 8.82 0.15	15 81.78 1.43 8.22 0.14	16 82.37 1.44 7.63 0.13	17 83.03 1.45 6.97 0.12	18 84.60 1.48 5.40 0.09	19 87.25 1.52 2.75 0.05
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados)	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42	3 62.11 1.08 27.89 0.49 27.07	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89	10 78.06 1.36 11.94 0.21 9.74	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes)	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58	3 62.11 1.08 27.89 0.49 27.07 0.47	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28	7 74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19	10 78.06 1.36 11.94 0.21 9.74 0.17	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95 0.14	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados)	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01	3 62.11 1.08 27.89 0.49 27.07 0.47 0.82	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17	10 78.06 1.36 11.94 0.21 9.74 0.17 2.20	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95 0.14 2.23	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados)	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09	3 62.11 1.08 27.89 0.49 27.07 0.47 0.82 0.01	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04	10 78.06 1.36 11.94 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95 0.14 2.23 0.04	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59 0.01	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α radianes) Coeficiente de lift Cl	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17 1.2254	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.99 1.0217	3 62.11 1.08 27.89 0.49 27.07 0.49 0.49 0.49 0.49 0.49 0.82 0.01 0.7063	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820	6 72.01 1.26 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098	8 75.61 1.32 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212	10 78.06 1.36 1.94 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04 0.8240	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255	12 79.82 1.39 10.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04 0.8253	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7898	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59 0.01 0.6847	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α radianes) Coeficiente de lift Cl Coeficiente de drag Cd	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17 1.2254 0.1141	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217 0.0736	3 62.11 1.08 27.89 0.49 27.07 0.49 0.49 0.49 0.49 0.49 0.49 0.49 0.82 0.01 0.7063 0.0636	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554 0.0635	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.0636	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990 0.0638	7 74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098 0.0639	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641	10 78.06 1.36 11.94 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04 0.8240 0.0641	11 79.00 1.38 11.00 8.78 0.19 2.22 0.04 0.8255 0.0642	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.0642	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04 0.8253 0.0642	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.0641	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183 0.0641	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.40 0.8088 0.0639	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7898 0.0637	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.59 0.01 0.6847 0.0637	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704 0.0689
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α radianes) Coeficiente de lift C1 Coeficiente de drag Cd Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17 1.2254 0.1141 0.89	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.58	3 62.11 1.08 27.89 0.49 27.07 0.47 0.82 0.01 0.7063 0.0636 0.27	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554 0.0635 0.25	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.0636 0.21	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990 0.0638 0.19	7 74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098 0.0639 0.16	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640 0.14	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12	10 78.06 1.36 1.94 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04 0.8240 0.0641 0.11	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255 0.0642 0.09	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.0642 0.08	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04 0.8253 0.0642 0.07	14 81.18 1.42 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.0641 0.06	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183 0.0641 0.05	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7898 0.0637 0.03	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.69 0.659 0.01 0.6847 0.0637 0.00	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704 0.0689 -0.05
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (y radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α radianes) Coeficiente de lift C1 Coeficiente de drag Cd Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17 1.2254 0.1141 0.88 0.88	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.88 5.01 0.08 1.0217 0.0736 0.58 0.85	3 62.11 1.08 27.89 0.49 27.07 0.47 0.82 0.01 0.7063 0.0636 0.0636 0.27 0.65	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554 0.0635 0.25 0.72	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.0636 0.21 0.75	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990 0.0638 0.19 0.78	7 74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098 0.0639 0.16 0.80	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640 0.14 0.81	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12 0.81	10 78.06 1.36 1.94 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04 0.8240 0.0641 0.11 0.82	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255 0.0642 0.09 0.82	12 79.82 1.39 10.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.0642 0.08 0.82	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04 0.8253 0.0642 0.0642 0.07 0.82	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.0641 0.06 0.82	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183 0.0641 0.05 0.82	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.00 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.81	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7898 0.0637 0.03 0.79	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.68 0.59 0.01 0.6847 0.0637 0.00 0.69	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704 0.0689 -0.05 0.47
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) Δangulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α radianes) Coeficiente de lift C1 Coeficiente de drag Cd Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor de correccion por perdida en las puntas	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17 1.2254 0.1141 0.89 0.85 0.85	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.58 0.85 0.85	3 62.11 1.08 27.89 0.49 27.07 0.47 0.82 0.01 0.7063 0.0636 0.027 0.65 1.00	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554 0.0635 0.25 0.72 1.00	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.0636 0.21 0.75 1.00	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990 0.0638 0.19 0.78 1.00	7 74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098 0.0639 0.16 0.80 1.00	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640 0.14 0.81 1.00	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12 0.81 1.00	10 78.06 1.36 1.94 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04 0.8240 0.0641 0.0641 0.11 0.82 1.00	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255 0.0642 0.09 0.82 1.00	12 79.82 1.39 10.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.0642 0.08 0.82 1.00	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04 0.8253 0.0642 0.0642 0.07 0.82	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.0641 0.06 0.82 0.082	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183 0.0641 0.05 0.82 0.97	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.00 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.81 0.94	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7898 0.0637 0.03 0.799 0.03	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.68 0.59 0.01 0.6847 0.0637 0.00 0.69 0.69 0.82	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704 0.0689 -0.05 0.47
Número de elementos de pala (de punta a raiz) ángulo viento relativo respecto al eje de rolación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (Φ grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α radianes) Coeficiente de lift Cl Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor led correccion por perdida en las puntas Factor induccion axial (a)	1 38 43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17 1.2254 0.17 1.2254 0.141 0.85 0.85 0.85 0.85	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.88 0.88 0.88 0.88	3 62.11 1.08 27.89 0.49 27.07 0.49 27.07 0.49 0.49 0.49 0.49 0.49 0.62 0.01 0.7063 0.0636 0.27 0.665 1.00 0.37	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554 0.0635 0.25 0.72 1.00 0.36	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.0636 0.21 0.75 1.00 0.35	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990 0.0638 0.19 0.78 1.00 0.34	7 74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098 0.0639 0.16 0.800 1.00 0.34	8 75.61 1.32 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640 0.14 0.81 1.00 0.33	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12 0.81 1.00 0.33	10 78.06 1.36 1.94 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04 0.8240 0.0641 0.11 0.82 1.00 0.32	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255 0.0642 0.09 0.82 1.00 0.32	12 79.82 1.39 10.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.0642 0.08 0.82 1.00 0.32	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04 0.8253 0.0642 0.07 0.82 0.0642 0.07 0.82 0.07 0.82 0.07 0.82 0.07 0.82 0.07 0.82 0.07 0.82 0.07 0.82 0.07 0.82 0.07 0.82 0.07 0.82 0.07 0.82 0.07 0.82 0.07 0.82 0.07 0.82 0.07 0.82 0.07 0.82 0.07 0.82 0.07 0.82 0.07 0.82 0.92 0.07 0.82 0.92 0.07 0.92 0	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.0641 0.06 0.82 0.064 0.82 0.06	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183 0.0641 0.05 0.82 0.97 0.33	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.81 0.94 0.33	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.78 0.03 0.79 0.03 0.79 0.03 0.79	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.68 0.59 0.01 0.6847 0.0637 0.00 0.69 0.82 0.44	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704 0.0689 -0.05 0.47 0.48 0.75
Número de elementos de pala (de punta a raiz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (Φ grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) Coeficiente de lift Cl Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor de correccion por perdida en las puntas Factor induccion axial (a) Factor induccion ángular (a')	1 38 43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17 1.2254 0.1141 0.85 0.85 1.00 0.22 0.37	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.88 0.88 0.88 1.00 0.28 0.21	3 62.11 1.08 27.89 0.49 27.07 0.49 27.07 0.49 0.49 0.49 0.49 0.49 0.49 0.01 0.7063 0.0636 0.27 0.65 1.00 0.37 0.13	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554 0.0635 0.25 0.72 1.00 0.36 0.08	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.0636 0.21 0.75 1.00 0.35 0.06	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990 0.0638 0.19 0.78 1.00 0.78 1.00 0.34 0.04	7 74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.809 0.0639 0.160 0.80 1.00 0.34 0.03	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640 0.14 0.81 1.00 0.33 0.02	9 76.94 1.34 1.306 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.22 0.0641 0.12 0.81 1.00 0.33 0.02	10 78.06 1.36 1.36 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04 0.8240 0.0641 0.0641 0.0641 0.0641 0.11 0.82 1.00 0.32 0.01	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255 0.0642 0.09 0.82 1.00 0.32 0.01	12 79.82 1.39 10.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.0642 0.08 0.82 1.00 0.32 0.01	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04 0.8253 0.0642 0.07 0.82 0.07 0.82 0.07 0.82 0.07	14 81.18 1.42 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.0641 0.0641 0.0641 0.0641 0.0641 0.0641 0.0641 0.0641 0.0641 0.02 0.032	15. 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183 0.0641 0.05 0.82 0.97 0.33 0.00	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.00 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.81 0.0639 0.04 0.81 0.94	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7898 0.037 0.79 0.89 0.36 0.036	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.68 0.59 0.01 0.6847 0.0637 0.00 0.69 0.82 0.44	19 87.25 1.52 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704 0.068 0.47 0.068 0.47 0.068 0.47 0.068 0.47
