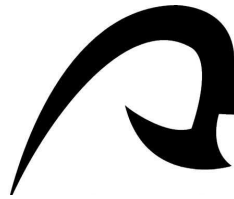


UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN ARQUITECTÓNICA



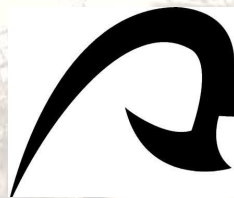
TESIS DOCTORAL

LA ARQUITECTURA DEL VIENTO EN CANARIAS
Los Molinos de Viento. Clasificación, Funcionalidad
y Aspectos Constructivos.

VÍCTOR MANUEL CABRERA GARCÍA

Las Palmas de Gran Canaria, 2009

UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA



DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN ARQUITECTÓNICA
La Restauración y la Rehabilitación Arquitectónica. Investigación,
Tendencias e Innovaciones.

TESIS DOCTORAL

LA ARQUITECTURA DEL VIENTO EN CANARIAS
Los Molinos de Viento. Clasificación, Funcionalidad
y Aspectos Constructivos.

Realizada por

VÍCTOR MANUEL CABRERA GARCÍA

Dirigida por

Dr. D. FRANCISCO ORTEGA ANDRADE



"...ves allí, amigo Sancho, donde se descubren treinta o más desaforados gigantes con quien pienso hacer batalla, y quitarles a todos las vidas,... ¿Qué gigantes? dijo Sancho. Aquellos que allí ves, respondió su amo, de los brazos largos, que los suelen tener algunos de casi dos leguas. Mire vuestra merced, respondió Sancho, que aquellos que allí se parecen no son gigantes, sino molinos de viento, y lo que en ellos parecen brazos son las aspas, que volteadas del viento hacen andar la piedra del molino."

Miguel de Cervantes

INDICE

Agradecimientos	7
Introducción	10
CAPITULO I	
Evolución histórica de los molinos de viento en las Islas Canarias	17
1. La introducción de los molinos de viento en España	18
2. La expansión de los molinos de viento en Canarias	23
3. La trascendencia de los molinos de viento en la economía de Canarias	31
CAPITULO II	
El viento y la energía eólica	38
1. El origen del viento	39
2. La energía eólica y sus aplicaciones	41
3. Emplazamiento de los molinos de viento	45
CAPITULO III	
Tipologías y tipos de molinos de viento en las Islas Canarias	49
1. Introducción	50
2. Los Molinos Harineros	52
2.1. Molino de viento "Tipo Torre"	54
2.1.1. Descripción de los elementos del molino	55
2.1.1.1. El edificio y sus elementos constructivos	55
2.1.1.1.1. Los muros de cerramiento	57
2.1.1.1.2. Los forjados y los pavimentos	58
2.1.1.1.3. La carpintería	58
2.1.1.1.4. Las escaleras	59
2.1.1.1.5. La cubierta	60
2.1.1.2. El rotor y sus componentes	61
2.1.1.2.1. Las aspas	62
2.1.1.2.2. El eje	64
2.1.1.2.3. La rueda catalina	65
2.1.1.2.4. Sistema de orientación del rotor de aspas	66
2.1.1.3. La maquinaria y sus componentes	69
2.1.1.3.1. El husillo o carrete	70
2.1.1.3.2. La bancada o cama	71
2.1.1.3.3. La balsa o guardapolvos	72
2.1.1.3.4. El cubo	72
2.1.1.3.5. Las piedras o muelas	73
2.1.1.3.6. El sopuente o aliviadero	76

2.1.1.3.7. La tolva	77
2.1.1.3.8. La canaleja	77
2.1.1.3.9. El freno	79
2.1.2. Funcionamiento del molino de viento.....	80
2.1.3. Proporciones geométricas del molino de viento	81
2.1.4. Variaciones del molino de viento "Tipo Torre"	84
2.1.4.1. Modificaciones en el rotor.....	84
2.1.4.2. Modificaciones en el sistema de orientación	85
2.1.4.3. Molino de viento de "Propia Inventiva"	86
2.1.5. Planos del molino de viento "Tipo Torre"	91
2.2. Molino de viento "Sistema Ortega"	98
2.2.1. Descripción de los elementos del molino	100
2.2.1.1. El edificio y sus elementos constructivos	100
2.2.1.1.1. Los muros de cerramiento	102
2.2.1.1.2. Los pavimentos	103
2.2.1.1.3. La carpintería	103
2.2.1.1.4. Las escaleras	104
2.2.1.1.5. La cubierta	104
2.2.1.2. La torre y sus componentes.....	106
2.2.1.3. El rotor y sus componentes.....	108
2.2.1.3.1. Las aspas	109
2.2.1.3.2. El eje	112
2.2.1.3.3. La rueda catalina o capacete	113
2.2.1.3.4. Sistema de orientación del rotor	115
2.2.1.4. La maquinaria y sus componentes	117
2.2.1.4.1. La linterna o piñón	118
2.2.1.4.2. Los tambores o ruedas dentadas	119
2.2.1.4.3. La caja y el guardapolvos	120
2.2.1.4.4. Las piedras o muelas	121
2.2.1.4.5. El pescante	124
2.2.1.4.6. La tolva	125
2.2.1.4.7. La canaleja	126
2.2.1.4.8. El freno	127
2.2.2. Funcionamiento del molino de viento.....	128
2.2.3. Proporciones geométricas del molino.....	129
2.2.4. Variaciones del molino "Sistema Ortega"	132
2.2.4.1. Modificaciones en el rotor.....	132
2.2.4.2. Modificaciones en el sistema de orientación	133
2.2.4.3. Modificaciones en los edificios	133
2.2.5. Planos del molino de viento "Sistema Ortega"	134
2.3. Molino de viento "La Molina"	140
2.3.1. Descripción de los elementos del molino	142

2.3.1.1. El edificio y sus elementos constructivos	142
2.3.1.1.1. Los muros de cerramiento	144
2.3.1.1.2. Los pavimentos	145
2.3.1.1.3. La carpintería	145
2.3.1.1.4. Las escaleras	146
2.3.1.1.5. La cubierta	146
2.3.1.2. La torre y sus componentes	147
2.3.1.3. El rotor y sus componentes	149
2.3.1.3.1. Las aspas	150
2.3.1.3.2. El eje	152
2.3.1.3.3. La rueda catalina o capacete	152
2.3.1.3.4. Sistema de orientación del rotor	153
2.3.1.4. La maquinaria y sus componentes	154
2.3.1.4.1. La linterna o el husillo	155
2.3.1.4.2. La caja y el guardapolvos	156
2.3.1.4.3. Las piedras o muelas	157
2.3.1.4.4. La tolva	159
2.3.1.4.5. La canaleja	159
2.3.1.4.6. El cubo	160
2.3.1.4.7. El freno	161
2.3.2. Funcionamiento de la Molina	162
2.3.3. Proporciones geométricas de la Molina	163
2.3.4. Planos del molino de viento "La Molina"	166
2.4. Molino de viento "Sistema Romero"	172
2.4.1. Descripción de los elementos del molino	174
2.4.1.1. El edificio y sus elementos constructivos	174
2.4.1.1.1. Los muros de cerramiento	175
2.4.1.1.2. Los pavimentos	176
2.4.1.1.3. La carpintería	176
2.4.1.1.4. La cubierta	177
2.4.1.2. La torre y sus componentes	178
2.4.1.3. El rotor y sus componentes	180
2.4.1.3.1. Las aspas	180
2.4.1.3.2. El eje	181
2.4.1.3.3. La rueda catalina o capacete	182
2.4.1.3.4. Sistema de orientación del rotor de aspas	183
2.4.1.4. La maquinaria y sus componentes	184
2.4.1.4.1. La linterna o piñón de transmisión	185
2.4.1.4.2. La caja y el guardapolvos	186
2.4.1.4.3. Las piedras o muelas	187
2.4.1.4.4. La tolva	189
2.4.1.4.5. La canaleja	189
2.4.1.4.6. El cubo	190
2.4.1.4.7. El freno	190

2.4.2. Funcionamiento del molino de viento	191
2.4.3. Proporciones geométricas del molino	192
2.4.4. Justificación de la no realización de los planos del molino "Sistema Romero"	195
3. Los Molinos Aeromotores	196
3.1. Molino de viento aeromotor "Tipo Americano"	198
3.1.1. Descripción de los elementos del molino	199
3.1.1.1. El edificio y sus elementos constructivos	199
3.1.1.1.1. Los muros de cerramiento	200
3.1.1.1.2. Los pavimentos	200
3.1.1.1.3. La carpintería	201
3.1.1.1.4. La cubierta	201
3.1.1.2. La torre y sus componentes	202
3.1.1.3. El rotor y sus componentes	204
3.1.1.3.1. Las aspas	204
3.1.1.3.2. La veleta o cola de orientación	205
3.1.1.3.3. La transmisión y sus tipos	207
3.1.1.4. La maquinaria y sus componentes	209
3.1.1.4.1. La barra o vergajón	209
3.1.1.4.2. El tubo de descarga	209
3.1.1.4.3. La bomba de aspiración	210
3.1.1.4.4. El tanque o depósito	210
3.1.2. Funcionamiento del molino de viento	211
3.1.3. Proporciones geométricas del molino	212
3.1.4. Variaciones del aeromotor "Tipo Americano"	214
3.1.4.1. El aeromotor canario "Manuel Santana"	214
3.1.4.2. El aeromotor del País	216
3.1.4.3. El aeromotor de patentes europeas	217
3.1.4.4. El aeromotor de "propia inventiva"	218
3.1.5. Planos del aeromotor "Tipo Americano"	220
3.2. Molino de viento aeromotor "Salinero Canario"	224
3.2.1. Descripción de los elementos del molino	225
3.2.1.1. El edificio y sus elementos constructivos	225
3.2.1.1.1. Los muros de cerramiento	226
3.2.1.1.2. La cubierta	226
3.2.1.1.3. La carpintería	227
3.2.1.2. Tipos de torres y sus componentes	228
3.2.1.2.1. Torre cuadrada de arriostre	228
3.2.1.2.2. Torre descuadrada de crucetas	229
3.2.1.2.3. Torre metálica triangulada	230
3.2.1.3. Tipos de rotores y sus componentes	231
3.2.1.3.1. Rotor de aspas de madera	231
3.2.1.3.2. Rotor de aspas de velas	232
3.2.1.3.3. Rotor mixto de aspas de madera y velas	233

3.2.1.3.4. Rotor multipala de chapa metálica	234
3.2.1.3.5. El sistema de orientación del rotor de aspas	235
3.2.1.3.6. La transmisión	236
3.2.1.4. La maquinaria y sus componentes	238
3.2.1.4.1. El vástago o vergajón	238
3.2.1.4.2. El tubo de descarga	238
3.2.1.4.3. La bomba de aspiración	238
3.2.2. Funcionamiento del molino de viento	239
3.2.3. Proporciones geométricas del molino	240
3.2.4. Variaciones del molino aeromotor "Salinero Canario"	243
3.2.4.1. Molino de viento "aeromotor artesanal"	243
3.2.4.2. "De molino salinero a molino harinero"	245
3.1.5. Planos del molino de viento aeromotor "Salinero Canario"	252
4. Los Molinos Aerogeneradores	258
4.1. Molino de viento aerogenerador de rotor tripala	259
4.1.1. Descripción de los elementos del molino	261
4.1.1.1. La torre y sus elementos constructivos	261
4.1.1.1.1. Torres tubulares	261
4.1.1.1.2. Torres de celosía	261
4.1.1.2. El rotor y sus componentes	262
4.1.1.2.1. Las palas o aspas	262
4.1.1.2.2. El cubo o buje	263
4.1.1.2.3. La nariz	263
4.1.1.3. La maquinaria y sus componentes	264
4.1.1.3.1. La góndola	264
4.1.1.3.2. La transmisión	265
4.1.1.3.3. El generador eléctrico	265
4.1.1.3.4. La regulación de potencia y de control	266
4.1.1.3.5. El sistema de orientación	266
4.1.1.3.6. Sistemas de seguridad	266
4.1.1.3.7. Los controladores electrónicos locales	267
4.1.2. Funcionamiento del molino de viento	268
4.1.3. Proporciones geométricas del aerogenerador	269
4.1.4. Planos de un aerogenerador de media potencia	271
4.2. Otros aerogeneradores	273
4.2.1. Aerogenerador de eje vertical	273
4.2.2. Aerogeneradores pequeños de eje horizontal	273
CAPITULO IV	
Los molinos de viento en el Patrimonio Histórico y Etnográfico Canario	276

1. Introducción.....	277
2. Molinos de viento y los Bienes de Interés Cultural (B.I.C).....	280
3. La restauración y la conservación de los molinos.....	283
4. Pautas de intervención para la recuperación de los molinos de viento.....	286
Conclusiones	294
Bibliografía	302



Agradecimientos

La elaboración de esta Tesis Doctoral ha sido posible gracias a la colaboración de numerosas personas y administraciones públicas a las que deseo expresar mi más profundo agradecimiento, y muy especialmente:

A Francisco Ortega Andrade, mi director, a quien agradezco la inmensa confianza que ha depositado en mí en la realización de esta Tesis Doctoral.

A La Oficina de Patrimonio Histórico del Cabildo de Fuerteventura, por la posibilidad de realizar trabajos de campo en varios molinos de viento declarados Bien de Interés Cultural (B.I.C).

Al compañero Javier Nimo Silva, arquitecto adscrito a la Oficina Técnica del Cabildo de Fuerteventura, por cederme diversa documentación sobre la restauración de varios molinos de viento en la isla de Fuerteventura.

Al compañero Néstor Rodríguez Rodríguez, arquitecto adscrito a la Secretaría Técnica de la Demarcación de Fuerteventura del Colegio de Arquitectos de Canarias, por su gran interés en la realización de un riguroso estudio fotográfico de varios molinos de viento de la isla de Fuerteventura.

A la Oficina de Patrimonio Histórico del Ayuntamiento de Mogán en la isla de Gran Canaria, por la posibilidad de realizar trabajos de campo en el molino de viento El Quemado, declarado Bien de Interés Cultural (B.I.C), y al compañero Manuel Bueno Cabrera, arquitecto adscrito a la Oficina Técnica de este Ayuntamiento, por cederme con gran interés la documentación técnica de la restauración del molino de viento de El Quemado, situado en el municipio de Mogán.

Al compañero José Blanco Díaz, arquitecto adscrito a la Oficina Técnica del Ayuntamiento de La Aldea de San Nicolás, en la isla de Gran Canaria, por cederme con gran interés la documentación técnica de la restauración de varios molinos de viento situados en La Aldea.

A la compañera Edvina Barreto Cabrera, arquitecta adscrita a la Oficina Técnica de Planeamiento del Cabildo de La Palma, por su cederme documentación técnica de la restauración de un molino de viento perteneciente a su familia y que tan amablemente me han recibido para realizar trabajos de campo en su molino de viento.

Al compañero arquitecto Antonio Gregory Garritano Pérez, por cederme documentación sobre los molinos de viento de la isla de la Palma.

Al compañero arquitecto Juan Manuel León Afonso, que junto con José Pedro Pérez del Rosario, Trabajador Social y Rosa Nieves Godoy Llaneras, Licenciada en Derecho, me han facilitado documentación sobre los molinos de viento y los molinos de agua existentes en el municipio de la Aldea de San Nicolás, en la isla de Gran Canaria.

A la Oficina de Patrimonio Histórico del Cabildo de Lanzarote, por la posibilidad de realizar trabajos de campo en los molinos de viento salineros en la isla de Lanzarote.

A mi hermano José Carlos Cabrera García, ingeniero técnico industrial, por cederme documentación sobre los molinos de viento y por la realización de un riguroso estudio fotográfico sobre los molinos de viento existentes en la isla de la Palma.

Y finalmente, quiero dar las gracias a toda mi familia, especialmente a mi mujer Ester y a mis hijos Eva y Sergio, quienes me han acompañado en ocasiones durante el trabajo de campo realizado en varios molinos de viento y a pesar del tiempo que les he restado en la elaboración de este trabajo de investigación, siempre me han animado con la mejor de sus sonrisas.

A todos, muchas gracias.



Elección del tema de investigación.

En septiembre de 1999 colaboré con una compañera arquitecta, Dña Ester Mañojil González en la redacción de un Proyecto Básico y de Ejecución de un molino de viento que se pretendía ubicar en Las Llanadas, en el Término Municipal de Barlovento, en el Centro de Interpretación del Mundo Rural de la isla de La Palma.

La redacción de aquel proyecto singular supuso que tomase desde aquel instante un gran interés hacia los aspectos constructivos, estructurales y de diseño de los molinos de viento, llegándome a preguntar en fechas posteriores, por que existen varios tipos de molinos de viento en Canarias, cuales fueron sus funciones y por que se encuentran en estado ruinas y de abandono. Estos aspectos no se desarrollaron en la redacción del mencionado proyecto técnico y cuya obra no se ha llegado a ejecutar.

Durante el primer curso del Programa de Doctorado titulado “Restauración y Rehabilitación Arquitectónica” e impartido por el Departamento de Construcción Arquitectónica en el bienio 2004/2006 se realizó una investigación concreta en materia de patología de la edificación y supuso una oportunidad para obtener respuestas a la existencia de por qué existen varios tipos de molinos de viento en Canarias y cuales fueron sus usos, estableciendo una clasificación de los molinos de viento existentes en las Islas.

El inconveniente más relevante que surgió durante el desarrollo de aquella investigación fue la escasa documentación existente sobre los molinos de viento en las Islas Canarias.

La escasa bibliografía existente no se elabora desde el punto de vista técnico ya que se realizan descripciones muy generales de estas construcciones singulares y que curiosamente han sido objeto de estudio por parte de historiadores, etnólogos, geógrafos, y numerosos escritores, que normalmente sacan conclusiones sobre las costumbres y las formas de vida de nuestros antepasados a partir de los recursos materiales de los que disponían.

Estado actual de protección de los molinos de viento.

En la actualidad, los molinos de viento pertenecen al pasado, y por ello resulta difícil la conservación de estas construcciones ya que se muestran inadecuados para la sociedad actual, que en numerosas ocasiones sacrifica los objetivos culturales frente a otros objetivos de rentabilidad económica fruto de la especulación. La homogenización de la cultura y la globalización socio-económica hacen que la gran variedad de los elementos materiales procedentes de la sociedad tradicional canaria se encuentran en una situación de extrema vulnerabilidad y se enfrentan a serios problemas de obsolescencia e integración.

La escasez de inventarios detallados y de estudios rigurosos sobre los molinos de viento, junto con la desaparición de los modos de vida a lo que van ligados y el aumento de las nuevas tecnologías que tienen una importancia cada vez mayor en la sociedad actual hacen que nos encontremos en una época revolucionaria originada por la explosión de las nuevas tecnologías de la información, compuestas por la informática, las telecomunicaciones y la electrónica.

La Comunidad Autónoma de Canarias elaboró La Ley 4/1999 de 15 de marzo del Patrimonio Histórico de Canarias y que posteriormente se modifica por La Ley 11/2002 del 21 de noviembre donde se agrupan los bienes patrimoniales en diferentes instrumentos de protección, siendo los Bienes de Interés Cultural (B.I.C), la figura de máxima protección, correspondiendo a aquellos elementos materiales e inmateriales que se constituyan como testimonios singulares de la cultura tradicional canaria y que se regulan según el Decreto 111/2004 del 29 de julio.

A pesar de la protección que establece la Ley del Patrimonio Histórico de Canarias, los molinos de viento, que son unas construcciones singulares de la cultura canaria, no están lo suficientemente protegidos, ya que tan solo unos pocos se han restaurado y un gran número de ellos se encuentran abandonados y en estado de ruina.

El método y la metodología de la investigación.

El método es el conjunto de procedimientos rigurosos formulados de una manera lógica para lograr unos objetivos en la adquisición del conocimiento en una materia concreta (*los molinos de viento*) y nos da las pautas para el análisis de las diversas situaciones a la que ha de enfrentarse la investigación, en cambio la metodología consiste en la descripción, el análisis y la valoración de los diversos métodos de investigación.

Para la elaboración de la presente Tesis Doctoral se ha empleado el método científico, que se puede definir como el conjunto de procedimientos que se han empleado para obtener los conocimientos científicos, el modelo de trabajo y la pauta general que orienta esta investigación. El empleo de este método nos brinda la posibilidad de descubrir las propiedades de los molinos de viento, no solo nos permite describirlos sino también explicarlos.

El método científico empleado conjuga dos métodos del conocimiento muy usuales y complementarios entre si como son la inducción y la deducción.

De una parte, la inducción consiste en ir de los casos particulares a la generalización. Este método se inicia por la observación de unos objetos particulares como son el estudio de unos determinados molinos de viento con el propósito de llegar a conclusiones y premisas generales como es la arquitectura del viento.

De otra parte, la deducción consiste en ir de lo general a lo particular. Este método de conocimiento se inicia con la observación de un aspecto general como es el estudio de los molinos de viento harineros, aeromotores y aerogeneradores con el propósito de señalar las verdaderas particularidades como son los distintos aspectos constructivos y funcionales de los diferentes tipos de molinos de viento, empleando para ello el método analítico que consiste en la separación de las partes de un todo para estudiarlas de forma individual.

En este caso concreto se han empleado dos tipos de investigación, como son la investigación documental y la investigación de campo.

La investigación documental se realiza buscando la mayor información posible en libros, revistas, artículos de prensa, etc., existente en las bibliotecas públicas y en las universitarias, en las hemerotecas, en los archivos municipales, Internet, etc., en relación a los molinos de viento existentes en Canarias y hemos de señalar que la documentación obtenida es muy escasa.