Número de elementos de pala (de punta a raiz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (ϕ grados) ϕ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) Coeficiente de lift C1 Coeficiente de trag Cd Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor induccion axial (a) Factor induccion áxial (a) Factor induccion áxial (a)	1 38 43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17 1.2254 0.1141 0.89 0.85 0.88 0.85 0.85 0.037 4.48	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.68 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.88 0.88 0.88 0.88 0.021 1.00 0.28 0.21	3 62.11 1.08 27.89 0.49 27.07 0.49 0.62 0.01 0.7063 0.636 0.636 0.636 1.00 0.37 0.37 0.13 5.07	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554 0.02 0.7554 0.035 0.72 1.00 0.36 0.08 5.66	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.0636 0.21 0.75 1.00 0.35 0.06 6.26	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.73 0.790 0.0638 0.790 0.790 0.780 0.790 0.780 0.790 0.780 0.7900 0.7900 0.790000000000	7 74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098 0.163 0.809 0.80 0.80 0.80 0.80 0.80 0.80 0.8	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640 0.14 0.81 1.00 0.33 0.02 7.94	9 76.94 1.34 1.306 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.641 0.6212 0.611 0.12 0.811 0.33 0.02 8.47	10 78.06 1.36 1.1.94 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04 0.8240 0.041 0.822 1.00 0.32 0.01 9.00	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255 0.0642 0.09 0.82 1.00 0.32 0.01 9.53	12 79.82 1.39 0.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.0642 0.0642 0.0642 0.08 0.82 0.08 0.82 0.08 0.82 0.032 0.01	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04 0.8253 0.0642 0.07 0.82 0.0642 0.07 0.82 0.0642 0.07 0.82 0.02 0.02 0.02 0.02 0.02 0.02	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.82 0.041 0.0641 0.82 0.82 0.98 0.32 0.01 11.59	15. 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183 0.0641 0.05 0.82 0.97 0.33 0.00 12.81	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.81 0.83 0.04 0.83 0.04 0.83 0.00 14.58	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7898 0.037 0.798 0.03 0.799 0.36 0.00 15.79	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.69 0.59 0.68 0.68 0.68 0.69 0.69 0.69 0.69 0.69 0.69 0.69 0.69	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704 0.0689 -0.05 0.477 0.47 0.48 0.75 -0.01 1.84
Número de elementos de pala (de punta a raiz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (y radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) Coeficiente de lat C1 Coeficiente de drag C4 Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor induccion axial (a) Factor induccion axial (a) Factor induccion axial (a)_1_1 Factor induccion axial (a)_2_1	1 38 43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17 1.2254 0.1141 0.89 0.86 0.88 0.88 0.037 1.00 0.22 0.37 1.00	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.85 0.85 0.85 0.85 0.21 1.028 0.21 1.246.67 0.25	3 62.11 1.08 27.89 0.49 27.07 0.49 0.49 0.49 0.49 0.49 0.63 0.063 0.0636 0.0636 0.0636 0.0636 0.0636 0.077 0.037 0.13 5.07 0.37	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554 0.035 0.75 0.75 0.72 1.00 0.36 0.08 5.66 0.35	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.0636 0.21 0.75 1.00 0.35 0.065 6.26 0.34	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.790 0.0638 0.19 0.78 1.00 0.034 0.04 6.83 0.34	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098 0.16 0.809 0.16 0.809 0.16 0.809 0.16 0.809 0.16 0.809 0.34 0.03 7.39 0.33	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.04 0.8168 0.04 0.14 0.8168 0.04 0.33 0.02 7.94 0.32	9 76.94 1.34 1.306 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12 0.811 0.12 0.81 0.33 0.02 8.47 0.32	10 78.06 1.36 1.36 0.21 9.74 0.221 0.04 0.8240 0.04 0.8240 0.04 0.8240 0.04 0.8240 0.04 0.04 0.04 0.04 0.04 0.02 0.01 9.00 0.32	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255 0.0642 0.09 0.822 1.00 0.822 1.00 0.32 0.01 9.53 0.31	12 79.82 1.39 0.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.0642 0.0652 0.06420000000000000000000000000000000000	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.04 0.8253 0.0642 0.07 0.8253 0.0642 0.07 0.8253 0.0642 0.07 0.8253 0.0642 0.07 0.8253 0.0642 0.07 0.8253 0.0642 0.07 0.8253 0.0642 0.07 0.8253 0.0642 0.07 0.8253 0.0642 0.07 0.8253 0.0642 0.07 0.07 0.05 0.07 0.07 0.07 0.0320000000000	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.0641 0.823 0.0641 0.82 0.82 0.98 0.32 0.01 11.59 0.31	15, 81,78, 1,43, 8,22, 0,14, 6,09, 0,11, 2,13, 0,04, 0,8183, 0,0641, 0,0641, 0,0641, 0,064, 0,82, 0,97, 0,33, 0,00, 12,81, 0,32,	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.8088 0.04 0.8088 0.04 0.8088 0.807 0.808 0.808 0.808 0.808 0.808 0.808 0.808 0.808 0.808 0.808	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7898 0.037 0.03 0.7898 0.037 0.03 0.799 0.36 0.00 15.79 0.38	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.69 0.69 0.69 0.68 0.69 0.69 0.69 0.69 0.69 0.69 0.69 0.69	19 87.25 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 0.03 0.4704 0.0689 -0.05 0.470 0.047 0.047 0.47 0.47 0.48 0.75 -0.01 1.84
Número de elementos de pala (de punta a raiz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (ψ grados) (y radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (ψ grados) ϕ (radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (ϕ grados) ϕ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α radianes) Coeficiente de itft Cl Coeficiente de torgue en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor induccion axial (a) Factor induccion axial (a) Factor induccion axial (a) Factor induccion axial (a) 1 Factor induccion axial (a) Y Factor induccion axial (a) Nuevo	1 38 43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17 1.2254 0.1141 0.89 0.86 1.002 0.37 4.48 0.13 0.22	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.85 0.85 0.85 0.85 0.21 1246.67 0.25 0.28	3 62.11 1.08 27.89 0.49 27.07 0.47 0.82 0.01 0.7063 0.063 0.063 0.063 0.063 0.063 0.063 0.07 0.03 0.03 0.13 0.13 0.037	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554 0.0635 0.25 0.72 1.00 0.35 0.08 5.66 0.35 0.35 0.35	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.063 0.21 0.75 1.00 0.35	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990 0.0638 0.19 0.790 1.00 0.0638 0.19 0.78 1.00 0.03 0.04 0.04 0.04 0.34	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098 0.0639 0.16 0.809 1.00 0.809 0.16 0.80 1.00 0.34 0.03 7.39 0.33 0.34	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640 0.8168 0.0640 0.14 0.81 0.81 0.81 0.81 0.81 0.02 7.94 0.32 0.33	9 76.94 1.34 1.306 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12 0.811 0.12 0.81 0.033 0.02 8.47 0.32 0.33	10 78.06 1.36 1.36 0.21 9.74 0.77 2.20 0.04 0.8240 0.0641 0.0641 0.0641 0.082 1.00 0.822 0.01 9.00 0.32 0.32	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255 0.0642 0.09 0.82 1.00 0.82 1.00 0.82 1.00 0.953 0.31 0.32	12 79.82 1.39 10.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.820 0.0642 0.0642 0.08 0.82 1.00 0.32	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.04 0.8253 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.064 0.07 0.082 0.064 0.07 0.082 0.064 0.07 0.07 0.082 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.0	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.0641 0.06 0.82 0.082 0.082 0.082 0.082 0.01 11.59 0.31 0.32	15. 81.78. 1.43. 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183 0.0641 0.05 0.82 0.97 0.97 0.97 0.97 0.97 0.97 0.97 0.97	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.808 0.0639 0.04 0.81 0.94 0.33	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7898 0.0637 0.03 0.799 0.89 0.36 0.00 15.79 0.38 0.38	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.69 0.68 0.59 0.01 0.6847 0.0637 0.6847 0.0637 0.6847 0.6847 0.6847 0.6847 0.6847 0.6847 0.6847 0.6847 0.6847 0.6847 0.6847 0.6847 0.6847 0.685 0.6847 0.685 0.6847 0.685 0.68	19 87.25 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704 0.0689 -0.05 0.470 4.47 0.0689 -0.05 0.470 0.470 0.470 0.470 0.470 0.470
Número de elementos de pala (de punta a raiz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (y radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) Coeficiente de itft Cl Coeficiente de torgue en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor induccion axial (a) Factor induccion axial (a) 1 Factor induccion axial (a) 1 Factor induccion axial (a) Nuevo Factor induccion ángular (a') Nuevo	1 38 43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17 1.2254 0.1141 0.89 0.85 1.00 0.85 1.00 0.37 4.4.86 0.13 0.22 0.37	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.85 0.85 0.85 1.026 0.85 1.026 0.21	3 62.11 1.08 27.89 0.49 27.07 0.47 0.82 0.01 0.7063 0.063 0.063 0.063 0.063 0.063 0.063 0.037 0.037 0.37 0.37	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554 0.0635 0.25 0.72 1.00 0.635 0.72 1.00 0.08 5.66 0.35 0.35 0.35	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.063 0.21 0.75 1.00 0.063 0.21 0.75 0.063 0.06	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990 0.0638 0.19 0.790 0.0638 0.19 0.78 1.00 0.0638 0.19 0.78 0.04 0.04 0.04 0.04	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098 0.0639 0.16 0.809 1.00 0.03 7.39 0.33 0.34 0.03	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640 0.8168 0.0640 0.14 0.81 0.81 0.03 0.02 7.94 0.32 0.33 0.02	9 76.94 1.34 1.306 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12 0.811 0.033 0.02 8.47 0.32 0.33 0.02	10 78.06 1.36 1.36 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04 0.8240 0.0641 0.0641 0.0641 0.082 1.00 0.822 0.01 9.00 0.32 0.32 0.32	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255 0.0642 0.09 0.82 1.00 0.82 1.00 0.82 1.00 0.953 0.01 9.53 0.31 0.32 0.01	12 79.82 1.39 10.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.0642 0.08 0.82 1.00 0.82 1.00 0.82 1.00 0.31 0.31 0.32 0.01	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.04 0.8253 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.064 0	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.0641 0.8230 0.0641 0.82 0.98 0.32 0.01 11.59 0.31 0.32 0.01	15. 81.78 1.43 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183 0.0641 0.05 0.82 0.97 0.97 0.97 0.97 0.97 0.97 0.97 0.97	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.808 0.04 0.81 0.94 0.94 0.33 0.00	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7898 0.0637 0.03 0.79 0.89 0.063 0.79 0.36 0.00 15.79 0.38 0.36 0.00	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.59 0.01 0.6847 0.0637 0.6847 0.0637 0.6847 0.0637 0.6847 0.6847 0.063 0.684 0.684 0.684 0.684 0.684 0.69 0.644 0.00	19 87.25 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704 0.0689 -0.05 0.47 0.47 0.47 0.47 0.47 0.47 0.47 0.47
Número de elementos de pala (de punta a raiz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) Coeficiente de lift C1 Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor induccion axial (a) Factor induccion axial (a) 1 Factor induccion axial (a) 2 Factor induccion ángular (a') Factor induccion ángular (a') Nuevo Factor induccion ángular (a') Nuevo	1 38 43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17 1.2254 0.1141 0.89 0.85 1.00 0.22 0.37 4.48 0.13 0.22 0.37	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.85 0.85 0.85 0.85 0.85 0.85 0.21 -1246.67 0.25 0.25 0.25 0.25	3 62.11 1.08 27.89 0.49 27.07 0.47 0.82 0.01 0.7063 0.063 0.063 0.063 0.063 0.063 0.063 0.05 1.00 0.13 5.07 0.37 0.37 0.37	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554 0.0635 0.25 0.72 1.00 0.635 0.72 0.0635 0.72 0.0635 0.72 0.063 0.75 0.72 0.0635 0.72 0.063 0.75 0.72 0.063 0.75 0.72 0.063 0.75 0.72 0.063 0.75 0.72 0.063 0.75 0.72 0.063 0.75 0.72 0.063 0.75 0.72 0.063 0.75 0.72 0.063 0.75 0.72 0.063 0.75 0.72 0.063 0.75 0.72 0.063 0.75 0.72 0.063 0.75 0.72 0.063 0.75 0.72 0.063 0.75 0.72 0.063 0.06 0.	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.063 0.21 0.75 1.00 0.75 1.00 0.75 0.05 0.05 0.34 0.35 0.06	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990 0.0638 0.7990 0.0638 0.7990 0.0638 0.7990 0.07900 0.0638 0.7990 0.0638 0.7990 0.0638 0.7990 0.0638 0.004 0.044 0.044 0.044	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098 0.0639 0.16 0.809 0.0639 0.16 0.800 1.00 0.03 7.39 0.33 0.34 0.03 0.34 0.03	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640 0.14 0.81 1.00 0.81 0.03 0.02 7.94 0.32 0.33 0.02 0.33 0.02	9 76.94 1.34 1.306 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.8212 0.0641 1.00 0.83 0.02 8.47 0.33 0.02 8.47 0.33 0.02	10 78.06 1.36 1.36 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04 0.8240 0.0641 0.8240 0.0641 0.182 1.00 0.32 0.01 9.00 0.32 0.32 0.32	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255 0.0642 0.09 0.82 1.00 0.82 1.00 0.82 1.00 0.9 0.82 1.00 0.03 1.00 0.03 1.00 0.01 9.53 0.31 0.32 0.01 0.32	12 79.82 1.39 10.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.820 0.0642 0.08 0.82 1.00 0.82 1.00 0.82 1.00 0.032 0.01 0.31 0.32 0.01	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.04 0.8253 0.0642 0.07 0.82 0.0642 0.07 0.82 0.0642 0.07 0.82 0.0642 0.07 0.82 0.0642 0.07 0.82 0.001	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.0641 0.8230 0.0641 0.82 0.082 0.082 0.02 0.02 0.01 11.59 0.31 0.32 0.01	15. 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183 0.0641 0.05 0.82 0.97 0.97 0.97 0.03 0.00 12.81 0.32 0.33 0.00 0.33	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.81 0.81 0.94 0.81 0.94 0.83 0.00 0.33 0.00 0.33 0.00	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7898 0.0637 0.03 0.79 0.89 0.03 0.79 0.89 0.00 15.79 0.38 0.38 0.36 0.00 0.	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.68 0.59 0.01 0.6847 0.0637 0.6647 0.0637 0.6647 0.6647 0.6647 0.6647 0.663 0.664 0.665 0.664 0.	19 87.25 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704 0.0689 -0.05 0.470 0.47 0.47 0.47 0.47 0.47 0.47 0.4

Tabla 45. Cálculo 27 y 28 de los factores de inducción axial y tangencial.

Número de elementos de pala (de punta a raíz)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados)	38.43	51.57	61.95	66.27	69.50	72.01	74.00	75.61	76.94	78.06	79.00	79.82	80.54	81.18	81.78	82.37	83.03	84.60	87.25
(y radianes)	0.67	0.90	1.08	1.16	1.21	1.26	1.29	1.32	1.34	1.36	1.38	1.39	1.41	1.42	1.43	1.44	1.45	1.48	1.52
ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados)	51.57	38.43	28.05	23.73	20.50	17.99	16.00	14.39	13.06	11.94	11.00	10.18	9.46	8.82	8.22	7.63	6.97	5.40	2.75
φ (radianes)	0.90	0.67	0.49	0.41	0.36	0.31	0.28	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.09	0.05
ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados)	41.85	33.42	27.07	22.35	18.81	16.10	13.97	12.28	10.89	9.74	8.78	7.95	7.25	6.63	6.09	5.61	5.19	4.81	4.31
β (radianes)	0.73	0.58	0.47	0.39	0.33	0.28	0.24	0.21	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.08
ángulo de incidencia de diseño (α grados)	9.72	5.01	0.98	1.38	1.69	1.89	2.03	2.11	2.17	2.20	2.22	2.23	2.22	2.19	2.13	2.01	1.78	0.59	-1.56
ángulo de incidencia de diseño (α radianes)	0.17	0.09	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.01	-0.03
Coeficiente de lift Cl	1.2254	1.0217	0.7201	0.7554	0.7820	0.7990	0.8098	0.8168	0.8212	0.8240	0.8255	0.8260	0.8253	0.8230	0.8183	0.8088	0.7898	0.6847	0.4704
Coeficiente de drag Cd	0.1141	0.0736	0.0635	0.0635	0.0636	0.0638	0.0639	0.0640	0.0641	0.0641	0.0642	0.0642	0.0642	0.0641	0.0641	0.0639	0.0637	0.0637	0.0689
Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct	0.89	0.58	0.28	0.25	0.21	0.19	0.16	0.14	0.12	0.11	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.00	-0.05
Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn	0.85	0.85	0.67	0.72	0.75	0.78	0.80	0.81	0.81	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.81	0.79	0.69	0.47
Factor de correccion por perdida en las puntas	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	0.98	0.97	0.94	0.89	0.82	0.48
Factor induccion axial (a)	0.22	0.28	0.37	0.36	0.35	0.34	0.34	0.33	0.33	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.33	0.33	0.36	0.44	0.75
Factor induccion ángular (a')	0.37	0.21	0.13	0.08	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01
Factor induccion axial (a)_1_1	-4.48	-1246.67	4.99	5.66	6.26	6.83	7.39	7.94	8.47	9.00	9.53	10.10	10.75	11.59	12.81	14.58	15.79	5.54	1.84
Factor induccion axial (a) 2 1	0.13	0.25	0.37	0.35	0.34	0.34	0.33	0.32	0.32	0.32	0.31	0.31	0.31	0.31	0.32	0.34	0.38	0.48	0.72
Factor induccion axial (a) Nuevo	0.22	0.28	0.37	0.36	0.35	0.34	0.34	0.33	0.33	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.33	0.33	0.36	0.48	0.72
Factor induccion ángular (a') Nuevo	0.37	0.21	0.13	0.08	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.0141
Error respecto al anterior a	0.0%	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Error respecto al anterior a'	0.0%	0.0%	2.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Número de elementos de pala (de punta a raíz)	<u>1</u>	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ánquio viento relativo respecto al eje de rotación (y grados)	1 38.43	2 51.57	3 62.09	4 66.27	5 69.50	6 72.01	74.00	8 75.61	9 76.94	10 78.06	11 79.00	12 79.82	13 80.54	14 81.18	15 81.78	16 82.37	17 83.03	18 84.60	19 87.25
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (y grados)	1 38.43 0.67	2 51.57 0.90	3 62.09 1.08	4 66.27 1.16	5 69.50 1.21	6 72.01 1.26	7 74.00 1.29	8 75.61 1.32	9 76.94 1.34	10 78.06	11 79.00 1.38	12 79.82 1.39	13 80.54 1.41	14 81.18 1.42	15 81.78 1.43	16 82.37 1.44	17 83.03 1.45	18 84.60 1.48	19 87.25 1.52
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados)	1 38.43 0.67 51.57	2 51.57 0.90 38.43	3 62.09 1.08 27.91	4 66.27 1.16 23.73	5 69.50 1.21 20.50	6 72.01 1.26 17.99	7 74.00 1.29	8 75.61 1.32 14.39	9 76.94 1.34 13.06	10 78.06 1.36 11.94	11 79.00 1.38 11.00	12 79.82 1.39 10.18	13 80.54 1.41 9.46	14 81.18 1.42 8.82	15 81.78 1.43 8.22	16 82.37 1.44 7.63	17 83.03 1.45 6.97	18 84.60 1.48 5.40	19 87.25 1.52 2.75
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes)	1 38.43 0.67 51.57 0.90	2 51.57 0.90 38.43 0.67	3 62.09 1.08 27.91 0.49	4 66.27 1.16 23.73 0.41	5 69.50 1.21 20.50 0.36	6 72.01 1.26 17.99 0.31	7 74.00 1.29 16.00 0.28	8 75.61 1.32 14.39 0.25	9 76.94 1.34 13.06 0.23	10 78.06 1.36 11.94 0.21	11 79.00 1.38 11.00 0.19	12 79.82 1.39 10.18 0.18	13 80.54 1.41 9.46 0.17	14 81.18 1.42 8.82 0.15	15 81.78 1.43 8.22 0.14	16 82.37 1.44 7.63 0.13	17 83.03 1.45 6.97 0.12	18 84.60 1.48 5.40 0.09	19 87.25 1.52 2.75 0.05
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados)	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42	3 62.09 1.08 27.91 0.49 27.07	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10	7 74.00 1.29 16.00 0.28 13.97	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89	10 78.06 1.36 11.94 0.21 9.74	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes)	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58	3 62.09 1.08 27.91 0.49 27.07 0.47	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19	10 78.06 1.36 11.94 0.21 9.74 0.17	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95 0.14	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados)	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01	3 62.09 1.08 27.91 0.49 27.07 0.47 0.84	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17	10 78.06 1.36 11.94 0.21 9.74 0.17 2.20	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95 0.14 2.23	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) fangulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados)	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09	3 62.09 1.08 27.91 0.49 27.07 0.47 0.84 0.01	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03	6 72.01 1.26 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04	10 78.06 1.36 11.94 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95 0.14 2.23 0.04	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59 0.01	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) Coeficiente de lift Cl	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17 1.2254	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217	3 62.09 1.08 27.91 0.49 27.07 0.47 0.84 0.01 0.7079	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 1.69 0.03 0.7820	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990	7 74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212	10 78.06 1.36 11.94 9.74 9.74 0.17 2.20 0.04 0.8240	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04 0.8253	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7898	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59 0.01 0.6847	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) cangulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α radianes) Coeficiente de lift Cl Coeficiente de drag Cd	1 38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17 1.2254 0.1141	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217 0.0736	3 62.09 1.08 27.91 0.49 27.07 0.47 0.84 0.01 0.7079 0.0636	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554 0.0635	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 1.69 0.03 0.7820 0.0636	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990 0.0638	7 74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098 0.0639	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641	10 78.06 1.36 1.94 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04 0.8240 0.0641	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255 0.0642	12 79.82 1.39 10.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.0642	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04 0.8253 0.0642	14 81.18 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.0641	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183 0.0641	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088 0.0639	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7898 0.0637	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59 0.01 0.6847 0.0637	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704 0.0689