La investigación de campo se realiza en los distintos y diversos lugares de las Islas donde se tiene constancia de la existencia de los molinos de viento. Esta etapa ha sido la mas laboriosa y lenta, ha supuesto realizar viajes y visitas a las todas las islas del archipiélago canario y de igual modo se realizan entrevistas a los lugareños en la búsqueda de posibles lugares a visitar para buscar posibles objetos a considerar.

En el trabajo de campo es donde esta investigación encuentra la amplitud del trabajo y donde se definen los objetivos, fruto de unos procesos reflexivos de la toma de datos de los distintos tipos de molinos de viento existentes en Canarias. El trabajo de campo consistió básicamente en dos actuaciones, por un lado, la elaboración numerosos reportajes fotográficos que suponen la parte más vistosa de la investigación, ya que se elaboraron para estudiar y razonar el funcionamiento de todos los elementos de los molinos de viento y por otro lado, la realización de croquis al objeto de la realización de planos del conjunto y de los detalles de los diversos tipos de los molinos de viento.

El estudio que se propone no tiene antecedentes en cuanto a su modelo teórico y a su aplicación práctica, ya que los molinos de viento en las Islas Canarias son un tema casi desconocido y escasamente estudiado.

Objetivos de la investigación.

Si los molinos de viento son unas construcciones que poseen ciertos valores históricos, arquitectónicos y etnográficos y son testigos singulares de la evolución de la cultura tradicional canaria, ¿Por qué existen varios tipos de molinos de viento en las Islas Canarias y para que se utilizan?

¿Por qué existen escasos ejemplares de molinos de viento restaurados y otro gran número de ellos se encuentran en ruinas y en estado de abandono? ¿Por qué solo se han declarado como Bien de Interés Cultural (B.I.C) dos tipos de molinos de viento en Canarias cuando existen una gran variedad de tipologías y tipos? ¿Existen alternativas para recuperar, incorporar y reutilizar los molinos de viento que mayoritariamente se encuentran abandonados y estado de ruinas para la actual sociedad canaria?

Con la intención de responder a estos interrogantes se aborda esta Tesis Doctoral, y que tiene como propósito central elaborar un riguroso estudio desde un punto de vista técnico y desde la visión de un arquitecto, con la finalidad de obtener un conocimiento más preciso y minucioso de los distintos elementos funcionales y los aspectos constructivos, además de establecer una clasificación de las diferentes tipologías y tipos de molinos de viento desarrollados en las Islas Canarias.

De esta forma se transmitirán los variados conocimientos técnicos adquiridos por los maestros molineros isleños, que habitualmente se transmitían de padres a hijos en una cadena cerrada y que, con lenguajes primarios y simples llegaron a generar unos elementos de carácter industrial óptimos para la economía del Archipiélago Canario y que hoy, con escasas excepciones, son viejas estructuras en estado de ruina y de abandono, testigos mudos del “*modus vivendi*” de una sociedad tradicional de un pasado no muy lejano.

La presente Tesis Doctoral se estructura en cuatro capítulos principales cuyos contenidos describimos brevemente a continuación.

El primer capítulo está dedicado a los antecedentes históricos de la aparición y la expansión de los molinos de viento en las Islas Canarias a raíz de la conquista y colonización del Archipiélago. El incremento constante de la población en las islas, así como la transformación de las estructuras económicas y agrícolas supusieron la implantación de nuevos sistemas de producción encaminados a aumentar la producción de los productos de primera necesidad (harina y gofio).

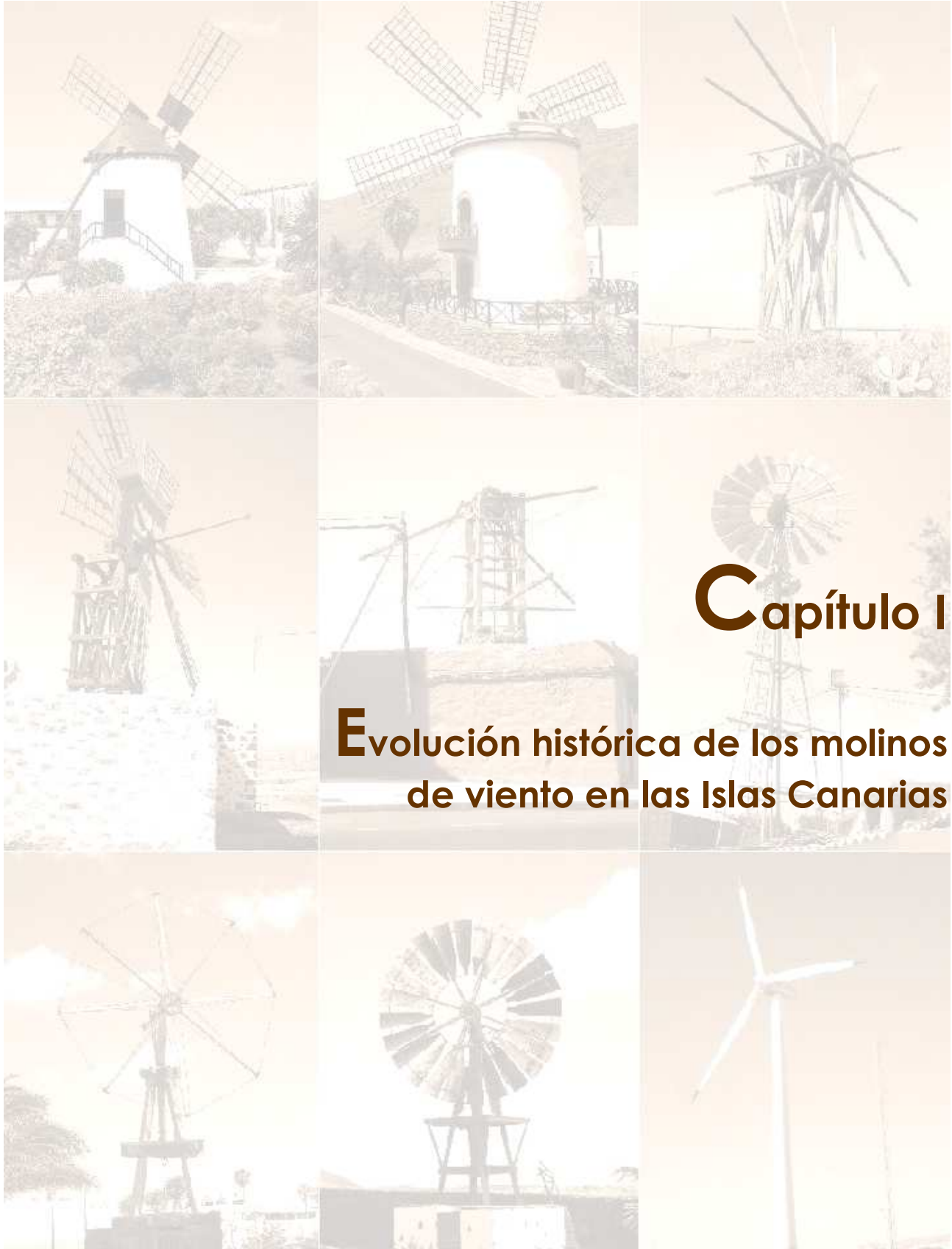
El segundo capítulo está dedicado al viento, a la energía eólica y sus aplicaciones más relevantes para los molinos de viento así como la elección de los lugares más apropiados donde se deben situar dichos molinos.

El tercer capítulo está dedicado a la clasificación de las diferentes tipologías y tipos de molinos de viento existentes en Canarias, así como a la descripción de los numerosos aspectos constructivos y de diseño de los mismos. Este capítulo se aborda desde un punto de vista técnico, siendo uno de los objetivos centrales de la investigación.

El cuarto capítulo está dedicado a la protección de los bienes integrantes en el Patrimonio Histórico Canario, se analizan los molinos de viento declarados como Bienes de Interés Cultural (B.I.C) en Canarias, para posteriormente recopilar las diversas experiencias llevadas a cabo para la recuperación, conservación y el disfrute por parte de los ciudadanos de los molinos de viento existentes en las Islas.

Este trabajo de investigación finaliza con una sección dedicada a conclusiones que pretende sintetizar los resultados y las características más relevantes de la investigación.

De igual forma se incluye una relación bibliográfica de donde nos hemos nutrido para desarrollar la presente Tesis Doctoral.



Capítulo I

Evolución histórica de los molinos de viento en las Islas Canarias

1. La introducción de los molinos de viento en España.

Los molinos de viento han sufrido una considerable y larga evolución durante varios milenios. Para estudiar este largo periodo de tiempo se establecen cuatro etapas históricas atendiendo al conocimiento técnico y al momento histórico en el cual se desarrollan.

El periodo de tiempo que transcurre hasta los siglos XIV y XV corresponde a la primera etapa histórica que se puede definir como “la etapa antigua del molino de viento” y se caracteriza por una lenta evolución debido al escaso desarrollo técnico en el que la principal fuente de energía motriz era de origen animal.

Existen numerosas investigaciones sobre el origen de los molinos de viento durante esta etapa antigua, de entre las cuales destaca un estudio riguroso realizado en 1952 por el etnógrafo español D. Julio Caro Baroja. En dicho estudio se especifica que las líneas más importantes en cuanto al origen de los molinos de viento son tres:

1.1. Las que sostienen que los molinos de viento provienen de la época clásica (greco-romana).

La cultura griega y su mitología consideraban las fuerzas de la naturaleza (fuego, agua, viento) como de uso y dominio exclusivo de los dioses, y que éstos no aceptaban de buen grado la intromisión en sus dominios.

Esta concepción mitológica de la naturaleza no ayudaba al desarrollo de la técnica. El hecho que su economía estuviera basada en una agricultura de subsistencia, con poco intercambio comercial y con una estructura social donde la mano de obra esclava era abundante, no ayudaba al desarrollo de la tecnología, ya que no había condiciones imperativas para el desarrollo de maquinaria que favoreciese una mejora en los métodos de producción. Tampoco se conocen antecedentes de la utilización de los molinos de viento por parte de la cultura romana.

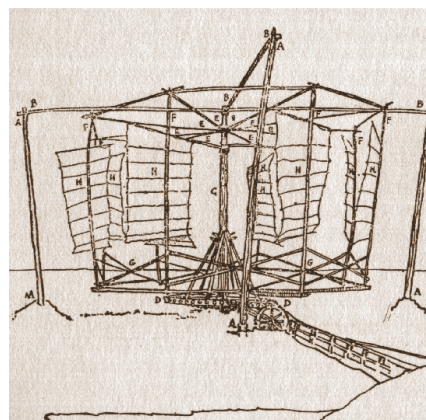


Detalle del molino de viento Persa de eje vertical en Nayín.

- 1.2. *Las que sostienen que los molinos de viento son de invención oriental (culturas árabe y china), que fueron introducidos en el mediterráneo por la cultura islámica y a Europa en la Edad Media por los Cruzados.*

Los antecedentes en la cultura islámica de los molinos de viento que se conocen con un cierto detalle documental y con aplicaciones utilitarias es un molino Persa de eje vertical. En las llanuras de Sijistán, en Persia, soplaban vientos muy fuertes y con bastante periodicidad. Dicho lugar supuso el germen de la utilización de la energía eólica y su posterior aplicación a la extracción de agua y a la molienda de cereales. El diseño de estos molinos viento de eje vertical era muy sencillo y elemental, eran primitivas máquinas eólicas de rotor vertical con varias palas de madera o de caña solidarias a un eje vertical, cuyo movimiento de rotación era comunicado a las muelas del molino.

En el extremo Oriente, en China hay referencias de la existencia de unos molinos de viento de eje vertical, llamados "panémonas" cuyo rotor estaba formado por palas a base de telas colocados sobre un armazón de madera y la posición de palas podía variarse para regular la acción del viento sobre dicho molino. Estos molinos se utilizaban fundamentalmente para el bombeo de agua.



Molino de viento de eje vertical denominado "panémonas" en las salinas de Chihli. China.

- 1.3. *Las que sostienen que los molinos de viento fueron inventados en torno al siglo XII en Europa Occidental (ejemplo son los molinos de los Países Bajos).*

La difusión del molino como máquina capaz de producir energía mecánica a través de las fuerzas de la naturaleza (el agua y el viento), y la introducción en Europa de la Edad Media del molino de viento siguen dos vías a partir de los siglos XI y XII. Una de las vías de acceso a Europa se extiende por el Mediterráneo, difundido por la civilización islámica, llegando incluso hasta la mitad sur de la Península Ibérica. Otra de las vías de acceso se extiende por Francia, Inglaterra y los Países Bajos, para luego posteriormente extenderse por Grecia, Italia, España y el resto del continente.

A finales de la Edad Media, las representaciones gráficas de los molinos de viento de eje horizontal que se conocen revelan la existencia de tres tipos de molinos de viento, dos de ellos son del Noroeste y Centro de Europa y un tercer tipo procede de los Países del Sur. Los dos primeros tipos de molinos se caracterizan por estar contruidos de madera casi en su totalidad, aunque algunos de estos molinos tienen el edificio contruido en piedra, mientras que el tercer tipo de molino el edificio está contruido en su totalidad con muros de mampostería y la maquinaria de molturación se incorpora al interior del edificio.

El proceso tecnológico que tuvo lugar en Europa durante los siglos XV y XVI corresponde a la segunda etapa histórica que se puede definir como “la etapa artesanal” y que fue consecuencia de un proceso renovador, que se manifestó en todo tipo de actividades, tanto en las científico-técnicas como en las económicas-sociales durante el periodo histórico conocido como El Renacimiento y que concluye en plena Revolución Industrial. Durante este periodo histórico la trituración del grano y la elevación del agua para el riego producido por el empleo de los molinos, alcanzaron un continuo desarrollo. En el siglo XVI, en Holanda y en los Países Bajos se perfeccionan el diseño de los molinos de viento que se utilizan fundamentalmente para el drenaje y la desecación de los “polders”.



Molino de viento “Tipo Torre” de rotor de cuatro aspas de madera y velas de lonas en Holanda.



Molinos de viento harineros “Tipo Torre” de rotor de cuatro aspas. Campos de Consuegra. España.

Numerosos son los ingenieros del Renacimiento interesados en la tecnología del molino de viento. Leonardo da Vinci aporta una idea fundamental en la época, la caperuza giratoria que se corresponde con una cubierta cónica construida de madera.

La idea la formula en el "Manuscrito Atlántico", donde aparece reflejado que el rotor de aspas de madera arranca de esta cubierta cónica y no del edificio de mampostería, por lo que de este modo el rotor de aspas es susceptible de cambiar de posición para orientarlo hacia las cambiantes direcciones del viento, desplazándose sobre un edificio de planta circular.



*Molinos de viento harineros
"Tipo Torre" de rotor de cuatro
aspas en Campo de Criptana.
España.*

A finales del siglo XVI se produce otro avance en la teoría y en la construcción de las aspas del rotor del molino de viento, inclinándose un 10% sobre el eje horizontal del molino, lo que le da un mayor rendimiento al captar la energía del viento.

A raíz del dominio español en los Países Bajos durante el siglo XVI se produjo en el territorio español tanto en la Península Ibérica como en las Islas Baleares y en Islas Canarias una introducción e implantación masiva de este tipo de molinos de viento "Tipo Torre", los cuales sufren modificaciones en algunos elementos constructivos con el fin de adaptarlos a las técnicas locales y artesanales de construcción de diferentes regiones españolas.



Molino de viento "Tipo Torre" en los "polders" de Holanda.

Los molinos de viento no sólo se utilizaron para extraer aceites de semillas y moler grano de los cereales sino que también se utilizaron para otras aplicaciones como drenar el agua de las regiones áridas, principalmente en la Mancha y en el suroeste de la Península Ibérica.

2. La expansión de los molinos de viento en Canarias.

La introducción y la expansión en las Islas Canarias de los molinos de viento harineros se producen en los primeros años de la colonización de las Islas Canarias.

El Historiador D. Elías Serra Ráfols, Catedrático de Historia de La Laguna, en sus múltiples investigaciones sobre la historia insular (arqueología, crónicas de la conquista, etc.), aporta documentación fechada en 1575 (siglo XVI), donde un carpintero de Tenerife se ofreció a las autoridades locales para la construcción de dos molinos de viento, según tecnología estudiada por él mismo en sus viajes realizados por Inglaterra, Flandes y Francia.



Molino de viento "Tipo Torre" TM la Antigua. Fuerteventura.



Molinos de viento "Tipo Torre" en Campo de Criptana, Ciudad Real. España.

En las Islas Canarias se implanta principalmente el molino de viento harinero "Tipo Torre" importado de la meseta castellana cuya configuración es una construcción de planta circular troncocónica, construido de mampostería de cal, piedra y barro, de dos o tres plantas de altura, cuya maquinaria es compleja y plenamente desarrollada, que se sitúa en la planta superior, y que se corona con una caperuza giratoria de armazón de madera que se monta sobre un doble anillo de madera que permite la rotación de la misma y que contaban además con cuatro o seis aspas o velas inclinadas sobre el eje horizontal, ligeramente inclinado, y la orientación del rotor hacia la dirección del viento se realiza por medio de un eje, timón ó rabo.

Este tipo de molino de viento es un modelo que se establece en España durante los siglos XVI y XVII como resultado de un largo proceso de mejoras tecnológicas que se introducen de forma paulatina desde la Edad Media. Durante estos siglos aparecen en varias de las Islas Canarias (Tenerife, Fuerteventura, Lanzarote y Gran Canaria) los molinos de viento harineros "Tipo Torre" importados de la meseta castellana y se producen variaciones en la construcción de los edificios, los rotores y las maquinarias ciertamente interesantes al confluir en las Islas distintas culturas tecnológicas y que supone una continua mixtura tecnológica para los molinos de viento.

Molino de viento "Tipo Torre" en La Antigua. Fuerteventura.



No será hasta finales del siglo XVIII, cuando se inicia un tratamiento científico de la construcción de los molinos de viento y los sistemas de molienda, produciéndose un mayor perfeccionamiento en los sistemas de transmisión donde se introducen nuevos materiales como el hierro fundido y donde además el nuevo pensamiento económico origina los supuestos previos de la transformación de los medios agrícolas a industriales. En el siglo XIX la molienda de granos se convierte en la gran industria en toda España, no sólo con molinos de viento sino también con molinos de agua, es por ello que se desarrollan transformaciones tecnológicas continuas en los molinos de viento que se implantan en cada una de las Islas.



Molino de viento tipo "Sistema Ortega". TM Villa de Mazo. La Palma. Éste molino de viento sirvió de laboratorio a su propietario e inventor D. Isidoro Ortega Sánchez.

En la segunda mitad del siglo XIX, en el boletín del 18 de Julio de 1868 de la Sociedad Amigos del País de Santa Cruz de La Palma, publicado por la imprenta El Time, se describe un nuevo molino denominado "Sistema Ortega". En esta publicación se recoge detalladamente el mecanismo del molino que D. Isidoro Ortega Sánchez construyó en Buenavista, en el municipio palmero de Breña Alta. Se hace referencia que ofrecía notables innovaciones inventadas y ensayadas en el molino de Monte Pueblo, en la Villa de Mazo, construido con anterioridad a 1868 y situado sobre una loma abierta a los vientos dominantes entre dos cruces de los caminos de El Lodero, y que sirvió de laboratorio, experimentación y práctica de su propietario e inventor D. Isidoro Ortega Sánchez.

Se trata de un molino de viento que difieren de los molinos de viento que se conocen en el resto de las Islas Canarias y de la Península Ibérica.

Éste molino de viento consiste en lo que se conoce como molinos de pivote que son muy característicos en Holanda. Dicho molino de viento posee tres elementos fundamentales:

- 1) De una parte la torre o estructura exterior realizada en madera y que posee la rueda dentada sobre un eje semihorizontal, y soportaba el rotor compuesto con un mínimo de ocho aspas que están compuestas de palas de madera.
- 2) De otra parte está el edificio, un volumen de una sola planta de altura que alberga los mecanismos de transmisión y donde se reunían las actividades de molienda y manipulación del grano.
- 3) De otra parte está la maquinaria de molturación, compuestas de dos piedras o muelas, la tolva y la canaleja y que se encuentran situadas en la base de la torre de madera.

Éste molino de viento supone una notable innovación y reforma sobre los mecanismos de los molinos de viento tipo torre, importados de la meseta castellana, que se instalan en el resto de las Islas.

Detalle del molino de viento tipo "Pivote" situado en Holanda.





Detalle del Molino de viento "La Molina". TM de Teguise. Lanzarote.

D. Isidoro Ortega Sánchez y posteriormente su hijo Pedro Ortega Yanes construyeron gran número de estos molinos de viento en la isla de la Palma y posteriormente en El Hierro, La Gomera, Tenerife y Fuerteventura. Dicho sistema tuvo una gran aceptación entre los carpinteros y artesanos de dichas Islas.

A finales del siglo XIX y principios del siglo XX surge un nuevo molino de viento denominado "las molinas" en las islas de Fuerteventura, Lanzarote y Gran Canaria, que provienen de las adaptaciones que realizan los artesanos y carpinteros locales de las islas anteriormente citadas, de los molinos de viento del "Sistema Ortega".

La molina tiene una base de planta rectangular. La torreta de madera tiene una longitud entre 6.00 y 7.00 metros y gira desde la misma base para orientar las aspas según la dirección del viento. La molina tiene de ventaja sobre el molino tradicional el reunir en una sola planta las actividades de la molienda y manipulación del grano, evitando al molinero el dificultoso trabajo de subir y bajar escaleras cargados con pesados sacos de cereales.