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) Coeficiente de lift C1 Coeficiente de drag Cd Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct	38.43 0.67 51.57 0.90 41.85 0.73 9.72 0.17 1.2254 0.1141 0.88	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.58	3 62.09 1.08 27.91 0.49 27.07 0.49 27.07 0.84 0.01 0.7079 0.0636 0.28	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554 0.0635 0.25	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.0636 0.021	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990 0.0638 0.19	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098 0.0639 0.16	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640 0.14	9 76.94 1.34 1.34 0.23 0.99 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12	10 78.06 1.36 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04 0.8240 0.0641 0.011	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255 0.0642 0.09	12 79.82 1.39 10.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.0642 0.08	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04 0.8253 0.0642 0.07	14 81.18 1.42 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.0641 0.06	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183 0.0641 0.05	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7898 0.0637 0.03	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59 0.01 0.6847 0.0637 0.00	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704 0.0689 -0.05
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de tivist respecto al plano de rotación (Φ grados) β (radianes) ángulo de tivist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) Coeficiente de lift C1 Coeficiente de drag Cd Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn	1 38,43 0,67 51,57 41,86 0,90 41,86 0,90 41,86 0,90 7,3 7,72 0,73 0,73 0,73 0,73 0,73 0,73 0,73 0,73	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.58 0.85	3 62.09 1.08 27.91 0.49 27.07 0.49 0.49 0.01 0.7079 0.0636 0.28 0.66	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554 0.0635 0.25 0.72	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.0636 0.21 0.75	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990 0.0638 0.19 0.78	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098 0.0639 0.0639	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8166 0.0640 0.14 0.81	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12 0.81	10 78.06 1.36 11.94 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04 0.8240 0.0641 0.0641 0.11 0.82	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255 0.0642 0.09 0.82	12 79,82 1,39 10,18 7,95 0,14 2,23 0,04 0,8260 0,0642 0,08 0,082	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04 0.8253 0.0642 0.07 0.82	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.0641 0.06 0.82	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183 0.0641 0.05 0.82	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.81	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7898 0.0637 0.03 0.79	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.59 0.01 0.6847 0.0637 0.00 0.69	19 87.25 1.52 2.75 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704 0.0689 -0.05 0.47
Número de elementos de pala (de punta a raíz) angulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (Φ grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) Coeficiente de lift C1 Coeficiente de drag Cd Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor de correccion por perdida en las puntas	1 38,43 0,67 51,57 9,00 41,86 0,73 9,72 0,17 1,2254 0,174 1,2254 0,144 0,885 0,885	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.58 0.85 1.00	3 62.09 1.08 27.91 0.49 27.07 0.44 0.01 0.7079 0.0636 0.28 0.66 1.00	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554 0.0635 0.25 0.72 1.00	5 69,50 1,21 20,50 0,36 18,81 0,33 1,69 0,03 0,7820 0,0636 0,21 0,75 1,00	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990 0.0638 0.19 0.78 1.00	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.808 0.0639 0.0639 0.16 0.80	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640 0.14 0.81 1.00	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12 0.81 1.00	10 78.06 1.36 11.94 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04 0.8240 0.0641 0.0641 0.11 0.82 1.00	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.04 0.8255 0.0642 0.09 0.82 0.09 0.82 1.00	12 79.82 1.39 10.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.0642 0.08 0.82 1.00	13 80,54 1,41 9,46 0,17 7,25 0,13 2,22 0,04 0,8253 0,0642 0,077 0,82 0,072	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.0641 0.066 0.82 0.082	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183 0.0641 0.065 0.82 0.97	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.81 0.81 0.94	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.7898 0.0637 0.03 0.79 0.89	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.05 0.01 0.6847 0.0637 0.0637 0.000 0.69 0.82	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704 0.0689 -0.05 0.47 0.48
Número de elementos de pala (de punta a raíz) angulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (Φ grados) β (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) Coeficiente de lift C1 Coeficiente de drag Cd Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor de correccion por perdida en las puntas Factor induccion axial (a)	1 38,43 0,67 51,57 9,00 41,86 0,73 9,72 0,17 1,2254 0,17 1,2254 0,141 0,88 0,88 0,88 0,88 0,88 0,88	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.68 0.85 1.00 0.28	3 62.09 1.08 27.91 0.49 27.07 0.47 0.84 0.01 0.7079 0.0636 0.28 0.66 1.00 0.37	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554 0.0635 0.25 0.72 1.00 0.36	5 69,50 1,21 20,50 0,36 18,81 0,33 1,69 0,03 0,7820 0,0636 0,21 0,75 1,00 0,35	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.790 0.0638 0.19 0.78 1.00 0.78	74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.8098 0.0639 0.0639 0.0639 0.0639 0.0639 0.0639 0.0639	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640 0.14 0.81 1.00 0.33	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17 0.041 0.8212 0.0641 0.12 0.061 1.00 0.33	10 78.06 1.36 11.94 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04 0.8240 0.0641 0.8240 0.0641 0.8240 0.0641 0.11 0.82 1.00 0.32	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255 0.0642 0.09 0.825 0.0642 0.09 0.825 0.0642	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.820 0.820 0.82 0.08 0.82 1.00 0.32	13 80,54 1,41 9,46 0,17 7,25 0,13 2,22 0,04 0,8253 0,0642 0,07 0,82 0,07 0,82 0,07 0,82 0,07 0,82 0,07 0,82 0,07 0,82 0,07 0,82 0,07 0,82 0,07 0,82 0,07 0,82 0,07 0,82 0,07 0,07 0,82 0,07 0,0	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.0641 0.066 0.82 0.082 0.088	15 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183 0.0641 0.065 0.82 0.97 0.33	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.81 0.81 0.94 0.33	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.09 1.78 0.03 0.7898 0.0637 0.03 0.79 0.03 0.79 0.36	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.68 0.6847 0.0637 0.0637 0.067 0.069 0.69 0.82 0.44	19 87.25 1.52 2.75 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704 0.0689 -0.05 0.47 0.48 0.75
Número de elementos de pala (de punta a raíz) angulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) Coeficiente de lift C1 Coeficiente de drag Cd Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor de correccion por perdida en las puntas Factor induccion axial (a) Factor induccion ángular (a')	1 38,43 0,67 51,57 9,90 41,86 0,73 9,72 0,17 1,2254 0,1141 0,88 0,885 0,885 0,885 0,885 0,885 0,885 0,885 0,885 0,885 0,885 0,885 0,902 0,07 0,07 0,07 0,07 0,00 0,07 0,000 0,000000	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.65 1.00 0.85 1.00 0.28 0.21	3 62.09 1.08 27.91 0.49 27.07 0.47 0.84 0.01 0.7079 0.0636 0.28 0.66 1.00 0.37 0.13	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554 0.0635 0.0635 0.0635 0.72 1.00 0.36 0.08	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.33 0.7820 0.7820 0.75 1.00 0.35 0.063	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.799 0.03 0.799 0.78 0.04	7 74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.809 0.0639 0.004 0.06390000000000000000000000000000000000	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640 0.8168 0.0640 0.14 0.81 1.00 0.33 0.02	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.0641 0.12 0.061 0.061 0.061 0.061 0.033 0.02	10 78.06 1.36 11.94 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04 0.8240 0.0641 0.8240 0.0641 0.8240 0.0641 0.82 0.01	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255 0.0642 0.0642 0.09 0.82 0.09 0.82 0.09 0.82 0.09 0.82 0.00 0.82 0.00	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.8260 0.8260 0.82 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.02 0.02 0.01	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04 0.825 0.0642 0.0642 0.07 0.82 0.0642 0.07 0.82 0.099 0.32 0.01	14. 81.18. 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.0641 0.06 0.82 0.064 0.82 0.064 0.82 0.064 0.82 0.06 0.82 0.02 0.01	15. 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183 0.065 0.82 0.97 0.33 0.00	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.81 0.81 0.94 0.33 0.00	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.09 1.78 0.03 0.7898 0.03 0.79 0.03 0.79 0.36 0.00	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.6847 0.0637 0.0637 0.067 0.067 0.069 0.682 0.069	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704 0.0689 -0.05 0.477 0.48 0.75 -0.01
Número de elementos de pala (de punta a raíz) angulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) Coeficiente de lift C1 Coeficiente de drag Cd Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor de correccion por perdida en las puntas Factor induccion ángular (a') Factor induccion axial (a)_1_1	1 38,43 0,67 51,57 0,90 41,86 0,73 9,72 0,17 1,2254 0,1141 0,88 0,885 0,885 0,885 0,885 0,885 0,889 0,885 0,889 0,885 0,889 0,890 0,73 0,73 0,73 0,73 0,73 0,73 0,73 0,7	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.685 0.685 1.00 0.85 1.00 0.28 0.21 1.246.67	3 62.09 1.08 27.91 0.49 27.07 0.44 0.04 0.04 0.04 0.063 0.063 0.063 0.066 1.00 0.37 0.13 5.06	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554 0.0635 0.25 0.7554 0.0635 0.72 1.00 0.36 0.08 5.66	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.7820 0.75 1.00 0.75 1.00 0.35 0.06 6.26	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.790 0.03 0.790 0.0638 0.19 0.78 1.00 0.78 1.00 0.78 0.04 6.83	7 74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.809 0.0639 0.0639 0.0639 0.0639 0.0639 0.0639 0.0639 0.0639 0.0639 0.0639 0.0639 0.0639 0.054 0.054 0.054 0.055 0.0	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640 0.640 0.641 0.681 1.00 0.681 1.00 0.33 0.02 7.94	9 76.94 1.34 13.06 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12 0.81 1.00 0.33 0.02 8.47	10 78.06 1.36 9.74 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04 0.8240 0.04 0.8240 0.0641 0.82 1.00 0.682 1.00 0.32 0.011 9.00	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255 0.0642 0.0642 0.009 0.82 0.09 0.82 0.09 0.82 0.09 0.82 0.09 0.82 0.09 0.82 0.09 0.82 0.09 0.82 0.09 0.82 0.09 0.82 0.09 0.82 0.09 0.82 0.09 0.82 0.09 0.82 0.00 0.93 0.04 0.04 0.04 0.04 0.04 0.04 0.04 0.0	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.8260 0.0642 0.0642 0.0642 1.000 0.82 1.000 0.32 0.011	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.04 0.8253 0.0642 0.07 0.825 0.07 0.82 0.07 0.82 0.07 0.82 0.07 0.82 0.07 0.82 0.07 0.82 0.07 0.82 0.07 0.82 0.07 0.82 0.07 0.82 0.07 0.07 0.07 0.07 0.07 0.07 0.07 0.0	14. 81.18. 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.064 0.062 0.064 0.062 0.062 0.02 0.02 0.021 0.01 11.59	15. 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.8183 0.065 0.82 0.97 0.33 0.00 12.81	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04 0.808 0.0639 0.04 0.81 0.94 0.33 0.00 14.58	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.09 1.78 0.03 0.7898 0.0637 0.03 0.79 0.03 0.79 0.03 0.79 0.36 0.00 15.79	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.08 0.09 0.00 0.684 0.0637 0.000 0.687 0.000 0.687 0.000 0.682 0.441 0.000 5.54	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.470 0.0689 -0.05 0.477 0.48 0.75 -0.01 1.84
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) Coeficiente de lift C1 Coeficiente de drag Cd Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor induccion axial (a) Factor induccion ángular (a') Factor induccion ángular (a) Factor induccion axial (a)_1 Factor induccion axial (a)_2,1	1 38,43 0,67 51,57 0,90 41,85 0,73 9,72 0,17 1,2254 0,17 1,2254 0,17 1,2254 0,17 1,2254 0,17 0,89 0,88 0,88 0,88 0,88 0,08 0,08 0,07 0,07	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.58 0.68 0.68 0.68 0.07 0.07 0.07 0.07 0.07 0.09 1.0217 0.09 1.0217 0.09 1.0217 0.09 1.0217 0.09 1.0217 0.09 1.0217 0.09 1.0217 0.05 1.0217 1.025 1.025 1.025 1.025 1.025 1.025 1.025 1.025 1.025 1.025 1.05	3 62.09 1.08 27.91 0.49 27.07 0.49 0.49 0.49 0.49 0.49 0.49 0.49 0.49	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554 0.0554 0.25 0.72 1.00 0.36 0.36 0.36 0.35	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.33 0.7820 0.7820 0.7820 0.7820 0.7820 0.35 0.065 6.26 0.34	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990 0.7990 0.7990 0.7990 0.7990 0.7990 0.7990 0.034 0.04 0.34 0.04 6.83 0.34	7 74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.009 0.04 0.009 0.04 0.009 0.04 0.009 0.04 0.009 0.04 0.009 0.04 0.009 0.04 0.009 0.04 0.000 0.04 0.000 0.04 0.000 0.0400000000	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8640 0.04 0.14 0.8640 0.14 0.8640 0.14 0.8640 0.33 0.02 7.94 0.32	9 76.94 1.34 1.306 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12 0.0641 0.12 0.0641 0.12 0.033 0.02 8.47 0.32	10 78.06 1.36 1.36 9.74 0.21 9.74 0.17 2.20 0.04 0.024 0.024 0.024 0.024 0.024 0.024 0.021 0.024 0.021 0.021	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.02 0.04 0.8255 0.0642 0.0255 0.0642 0.0255 0.0642 0.025 0.0	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.8260 0.0642 0.0642 0.08 0.82 0.08 0.82 0.08 0.82 0.08 0.82 0.08 0.82 0.08 0.02 0.01 0.01 0.01 0.03	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.01 0.22 0.04 0.825 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.02 0.02 0.02 0.02 0.02 0.02 0.03	14 81.18 0.15 6.63 0.15 2.19 0.04 0.8230 0.0641 0.0641 0.0641 0.0641 0.0641 0.0641 0.0641 0.0641 0.0641 0.02 0.32 0.32 0.32	15. 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.818 0.04 0.818 0.04 0.883 0.04 0.883 0.04 0.883 0.04 0.33 0.005 0.33 0.000 12.81 0.32	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.808 0.0639 0.04 0.81 0.94 0.33 0.000 14.58 0.34	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.78 0.03 0.79 0.637 0.79 0.637 0.79 0.36 0.00 15.79 0.38	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.68 0.59 0.01 0.684 0.684 0.684 0.682 0.682 0.44 0.00 5.54 0.48	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.470 0.065 0.47 0.05 0.47 0.48 0.75 -0.01 1.84 0.72
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) Coeficiente de lift C1 Coeficiente de torgue en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor induccion axial (a) Factor induccion ángular (a') Factor induccion axial (a)_1_1 Factor induccion axial (a)_2_1 Factor induccion axial (a) Nuevo	1 38,43 0,67 51,57 0,90 41,85 0,73 9,72 0,17 1,2254 0,1141 0,88 0,88 0,88 0,88 0,13 0,88 0,037 4,448 0,13 0,22	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217 0.0736 0.58 0.0736 0.88 0.88 0.88 0.021 1.246.67 0.25 0.28	3 62.09 1.08 27.91 0.49 27.07 0.44 0.01 0.08 0.06 0.08 0.66 1.00 0.37 0.37 0.37	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554 0.063 0.7554 0.063 0.7554 0.065 0.7554 0.36 0.36 0.35 0.36	5 69.50 1.21 20.50 0.36 18.81 0.33 1.69 0.33 0.7820 0.7820 0.7820 0.7820 0.7820 0.35 0.06 6.26 0.34 0.35	6 72.01 1.26 17.99 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990 0.7990 0.7990 0.7990 0.7990 0.7990 0.7990 0.7990 0.7990 0.34 0.34 0.34	7 74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.003 0.04 0.003 0.04 0.030 0.030 0.34	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640 0.8168 0.0640 0.14 0.8168 0.033 0.02 7.94 0.33	9 76.94 1.34 1.306 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.122 0.81 1.00 0.33 0.02 8.47 0.32 0.33	10 78.06 1.36 1.36 9.74 0.21 9.74 0.21 9.74 0.24 0.04 0.04 0.024 0.04 0.04 0.04 0.	11 79.00 1.38 11.00 0.19 8.78 0.15 2.22 0.04 0.255 0.0642 0.0255 0.0642 0.0255 0.0642 0.0255 0.0642 0.025 0.025 0.025 0.025 0.0210000000000	12 79.82 1.39 10.18 0.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.8260 0.82 0.0642 0.08 0.82 1.00 0.32 0.01 10.10 0.331	13 80.54 1.41 9.46 0.17 7.25 0.13 2.22 0.04 0.825 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.025 0.32 0.01 10.75 0.31 0.32	14 81.18 1.42 8.82 0.15 6.63 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.04 0.8230 0.04 0.8230 0.04 0.8230 0.04 0.8230 0.04 0.8230 0.04 0.825 0.32 0.32	15. 81.78 1.43 8.22 0.14 6.09 0.11 2.13 0.04 0.883 0.04 0.883 0.04 0.883 0.05 0.82 0.97 0.33 0.00 12.81 0.32 0.33	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.808 0.0639 0.04 0.81 0.83 0.001 14.58 0.34 0.33	17 83.03 1.45 6.97 0.12 5.19 0.09 1.78 0.03 0.79 0.637 0.689 0.36 0.36 0.36 0.38 0.38 0.38 0.38	18 84.60 1.48 5.40 0.09 4.81 0.68 0.59 0.01 0.6847 0.6847 0.687 0.687 0.687 0.687 0.682 0.441 0.000 5.54 0.48	19 87.25 1.52 2.75 0.05 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.470 0.065 0.47 0.48 0.75 -0.01 1.84 0.72 0.72