La molina necesita menos viento para moler, tiene un mayor rendimiento de molienda y produce una molienda de mayor calidad.

Molino de viento tipo "Sistema Romero" en Carrizal, TM de Ingenio. Gran Canaria.



Durante la segunda mitad del siglo XIX y principios del siglo XX aparece en Gran Canaria un nuevo modelo de molino de viento ideado por unos carpinteros de Gáldar, en la isla de Gran Canaria y que tuvieron gran difusión en la Isla. Éste molino de viento era similar al "Sistema Ortega". El nuevo molino de viento se compone de un edificio de planta cuadrada ó circular de techo plano, distribuido en dos niveles. Sobre éste volumen se ubica una torre de madera que atravesaba el techo de la construcción y llegaba hasta la sala de la molienda que se apoyaba sobre un pivote metálico en el suelo. La novedad de estos molinos reside en una cola de madera acoplada a la torre cuadrada de madera que permitía la orientación automática del molino hacia los vientos dominantes.



Detalle del molino de viento aeromotor de "Tipo Americano" destinado para bombear agua. TM La Aldea de San Nicolás. Gran Canaria.

Consecuentemente con los adelantos tecnológicos generados por la Revolución Industrial durante el siglo XIX, se perfeccionan los molinos que funcionan por la captación de la energía del viento para el bombeo de agua, aserradores de madera, fábrica de papel, prensado de semillas para producir aceite así como trituración diversas materias alimentarias, entre ellas los granos en la obtención de harinas. Este periodo de tiempo se define como la "etapa de renovación científica" y se caracteriza por el desarrollo de la teoría aerodinámica siendo la causa de que el diseño conceptual de los molinos de viento sufra una transformación completa.

Pero éste desarrollo tecnológico no llegó alcanzar el grado de popularidad que tuvo en América del Norte donde se instalaron millones de molinos de viento destinados al bombeo y drenaje del agua del subsuelo de las regiones áridas del oeste de los Estados Unidos.

Durante la segunda mitad del siglo XIX se empezó a crear muchas empresas americanas que iban perfeccionando constantemente este tipo de molinos de viento. Esto derivó con el tiempo en la formación de grandes compañías constructoras de molinos no sólo para el mercado interior sino para el mercado mundial. Estos molinos de viento se les denominaba comúnmente como "el molino americano" a pesar que en Europa se fue a la par en el desarrollo tecnológico. El perfeccionamiento técnico fue sobre todo en los materiales de construcción (piezas de fundición, el galvanizado, etc.) y en los sistemas de transmisión y regulación automática. La fabricación de estos molinos no correspondió exclusivamente a los americanos, pues en muchos de los países industriales de Europa se mantuvo la tradición de esta industria, algunas en pequeños talleres locales que llegaron a crear patentes propias.

En España se fabricaron muchos de estos molinos con un mayor grado de perfeccionamiento en Valencia y Cataluña. En las Islas Canarias se creó una pequeña industria del sector, sobre todo, en algunos talleres en Gran Canaria, Fuerteventura y Lanzarote.



Molino de viento "aeromotor del País" destinado para bombear agua. Lanzarote.

Los molinos de viento destinados al bombeo del agua son máquinas que poseen un rotor multipala cuyo diámetro suele oscilar entre 2.00 y 5.00 metros, con varias aspas oblicuas que parten de un eje horizontal. La torre tiene una forma piramidal y triangulada donde se dispone una rueda formada por un número variable de aspas para la captación de la energía del viento. Una larga veleta en forma de timón dirige el rotor de las aspas al viento. Dicho rotor hace girar los engranajes que activan una bomba de pistón. Cuando los vientos son excesivamente fuertes, unos mecanismos de seguridad detienen de forma automática el rotor de aspas para evitar daños en el mecanismo.

En la primera mitad del siglo XX se produce en Canarias un gran auge de las salinas, vinculadas a la aparición de la industria conservera de pescado debido fundamentalmente a la explotación del banco pesquero Canario-Sahariano. Las salinas se ubican en zonas de viento suaves y requieren por lo general alturas de bombeo muy pequeñas. No es de extrañar que la llegada a Canarias de este tipo de molinos de viento supusiera una auténtica revolución en la capacidad de bombeo de las salinas canarias. En un breve periodo de tiempo se sustituyeron los antiguos rotores de aspas de vela o de madera por los modernos multipalas o molinos americanos aunque en ocasiones se conservaron las torres de madera y las estructuras de las torres preexistentes.



Molinos de viento tipo "Salinero Canario" en las Salinas del Janubio. Lanzarote.



Detalle del molino de viento tipo "Salinero Canario" de rotor de aspas de lonas. Lanzarote.

El molino salinero canario se caracteriza básicamente por ser un aparato de eje horizontal dotado de un rotor típicamente mediterráneo de seis u ocho aspas y un sistema de transmisión basado en una excéntrica llamada cigüeñal, una biela, el vástago y una bomba pistón. En este tipo de molino de viento cabe distinguir tres partes bien diferenciadas, la base o pie, la torre, el rotor y la maquinaria, así como el sistema de transmisión.

En las Islas Canarias aparecen tres tipos de molinos de viento en las salinas atendiendo principalmente a su rotor, molino de rotor de madera con aspas planas de madera y lonas, molino de rotor de aspas de lonas y el molino de rotor multipala de chapa americano. Este molino de viento sentó las bases para los modernos aerogeneradores eólicos. Durante los años 70 del siglo XX, coincidiendo con la primera crisis del petróleo, los países no productores de petróleo decidieron apostar fuertemente por la investigación en el campo de las energías renovables en general y de energía eólica en particular.

Molino de viento tipo "Salinero" de rotor multipala de chapa. Lanzarote.



Las aplicaciones de las modernas tecnologías y en especial las desarrolladas en la aviación, que dieron como resultado la aparición de una nueva generación de máquinas eólicas muy perfeccionadas y que permiten su explotación, bajo criterios de rentabilidad económica, en zonas de potencial eólico elevado.

En 1979 (siglo XX), el Ministerio de Industria y Energía Español, a través del Centro de Estudios de la Energía, puso en marcha un programa de investigación y desarrollo para el aprovechamiento de la energía eólica y su conversión en electricidad. Se ensayó una máquina eólica que estaba formada por una aeroturbina de eje horizontal con un rotor de tres palas de fibra de vidrio y poliéster de 20.00 metros de diámetro, situado sobre una torre tronco-cónica de acero.

En España, el Plan de Energías Renovables de 1986 (siglo XX) puso en práctica una serie de medidas que facilitaron la introducción de la energía eólica a gran escala en el territorio nacional.



Molino tipo aerogenerador de baja potencia de torre en celosía de estructura metálica y rotor de tres palas. En la etapa tecnológica de las turbinas eólicas se producen una gran evolución técnica, utilizándose nuevos materiales más ligeros y resistentes a la vez que se introducen sistemas eléctricos de regulación y de control.

Detalle de Parque eólico compuesto por aerogeneradores de media potencia de eje horizontal y rotor de tres palas. Arinaga, TM de Ingenio, Gran Canaria.



Parque eólico de aerogeneradores. TM de Ingenio. Gran Canaria.



Actualmente existe en el mercado una gran variedad de modelos de aerogeneradores de pequeñas, de medias y de grandes potencias, que se clasifican en diversas categorías atendiendo a la orientación del eje del rotor de aspas respecto a la dirección del viento.

Los nuevos diseños de estos molinos de viento, los materiales novedosos empleados en su construcción, la mayor altura de las torres y los mayores diámetros de los rotores de los aerogeneradores engrandecen la función histórica y la importancia estética de los artesanales molinos y molinas de viento harineros de tiempos pasados.

3. La trascendencia de los molinos de viento en la economía de Canarias.

La raza humana a lo largo de la Historia fue cambiando su vida nómada o trashumante por la sedentaria, lo que conllevó a construir los primeros instrumentos para obtener alimentos.

El Neolítico fue el periodo donde el hombre logró domesticar a varios animales provechosos para su sustento y seleccionar una serie de semillas, que lograron ser la base de la alimentación, debido a su mayor abundancia y facilidad de obtención. En las comunidades humanas preagrícolas prehistóricas, el consumo de granos y semillas como alimentos necesitó, en muchos casos, de suplir vía tritución o machacado, empleando varias piedras de forma rudimentaria que se consumían de forma directa, sin preparación ni transformación.

En los últimos años el desarrollo de la investigación arqueológica ha ido aportando la suficiente información sobre la población prehispánica en las Islas Canarias. Abordar la prehistoria de Archipiélago significa conocer tanto el origen de la población prehispánica como las características de su asentamiento y adaptación al medio natural que conforma el espacio geográfico de las distintas Islas, ya que el comportamiento cultural de cada isla es distinto.

El poblamiento de las Islas Canarias se realizó en diferentes oleadas migratorias, aportando cada una de ellas grupos de pobladores que conforman diferentes estratos culturales.

El bagaje cultural de cada uno de estos grupos de población trae consigo la necesidad de generar medios que les permitan adaptarse a las características del nuevo espacio geográfico que presenta cada una de las islas en las que recalán, lo que conlleva a distintas formas de vida, de organización social y de aprovechamiento de los recursos agrícolas de los que puedan disponer.

En general, en todas las Islas se practicó una economía mixta productora-depredadora, englobándose en la primera la explotación ganadera y agrícola y en la segunda el aprovechamiento de los recursos naturales vegetales y animales, tanto terrestres como marinos. La actividad prioritaria parece haber sido en todos los casos la explotación pastoril, salvo en Gran Canaria, donde se desarrolló una agricultura importante basada en cultivos de secano y regadío. No obstante, en el interior de cada isla se practicaron diversas estrategias de acuerdo con los diferentes ecosistemas existentes, variando en muchos casos el volumen de recursos existentes para la supervivencia de cada grupo humano.

Es una economía muy básica dirigida al autoconsumo de cada grupo poblacional y que desarrollan medios muy rudimentarios sujetos de forma constante a las inclemencias climáticas u otros condicionantes naturales como son las sequías, el agotamiento y limitaciones del suelo agrícola. La cultura material también es rudimentaria, siendo las principales materias primas la piedra, el barro, la piel de los animales y la madera.

La conquista y colonización del Archipiélago Canario es consecuencia del proceso de expansión europea en la Baja Edad Media por el cual ciertas naciones de Europa emprenden la conquista de territorios en ultramar. Esta política expansionista se enmarca a su vez entre dos acontecimientos característicos de ese periodo. De una parte, la decadencia de las ideas y poderes del tipo universal a favor del fortalecimiento de los Estados Nacionales y de otra, el auge creciente de los países atlánticos frente a los mediterráneos.

Las transformaciones que sufre la sociedad aborígen asentados en las distintas islas del archipiélago ante el contacto europeo continuado en varias épocas en sus estructuras económicas, sociales, políticas y religiosas son consecuencia más que de las incursiones bélicas y fugaces, de estancias pacíficas y permanentes en el tiempo. El modo vida nómada o transeúnte de estas comunidades prehispánicas asentadas en las Islas Canarias cambió radicalmente.



Molino de mano o mortero utilizado por los aborígenes en Canarias. Centro de interpretación de molinos en Tiscamanita. Fuerteventura.

Los aborígenes establecidos en las Islas Canarias utilizaban instrumentos muy rudimentarios, toscos morteros de escaso tamaño destinados a la tritución de los granos y semillas silvestres que recolectaban, reduciéndolos a una harina basta para hacerlos más asimilables para el organismo.

El primer instrumento reconocido para la tritución de los alimentos es con claridad el molino de mano. El tamaño más frecuente de las piedras de los molinos de mano destinados a la tritución de las semillas y granos suele oscilar entre treinta ó treinta y cinco centímetros de diámetro. El material de estos molinos de mano es de basalto cavernoso, material que se conoce popularmente como "piedra molinera". Éste tipo de molinos circulares están presentes en las siete islas del Archipiélago Canario.

La conquista y la colonización de las Islas Canarias trajeron consigo un cambio radical en la orientación de los modos de vida. Los colonizadores trajeron a las Islas un modelo de economía predominantemente agrícola y principalmente de carácter cerealista.

Tahona de mano. Centro de interpretación de molinos en Tiscamanita. Fuerteventura.



El incremento constante de la población y consecuentemente el aumento de la demanda de harina y gofio supuso el aumento en tamaño de los instrumentos de tritución, con lo que supuso incrementar la fuerza impulsora para hacerlos funcionar, utilizándose la fuerza animal (burros y camellos) y en varias ocasiones la fuerza de los individuos. Por la naturaleza de la fuerza empleada para hacer funcionar este tipo de instrumentos son los llamados "molinos de sangre".

Dentro de esta categoría de "molinos de sangre" podemos clasificarlos en dos tipos:

1) La Tahona de mano.

Es una pequeña máquina donde el movimiento de las piedras se produce manualmente a través de una manivela. El mecanismo es el mismo que la tahona de tracción animal y de escasas dimensiones.

2) La Tahona de tracción animal.

Se desarrollan fundamentalmente en las Islas Orientales y son herencia directa de las norias de extracción de agua. El mecanismo consiste en una gran rueda dentada colocada horizontalmente que gira sobre un eje que pone en movimiento otra rueda vertical que acciona los engranajes y las piedras de moler.

En general, estos molinos de sangre son sistemas de escasa envergadura de producción, y por ello pertenecían a propietarios agrícolas, familias o vecinos de un mismo núcleo de población, repartiéndose a veces por turnos el uso de la molienda.



Detalle de molino de sangre. Tahona de tracción animal. Lanzarote.

El continuo crecimiento de la población establecidas en las Islas así como la transformación de la estructura económica y agrícola, el desarrollo del incremento de la presión sobre los bienes de producción y el considerable aumento de la dependencia económica del exterior propiciaron la implantación de nuevos sistemas producción. Se importan sistemas accionados por las fuerzas de la naturaleza (el agua y el viento), sistemas que aumentan de tamaño encaminados a aumentar la producción. La introducción en las Islas Canarias de los molinos de viento harineros se produce en los primeros años de la Colonización de las Islas.



Molino de viento en El Valle de Los Ortega. Fuerteventura.

El dinamismo económico y el saldo demográfico positivo, condujeron a una tendencia alcista de los bienes de consumo y los productos artesanales. La demanda se establecía fundamentalmente en el consumo de productos de primera necesidad.

Los molinos de agua y de viento, así como el abastecimiento de harina y gofio se convirtieron en los siglos XVII y XVIII en un atractivo sector de inversión para algunos miembros del grupo de poder insular, ya que se producían notables ganancias en la comercialización de estos productos, en el arrendamiento de estos inmuebles de producción, el incremento de su tasación en un corto periodo de tiempo.

Es por ello que la inversión de los medios de abastecimiento tan importante como fueron los molinos de viento harineros fuese un alza permanente para algunos miembros estas clases de poder.

El aumento desmedido de las ganancias, el desarrollo demográfico y la necesidad de mejorar el abastecimiento llevaron a que los vecinos de varias localidades de las Islas a solicitar permisos extraordinarios a los Cabildos para la construcción de los molinos de viento.

Detalle del cubo y del edificio del molino de agua de El Parra. TM de la Aldea. Gran Canaria.



Molino de agua de La Ladera. TM de la Aldea. Gran Canaria.





Molino de viento "aeromotor" de rotor multipala de chapa y destinado al bombeo de agua. TM La Aldea de San Nicolás, Gran Canaria.

Detalle del molino de viento tipo "salinero" de las salinas. Lanzarote.



A principios del siglo XIX la molienda de granos se convierte en una de las grandes industrias en las islas del archipiélago canario, con lo que se desarrollan transformaciones tecnológicas continuas en los molinos de viento que se implantan en cada una de las islas, produciéndose variaciones constantes al confluir distintas culturas tecnológicas. Consecuentemente con los adelantos tecnológicos generados por la Revolución Industrial durante el siglo XIX, se perfeccionan los molinos que funcionan por la captación de la energía del viento para el bombeo del agua, y se les conocía comúnmente como "el molino americano" a pesar que en Europa se fue a la par del desarrollo tecnológico de Estados Unidos, donde alcanzaron un grado de popularidad extraordinario debido a la posibilidad de extraer agua del subsuelo de las regiones áridas. En la primera mitad del siglo XX se produce en Canarias un gran auge de las salinas, vinculadas a la aparición de la industria conservera de pescado. La llegada a Canarias del molino conocido como "molino americano" supuso una revolución en la capacidad de bombeo de agua, tanto de las salinas como en la extracción de agua del subsuelo de las tierras áridas. En las Islas se creó una pequeña industria del sector, sobre todo en las Islas Orientales (Fuerteventura, Lanzarote y Gran Canaria). La capacidad y rendimiento de trabajo de estos molinos de viento contribuyó de una parte a la extensión y colonización de nuevos espacios para la producción de sal en las Islas y de otra parte a la extensión del espacio agrícola de regadío en las tierras áridas, fundamentalmente en Fuerteventura, Lanzarote y Gran Canaria.

En la segunda mitad del siglo XX, en 1979, el Ministerio de Industria y Energía Español, puso en marcha un programa de investigación y desarrollo para el aprovechamiento de la energía eólica y su conversión en electricidad. El Plan de Energías Renovables de 1986 puso en práctica una serie de medidas que facilitaron la introducción de la energía eólica en las Islas Canarias a través de convenios entre el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, la comunidad autónoma y las compañías eléctricas.



Aerogeneradores agrupados en un parque eólico de rotor de tres palas. Pozo Izquierdo. TM de Ingenio. Gran Canaria.

En las Islas Canarias los molinos de viento se utilizan para varias funciones, para moler grano (molinos harineros), para bombear agua (aeromotores) y para generar electricidad (aerogeneradores).

En la actualidad la aplicación más generalizada de los molinos de viento en las islas canarias es la generación de electricidad a través de aerogeneradores de eje horizontal de baja, media y gran potencia agrupados en parques eólicos y los aerogeneradores instalados son los de rotor de tres palas de sección aerodinámica, ya que son los que han permitido obtener mayores eficiencias en la conversión de la energía eléctrica y que dichos dispositivos de conversión se ubican en la torre.



Aerogeneradores de rotor de tres palas en Arinaga, TM de Ingenio. Gran Canaria.



Capítulo II

El viento y la energía eólica



*Efectos del viento en la naturaleza.
El Sabinar. El Hierro.*

2. El origen del viento.

El viento se puede definir como una masa o corriente de aire en movimiento resultante de las diferencias de presión producidas por el desigual calentamiento del sol en la atmósfera, las irregularidades de la superficie terrestre y la rotación de la Tierra.

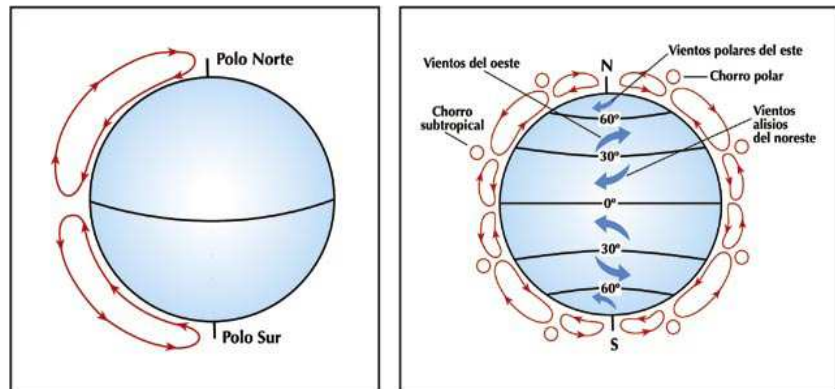
La circulación de las masas de aire se debe a la acción resultante de las fuerzas de rozamiento, de presión gravitacional y de la rotación del planeta Tierra, que inducen a dos tipos de circulación del aire en la atmósfera:

- 2.1. Circulación planetaria o de vientos globales, que son debidos a la incidencia de los rayos solares sobre la Tierra y a la rotación de esta que varía según la zona y la época del año.
- 2.2. Circulación a pequeña escala o de vientos locales, que son debidos a la orografía del terreno y la presencia del mar.

Las diferencias de radiación solar entre los distintos puntos de la Tierra generan diversas áreas térmicas y los desequilibrios de temperatura provocan cambios de densidad en las masas de aire que se traducen en variaciones de presión.

Durante el día el sol calienta el aire sobre la tierra firme más que el que está sobre el mar. El aire continental se expande y se eleva, disminuyendo la presión sobre el terreno, haciendo que el viento sople desde el mar hacia las costas. La rotación terrestre, las diferencias de temperatura y las diferencias de presión atmosférica influyen en la dirección y velocidad del viento.

Las Islas Canarias se encuentran situadas en una zona de transición entre dos dominios climáticos (zona templada y zona subtropical), ambas pertenecientes a la región ecuatorial, que es donde se genera un sistema de vientos globales debido fundamentalmente al mayor calentamiento de la superficie terrestre por los rayos solares.

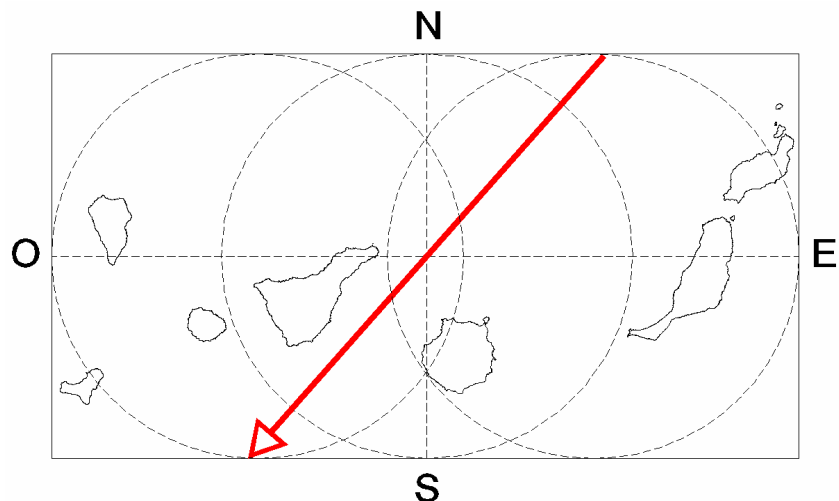


Circulación general del aire en la superficie de la Tierra

Al calentarse el aire en el Ecuador asciende y es sustituido por el aire más próximo a los polos, formándose la llamada circulación de Hadley.

Dicha corriente transporta el calor desde las zonas ecuatoriales hasta las subtropicales reemplazando el aire caliente por aire más frío de las latitudes superiores haciéndose inestable a unos 30°-35° de latitud hacia el ecuador, originando unos vientos generales que afectan a las Islas Canarias.

El movimiento de rotación de la Tierra desvía los vientos Alisios hacia el oeste, y por ello soplan del noreste al suroeste en el hemisferio norte y del sudeste hacia el noroeste en el hemisferio sur.



Dirección frecuente de los vientos alisios en las Islas Canarias.

2. La energía eólica y sus aplicaciones.

La energía eólica es una energía renovable y es una variable de energía solar, que se obtiene de la fuerza del viento, resultante del desigual calentamiento del sol en la atmósfera y de las irregularidades del relieve de la superficie terrestre.

El término energía eólica se describe como el proceso por medio del cual la fuerza del viento es usada para generar energía útil, ya sea mecánica o eléctrica. En el pasado el viento ha sido una importante fuente de energía que se utilizaba para poner en movimiento medios de transporte (barcos de vela) y para moler granos o bombear agua a través de los molinos de viento.

El mayor interés que existe actualmente consiste en la producción de energía eléctrica a partir de la fuerza del viento como alternativa a la generación de energía por medio de costosos combustibles fósiles. La explotación de la energía eólica generada por el aire en constante movimiento es, dentro de las fuentes de energía renovables existentes, la que mayor incremento ha experimentado durante los últimos años. Es por ello que existen en el mercado una gran cantidad de molinos de viento que producen energía eléctrica con novedosos diseños y con diversos tamaños adecuados para las diferentes necesidades a cubrir.

En la actualidad, es el contenido energético del viento lo que interesa aprovechar. La cantidad de energía que contiene el viento antes de pasar por un rotor de aspas en movimiento depende fundamentalmente de tres parámetros: La velocidad del viento, la densidad del aire y el área de barrida del rotor.

La energía cinética de una masa de aire que se desplaza viene determinada por la denominada "ley del cubo", la velocidad del viento que pasa por el rotor de aspas de un molino es determinante ya que la energía cinética aumenta proporcionalmente al cubo de la velocidad a la que se mueve, es decir, si la velocidad del viento se duplica la energía será ocho veces mayor.

Para cuantificar la cantidad de energía contenida en el viento antes de pasar a través de un rotor de aspas viene dada por la siguiente expresión:

$$P = \frac{1}{2} \times \rho \times S \times V^3$$

Donde:

P = potencia en vatios (W)

ρ = densidad del aire (kg/m³)

S = superficie barrida por el rotor (m²)

V = velocidad del viento (m/s)

No obstante, un molino de viento no es capaz de capturar el 100% de la potencia del viento, ya que su velocidad una vez que atraviesa la superficie del rotor no es nula, y por tanto la potencia dada en la expresión anterior no es totalmente aprovechable. Las principales dificultades que presenta el aprovechamiento de esta energía renovable son: las variaciones en la velocidad del viento y la incapacidad de asegurar un suministro constante y regular. En contraste con estas dificultades la energía eólica no contamina, es inagotable y frena el agotamiento de los combustibles fósiles a la vez que puede competir en rentabilidad con otras fuentes energéticas tradicionales. Al contrario de lo que ocurre con las energías convencionales, la energía eólica no produce contaminación por residuos o vertidos en el terreno, no produce gases tóxicos expulsados hacia la atmósfera y no contribuye al efecto invernadero. La energía eólica permite generar energía eléctrica sin que exista un proceso de combustión o una etapa de transformación que supone, desde un punto de vista medioambiental, es un procedimiento limpio y exento de inconvenientes derivados de la contaminación. Se suprimen los impactos originados por los combustibles durante su extracción, transformación, transporte y combustión, lo que beneficia la atmósfera, el suelo, el agua, la fauna y la vegetación.

Al finalizar la vida útil de los molinos de viento que generan energía mecánica para posteriormente transformarla en energía eléctrica el desmantelamiento no deja huellas. La energía del viento es totalmente libre y es un recurso renovable.

Las aplicaciones de la energía eólica se pueden clasificar en:

2.1. Aplicaciones Autónomas.

Estas aplicaciones están destinadas a pequeñas comunidades y zonas aisladas. Las posibilidades que ofrece esta energía en este ámbito se pueden dividir en tres grupos.

2.1.1. *Energía Mecánica.*

Es de aplicación inmediata en la molturación de granos y semillas, la producción de aceite, los aserraderos de madera y el bombeo de agua por medio de bombas de pistón, de tornillo helicoidal o centrífugo.

2.1.2. *Energía Térmica.*

Se obtiene a partir de la energía mecánica bien por calentamiento de agua por rozamiento mecánico o bien por compresión del fluido refrigerante de una bomba de calor.

2.1.3. *Energía Eléctrica.*

Es la aplicación más frecuente en la actualidad. Esta aplicación al estar situadas fundamentalmente en zonas aisladas y lejos de las redes eléctricas hay que prever normalmente un sistema de acumulación por baterías de dicha energía para hacer frente a las posibles calmas de viento. En ocasiones este sistema permite la interconexión a una red eléctrica.

2.2. Aplicaciones Centralizadas.

Estas aplicaciones están destinadas a la producción de la energía eléctrica en cantidades importantes y están interconectadas a la red de distribución eléctrica. En este marco será necesario que la potencia base de la red eléctrica proporcione una fuente de energía más estable para el correcto funcionamiento del sistema.

En esta aplicación existe dos grandes tipos de instalaciones eólicas:

2.2.1. Aerogeneradores de gran potencia, con potencias generadas del rango de los megavatios (MW).

2.2.2. Parques eólicos, formados por agrupaciones de aerogeneradores de mediana potencia (100 KW) conectados entre sí.

Una de las características más importantes de la energía producida por el viento es su infinita posibilidad en función lineal a la superficie expuesta a su incidencia, siendo en la actualidad una de las fuentes de energía renovables con mayor potencial.

No obstante existen perjuicios en la explotación de este tipo de energía debido fundamentalmente a que se construyen aerogeneradores de gran tamaño, que desde un punto de vista estético producen un impacto visual inevitable, evidenciando en algunos casos una alteración clara sobre el paisaje y que generan ruido mecánico producido por el giro del rotor.

Los nuevos diseños de aerogeneradores buscan la reducción del impacto visual y la disminución del ruido producido por el rotor.

3. Emplazamiento de los molinos de viento.

La elección del emplazamiento de los molinos de viento en un lugar concreto depende fundamentalmente del potencial eólico de la zona donde se pretenden ubicar, es por ello que es necesario conocer el régimen de vientos tanto en velocidades como en direcciones. Las variables que determinan el régimen de vientos de una zona concreta para acometer el diseño de un molino con el fin de aprovechar la energía procedente del viento son: La situación geográfica, las características climáticas, la estructura topográfica, las irregularidades del terreno y la altura sobre el nivel del suelo.

Se hace necesario, por tanto, de disponer de una información meteorológica detallada sobre la estructura y distribución de los vientos en los lugares donde se pretende situar los molinos de viento. Las mediciones estadísticas deben de realizarse durante un periodo mínimo de tres años para poder obtener unos valores fiables que una vez procesados permiten elaborar:

3.1. Los mapas eólicos.

Los mapas eólicos proporcionan información de ámbito global del nivel medio de los vientos de una determinada área geográfica.

3.2. Las distribuciones de velocidad.

Se realizan estudios a escala zonal de un mapa eólico proporcionando el número de horas al año en el que los vientos tienen unas direcciones y unas velocidades determinadas.

3.3. Los perfiles de velocidad.

Se realizan estudios de la variación de la velocidad del viento con la altura respecto al nivel del terreno.

Las medidas necesarias para obtener los parámetros indicados se realizan hoy día con diversos aparatos, mas o menos sofisticados, pero que están basados en el funcionamiento del anemómetro (mide la velocidad del viento) y de la veleta (mide la dirección del viento).



Detalle anemómetro de cazoletas.

El anemómetro más usado es el de cazoletas, que consiste en un molinete horizontal móvil alrededor de un eje vertical; cada brazo de la cruz lleva en su extremo una cazoleta con forma semiesférica hueca, estando todos los huecos dirigidos en el mismo sentido. Estas cazoletas están calibradas de tal manera que una vuelta completa corresponde un metro de recorrido del viento y un sensor acoplado que cuente las vueltas por segundo, obteniendo valores de la velocidad.

La veleta tiene varias formas, desde las tradicionales con forma de gallo hasta las utilizadas en los observatorios, pasando por las mangas de los aeródromos y aeropuertos. Constan de un pivote vertical, donde puede girar libremente una pieza de forma variada, normalmente por uno de sus extremos termina en punta de flecha y por el otro lleva dos paletas que forman un ángulo bastante cerrado. Cuando sopla el viento, el aparato tiende a colocarse en la posición de mínima resistencia, y como el lado de las paletas ofrece la máxima, y es la punta de flecha la que nos indica la dirección de procedencia del viento.

En la actualidad para realizar los mapas eólicos, las distribuciones de velocidad así como los perfiles de velocidad de una zona concreta se utiliza el anemocinemógrafo, que es el aparato encargado de registrar la velocidad y la dirección del viento.

Los molineros de los molinos de viento harineros tenían una cierta sensibilidad para deducir la intensidad y velocidad del viento al carecer de aparatos capaces de registrar su velocidad y su intensidad, es por ello que dichos parámetros eólicos lo establecían por métodos de visibilidad, por el movimiento del mar y sus olas, por el movimiento de los árboles y finalmente por el movimiento de las nubes.

Cuando se carecen de los aparatos (anemómetros y anemocinemógrafos) existen los denominados sistemas de visibilidad, que nos indican la dirección y velocidad del viento.

Existen tablas empíricas para deducir la intensidad del viento (Escala Beaufort) en la que se establecen equivalencias basadas en el estado de la mar, de sus olas y de los efectos producidos por la fuerza del viento en la superficie de la tierra.

La Escala Beaufort fue creada por el almirante irlandés Francis Beaufort (oficial naval e hidrógrafo), alrededor de 1805. Antes de 1800, los oficiales navales hacían observaciones regulares del tiempo, pero no tenían "escala" haciendo muy subjetivas la apreciación del viento, uno decía "brisa suave" y otro decía "calma".

La escala inicial no tenía velocidades de vientos, sino que detallaba un conjunto de condiciones cualitativas desde 0 a 12 de acuerdo a cómo un navío actuaría bajo cada una de ellas, desde "apenas suficiente para maniobrar" hasta "insostenible para las velas". La escala fue adaptada para uso no naval a partir de los 1850, cuando los números de Beaufort se asociaron con el número de rotaciones de un anemómetro.

Los molinos de viento aeromotores y los molinos harineros comienzan a moverse a partir de velocidades del viento de 6 Km./h (1,66 m/s), que corresponde al número 2 de la escala de Beaufort y deben de recoger velas o aminorar su rendimiento a partir de los 28 Km./h (7.77 m/s), que corresponde con el número 4 de la escala de Beaufort.

Para que los molinos de viento tengan eficacia deben de estar instalados en lugares desprovistos de barreras y de obstáculos naturales (colinas, árboles) ó de obstáculos artificiales (edificaciones) que puedan entorpecer la libre marcha de las corrientes de viento, evitando en determinados casos la aparición de ráfagas y torbellinos que puedan comprometer la estabilidad del molino. Aún no existiendo los obstáculos anteriormente citados debe de tenerse en cuenta que el movimiento del viento a poca distancia del terreno es de naturaleza ondulante, no es constante ni uniforme hasta algunos metros de la superficie del terreno, es por ello que las torres que sostienen los rotores de los molinos de viento deben de tener una altura mínima entre seis a diez metros.

A continuación se muestra la escala de Beaufort donde se indica el número de la escala, la velocidad del viento, la denominación de los vientos y los efectos que producen tanto en el mar como la tierra.

ESCALA DE BEAUFORT					
Número de Beaufort	Velocidad del Viento (km/h)	Nudos (millas náuticas/h)	Denominación	Aspecto del Mar	Efectos en Tierra
0	0 a 1	< 1	Calma	Despejado	Calma. El humo asciende verticalmente
1	2 a 5	1 a 3	Ventolina	Pequeñas olas, pero sin espuma	El humo indica la dirección del viento
2	6 a 11	4 a 6	Flojito (brisa muy débil)	Crestas de apariencia vítreas, sin romper	Se mueven las hojas de los árboles, empiezan a moverse los molinos
3	12 a 19	7 a 10	Flojo (brisa débil)	Pequeñas olas, crestas rompientes	Se agitan las hojas, ondulan las banderas
4	20 a 28	11 a 16	Bonancible (brisa moderada)	Borreguillos numerosos, olas cada vez más largas	Se levanta polvo y papeles, se agitan las copas de los árboles
5	29 a 38	17 a 21	Fresquito (brisa fresca)	Olas medianas y alargadas, borreguillos muy abundantes	Pequeños movimientos de los árboles, superficie de los lagos ondulada
6	39 a 49	22 a 27	Fresco (brisa fuerte)	Comienzan a formarse olas grandes, crestas rompientes, espuma	Se mueven las ramas de los árboles, dificultad para mantener abierto el paraguas
7	50 a 61	28 a 33	Frescachón (viento fuerte)	Mar gruesa, con espuma arrastrada en dirección del viento	Se mueven los árboles grandes, dificultad para andar contra el viento
8	62 a 74	34 a 40	Temporal (viento duro)	Grandes olas rompientes, franjas de espuma	Se quiebran las copas de los árboles, circulación de personas dificultosa
9	75 a 88	41 a 47	Temporal fuerte (muy duro)	Olas muy grandes rompientes, visibilidad mermada	Daños en los árboles, imposible andar contra el viento
10	89 a 102	48 a 55	Temporal duro (temporal)	Olas muy gruesas con crestas empenachadas, superficie del mar blanca	Árboles arrancados, daños en las estructuras de las construcciones
11	103 a 117	56 a 63	Temporal muy duro (borrascosa)	Olas excepcionalmente grandes, mar completamente blanca, visibilidad muy reducida	Estragos abundantes en construcciones, tejados y árboles
12	118 y más	64 a 71 >	Temporal huracanado (huracán)	El aire está lleno de espuma y rociones, enorme oleaje, visibilidad casi nula	Destrucción total



Capítulo III

Tipologías y tipos de molinos de viento en las Islas Canarias

1. Introducción.

A lo largo del tiempo van surgiendo variaciones constantes en cada modelo de molino de viento construido, ya que se producen un mayor perfeccionamiento en los ejes, los rotores, los sistemas de orientación manual o automática de los rotores, los sistemas de transmisión de las maquinarias, los diferentes usos a cual se destinan, a la vez que se introducen nuevos materiales en su construcción como es el hierro fundido, todo esto es como resultado de un largo proceso de mejoras tecnológicas constantes a lo largo del tiempo.

Por sus generalidades, los molinos de viento que se surgen en las Islas Canarias se pueden clasificar principalmente en tres tipologías,

1.1. Los Molinos Harineros.

Mediante este tipo de molinos de viento es posible transformar la energía cinética del viento en energía mecánica para la molturación de granos y semillas, con el fin de obtener harina y gofio. Esta tipología de molinos de viento se dividen a su vez en cuatro tipos:

- a) El molino de viento "Tipo Torre".
- b) El molino de viento "Sistema Ortega".
- c) El molino de viento "Las Molinas".
- d) El molino de viento "Sistema Romero".

1.2. Los Molinos Aeromotores.

Con este tipo de molinos de viento es posible transformar la energía cinética del viento en energía mecánica para el bombeo de agua por medio de bombas de pistón, de tornillo helicoidal o centrífugo. Esta tipología de molinos de viento se dividen a su vez en dos tipos:

- e) El molino de viento "Tipo Americano".
- f) El molino de viento "Salinero Canario".

1.3. Los Molinos Aerogeneradores

Mediante este tipo de molinos de viento es posible transformar la energía cinética del viento en energía eléctrica. Esta tipología de molinos de viento se divide a su vez en tres categorías, según la potencia eléctrica generada, de baja potencia, de media potencia y de gran potencia, existiendo en el mercado una gran variedad de modelos de aerogeneradores. En las Islas Canarias se instalan y se generalizan la ubicación de parques eólicos compuestos de aerogeneradores de eje horizontal y de rotor de tres palas de media y gran potencia.

- g) Aerogenerador de rotor tripala.
- h) Otros aerogeneradores

Los Molinos Harineros



Molino de Viento “Tipo Torre”



Molino de viento "Tipo Torre" en Tiscamanita, Tuineje, Fuerteventura.

2.1. Molino de viento "Tipo Torre".

Éste molino de viento harinero es una construcción de forma troncocónica de planta circular y habitualmente de tres plantas de altura, que se remata con una cubierta cónica ó piramidal irregular de madera en la que una de sus partes queda abierta para dar salida a un eje ligeramente inclinado que sostiene al rotor compuesto habitualmente por cuatro aspas y en ocasiones por seis aspas y que se orientaba según la dirección del viento mediante un eje, timón ó rabo situado en el extremo opuesto del rotor. La maquinaria de molturación de este molino viento se sitúa bajo la cubierta cónica de madera.



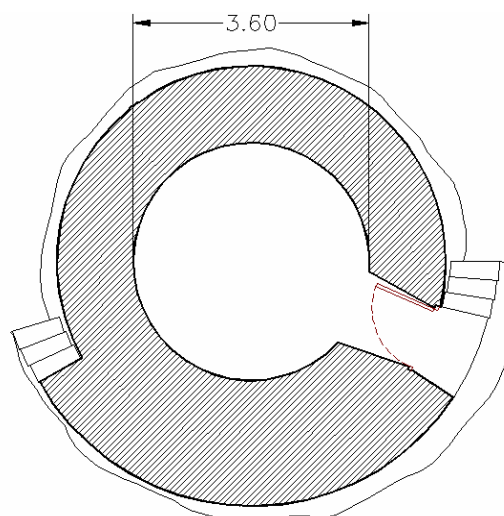
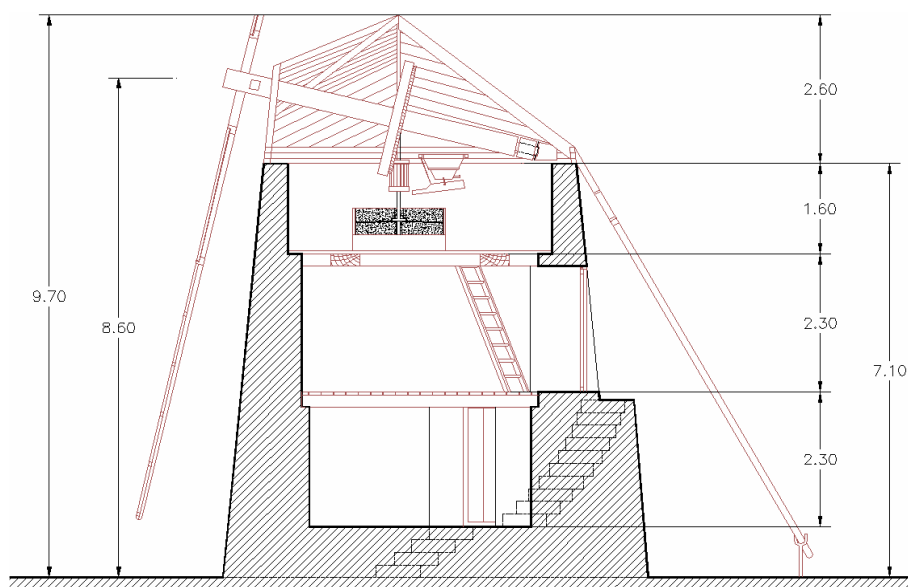
Molino de viento "Tipo Torre" en Los Llanos de La Concepción. TM Puerto del Rosario, Fuerteventura.

2.1.1. Descripción de los elementos del molino.

2.1.1.1. El edificio y sus elementos constructivos.

La estructura total del edificio se puede descomponer en dos secciones. La primera tiene forma troncocónica de planta circular de aproximadamente 6.00 metros de diámetro y consta de tres plantas de altura de dimensiones entre los 6.00 y 7.00 metros, siendo el elemento fijo y sustentante del molino. La segunda está constituida por una cubierta cónica peraltada de armazón de madera con unas dimensiones entre los 2.00 y 3.00 metros de altura, sostiene el rotor del molino y es el elemento móvil.

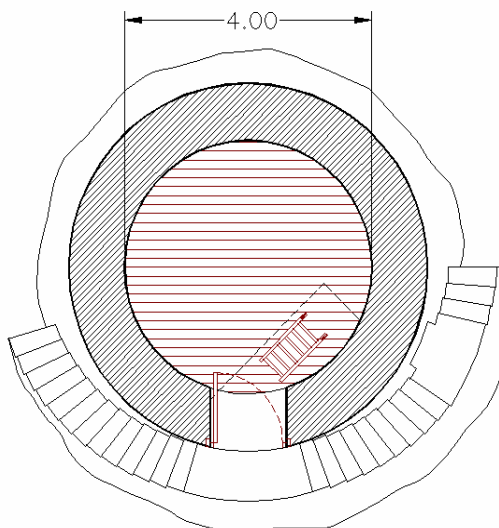
Detalle del edificio del molino de viento en el Cotillo. TM de La Oliva. Fuerteventura.