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (γ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de twist respecto al plano de rotación (β grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) ángulo de incidencia de diseño (α grados) Coeficiente de lift C1 Coeficiente de torgue en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor induccion axial (a) Factor induccion ángular (a') Factor induccion axial (a)_1_1 Factor induccion axial (a) Factor induccion axial (a) Factor induccion axial (a) Factor induccion axial (a) Nuevo Factor induccion ángular (a')	1 38,43 0,67 51,57 0,90 41,85 0,73 9,72 0,17 1,2254 0,1141 0,89 0,89 0,89 0,89 0,89 0,89 0,89 0,89	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.58 5.01 0.09 1.0217 0.076 0.58 0.85 1.00 0.85 0.21 1.246.67 0.25 0.25 0.28 0.21	3 62.09 1.08 27.91 0.49 27.07 0.44 0.01 0.7079 0.036 0.036 1.00 0.37 0.13 5.06 0.37 0.13	4 66.27 1.16 23.73 0.41 22.35 0.39 1.38 0.02 0.7554 0.063 0.25 0.7554 0.063 0.25 0.7554 0.065 0.36 0.35 0.36 0.36 0.36 0.36 0.36 0.36 0.36 0.36 0.36 0.36 0.36 0.36 0.36 0.36 0.35 0.36 0.36 0.36 0.36 0.36 0.35 0.36 0.36 0.36 0.36 0.36 0.35 0.36 0.3	5 69.50 1.21 20.50 1.88 0.33 1.69 0.03 0.7820 0.063 0.21 0.75 1.00 0.35 0.06 6.26 0.34 0.35 0.06	6 72.01 1.26 1.26 0.31 16.10 0.28 1.89 0.03 0.7990 0.0638 0.19 0.78 1.00 0.78 1.00 0.34 0.34 0.34 0.34 0.34 0.34	7 74.00 1.29 16.00 0.28 13.97 0.24 2.03 0.04 0.009 0.04 0.009 0.04 0.009 0.04 0.009 0.04 0.009 0.04 0.03 0.03 0.03 0.03 0.03 0.03 0.03	8 75.61 1.32 14.39 0.25 12.28 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.040 0.8168 0.040 0.41 0.8168 0.040 0.33 0.04 0.33 0.02 7.94 0.33 0.02	9 76.94 1.34 1.34 1.34 0.23 10.89 0.19 2.17 0.04 0.82 12 0.0641 0.12 0.81 1.00 0.33 0.22 8.47 0.33 0.02	10 78.06 1.36 1.36 0.21 9.74 0.77 2.20 0.04 0.024 0.0641 0.82 1.00 0.32 0.32 0.32 0.32 0.32	11 79.00 1.38 10.09 8.78 0.15 2.22 0.04 0.2255 0.0642 0.09 0.82 1.00 0.82 1.00 0.32 0.01 9.03 0.01	12 79.82 1.39 0.18 7.995 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.02 0.004 0.02 0.01	13 80.54 1.41 9.46 0.13 2.22 0.04 0.8253 0.0642 0.07 0.82 0.0642 0.07 0.82 0.0642 0.07 0.82 0.0642 0.07 0.82 0.00 0.32 0.01	14 81.18 1.42 8.82 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.064 0.8230 0.0641 0.8230 0.0641 0.06 0.82 0.0641 0.06 0.82 0.06 0.32 0.01 11.55 0.31 0.32 0.01	15 81.78 1.43 8.22 0.14 0.04 0.8183 0.06 0.8183 0.06 0.82 0.97 0.33 0.00 12.81 1.23 0.33 0.00	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088 0.039 0.04 0.8089 0.04 0.8039 0.04 0.81 0.94 0.33 0.000 14.58 0.34 0.33 0.000	17 83.03 1.45 6.97 0.19 0.09 1.78 0.03 0.79 0.637 0.03 0.79 0.89 0.6637 0.03 0.79 0.89 0.36 0.00 15.79 0.03 0.79 0.36 0.03 0.79 0.36 0.03 0.79 0.36 0.03 0.79 0.36 0.03 0.79 0.36 0.03 0.79 0.36 0.03 0.79 0.03 0.79 0.03 0.79 0.03 0.79 0.03 0.79 0.03 0.79 0.03 0.79 0.03 0.79 0.03 0.79 0.03 0.79 0.03 0.03 0.79 0.03 0.03 0.79 0.03 0.03 0.79 0.03 0.03 0.03 0.03 0.79 0.03 0.03 0.03 0.03 0.03 0.79 0.03 0.00 0.0	18 84.60 1.48 5.40 0.09 0.68 0.59 0.01 0.6847 0.0637 0.00 0.69 0.82 0.44 0.00 5.54 0.48 0.48 0.48	19 87.25 1.52 2.75 0.05 0.47 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704 0.0889 -0.05 0.47 0.0889 -0.05 0.47 0.48 0.75 -0.01 1.72 -0.72 -0.72 -0.0141
Número de elementos de pala (de punta a raíz) ángulo viento relativo respecto al eje de rotación (ψ grados) (γ radianes) ángulo viento relativo respecto al plano de rotación (Φ grados) Φ (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) β (radianes) ángulo de incidencia de diseño (α grados) Coeficiente de lift C1 Coeficiente de torque en el plano de giro del rotor coeficiente tangencial Ct Coeficiente de sustentación al eje del rotor coeficiente normal Cn Factor induccion axial (a) Factor induccion axial (a) Factor induccion axial (a) Factor induccion axial (a) Pactor induccion ángular (a') Factor induccion ángular (a) Factor induccion ángular (a) Pactor induccion ángular (a')	1 38,43 0,67 51,57 0,90 41,85 0,73 9,72 0,17 1,2254 0,1141 0,89 0,89 0,89 0,89 0,89 0,89 0,89 0,89	2 51.57 0.90 38.43 0.67 33.42 0.50 1.0217 0.0736 0.68 0.68 0.68 0.68 0.68 1.00 0.28 0.21 1246 67 0.28 0.21 1246 67 0.28 0.21 0.00 0.28 0.21 0.00 0.28 0.21 0.00 0.28 0.21 0.00 0.28 0.21 0.00 0.28 0.21 0.00 0.28 0.21 0.00 0.28 0.21 0.28 0.21 0.28 0.22 0.28 0.21 0.28 0.22 0.28 0.22 0.28 0.22 0.28 0.22 0.28 0.22 0.28 0.22 0.28 0.22 0.22 0.28 0.22 0.28 0.22 0.	3 62.09 1.08 27.91 0.49 27.01 0.49 0.04 0.01 0.7079 0.0636 0.66 1.00 0.37 0.13 5.06 0.37 0.13 5.06 0.37 0.13 5.06 0.37 0.13 0.4%	4 66.27 1.16 23.73 0.39 1.38 0.02 0.7554 0.0635 0.25 0.72 1.00 0.36 0.3	5 69.50 1.21 20.50 1.21 20.50 0.33 1.69 0.33 0.7820 0.7820 0.7820 0.75 1.00 0.35 0.06 6.26 0.34 0.35 0.06 6.26 0.34 0.35 0.06 0.35 0.06 0.35 0.06 0.35 0.06 0.35 0.06 0.35 0.06 0.35 0.06 0.35 0.06 0.35 0.06 0.35 0.06 0.35 0.06 0.35 0.06 0.05 0.06 0.05 0.06 0.05	6 72.01 1.26 1.29 0.03 1.610 0.28 1.89 0.03 0.790 0.0638 0.19 0.78 1.00 0.78 1.00 0.34 0.04 6.83 0.34 0.04 0.34 0.34	7 74.00 1.29 10.028 13.97 0.24 2.03 0.04 0.808 0.0639 0.0639 0.0639 0.0639 0.0639 0.0639 0.0639 0.0639 0.0639 0.034 0.034 0.033 0.034 0.034 0.034	8 75.61 1.32 14.39 0.25 0.21 2.11 0.04 0.8168 0.0640 0.14 0.81 1.00 0.33 0.02 7.94 0.33 0.02 0.03 0.02 0.03 0.03 0.02 0.03 0.03 0.02 0.03 0.03 0.02 0.03 0.03 0.02 0.03 0.02 0.03 0.02 0.03 0.02 0.03 0.02 0.03 0.02 0.03 0.02 0.03 0.0	9 76.94 1.34 1.34 1.34 0.23 1.89 0.19 2.17 0.04 0.8212 0.0641 0.12 0.0641 0.12 0.81 1.00 0.33 0.02 8.47 0.33 0.02 0.33 0.02 0.0%	10 78.06 1.36 1.36 0.21 9.74 0.47 0.820 0.04 0.820 0.04 0.820 0.04 0.820 0.04 0.820 0.04 0.820 0.04 0.820 0.04 0.820 0.04 0.820 0.04 0.820 0.04 0.820 0.04 0.820 0.04 0.820 0.04 0.820 0.04 0.820 0.04 0.820 0.04 0.820 0.04 0.820 0.04 0.820 0.04 0.05 0.04 0.05 0.04 0.05 0.05 0.0	11 79.00 1.38 1.00 8.78 0.15 2.22 0.04 0.8255 0.0642 0.0642 0.0642 0.00 0.825 0.0642 0.00 0.825 0.0642 0.00 0.825 0.0642 0.00 0.825 0.00 0.825 0.00 0.00 0.825 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.	12 79.82 1.39 10.18 7.95 0.14 2.23 0.04 0.8260 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.0642 0.020 0.004 0.020 0.011 0.032 0.011	13 80.54 1.41 9.46 0.01 7.25 0.04 0.8253 0.0642 0.07 0.8253 0.0642 0.07 0.8253 0.0642 0.07 0.8253 0.0642 0.07 0.8253 0.0642 0.07 0.8253 0.0642 0.07 0.8253 0.0642 0.07 0.8253 0.0642 0.07 0.8253 0.0642 0.07 0.8253 0.0642 0.07 0.8253 0.0642 0.07 0.8253 0.0642 0.07 0.8253 0.0642 0.07 0.8253 0.0642 0.07 0.07 0.07 0.07 0.07 0.07 0.07 0.0	14 81.18 1.42 8.82 0.12 2.19 0.04 0.8230 0.064 0.8230 0.064 0.8230 0.064 0.82 0.064 0.064 0.82 0.064 0.82 0.064 0.82 0.064 0.0	15 81.78 1.43 8.22 0.14 0.04 0.8183 0.064 0.8183 0.0641 0.05 0.82 0.97 0.33 0.00 12.81 0.33 0.00 12.83 0.00 0.33 0.00 0.00 0.33 0.00 0.33 0.00 0.33 0.00 0.33 0.00 0.33 0.00 0.33 0.00 0.33 0.00 0.33 0.00 0.00 0.33 0.00 0.00 0.33 0.00	16 82.37 1.44 7.63 0.13 5.61 0.10 2.01 0.04 0.8088 0.0639 0.04 0.81 0.33 0.00 14.68 0.33 0.00 14.68 0.33 0.000	17 83.03 1.45 6.97 0.19 0.09 1.78 0.03 0.7898 0.0637 0.03 0.79 0.03 0.79 0.03 0.79 0.03 0.79 0.03 0.79 0.03 0.03 0.79 0.03 0.00 0.0	18 84.60 1.48 5.40 0.08 0.59 0.01 0.6847 0.0637 0.00 0.69 0.82 0.44 0.00 5.54 0.44 0.48 0.48 0.48 0.00 0.99	19 87.25 1.52 2.75 0.05 0.47 4.31 0.08 -1.56 -0.03 0.4704 0.0689 -0.05 0.47 0.0689 -0.05 0.47 0.48 0.75 -0.01 1.84 0.72 -0.72 -0.0141 0.0%