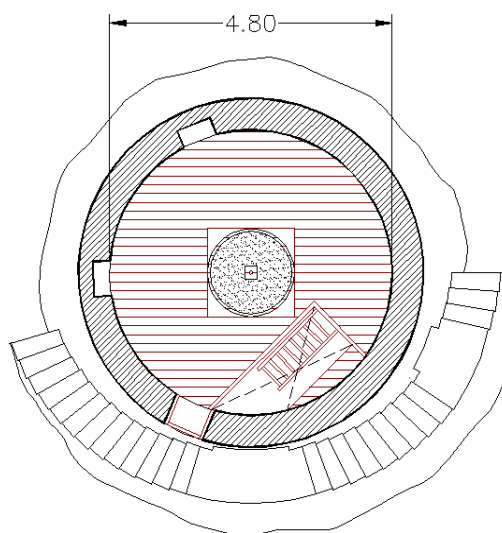
Planta Baja (almacén)



Detalle de los accesos desde el exterior a la planta baja y a la planta primera del molino de viento en Lajares en La Oliva. Fuerteventura.



Planta Primera (sala de espera)



Planta Segunda (maquinaria)

Detalle del acceso desde el exterior a la primera planta del molino de viento en Los Llanos de la Concepción. TM de Puerto del Rosario. Fuerteventura.



En la planta baja se localiza el almacén destinado a materiales y herramientas. El acceso a dicha planta se accede por un hueco de entrada que se encuentra generalmente a un lado de la escalera exterior y está a nivel del terreno. En la planta primera, donde se accede desde el nivel del terreno mediante una escalera exterior de doble acceso que se adapta a la forma circular del edificio, se vertía el gofio o harina producto de la molienda de los cereales. Éste lugar servía de dormitorio del molinero y de sala de espera del cliente. En la planta segunda es donde se localiza la maquinaria del molino y se accede a la misma mediante una escalera interior que comunica ambos niveles. Los elementos constructivos más característicos del edificio del molino son los siguientes:



Detalle de acabado exterior de los muros de cerramiento del edificio. Molino de viento en Tiscamanita. TM de Tuineje. Fuerteventura.

Detalle de acabado exterior de los muros de cerramiento del edificio. Molino de viento en Tefía. TM de Puerto del Rosario. Fuerteventura.



2.1.1.1.1. Los Muros de Cerramiento.

Los muros de cerramiento están contruidos como muros de gravedad de mampostería concertada. Estos muros se construyen con piedras del lugar y con juntas de unión unas veces constituidas por argamasa de barro y otras veces a base de mortero de cal y arena. El espesor del muro en planta baja es de aproximadamente 1.20 metros, en cambio en la planta segunda la sección del muro oscila entre los 0.60 y 0.70 metros. Se produce por tanto un progresivo ensanchamiento del espacio interior en detrimento del grosor del muro exterior a medida que ascendemos en altura con lo que el diámetro interior de las plantas varía ligeramente de una a otra.



Ruinas de Molino de viento "Tipo Torre" en Tinajo. Lanzarote.

El acabado interior de los muros de cerramiento se termina con un mortero de cal. El acabado exterior de estos muros a veces se terminaba con la misma solución que en el interior, aunque no siempre, a veces el acabado exterior es piedra del lugar con las juntas de mortero de cal. La elección de la solución dependía de la precariedad de las condiciones del lugar de emplazamiento y de las condiciones económicas del constructor o el propietario del molino, condición que también es extensiva al resto de la arquitectura rural tradicional en el momento de su construcción en cada una de las Islas.



Detalle de acabado interior del los pavimento y los forjados del edificio. Molino de viento en Mogán, Gran Canaria.

2.1.1.1.2. Los Forjados y Los Pavimentos.

La estructura de los forjados de las diferentes plantas de este tipo de molino de viento es de madera, compuesto por vigas, viguetas y entablamento. Los elementos portantes de la estructura de los forjados se apoyan en los muros de cerramiento del edificio del molino.

Los pavimentos interiores de las plantas altas del edificio de este tipo de molino de viento son de madera. El pavimento de la planta baja está constituido habitualmente por un empedrado de piedra natural.

2.1.1.1.3. La Carpintería.

La carpintería del edificio de este tipo de molino de viento es en su totalidad de madera. Las dimensiones de las puertas de acceso hacia el interior del molino oscilan entre 0.80 y 1.00 metros de ancho y entre 1.80 y 2.00 metros de alto. Las dimensiones del resto de huecos que aparecen en este tipo de molino son variables y oscilan entre los 0.50 y 0.80 metros, tanto en ancho como en altura.

El sistema de apertura de los diferentes huecos es batiente hacia el interior del edificio, estando sujetas y articulados mediante bisagras a unos de los costados del hueco.

Detalle de diferentes tipos de acabados de los muros de cerramiento del edificio del molino y el encuentro con las carpinterías de las puertas de acceso. Molino de viento en Mogán, Gran Canaria y molino de viento en Lajares, TM de La Oliva. Fuerteventura.



2.1.1.1.4. Las Escaleras.

Existen dos tipos de escaleras en este tipo molino de viento, una de ellas es exterior y otra es interior. La escalera exterior es de doble acceso y se adapta a la forma circular del edificio. Dicha escalera nace a nivel del terreno y termina en la primera planta. Está construida de mampostería concertada, con la misma solución de construcción de los muros de cerramiento del molino. Los acabados de estas escaleras siguen las mismas directrices que los muros de cerramiento del molino. El ancho de la misma oscila entre 0.80 y 1.00 metros y el número de peldaños y las dimensiones de los mismos varían dependiendo de la geometría del edificio y la altura entre las plantas del molino.



Detalle de la escalera interior de madera. Molino de viento en Tiscamanita. Fuerteventura.

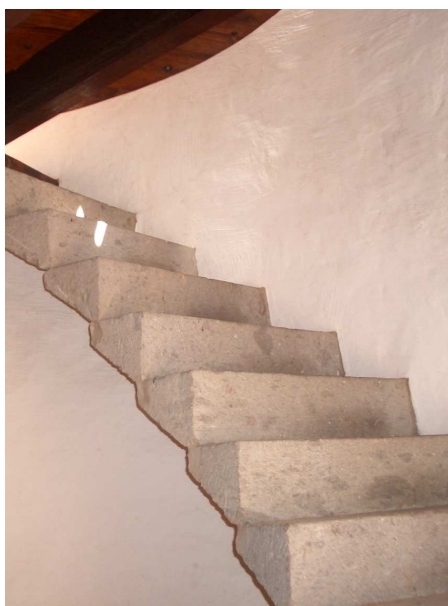
Detalle de la escalera interior helicoidal de piedra. Molino de viento en Mogán. Gran Canaria.



Detalles de escaleras exteriores del molino de viento "Tipo Torre"

El diseño y los materiales de construcción de la escalera interior del molino varían según los casos. La solución más habitual es una escalera de madera de un tramo, que nace en la planta primera y termina en la planta segunda que es donde se localiza la maquinaria del molino. Otra solución de escalera es la de forma helicoidal, construida de piedra empotrada en los muros de cerramiento del edificio y con un ancho que oscila entre los 0.80 y 1.00 metros.

El número de peldaños así como sus dimensiones al igual que la escalera exterior depende de la altura entre plantas que tenga el edificio del molino.





Detalle de cubierta y salida del eje que sostiene el rotor. Molino de viento en TM de La Antigua, Fuerteventura.

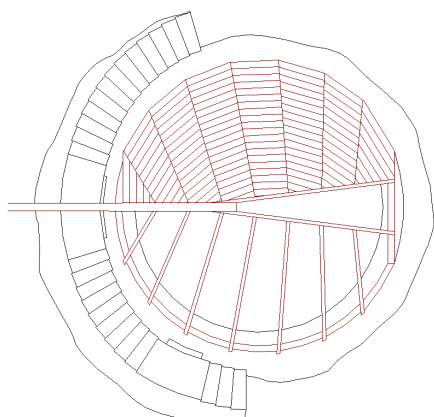
2.1.1.1.5. La Cubierta.

El edificio se corona con una cubierta cónica peraltada de armazón de madera con unas dimensiones entre los 2.00 y 3.00 metros de altura. Bajo esta cubierta se encuentra la maquinaria del molino.

La cubierta descansa sobre un anillo que bordea y remata la torre troncocónica del edificio, permitiendo el movimiento de la misma y la orientación del rotor hacia la dirección de los vientos dominantes mediante un eje o timón que parte desde la cubierta hasta el suelo y que está ubicado en el extremo opuesto al rotor.



Detalle de cubierta cónica de molino de viento "Tipo Torre".



Detalle de la estructura y del revestimiento de la cubierta del molino de viento "Tipo Torre".

La estructura de la cubierta está formada por un conjunto de vigas de madera denominadas costillas y que se organizan de forma semi-radial apoyadas en el anillo y en una estructura dorsal compuesta en un extremo por el eje o timón de orientación que corona el punto más elevado de la cubierta y en el otro extremo por dos vigas de madera separadas que permiten dar salida al eje que sostiene el rotor del molino.

La cubrición la estructura del armazón la cubierta se realiza con tablas de madera ancladas a las costillas mediante clavos.



Detalle del rotor formado por cuatro telares. Molino de viento en TM La Antigua. Fuerteventura.

2.1.1.2. El rotor y sus componentes.

El rotor de este tipo de molino de viento está formado habitualmente por dos aspas, cada una de ellas formada por dos velas, lo que hacen un total de cuatro telares. Dichas velas están formadas por dos largos palos que se cruzan y se acuñan sobre el eje que está ligeramente inclinado. Eventualmente el rotor está compuesto por tres aspas, haciendo un total de seis telares. Los extremos de los telares se unen con cables entres sí y con la prolongación del eje de giro. La misión del rotor es captar la energía del viento a través de las aspas, éstas al estar incrustadas en el eje transmiten la fuerza hacia la maquinaria del molino. los componentes más característicos del rotor son:



Detalle del rotor formado por seis telares. Molino de viento en TM de Mogán. Gran Canaria.



Detalle de las aspas del Molino de viento "Tipo Torre" en TM La Antigua. Fuerteventura.

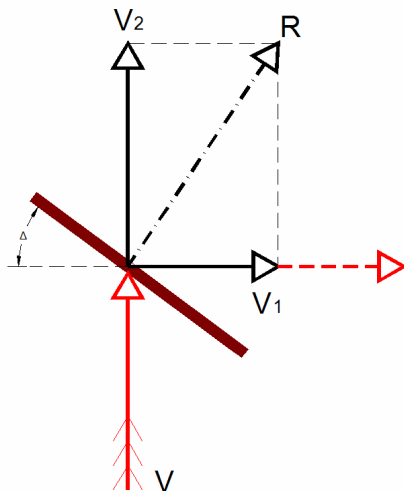
2.1.1.2.1. Las aspas.

Las aspas tienen forma trapezoidal, con dimensiones que oscilan entre los 7.00 y 7.50 metros de longitud y los 2.00 metros de ancho. La estructura de cada aspa está compuesta por un palo largo en la dirección longitudinal llamado larguero y por un conjunto de palos más pequeños llamados teleros o traviesas que son las que sostienen las lonas de tela. Las lonas tienen unas dimensiones entre los 4.00 y 5.50 metros de longitud y 1.70 metros de ancho. Para hacer frente a las variaciones de la velocidad del viento es necesario modificar la superficie del aspa, plegando o desplegando las lonas según la fuerza del viento.



Detalle de las aspas. Molino de viento en Tiscamanita. Fuerteventura.

Esquema de descomposición de la presión de la fuerza del viento (V) que incide en las aspas de un molino de viento.



Durante mucho tiempo se construyeron las aspas con superficie plana, pero esa solución se sustituyó por una superficie alabeada, cuyo ángulo va aumentando desde la base del aspa hasta el extremo. Las aspas son unos planos que se presentan casi perpendiculares a la dirección del viento. El viento genera una presión (V) sobre el aspa que se descompone en dos fuerzas ($V1$ y $V2$). Una de ellas ($V2$) tiene una dirección perpendicular a las aspas y queda anulada por la resistencia de estas y la otra ($V1$) no teniendo quien la contrarreste, las empuja y las hace girar en uno u otro sentido, según sea la inclinación de las mismas.



Detalle del aspa del molino de viento en TM La Antigua. Fuerteventura.

El alabeo del aspa se consigue dividiendo la longitud del aspa en seis partes y se da una inclinación de 72 grados de la primera a la tercera división, 74 grados a la cuarta división, 77 grados a la quinta división y 83 grados a la sexta y última división. Con esta disposición se consigue una mayor superficie expuesta al aire.

La anchura del aspa oscila entre un cuarto a un sexto de la longitud de la misma si ésta es de forma rectangular y si tiene forma de trapecio tiene un ancho de un tercio de la longitud del aspa. En este último caso la parte del aspa situado próximo al eje del rotor es rectangular y la del otro extremo es la parte que se ensancha, de modo que la relación es de tres a dos.



Detalle del aspa del molino de viento en TM de Mogán. Gran Canaria.



Detalle de las velas en el molino de viento de Tiscamanita. Fuerteventura.

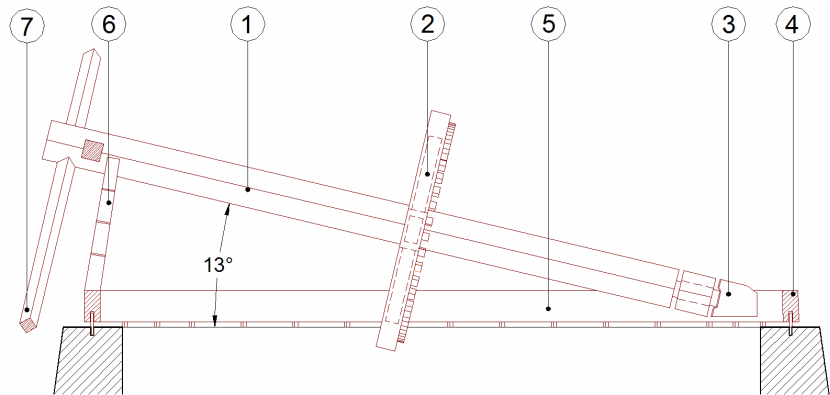
La velocidad del viento más apropiada para estos molinos harineros es de siete metros por segundo. Si la velocidad del viento no pasa de cuatro metros por segundo el rotor del molino de viento no se mueve y cuando excede de siete metros por segundo hay que reducir la velocidad del rotor recogiendo velas. La velocidad en el extremo de las aspás se aconseja que sea de dos veces y media la del viento y menos de tres. Cuando la velocidad del viento es de 7 m/seg. el rotor del molino de viento gira doce vueltas por minuto, lo que supone una presión de 5.10 kilogramos por metro cuadrado, y que equivale a 25 CV de potencia.



Detalle del eje inclinado del rotor.
Molino de viento en TM La Antigua.
Fuerteventura.

2.1.1.2.2. El eje

El eje del rotor es un grueso madero que está formado por cuatro tablones unidos con una serie de abrazaderas de hierro que forman un prisma rectangular de 35 ó 40 centímetros de lado y de aproximadamente 5.00 ó 5.50 metros de longitud. El eje se sitúa en la cubierta del edificio del molino con una dirección oblicua y con un ángulo que oscila entre los 10 a los 18 grados respecto a la horizontal, con lo que se consigue aprovechar mejor la acción del viento, pues a causa de los accidentes del terreno y por la reflexión del mismo, no discurre paralelo al suelo. Con esta ligera inclinación del eje de giro del rotor las aspas reciben más de lleno la acción del viento.



Detalle del eje del rotor del molino de viento "Tipo Torre".

1. Eje 2. Rueda Catalina 3. Chumacera 4. Anillo 5. Tirante 6. Altar 7. Aspa



Detalle del eje inclinado del rotor.
Maqueta de molino de viento en
Tiscamanita. Fuerteventura.



Detalle de la rueda catalina del molino de viento en Tiscamanita. TM de Tuineje. Fuerteventura.

Detalle del freno de madera de la rueda catalina. Molino de viento en TM La Antigua. Fuerteventura.



2.1.1.2.3. La rueda catalina.

La rueda catalina se encuentra unida al eje del rotor, se adapta a la inclinación del mismo y se mueve a la misma velocidad. Dicha rueda es la encargada de transmitir el movimiento de rotación vertical de giro del eje del rotor por un movimiento de rotación horizontal hacia la maquinaria del molino. La rueda catalina se sitúa perpendicular al eje y tiene unas dimensiones de aproximadamente 40 cm. de grosor y un diámetro exterior que oscila entre los 2.00 a 2.60 metros. Está formada por dos círculos de madera cuya estructura interna está formada por un cuadrado de madera a modo de radios en el que se inscribe un círculo reforzado por ambas caras con lañas de hierro.



Rueda catalina del molino de viento de TM La Antigua. Fuerteventura.

La rueda catalina está horadada por ambas caras por una dentería compuesta entre 40 ó 45 dientes que tienen forma de cuña y que trasladan el movimiento del eje del rotor a una pieza denominada linterna, husillo ó carrete.

La rueda catalina tiene un freno de madera, que se encuentra dividido en varias piezas de madera unidas por una pletina de hierro, lo que ofrece una mayor flexibilidad y una mejor adaptabilidad de la zapata del freno sobre dicha rueda.



Detalle del palo de gobierno, timón o rabo del molino de viento en TM La Antigua. Fuerteventura.

Detalle de la estaca para anclar el palo de gobierno, timón o rabo del molino de viento en Tiscamanita. TM de Tuineje. Fuerteventura.



2.1.1.2.4. Sistema de orientación del rotor de aspas.

La orientación del rotor hacia los vientos dominantes de los molinos de viento "Tipo Torre" de las Islas Canarias se realizan en base a dos sistemas de orientación manual. El primer sistema corresponde a la orientación del rotor por medio de el palo de gobierno, timón ó rabo, que es un largo madero compuesto por varios tablones unidos con una serie de abrazaderas de hierro que forman un prisma rectangular de aproximadamente 8.00 metros de longitud y de entre 25 a 30 cm. de ancho, que nace del punto más elevado de la cubierta cónica peraltada y que con dirección oblicua llega hasta 1.00 metro del suelo.



Molino de viento "Tipo torre" en TM La Antigua. Fuerteventura.

Dicho palo de gobierno, timón ó rabo se sitúa en el extremo opuesto del rotor y se ancla a una de las muchas estacas que se encuentran empotradas en el suelo, una vez terminada la operación de orientación del rotor en la dirección del viento deseada.

Por medio de dicho elemento se logra orientar adecuadamente el elemento móvil del molino que es la cubierta cónica peraltada, ya que ésta descansa sobre un anillo que bordea y remata la torre troncocónica del edificio, permitiendo el giro de 360 grados sobre el mismo.

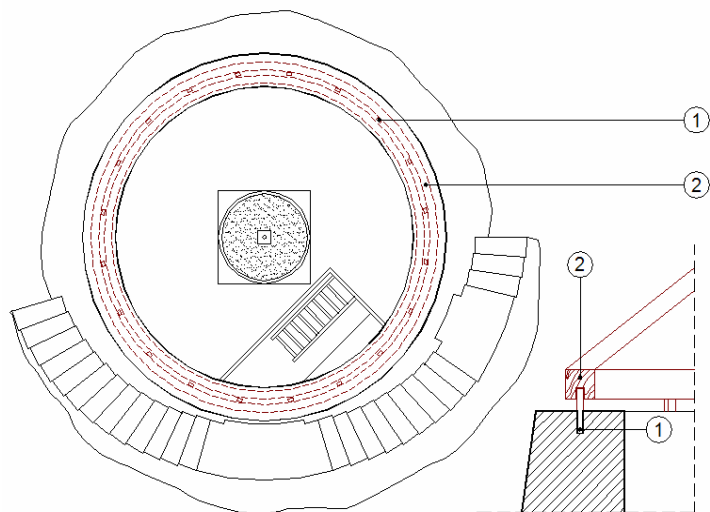


Detalle enlace de anillo inferior fijo compuesto por los canes y anillo superior móvil de la cubierta del molino de viento en TM La Antigua. Fuerteventura.

Detalle enlace de anillo inferior fijo compuesto por los canes y anillo superior móvil de la cubierta del molino de viento en TM Mogán. Gran Canaria.



Para lograr éste movimiento de giro de la cubierta sobre el edificio existe un collar o anillo superior de madera donde se apoya toda la estructura de la cubierta y que se engatilla sobre otro anillo inferior compuesto por una serie de peraltes de madera denominados canes, que están empotrados en la coronación del muro de cerramiento del molino, permitiendo el movimiento de rotación de la cubierta. De este modo el palo de gobierno, timón o rabo se encuentra unido a la cubierta en su parte móvil, lo que permite la rotación de la misma sobre el edificio en la dirección deseada. Estos anillos se lubricaban habitualmente con grasa animal con el fin de facilitar el deslizamiento de la cubierta.



1. Anillo fijo de canes 2. Anillo móvil



Detalle del engranaje que permite la rotación de la cubierta del molino de viento en TM Mogán. Gran Canaria.

El segundo sistema corresponde a la orientación del rotor por medio de unos engranajes situados en la planta segunda, bajo la cubierta y en el interior del edificio del molino de viento. Mediante una palanca de hierro se hace rotar una serie de tambores o rodillos que enrollan unos cables que están atados al anillo superior y móvil de la cubierta, permitiendo el desplazamiento de la cubierta y la orientación del rotor a la posición deseada.

Este sistema de orientación del rotor desde el interior del edificio del molino es el empleado en los molinos de viento tipo torre que se construyen principalmente en la Isla de Lanzarote y en menor medida en la Isla de Gran Canaria.



Detalle del engranaje que permite la rotación de la cubierta del molino de viento en TM Mogán. Gran Canaria.



Detalle de la rueda catalina. Molino de viento en TM de La Antigua. Fuerteventura.

Detalle de enlace de la rueda catalina y del resto de la maquinaria de molienda. Molino de viento en TM de Mogán. Gran Canaria.



2.1.1.3. La maquinaria y sus componentes.

La maquinaria del molino de viento está situada en la planta más elevada del edificio, situada bajo la cubierta cónica peraltada y está realizada en su mayor parte de madera, aunque existen piezas y tornillos de hierro. La construcción de la maquinaria es compleja y plenamente desarrollada en la época de su construcción como resultado de un largo proceso de mejoras tecnológicas que se introducen en los molinos de viento de forma paulatina desde la Edad Media. Se introducen mejoras en los sistemas de molienda produciéndose un perfeccionamiento en los sistemas de transmisión por la introducción de nuevos materiales como el hierro.



Maquinaria del molino de viento. TM de Mogán, Gran Canaria.

La maquinaria del molino de viento harinero es pesada y robusta. Está compuesta fundamentalmente por dos piedras o muelas cilíndricas que se superponen y del frotamiento entre ambas se consigue la molienda de diversas semillas para la producción de harina ó gofio.

Para que se produzca el frotamiento de las piedras o muelas se necesita un mecanismo que transmita la energía motriz obtenida de la fuerza del viento a través del rotor de aspas y de un conjunto de piezas complementarias de diversas geometrías y construidas de hierro y de madera. Los componentes más característicos de la maquinaria son los siguientes:



Detalle de enlace de la rueda catalina y el husillo o carrete. Los pivotes del husillo son de hierro. Molino de viento en TM de Mogán. Gran Canaria.

2.1.1.3.1. El husillo o carrete.

El husillo o carrete es una pieza cilíndrica de 30 cm. de diámetro y 40 cm. de altura, compuesta por 9 pivotes con forma cilíndrica. Estos pivotes verticales están contruidos la mayoría de las veces de madera y están colocados alternativamente separados formando pequeñas hendiduras donde se engarzan los dientes de la rueda catalina ó rueda dentada. Estos pivotes están rematados superior e inferiormente por dos piezas ó collarines circulares metálicos llamadas bocasuelas. El husillo o carrete es el encargado de transmitir el giro vertical del eje inclinado del rotor y de la rueda catalina en un giro horizontal a través de un eje vertical hacia las piedras o muelas del molino.



Detalle del husillo del molino de viento en Tiscamanita, Fuerteventura.

Detalle del desgaste de los pivotes de madera del husillo o carrete. Se untaban de grasa animal para facilitar en engarce con los dientes de la rueda catalina y para reducir su desgaste. Molino de viento en TM de La Antigua. Fuerteventura.





Detalle de la bancada y la balsa de forma circular. Molino de viento en Tiscamanita. Fuerteventura.

2.1.1.3.2. La bancada o cama.

Es una estructura de madera que se sitúa en el centro de la estancia de la última planta del edificio del molino y bajo la cubierta. La bancada ó cama sirve de apoyo a las piedras o muelas del molino, se sitúa sobre el forjado de madera y adopta formas diversas, unas veces se construye con forma de polígono hexagonal ó octogonal y otras veces se construye de forma circular a modo de cilindro.

El forjado donde se apoya dicho elemento presenta una abertura de forma circular ó poligonal y sirve de trampilla para bajar y subir las pesadas piedras.



Detalle de la bancada de forma hexagonal y la balsa de forma circular. Molino de viento en TM de Mogán. Gran Canaria.



2.1.1.3.3. La balsa o guardapolvos.

Es una estructura de madera de forma circular que se sitúa sobre la bancada ó cama, y es como un estuche que cubre las piedras o muelas del molino para evitar que el gofio o harina caiga por los laterales. Las dimensiones de la balsa son variables, ya que dependen del diámetro de las piedras o muelas del molino. El diámetro de la balsa tiene unas dimensiones algo mayores que las piedras, en torno de 10 a 15 cm. Dicho espacio se crea para facilitar la recogida del grano molido de las piedras molederas del molino de viento hacia la balsa y posteriormente facilitar su salida hacia el cubo.

Detalle enlace del cubo y la balsa. El cubo es el elemento de salida del gofio o harina procedente de la balsa hacia la planta primera del molino de viento en TM de Mogán. Gran Canaria.



Detalle del cubo y recogida en sacos del gofio o harina procedente de la balsa que contiene las piedras molederas del molino de viento de TM de Mogán. Gran Canaria.



Detalle de piedras y balsa del molino en TM La Antigua. Fuerteventura.

2.1.1.3.4. El cubo.

Es una estructura cuadrangular hueca de madera a modo de gran embudo, con unas dimensiones entre los 40 y 45 cm. de lado y unos 3.50 metros de altura, que se adosada a la balsa y que permite la salida del gofio por su parte superior situado en la planta segunda (bajo la cubierta) y la recogida en su parte inferior del gofio o harina procedente de las piedras o muelas del molino desde la planta primera del edificio del molino de viento.



Detalle de enlace del eje vertical que se corona con el husillo y traslada el movimiento de rotación de la rueda catalina a las piedras molederas del molino de viento en TM Mogán. Gran Canaria.

2.1.1.3.5. Las piedras o muelas.

Son dos piezas cilíndricas colocadas una sobre la otra, con las caras enfrentadas entre sí. Las piedras tienen unas dimensiones aproximadas de diámetro entre los 1,40 metros y los 1,50 metros y un espesor entre los 0,30 metros y los 0,40 metros.

Es difícil encontrar piedras de esas dimensiones de una sola pieza, por lo que habitualmente están formadas por tres o cuatro fragmentos de la misma dureza unidos por una abrazadera de hierro. De esta forma se obtienen piedras homogéneas de mayor duración frente al desgaste entre las mismas.



Detalle de fragmentos de las piedras del molino de viento "Tipo Torre".



Detalle de la piedra superior de la maquinaria de molturación del molino de viento tipo torre y que compuesta varios fragmentos de piedras unidas por dos abrazaderas de hierro.

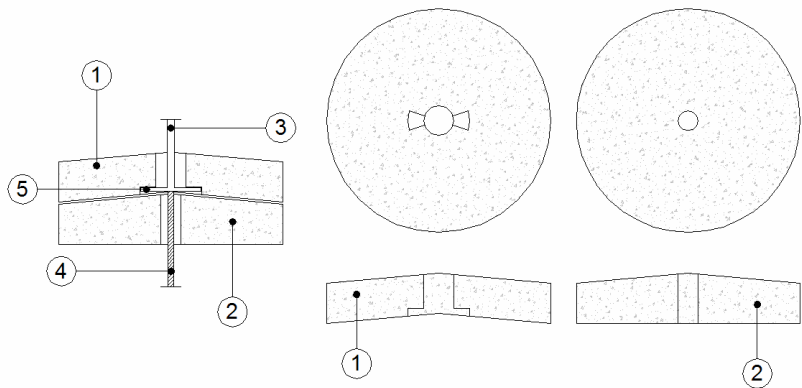
La piedra superior es móvil y está sujeta a un eje metálico denominado aguja. Este eje metálico ó aguja tiene enlazado en un extremo el husillo o carrete y en el otro extremo la piedra superior.

La piedra superior tiene un orificio circular donde termina el eje metálico o aguja mediante un pasador metálico con forma de dos alas pequeñas y que sujetan a la piedra móvil por la parte inferior. Esta pieza metálica se denomina lavija.



Detalle enlace entre el eje vertical denominado aguja y la piedra superior del molino de viento en TM de La Antigua. Fuerteventura.

Detalle de las piedras de molienda del molino de viento tipo torre.



1. Piedra móvil 2. Piedra fija 3. Aguja 4. Aliviador 5. Lavija

La piedra inferior es fija y se apoya sobre una estructura de madera denominada cama, que a su vez se apoya sobre el suelo de la estancia. Dicho suelo está perforado por un hueco de formas diversas a modo de trampilla para facilitar la bajada y subida de las piedras para su reparación.

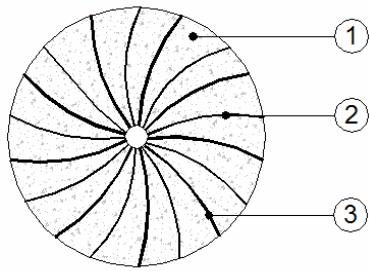


Detalle de aliviador y trampilla de forma octogonal bajo la piedra fija e inferior del molino de viento en TM de La Antigua. Fuerteventura.

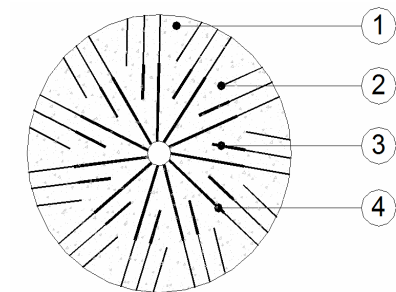
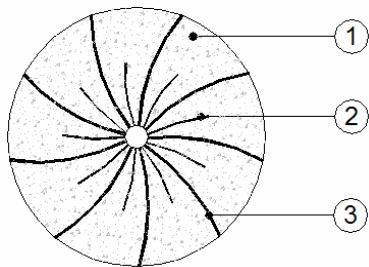
El ajuste de las piedras se hace impulsando hacia arriba la inferior o piedra fija a través de un eje metálico denominado aliviadero. Se trata de un mecanismo de traslado de fuerzas, por el cual se posibilita a distancia calibrar la separación entre de las piedras entre si, con lo que se consigue calibrar el grosor y calidad de la molienda.

Detalle de aliviador y trampilla de forma circular bajo la piedra fija e inferior del molino de viento en TM de Mogán. Gran Canaria.





1. Piedra Catalana 2. Picado leve ó moliente 3. Picado profundo ó pecho.



1. Piedra Canaria 2. Picado leve ó moliente 3. Picado medio ó antepecho 4. Picado profundo ó antepecho.

Según los molineros, la piedra canaria es la que mejor gofio muele debido a la geometría, disposición y los grosores de rayado que se realizan en la propia piedra por parte de los molineros y que a veces modifican a su propia voluntad, surgiendo de esta manera muchas combinaciones rayado de las piedras molederas.

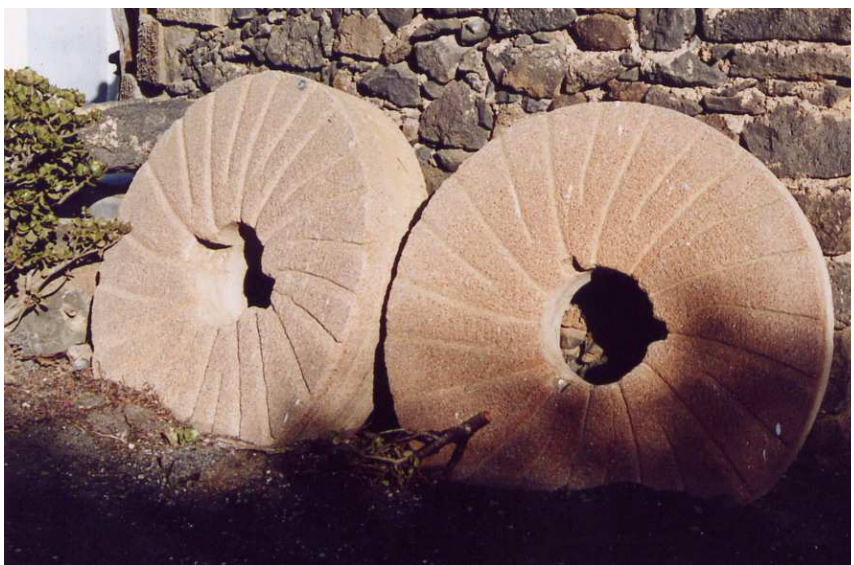
Detalle del picado y rayado geométrico de las piedras molederas. Molino de viento de María Gil. TM de San Bartolomé. Lanzarote.

Con cierta frecuencia se procedía a picar las piedras del molino, para que el grano no sea aplastado y triturado en exceso debido al desgaste entre sí de las piedras. El picado de las mismas se realizaba de forma geométrica, que varían en función del proceso que recorre el grano, ya que por la fuerza centrífuga pasa por las diferentes partes de las piedras formando una elipse desde el centro de la circunferencia de las piedras hasta el exterior de las mismas.

Las piedras se dividen principalmente en tres sectores de rallado: pecho (picado profundo), antepecho (picado medio) y moliente (picado leve).

El marcado geométrico más habitual de las piedras de los molinos de viento "Tipo Torre" corresponde al denominado "dibujo canario", que consiste en un marcado de aproximadamente entre los 9 y 11 radios de picado profundo, de los que en su último tercio hacia el borde de las circunferencias, parten otras tres marcas más pequeñas, con picados medio y leve paralelas a los radios. El sistema de rallado geométrico del denominado "dibujo canario" no permite mucha velocidad de rotación entre las piedras ya que se calientan al estar en fricción constante.

Existe otro tipo de marcado geométrico, como por ejemplo el la piedra catalana, que permiten un mejor enfriamiento de las piedras, con lo que se obtiene una mayor rapidez de molienda.





Detalle de enlace entre el aliviadero y el sopuente del molino de viento en TM de La Antigua. Fuerteventura.

2.1.1.3.6. El sopuente y el aliviadero.

Es una estructura de madera a modo de caballete, compuesta principalmente por dos o cuatro montantes verticales que se enganchan de las dos vigas principales del techo la planta primera y en donde se apoyan una viga de madera de una pieza o varias piezas que reciben el eje metálico o aliviadero, todo ello bajo la bancada y la piedra fija.

Dicho eje metálico o aliviadero atraviesa la piedra inferior fija, y termina en el sopuente, permitiendo calibrar el contacto entre las piedras y en consecuencia el control del grosor de la molienda.



Enlace entre el aliviadero y el sopuente. Molino en Mogán. Gran Canaria.



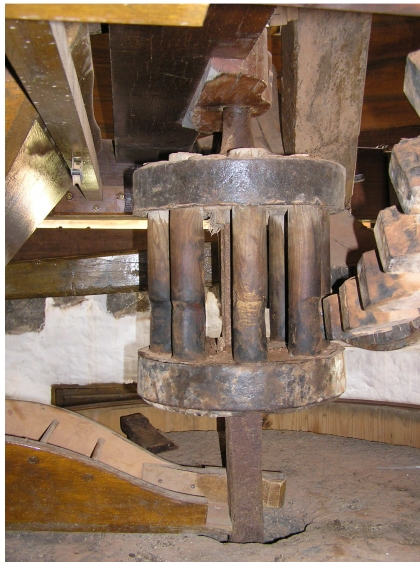
2.1.1.3.7. La tolva.

La tolva es una estructura realizada en madera con forma de tronco de pirámide invertida a modo de embudo y que se apoya en dos vigas de madera en sentido perpendicular al eje del rotor y encajadas en las dos vigas maestras principales de la estructura de la cubierta cónica móvil, situada por encima de las piedras molederas del molino. La tolva es un depósito donde se vierte el grano y que sirve al mismo tiempo de dosificador del mismo. Una vez se deposita el grano en dicho elemento, éste sale por la parte inferior de la tolva hacia la canaleja.

La tolva y la canaleja. Molino de viento en Tiscamanita. Fuerteventura.



Detalle de enlace entre la canaleja y el eje metálico o aguja. Molino de viento en TM de La Antigua. Fuerteventura.



2.1.1.3.8. La canaleja.

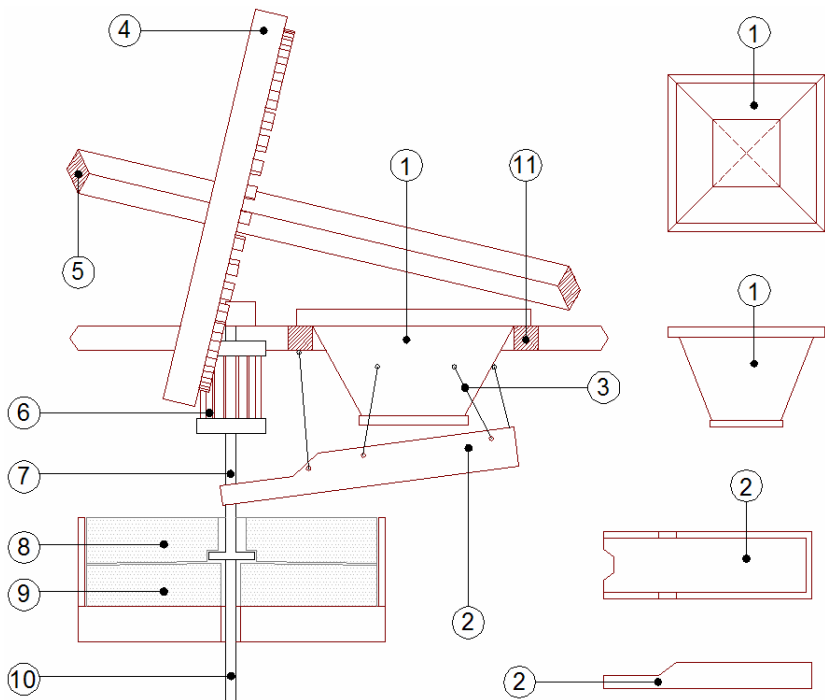
La canaleja es el elemento dosificador de la caída del grano hacia las piedras molederas. Se realiza en madera y es el elemento responsable de mantener un ritmo constante de la molienda, ya que depende de la inclinación de ésta y de la velocidad de giro de la piedra móvil superior. La canaleja está construida habitualmente por dos piezas verticales y una horizontal que es por donde se desliza el grano, estando sujeta a la parte inferior de la tolva mediante cordones, que son los que regulan la inclinación de la canaleja y en consecuencia la velocidad e intensidad de la caída del grano hacia las piedras molederas.



Detalle de enlace entre la canaleja y el eje metálico o aguja. Molino de viento en Tiscamanita. Fuerteventura.

En un extremo de la canaleja se realiza una muesca para que abrace al eje metálico o aguja que es la que enlaza el husillo y la piedra superior móvil.

De esta manera, al girar dicho eje metálico o aguja y al estar en contacto con la canaleja se produce una vibración que es transmitida a la misma, por lo que el grano, bien por gravedad o bien por vibración generada de forma constante cae al ojo de la piedra superior móvil para ser triturados por las piedras molederas del molino de viento.



Detalle de enlace de la tolva y la canaleja con el resto de la maquinaria.

1. Tolva. 2. Canaleja. 3. Cuerdas de sujeción de la canaleja a la tolva.
4. Rueda Catalina o Rueda Dentada. 5. Eje del Rotor. 6. Husillo o Carrete.
7. Aguja. 8. Piedra Móvil. 9. Piedra Fija. 10. Aliviador. 11. Traviesas.



Detalle de freno sobre la rueda catalina o rueda dentada. Molino de viento en TM de Mogán. Gran Canaria.

2.1.1.3.9. El freno.

La maquinaria de molturación y la fricción de las piedras molederas del molino de viento se detienen accionando principalmente el freno incorporado a la rueda catalina o rueda dentada. Este freno es de madera y se encuentra dividido en varias piezas de madera unidas por una pletina de hierro, lo que ofrece una mayor flexibilidad y una mejor adaptabilidad de la zapata del freno sobre dicha rueda. Dicho freno se acciona mediante una palanca de madera que incide más o menos directamente sobre la rueda catalina. La función principal del freno es la de detener o aminorar la velocidad de giro de la rueda catalina.



Detalle de la palanca del freno del molino de Tiscamanita. Fuerteventura.



Detalle de la palanca del freno del molino en Mogán. Gran Canaria.



Molino de viento "Tipo Torre" con el rotor compuesto de seis aspas. TM de Mogán. Gran Canaria.

2.1.2. Funcionamiento del molino de viento.

La maquinaria del molino de viento funciona cuando el rotor de aspas se enfoca en una dirección perpendicular a la trayectoria del viento. Para ello se procede a orientar adecuadamente la cubierta cónica peraltada móvil del molino mediante el moviendo de los dos sistemas de orientación manual que poseen los molinos de viento tipo torre. Una vez que el molinero tiene adecuadamente colocadas las aspas frente al viento procede a colocar las lonas en las aspas. En las temporadas de labor, las lonas están enrolladas en el paño de dormir, y luego se desenrollan sobre las teleras o traviesas del aspa.



Molino de viento "Tipo Torre" con el rotor compuesto de cuatro aspas en Tiscamanita. Tuineje. Fuerteventura.

Molino de viento en Tiscamanita. TM de Tuineje. Fuerteventura.



Una vez dispuesto el conjunto exterior se procede a levantar el freno que detiene el movimiento de giro de la rueda catalina que está en el interior del edificio.

Las aspas, al recibir la fuerza del viento en las lonas hacen girar el rotor que a su vez acciona la rueda catalina y que acciona el husillo o carrete que es el encargado de transmitir el giro vertical del eje inclinado del rotor y de la rueda catalina en un giro horizontal a través de un eje vertical denominado aguja que se enlazan las piedras molederas que con la fricción del giro trituran el grano que se deposita previamente en la tolva.