 Tabla 46. Cálculo 29 y 30 de los factores de inducción axial y tangencial.

Nótese como el error en el cálculo de los factores de inducción axial y tangencial en la última iteración, es menor o igual a 2.3% en todas las secciones del elemento de pala. Consecuencia del proceso iterativo se logro también, mejorar el factor de perdidas en la punta de la pala respecto a la primera iteración, como también, estabilizar los coeficientes aerodinámicos. Una vez logrado un error de los factores de inducción axial y tangencial inferior al 3% respecto a los factores predecesores, se hallo el coeficiente de potencia del diseño en condiciones de velocidad V1=5m/s.



Tabla 47. Cálculo del coeficiente de potencia a partir del área bajo la curva.

El cálculo del coeficiente de potencia, se hizo con la integral definida entre $0\lambda r y 6\lambda r$ tomando la ecuación representada en la gráfica del área bajo la curva, luego este valor se multiplico por la constante $8/\lambda^2$, logrando un CP final teórico = 0.27 de un máximo de 0.59, el coeficiente de potencia logrado corresponde a una velocidad de diseño de 5m/s, lo cual no quiere decir que para velocidades de viento diferentes a 5m/s el coeficiente de potencia sea el mismo. Por ende para hallar los coeficientes de potencia para las demás velocidades de viento se usa el software Q-Blade. La tabla siguiente presenta un consolidado de: velocidades relativas, RPM, velocidades tangenciales, fuerzas normales y tangenciales, y números de Reynolds experimentados en cada elemento de pala, en condiciones de velocidades de flujo V1: 2m/s, 5m/s, 8m/s, 11m/s y 14m/s.

Número de elementos de pala (de punta a raíz)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Velocidad relativa diseño final @(V1= 2m/s)	2.0	2.3	2.7	3.2	3.7	4.3	4.8	5.4	6.0	6.5	7.1	7.7	8.3	8.9	9.4	10.0	10.6	11.2	11.7
Velocidad relativa diseño final @(V1= 5m/s)	5.0	5.8	6.7	8.0	9.3	10.7	12.0	13.5	14.9	16.3	17.8	19.2	20.7	22.1	23.6	25.1	26.5	27.9	29.3
Velocidad relativa diseño final @(V1= 8m/s)	8.0	9.3	10.8	12.8	14.9	17.1	19.3	21.5	23.8	26.1	28.4	30.7	33.1	35.4	37.8	40.1	42.4	44.6	46.9
Velocidad relativa diseño final @(V1= 11m/s)	10.9	12.7	14.8	17.6	20.5	23.5	26.5	29.6	32.7	35.9	39.1	42.3	45.5	48.7	51.9	55.1	58.3	61.3	64.5
Velocidad relativa diseño final @(V1= 14m/s)	13.9	16.2	18.9	22.4	26.1	29.9	33.7	37.7	41.7	45.7	49.7	53.8	57.9	62.0	66.1	70.2	74.3	78.1	82.1
RPM @ (V1= 2m/s) = 156				Ţ		I		Ţ	<u> </u>]									!
RPM @ (V1= 5m/s) = 390				Ţ		I		Ţ	<u> </u>]									!
RPM @ (V1= 8m/s) = 624				Ţ		I		Ţ	<u> </u>]									!
RPM @ (V1= 11m/s) = 859]]											
RPM @ (V1= 14m/s) = 1093						I]									
Velocidad tangencial diseño final @(V1= 2m/s)	1.3	2.1	3.0	3.8	4.7	5.5	6.4	7.2	8.1	8.9	9.8	10.7	11.5	12.4	13.2	14.1	14.9	15.8	16.9
Velocidad tangencial diseño final @(V1= 5m/s)	3.2	5.3	7.5	9.6	11.7	13.9	16.0	18.1	20.2	22.4	24.5	26.6	28.8	30.9	33.0	35.2	37.3	39.4	42.2
Velocidad tangencial diseño final @(V1= 8m/s)	5.1	8.5	11.9	15.3	18.8	22.2	25.6	29.0	32.4	35.8	39.2	42.6	46.0	49.4	52.8	56.3	59.7	63.1	67.5
Velocidad tangencial diseño final @(V1= 11m/s)	7.0	11.7	16.4	21.1	25.8	30.5	35.2	39.8	44.5	49.2	53.9	58.6	63.3	68.0	72.7	77.3	82.0	86.7	92.8
Velocidad tangencial diseño final @(V1= 14m/s)	8.9	14.9	20.9	26.8	32.8	38.8	44.7	50.7	56.7	62.6	68.6	74.6	80.5	86.5	92.5	98.4	104.4	110.4	118.1
Fuerza normal el la sección en una distancia r @(V1=2m/s) (N)	0.2	0.4	0.6	0.7	0.9	1.0	1.2	1.3	1.5	1.6	1.8	1.9	2.1	2.2	2.4	2.5	2.6	2.3	1.6
Fuerza tangencial en la sección en una distancia r @(V1=2m/s) (N)	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.0	-0.2
Fuerza normal el la sección en una distancia r @ (V1= 5m/s) (N)	1.2	2.3	3.6	4.6	5.6	6.5	7.5	8.4	9.4	10.3	11.2	12.1	13.0	13.9	14.7	15.5	16.0	14.5	10.2
Fuerza tangencial en la sección en una distancia r @ (V1= 5m/s) (N)	1.2	1.5	1.5	1.6	1.6	1.6	1.5	1.5	1.4	1.4	1.3	1.2	1.1	1.1	1.0	0.8	0.7	0.0	-1.0
Fuerza normal el la sección en una distancia r @ (V1= 8m/s) (N)	3.0	5.8	9.3	11.8	14.3	16.7	19.1	21.6	24.0	26.3	28.7	31.1	33.4	35.6	37.8	39.6	40.9	37.2	26.2
Fuerza tangencial en la sección en una distancia r @ (V1= 8m/s) (N)	3.1	3.9	3.9	4.1	4.1	4.0	3.9	3.8	3.6	3.5	3.3	3.1	2.9	2.7	2.5	2.2	1.7	0.0	-2.6
Fuerza normal el la sección en una distancia r @ (V1= 11m/s) (N)	5.6	10.9	17.6	22.4	27.0	31.6	36.2	40.8	45.3	49.8	54.3	58.7	63.1	67.4	71.4	74.9	77.3	70.3	49.5
Fuerza tangencial en la sección en una distancia r @ (V1= 11m/s) (N)	5.8	7.4	7.4	7.7	7.7	7.5	7.4	7.1	6.8	6.5	6.2	5.9	5.5	5.1	4.7	4.1	3.2	0.1	-4.8
Fuerza normal el la sección en una distancia r @ (V1= 14m/s) (N)	9.1	17.7	28.6	36.2	43.7	51.2	58.6	66.0	73.4	80.7	87.9	95.1	102.2	109.1	115.6	121.3	125.3	113.8	80.2
Fuerza tangencial en la sección en una distancia r @ (V1= 14m/s) (N)	9.5	12.1	12.0	12.4	12.4	12.2	11.9	11.5	11.1	10.6	10.1	9.6	9.0	8.3	7.6	6.6	5.2	0.2	-7.8
Número de Reynolds experimentado en la sección @ (V1= 2m/s)	12,254	20,626	36,982	36,185	35,660	35,280	35,007	34,807	34,659	34,548	34,461	34,393	34,339	34,293	34,253	34,214	34, 168	34,003	33,108
Número de Reynolds experimentado en la sección @ (V1= 5m/s)	30,634	51,565	92,454	90,462	89,150	88,201	87,517	87,018	86,649	86,369	86,153	85,984	85,847	85,733	85,632	85,534	85,419	85,007	82,771
Número de Reynolds experimentado en la sección @ (V1= 8m/s)	49,014	82,504	147,926	144,739	142,641	141,121	140,027	139,230	138,638	138,190	137,845	137,574	137,355	137,173	137,012	136,855	136,671	136,012	132,433
Número de Reynolds experimentado en la sección @ (V1= 11m/s)	67,395	113,443	203,399	199,016	196, 131	194,042	192,537	191,441	190,627	190,011	189,537	189,164	188,863	188,613	188,391	188,175	187,923	187,016	182,096
Número de Reynolds experimentado en la sección @ (V1= 14m/s)	85,775	144,382	258,871	253,293	249,621	246,962	245,048	243,652	242,616	241,833	241,229	240,754	240,372	240,052	239,771	239,495	239,174	238,021	231,758

 Tabla 48. Velocidad relativa, fuerzas tangenciales, fuerzas normales, RPM, velocidad tangencial y números Reynolds de cada sección del elemento de pala.