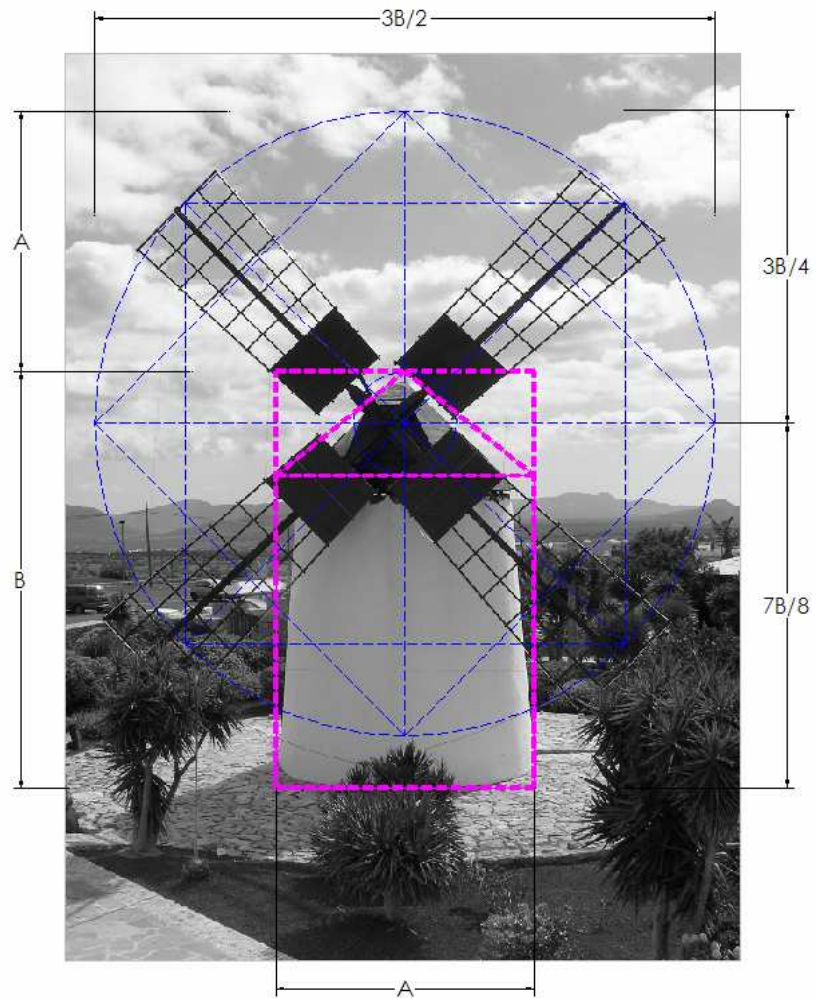


Molino de viento en TM La Antigua, Fuerteventura.

2.1.3. Proporciones geométricas del molino de viento.

El molino de viento "Tipo Torre" guarda una proporción aproximada a la razón áurea, media áurea o divina proporción, que es una proporción numérica específica con un cierto ideal de belleza y geometría.

El valor numérico de esta razón se simboliza normalmente con la letra griega " Φ " y su valor viene dada por la expresión $\Phi = (1 + \sqrt{5})/2 = 1,618034...$ La fama que tiene de estético le viene dada por el rectángulo áureo cuya altura y anchura están en la proporción de 1 a Φ , es decir la relación entre su altura (B) y su anchura (A) se cumple que $(B/A = 1,618034...)$



Proporciones geométricas del edificio y del rotor del molino de viento

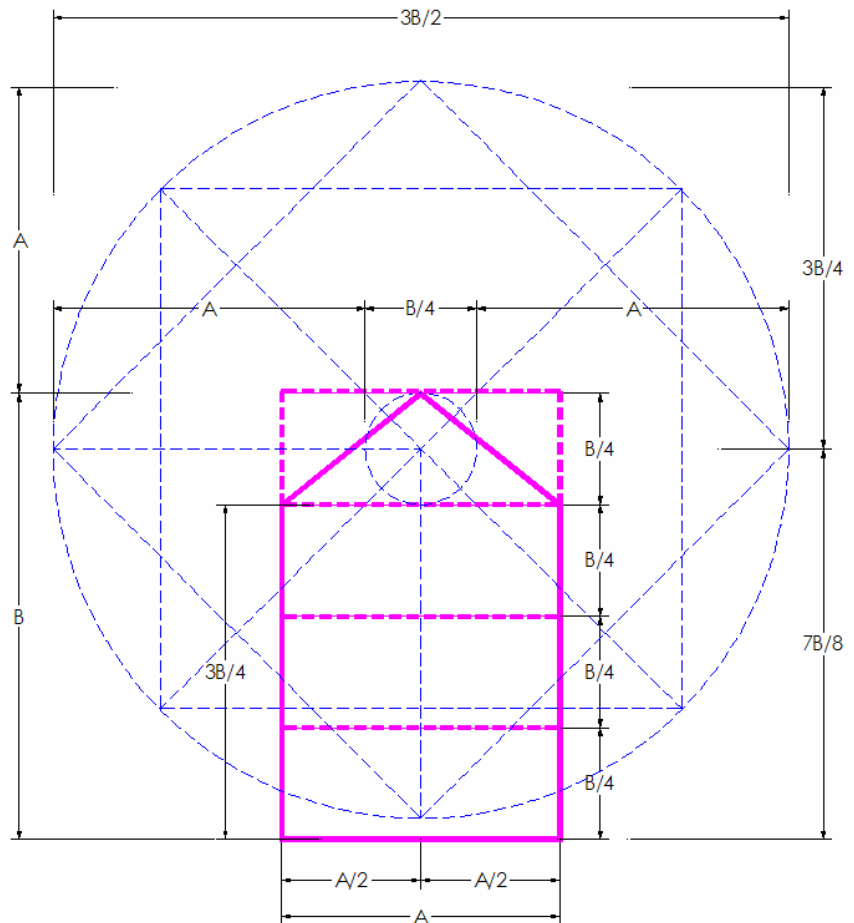


Molino de viento en TM de Teñía.
Fuerteventura.

Si analizamos el rectángulo áureo en el edificio del molino de viento "Tipo Torre" vemos que la relación entre su altura y su anchura se cumple una proporción muy cercana a la razón áurea ($B/A = 1,618034..$).

La anchura (A) del edificio del molino tiene una dimensión de 6.00 metros y la altura (B) del edificio del molino tiene una dimensión de 9.60 metros, con lo que $B/A = 1.60$.

En otro orden de magnitudes, las dimensiones totales del rotor guardan proporción con la anchura y la altura del elemento fijo y sustentante del molino, que es volumen de forma troncocónica de planta circular.

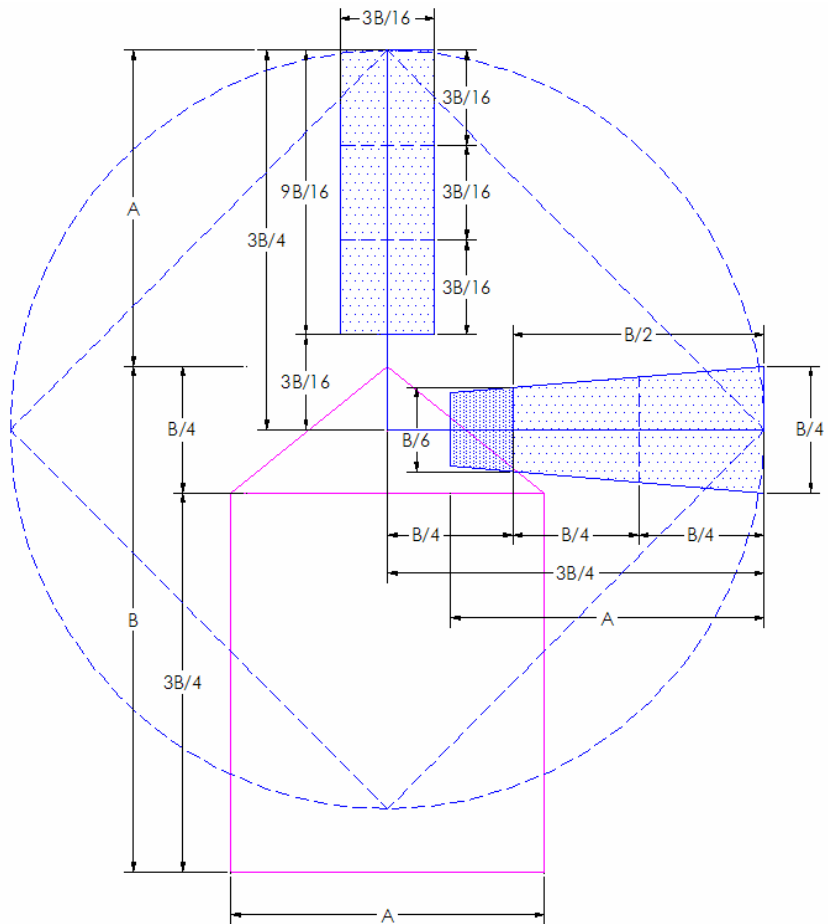


Proporciones geométricas del edificio del molino de viento tipo torre



Detalle del rotor del Molino de viento en TM Mogán. Gran Canaria.

Las aspas del rotor presentan dos formas diferentes. Una de forma rectangular y otra de forma trapezoidal. En ambos casos tienen una dimensión de longitud muy cercana al ancho del edificio del molino (A) y la otra dimensión que es la anchura es una parte proporcional de la altura del edificio (B). Las proporciones aquí mostradas dependen fundamentalmente de las tolerancias existentes en la construcción de este tipo de molinos de viento. En ambos casos las aspas se construyen de forma alabeada, cuyo ángulo va aumentando desde la base del aspa hasta el otro extremo. Para hacer frente a las variaciones del viento es necesario modificar la superficie de la lona que cubre el aspa, plegando o desplegando las lonas según sea necesario.



Proporciones geométricas del rotor y de las aspas del molino de viento



Detalle del rotor de cuatro aspas trapezoidales del molino de viento "Tipo Torre" en TM de La Antigua, Fuerteventura.

2.1.4. Variaciones del molino de viento "Tipo Torre".

Éste molino de viento harinero es una construcción de forma troncocónica de planta circular y de tres plantas de altura, que se remata con una cubierta cónica de madera en la que una de sus partes queda abierta para dar salida a un eje ligeramente inclinado que sostiene al rotor compuesto habitualmente por cuatro aspas y que se orientaba según la dirección del viento mediante un timón ó rabo situado en el extremo opuesto del rotor.

A lo largo del tiempo van surgiendo variaciones en la construcción de este tipo de molino de viento, produciéndose variaciones en la construcción de los rotores, los sistemas de orientación, los edificios y las maquinarias de molturación.

A continuación describimos las modificaciones en los elementos más significativos de este tipo de molinos de viento.

2.1.4.1. Modificaciones en el rotor.

En ocasiones se modifica el número de aspas del rotor, aumentando de cuatro a seis y otras veces se modifica la forma de las aspas de madera, construyéndose de forma rectangular y prescindiendo del paño de dormir de las velas de lona.

Detalle de las modificaciones producidas en los rotores de los molinos de viento "Tipo Torre".

En primer lugar, rotor de seis aspas trapezoidales de madera y velas de lonas en molino de viento situado en TM de Tefía, Fuerteventura y en segundo lugar, rotor de seis aspas de madera y velas de lona con forma rectangular en molino de viento situado en TM de Mogán, Gran Canaria.



2.1.4.2. Modificaciones en el sistema de orientación.

Otra de las modificaciones importantes que surgen en este tipo de molinos de viento "Tipo Torre" es el sistema de orientación del rotor hacia los vientos dominantes.

Desaparece el timón o rabo y la orientación del rotor se consigue por medio de unos engranajes situados en la planta segunda, bajo la cubierta y en el interior del edificio del molino de viento. Mediante una palanca de hierro se hace rotar una serie de tambores o rodillos que enrollan unos cables que están atados al anillo superior y móvil de la cubierta, permitiendo el desplazamiento de la cubierta y la orientación del rotor a la posición deseada.



Detalle del rotor de seis aspas rectangulares y la no presencia del timón o rabo. La orientación del rotor hacia los vientos dominantes se consigue por un sistema de engranajes. Molino de viento "Tipo Torre" situado en TM de Mogán. Gran Canaria.



Detalle del molino de viento en el jardín de cactus de Guatiza. Lanzarote.

Este novedoso sistema de orientación del rotor que se realiza desde el interior del edificio del molino es el empleado en los molinos de viento "Tipo Torre" que se construyen principalmente en la Isla de Lanzarote y en menor medida en la Isla de Gran Canaria.

El molino de viento situado en TM de Mogán, en la isla de Gran Canaria reúne las principales modificaciones realizadas en este tipo de molinos de viento, principalmente en el rotor, con un aumento del número de aspas y la forma de las mismas, así como en la introducción del nuevo sistema de orientación manual situado en el interior del edificio del molino.



Detalle del acceso al edificio del molino de viento "Tipo Torre" de Los Majanos, TM La Aldea de San Nicolás, Gran Canaria.

Este molino de viento harinero es una construcción novedosa por que se configura de dos edificios. De una parte se encuentra la torre circular del molino de una planta de altura y de otra parte se existe otro volumen que tiene una planta rectangular, de una planta de altura y con cubierta ligeramente inclinada.



2.1.4.3. Molino de viento de "Propia Inventiva".

Una de las variaciones más significativas que se producen en la construcción del molino de viento "Tipo Torre" la encontramos en el molino de viento de los Majanos, en el TM de la Aldea de San Nicolás, en la isla de Gran Canaria.

Este molino de viento harinero se construye a principios del siglo XX y es una construcción de torre cilíndrica de una planta de altura, que se remata con una cubierta cónica de madera recubierta de latón y en la que una de sus partes queda abierta para dar salida a un eje ligeramente inclinado que sostiene al rotor compuesto por cuatro aspas y que carece de sistema de orientación del rotor hacia los vientos dominantes.

Todos los elementos de este tipo de molino de viento son de construcción artesanal y se realizan cambios importantes respecto al resto de molinos de viento "Tipo Torre" que se construyen en el resto de las Islas. A continuación describimos los elementos significativos de este molino de viento.

2.1.4.3.1. El edificio y sus elementos constructivos.

El edificio es un volumen de una altura, de una planta circular de 3.00 metros de diámetro de dimensión interior y con una altura total de 4.00 metros.

En el interior del edificio se realizan las actividades de molienda y manipulación del grano al igual que los molinos de viento harineros "Sistema Ortega" y "Las Molinas". Esto supone una ventaja sobre el molino de viento tradicional de "Tipo Torre" de varias plantas, evitando al molinero el dificultoso trabajo de subir y bajar los tramos de escaleras de los diferentes niveles cargados con los pesados sacos de los cereales.

2.1.4.3.1.1. Los muros de cerramiento.

Los muros de cerramiento se construyen con piedras del lugar y con juntas de unión constituidas por mortero de cal y arena. El espesor de los muros es de aproximadamente 0.60 metros.



Detalle de la puerta de acceso al edificio y acabado exterior de los muros de cerramiento del molino de viento "Tipo Torre" de Los Majanos, TM La Aldea de San Nicolás, Gran Canaria.

El acabado interior de los muros de cerramiento se termina con un mortero de cal y el acabado exterior de estos muros a veces se terminaba con la misma solución que en el interior, aunque no siempre, a veces el acabado exterior es piedra del lugar con las juntas de mortero de cal. La elección de la solución dependía de la precariedad de las condiciones del lugar de emplazamiento y de las condiciones económicas del constructor o el propietario del molino, condición que también es extensiva al resto de la arquitectura rural tradicional en el momento de su construcción en cada una de las Islas.

2.1.4.3.1.2. La carpintería.

Este molino de viento solo tiene un hueco, la puerta de acceso al interior del edificio. Las dimensiones de puerta de acceso hacia el interior del molino es de 1.20 metros de ancho y los 2.00 metros de alto. Esta puerta tiene dos hojas y el sistema de apertura es batiente hacia el interior del edificio, estando las hojas sujetas y articuladas mediante bisagras localizadas a los costados del hueco.

2.1.4.3.1.3. La cubierta.

Detalle de la estructura de vigas de madera y acabado exterior e interior de chapa metálica de la cubierta cónica del molino de viento "Tipo Torre" de Los Majanos, TM La Aldea de San Nicolás, Gran Canaria.



La cubierta tiene forma cónica peraltada construida con vigas de madera y acabado exterior de chapa metálica con una dimensión de 1.00 metro de altura. La estructura de la cubierta está formada por un conjunto de vigas de madera de sección rectangular denominadas costillas, que se organizan de forma radial apoyadas en los muros de cerramiento y la cubrición de este armazón de madera se realiza con chapa metálica anclada a las costillas con clavos. A diferencia del resto de molinos de viento harineros "Tipo Torre" esta cubierta cónica es fija y no móvil, permitiendo la orientación del rotor hacia los vientos dominantes a través del giro de dicha cubierta.

2.1.4.3.1.4. Los pavimentos.

El pavimento interior del edificio del molino está constituido por una solera de hormigón y el pavimento exterior está constituido por un empedrado de piedras.





Detalle del rotor de cuatro aspas del molino de viento "Tipo Torre" de Los Majanos, TM La Aldea de San Nicolás. Gran Canaria.

2.1.4.3.2. El rotor y sus componentes.

El rotor de este de molino de viento está formado por dos aspas, cada una de ellas formada por dos velas, lo que hacen un total de cuatro telares. Dichas velas están formadas por dos largos palos denominados largueros que se cruzan y que se incrustan en una cruceta de hierro fundido. Los extremos de los cuatro largueros de las aspas se unen con cables entres sí y con una prolongación del eje de giro.

Los elementos constructivos más significativos del rotor son los que a continuación se describen.

2.1.4.3.2.1. Las aspas.

Las aspas tienen forma trapezoidal, con dimensiones que oscilan entre los 3.00 y 3.50 metros de longitud y de 1.20 metros de ancho. La estructura de cada aspa está compuesta por un palo largo en la dirección longitudinal llamado larguero y por un conjunto de palos más pequeños llamados teleros o traviesas que son las que sostienen las lonas de tela. Las lonas tienen unas dimensiones de 2.00 metros de longitud y 1.20 metros de ancho. A diferencia del resto de molinos de viento harinero "Tipo Torre" que se construyen en las islas, las aspas de este rotor se construyen con una superficie plana de forma trapezoidal y sin paños de dormir.

Para hacer frente a las variaciones de la velocidad del viento es necesario modificar la superficie del aspa, plegando o desplegando las lonas según la fuerza del viento. La velocidad del viento más apropiada para este molino harinero es de siete metros por segundo. Si la velocidad del viento no pasa de cuatro metros por segundo el rotor del molino de viento no se mueve y cuando excede de siete metros por segundo hay que reducir la velocidad del rotor recogiendo las velas del rotor de aspas.

2.1.4.3.2.2. El eje.

Es un delgado eje de madera de sección rectangular con una dirección inclinado que une el rotor de aspas.



Detalle de la rueda catalina y del piñón del molino de viento harinero "Tipo Torre" de Los Majanos, TM La Aldea de San Nicolás. Gran Canaria.

2.1.4.3.2.3. La rueda catalina.

La rueda catalina se encuentra unida al eje inclinado del rotor y es el elemento que se encarga de transmitir el movimiento de rotación vertical de giro del eje del rotor por un movimiento de rotación horizontal hacia la maquinaria de molturación del molino. Dicha rueda está formada por varios segmentos circulares de madera. Esta rueda dentada se encuentra horadada por ambas caras donde se insertan unos dientes de madera que tienen forma de cuña y que trasladan el movimiento del eje del rotor a una pieza denominada linterna, husillo ó piñón.

2.1.4.3.2.4. La linterna, husillo o piñón.

Este elemento es el encargado de transmitir el giro vertical del eje metálico del rotor y de la rueda catalina en un giro horizontal a través de un eje vertical metálico. En este molino de viento harinero el piñón es una pieza cilíndrica continua de hierro de dimensiones aproximadas de 20 cm. de diámetro y de 10 cm. de alto.

2.1.4.3.3. La maquinaria y sus componentes.

Detalle de la maquinaria del molino de viento harinero "Tipo Torre" de Los Majanos, TM La Aldea de San Nicolás. Gran Canaria.



La maquinaria de molturación de este de molino de viento se encuentra situada en el interior del edificio. Está compuesta fundamentalmente por dos piedras o cilíndricas que se superponen y con el frotamiento entre ambas se consigue la molienda de diversas semillas para la producción de harina ó gofio.

Los componentes más característicos de la maquinaria son los siguientes:

2.1.4.3.3.1. La bancada.

Es una estructura de madera que se sitúa en el centro de la estancia y se apoya sobre el pavimento interior del edificio del molino.

La bancada sirve de apoyo a las piedras del molino, tiene forma cuadrada y se construye por el cruce de dos vigas de madera de sección rectangular.

2.1.4.3.3.2. La balsa o guardapolvos.

Es una estructura de madera de forma circular que se sitúa sobre la bancada y es como un estuche que cubre las piedras del molino para evitar que el gofio o harina caiga por los laterales. Las dimensiones de la balsa son variables, ya que dependen del diámetro de las piedras. El diámetro de la balsa tiene unas dimensiones algo mayores que las piedras, en torno de 10 a 15 cm. Dicho espacio se crea para facilitar la recogida del grano molido de las piedras molederas del molino de viento hacia la balsa y posteriormente facilitar su salida hacia el cubo.