ANEXO C: SIMULACIÓN DE LA CURVA DE POTENCIA Y CARGAS ESTRUCTURALES DEL DISEÑO CON Q-BLADE

En este anexo se presentan a través del software Q-BLADE, los datos de coeficientes de potencia, torque y los factores de inducción axial, la potencia entregada por el diseño y las cargas estructurales sobre el rotor. El cálculo de los números de Reynolds en cada sección del elemento de pala en la etapa de diseño, permitió modelar de manera más asertiva el comportamiento de la misma ante unas condiciones de flujo dadas a través del software de simulación Q - Blade.



Figura 71. Coeficientes de Potencia y torque del diseño, Q-Blade

En la Figura 71 el coeficiente de potencia y coeficiente de torque, se simulo para las velocidades relacionadas, con un rango de evaluación del TSR de 1 a 10. Se observo que coeficiente de potencia mas alto es a un TSR=6 lo cual concuerda con el diseño calculado en Excel.



Figura 72. Factores de inducción axial del diseño. Q-Blade

Según (Manwel et al., 2002) la ralentización ideal del flujo V1 debe oscilar cercano al 33%, para lograr la máxima potencia aprovechable del caudal, nótese que en las graficas anteriores los factores de inducción axial (tendencia verde fluorescente), está cercana al 33%, evidenciando perdidas en la raíz donde el comportamiento inicia de cero hasta estabilizarse y luego llegar a la punta donde sube al 40%.

Las cinco graficas siguientes corresponden a la simulación del diseño en condiciones de flujo a velocidades V1= (2m/s, 5m/s, 8m/s, 11m/s y 14 m/s) en lapsos de tiempo de 0.5 a 3 segundos. Fue necesario simular con periodos de tiempo cortos puesto que la carga computacional se hace alta lo que demora los cálculos del software y hace que el mismo colapse, es decir que 3 segundos de simulación del software pueden equivaler a 10 minutos reales. Sin embargo se observo que en la simulación con condiciones de flujo V1= 5m/s el coeficiente de potencia se estabilizo en el 51%, por ende la potencia también se estabilizo cuando el tiempo de simulación iba en el 80%.

Lo que hace intuir que el comportamiento en lapsos de tiempo mayores será igual, esto hace confiable tabular la tabla de potencia del diseño a partir de los datos obtenidos de estas simulaciones.



Figura 73. Simulación del diseño a 2m/s, Q-Blade

La simulación en condiciones de flujo V1= 2m/s, permite evidenciar que la potencia de salida es apenas de 0.5 Watts para un CP= 0.076, lo que sugiere que el diseño en estas condiciones es poco rentable a partir de la potencia entregada y el costo de la implementación.



Figura 74. Simulación del diseño 5m/s, Q-Blade

La potencia entregada por el diseño en condiciones de flujo V1= 5m/s es de 60 watts acorde al CP=51%, este es un dato interesante respecto al aerogenerador de referencia Eolos que entrega 31.2Watts, teóricamente el coeficiente hallado es de 0.27 lo que representa un error del 47% respecto al coeficiente de potencia entregado por el simulador.



Figura 75. Simulación del diseño 8m/s, Q-Blade

La potencia entregada por el diseño a una velocidad de flujo V1=8m/s es de 269 watts para un CP= 56%, y la del Aerogenerador Eolos es de 137 watts en las mismas condiciones de velocidad de flujo.



Figura 76. Simulación del diseño 11m/s, Q-Blade

El diseño a una velocidad de viento V1=11m/s entrega 712Watts tomando un CP=57%, el aerogenerador Eolos entrega 362.5.



Figura 77. Simulación del diseño 14m/s, Q-Blade

El diseño con una velocidad de flujo V1=14m/s entrega 1.494 Kw, el aerogenerador de referencia Eolos entrega 575 watts, sin embargo, es poco probable que se den estas condiciones de flujo en lugares caracterizados. como bajo potencial eólico según el atlas del viento colombiano del IDEAM.

El software también permitió simular el comportamiento estructural en condiciones especificas de material así: el espesor de la piel de la pala en fibra de carbono es de 0.02% de la cuerda en la sección, el relleno de la pala es de espuma de poliuretano, el espesor del mamparo es de 0.08% de la cuerda en la sección, y está situado al 25% de la cuerda según la tabla de la izquierda a continuación, la tabla de la derecha representa las cargas por fuerzas normales y tangenciales para cada elemento de pala a una velocidad de viento V1=5m/s.

Shell Ma	nterial				Internal Material		The second se
	1040 Carbon	Steel	•		Foam (Exe	mplary)	•
ternal Structure: Hollow w Shell Material E 2e+11 Rho 7845	rith Spar Pa kg/m^3	Design rot. speed Internal Materia E Rho	: 0 [1,1mm] d 2.56e+08 Pa 200 kg/m	Loi	ading Data iw Blade Sm/s Structural Mode	Loading Data	
Shell Thickness(%)	Spar Thickness(%)	Spar Position	Spar Angle		Radial Position(m)	Normal Loading(N)	Tangential LoadingN
0.02	0.08	0.25	0	1	0	1.15	1.2
0.02	0.08	0.25	0	Z	0.088	2.25	1.53
0.02	0.08	0.25	0	3	0.123	3.64	1.52
0.02	0.08	0.25	0	4	0.158	4.61	1.58
0.02	0.08	0.25	0	5	0.193	5.58	1.58
0.02	0.08	0.25	0	6	0.228	6.53	1.55
0.02	0.08	0.25	0	7	0.263	7,47	1.51
0.02	0.08	0.25	0	8	0.298	8.41	1.47
0.02	0.08	0.25	0	9	0.333	9.35	1.41
0.02	0.08	0.25	0	1	0.368	10.28	1.35
1 0.02	0.08	0.25	0	1	1 0.403	11.21	1.28
2 0.02	0.08	0.25	0	1	2 0.438	12.13	1.21
3 0.02	0.08	0.25	0	1	3 0.473	13.03	1.14
4 0.02	0.08	0.25	0	1	4 0.507	13.91	1.062
\$ 0.02	0.08	0.25	0	1	5 0.543	14.74	0.96
5 0.02	0.08	0.25	0	. 1	6 0.578	15.47	0.84
0.02	0.08	0.25	0	1	7 0.613	15.97	0.65
8 0.02	0.08	0.25	0	1	8 0.648	14.52	0.019
9 0.02	0.08	0.25	0	1	9 0.7	10.22	-0.99

Tabla 49. Tabla de material y cargas experimentadas en la pala a V1= 5m/s, Q-Blade

La siguiente grafica simula las cargas estructurales sobre la pala con base en la tabla anterior; nótese, que la pala experimenta mayores esfuerzos en el borde de fuga de la raíz y también en el centro de la misma. La composición del material fibra de carbono y espuma de poliuretano



Figura 78. Simulación estructural de la pala del diseño a V1=5m/s, Q-Blade

La Tabla 49, al igual que la siguiente tabla corresponden al tipo de material y los espesores usados de diseño, la diferencia está en que la tabla de la derecha representa las cargas estructurales para una velocidad V1=14m/s

	Shell Mat	erial			I	nternal Material		
		1040 Carbon St	eel	•		Foam (Exem	plary)	•
Shell Mate E Rho	rial 2m+11 7845	Pa kg/m^3	Internal Materia E Rho	/ 2.56e+08 Pa 200 kg/m^3	Load Stru	ling Data ctural Model Loading Data bl	ade 14m/s	1.4.1
Shell	Thickness(%)	Spar Thickness(%)	Spar Position	Spar Angle		Radial Position(m)	Normal Loading(N)	Tangential LoadingN)
1 0.02		0.08	0.25	0	1	0	9.06	9,45
2 0.02		0.08	0.25	0	2	0.068	17.65	12.05
3 0.02		0.08	0.25	0	3	0.123	28.52	11.98
4 0.02		0.08	0.25	0	4	0.158	36.2	12.41
5 0.02		0.08	0.25	0	5	0.193	43.74	12.42
5 0.02		0.08	0.25	0	6	0.228	51.21	12.22
7 0.02		0.08	0.25	0	7	0.263	58.63	11.91
8 0.02		0.08	0.25	0	8	0.298	66.01	11.52
9 0.02		0.08	0.25	0	9	0.333	73.35	11.084
10 0.02		0.08	0.25	0	10	0.368	80.65	10.6
11 0.02		0.06	0.25	0	11	0.403	87.92	10.096
12 0.02		80.0	0.25	0	12	0.438	95.12	9.55
13 0.02		0.08	0.25	0	13	0.473	10.22	8.97
14 0.02		0.08	0.25	0	14	0.507	109.11	8.32
15 0.02		0.08	0.25	0	15	0.543	115.61	7.56
16 0.02		0.08	0.25	0	16	0.578	121.32	6.59
17 0.02		0.08	0.25	0	17	0.613	125.27	5.16
18 0.02		0.08	0.25	0	18	0.648	113.83	0.15
19 0.02		0.08	0.25	0	19	0.7	80.19	-7.83

Tabla 50. Material y cargas estructurales de la pala del diseño a V1=14m/s, Q-Blade

Structural Model Loading Data blade 14m/s



Tabla 51. Simulación estructural de la pala a V1=14m/s, Q-Blade

Las propiedades de los materiales fibra de vidrio y/o carbono en combinación con espuma de poliuretano están en condiciones de soportar las cargas estructurales que se simulan en la figura anterior con base en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia**.