2.1.4.3.3.3. Las piedras o muelas.

Son dos piezas cilíndricas colocadas una sobre la otra, con las caras enfrentadas entre sí. Las piedras tienen unas dimensiones aproximadas de diámetro de 1,30 metros y un espesor de 0,30 metros. Es difícil encontrar piedras de esas dimensiones de una sola pieza, por lo que habitualmente están formadas por tres o cuatro fragmentos de la misma dureza unidos por una abrazadera de hierro. La piedra superior es móvil y está sujeta a un eje metálico. La piedra superior tiene un orificio circular donde termina el eje metálico mediante un pasador metálico con forma de dos alas pequeñas denominado lavija y que sujetan la piedra móvil por la parte inferior.

Detalle del freno sobre la rueda catalina del molino de viento "Tipo Torre" de Los Majanos, TM La Aldea de San Nicolás. Gran Canaria.



Este molino de viento harinero carece actualmente de una serie de elementos de la maquinaria de molturación, como son la tolva, la canaleja y el cubo.

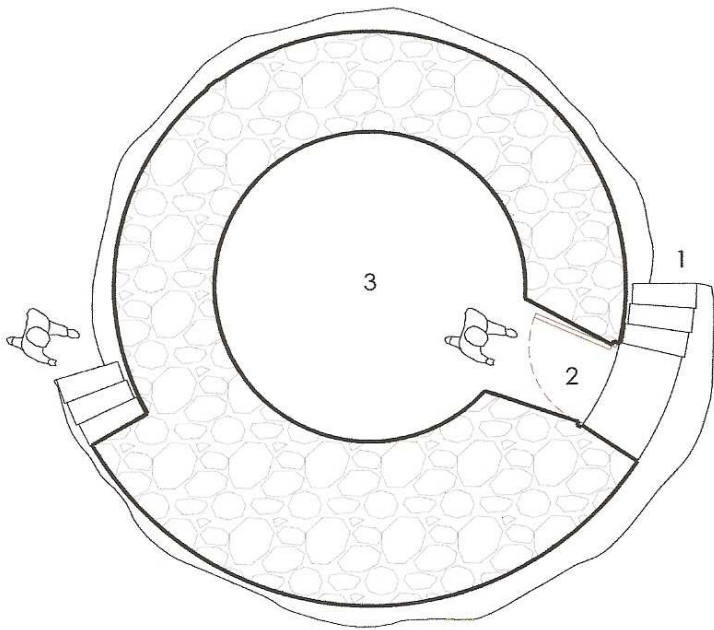
2.1.4.3.3.4. El freno.

La función principal del freno es la de detener o aminorar la velocidad de giro de la rueda catalina. Este freno es de madera y se encuentra dividido en varias piezas de madera unidas por una pletina de hierro, lo que ofrece una mayor flexibilidad y una mejor adaptabilidad de la zapata del freno sobre dicha rueda. Dicho freno se acciona mediante una palanca de madera que incide más o menos directamente sobre la rueda catalina.

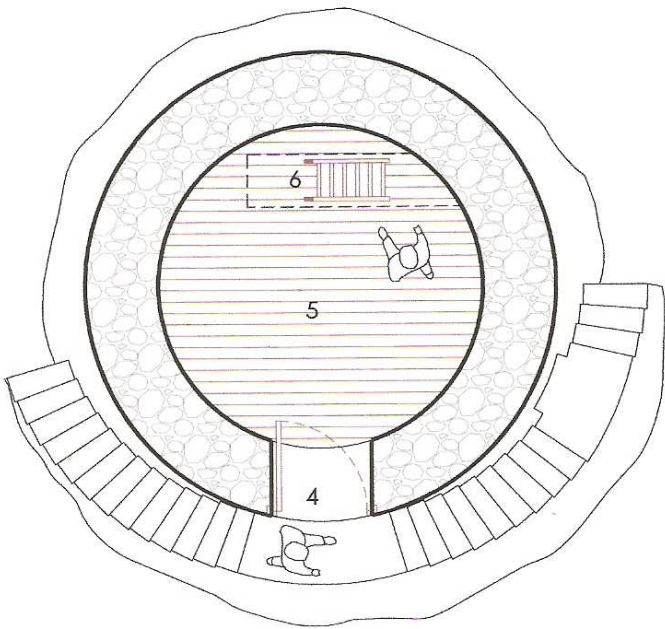
**2.1.5. Planos del molino de viento “Tipo Torre” de
Tiscamanita. TM de Tuineje. Fuerteventura.**



PLANTA BAJA



PLANTA PRIMERA



LEYENDA

1. Escalera exterior.

2. Puerta acceso almacén.

3. Almacén.

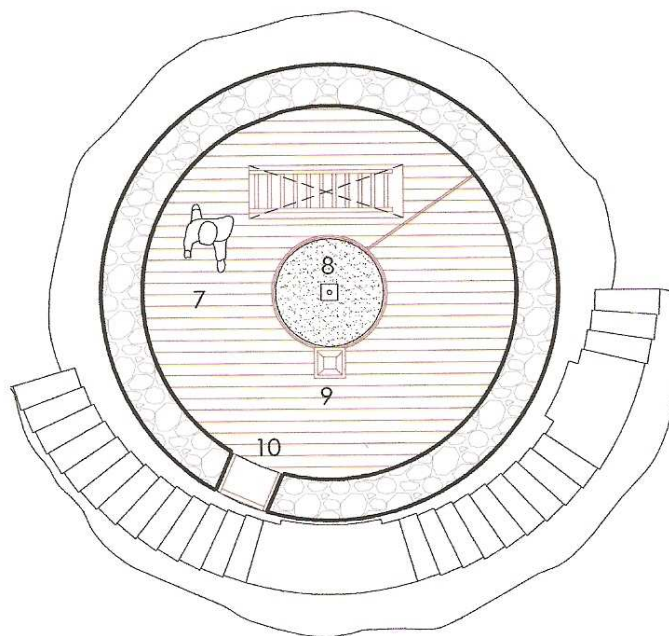
4. Puerta de acceso.

5. Sala de espera.

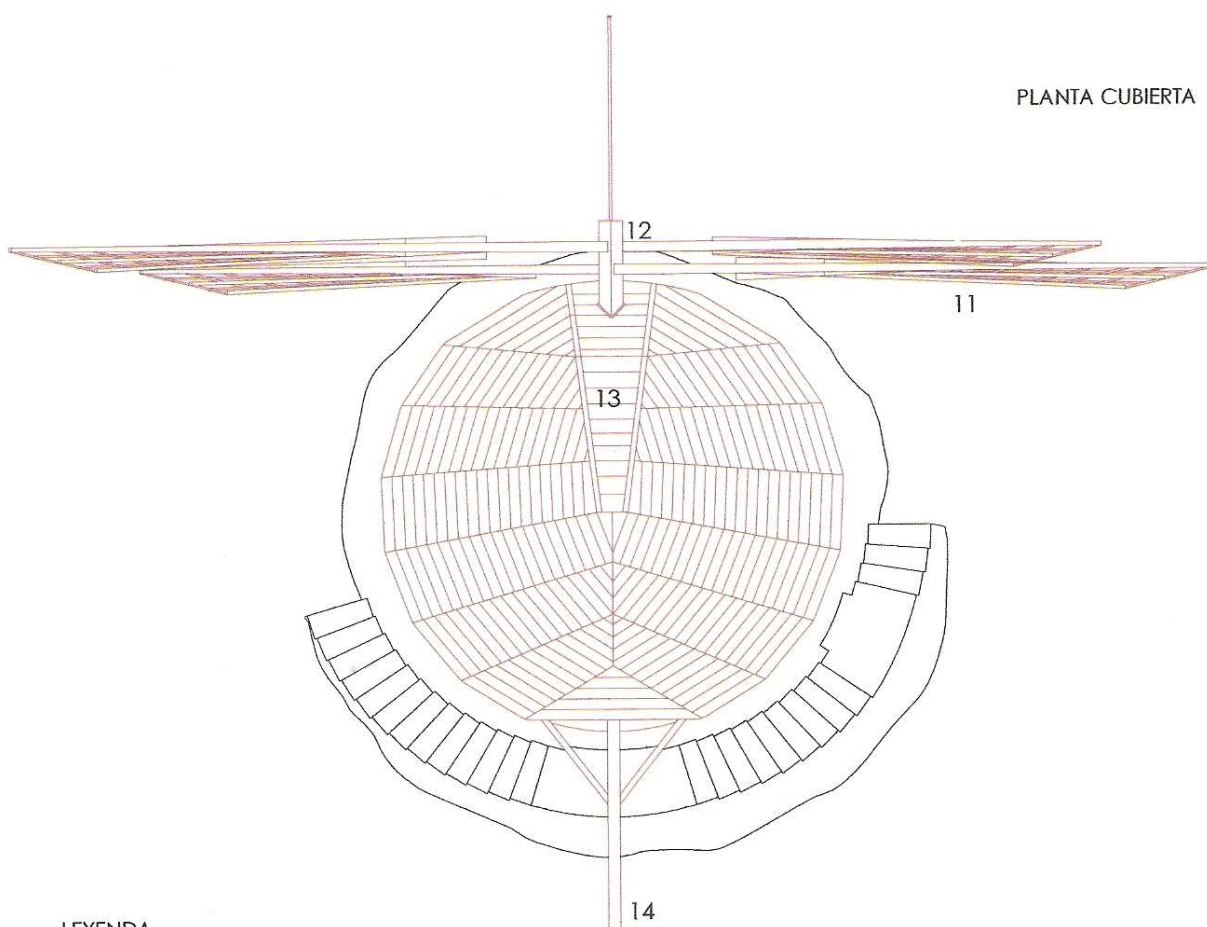
6. Escalera de acceso a la maquinaria de molturación.



PLANTA SEGUNDA



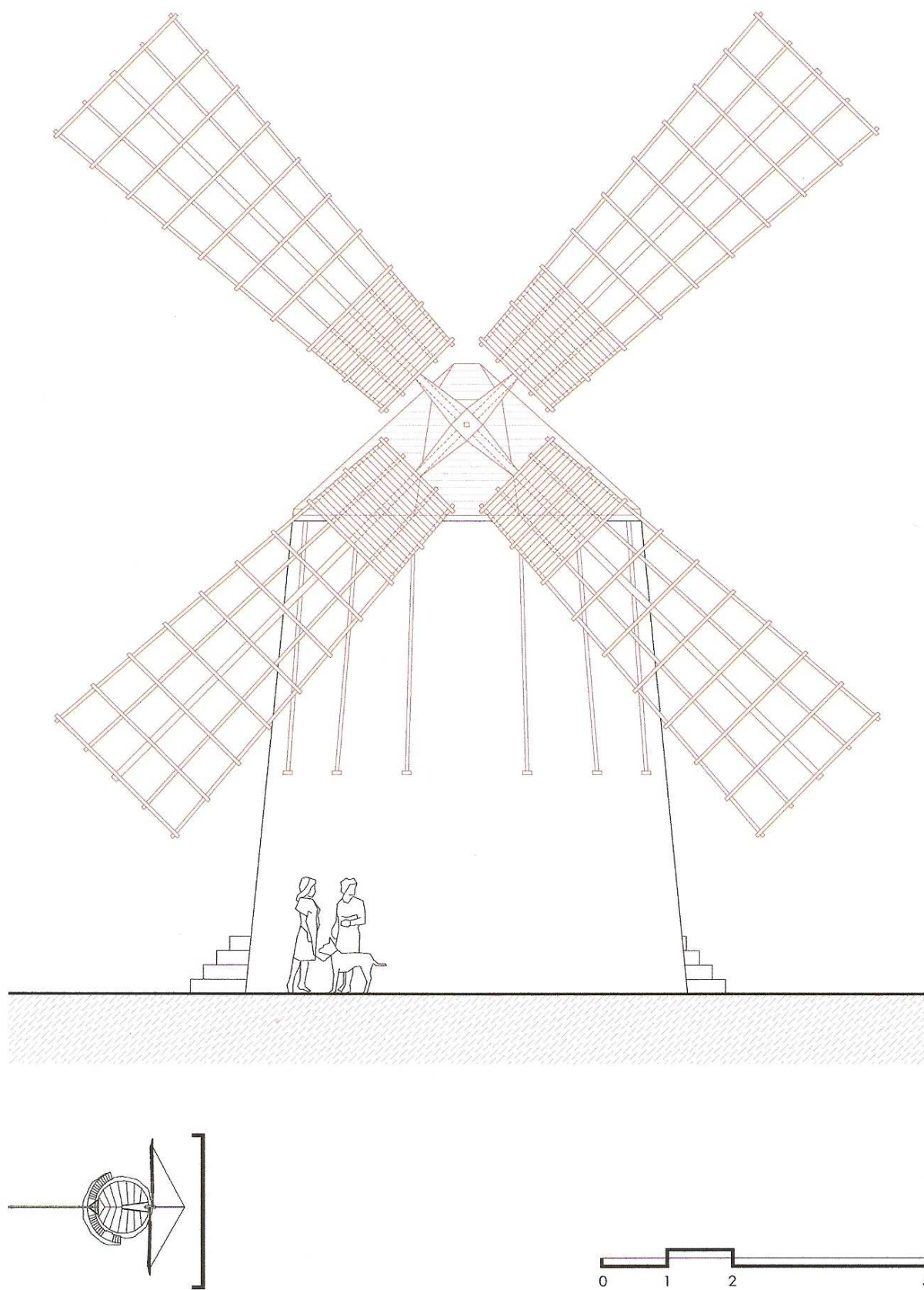
PLANTA CUBIERTA

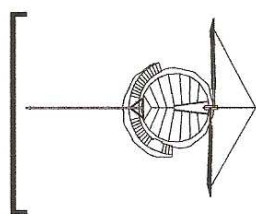
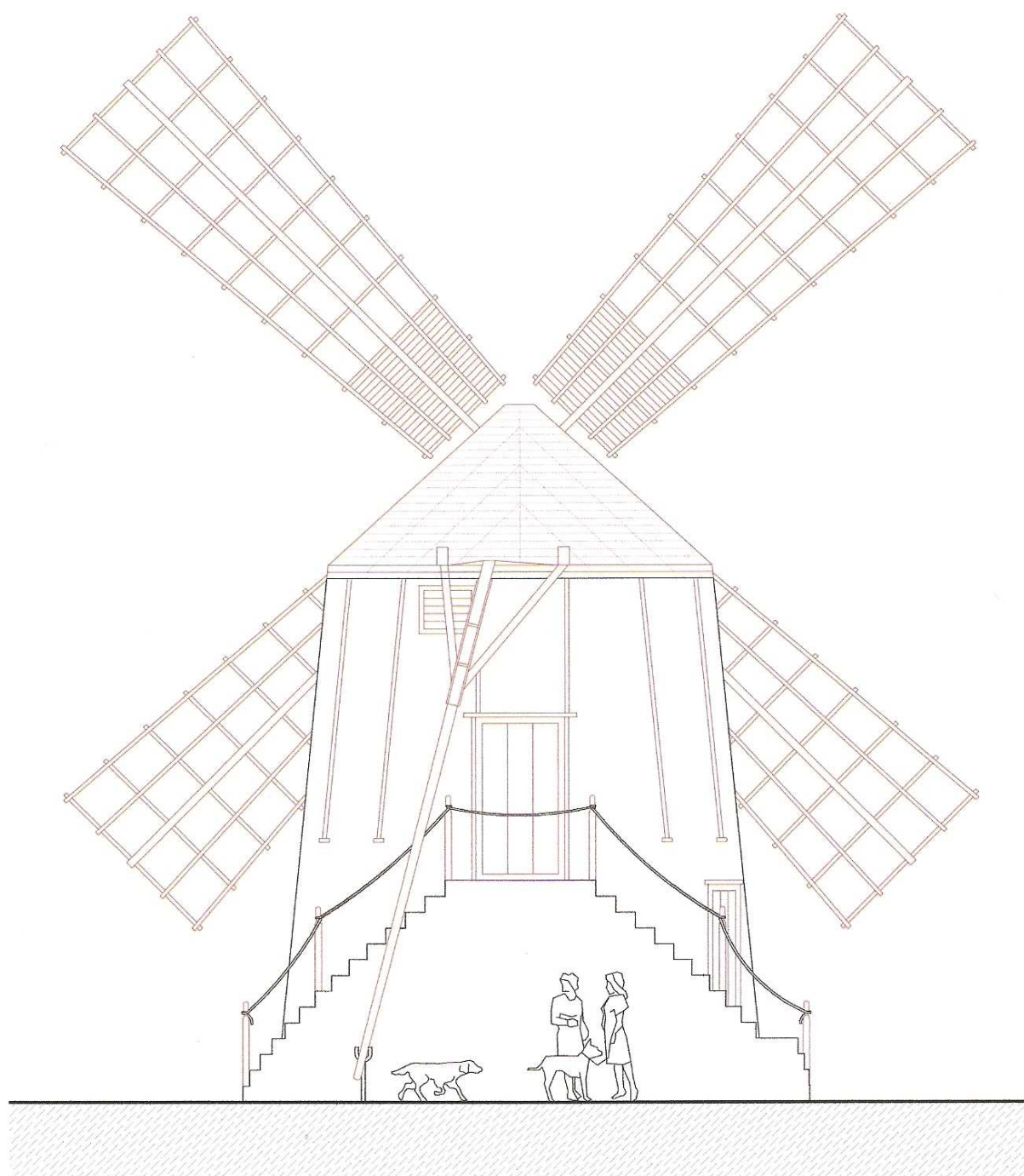


LEYENDA

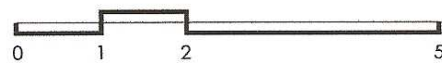
7. Sala de la maquinaria. 8. Piedras molederas.
9. Cubo. 10. Ventana. 11. Rotor de aspas. 12. Eje.
13. Cubierta cónica móvil. 14. Palo de orientación.

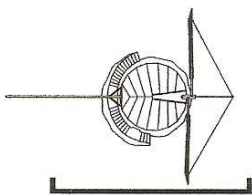
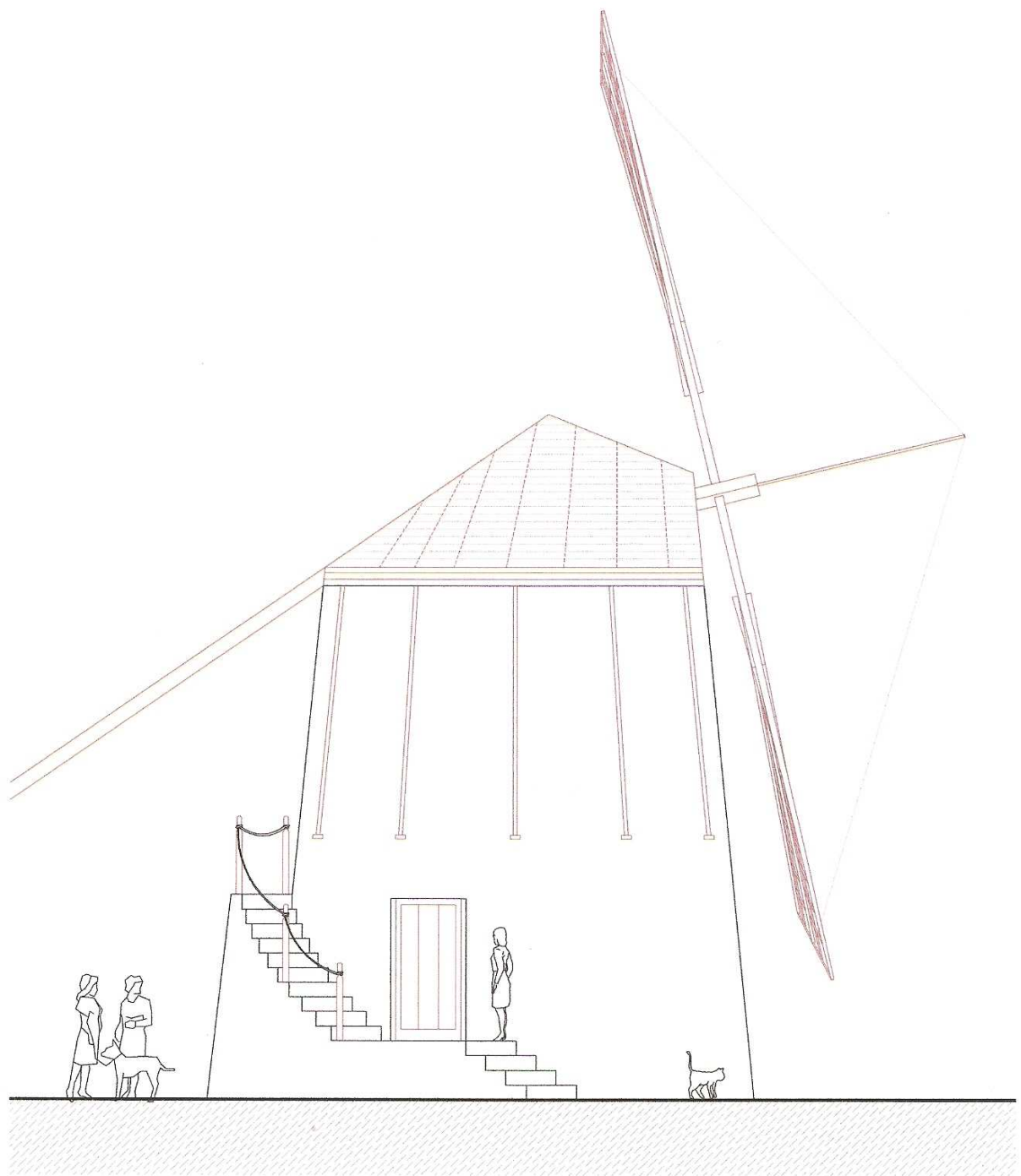






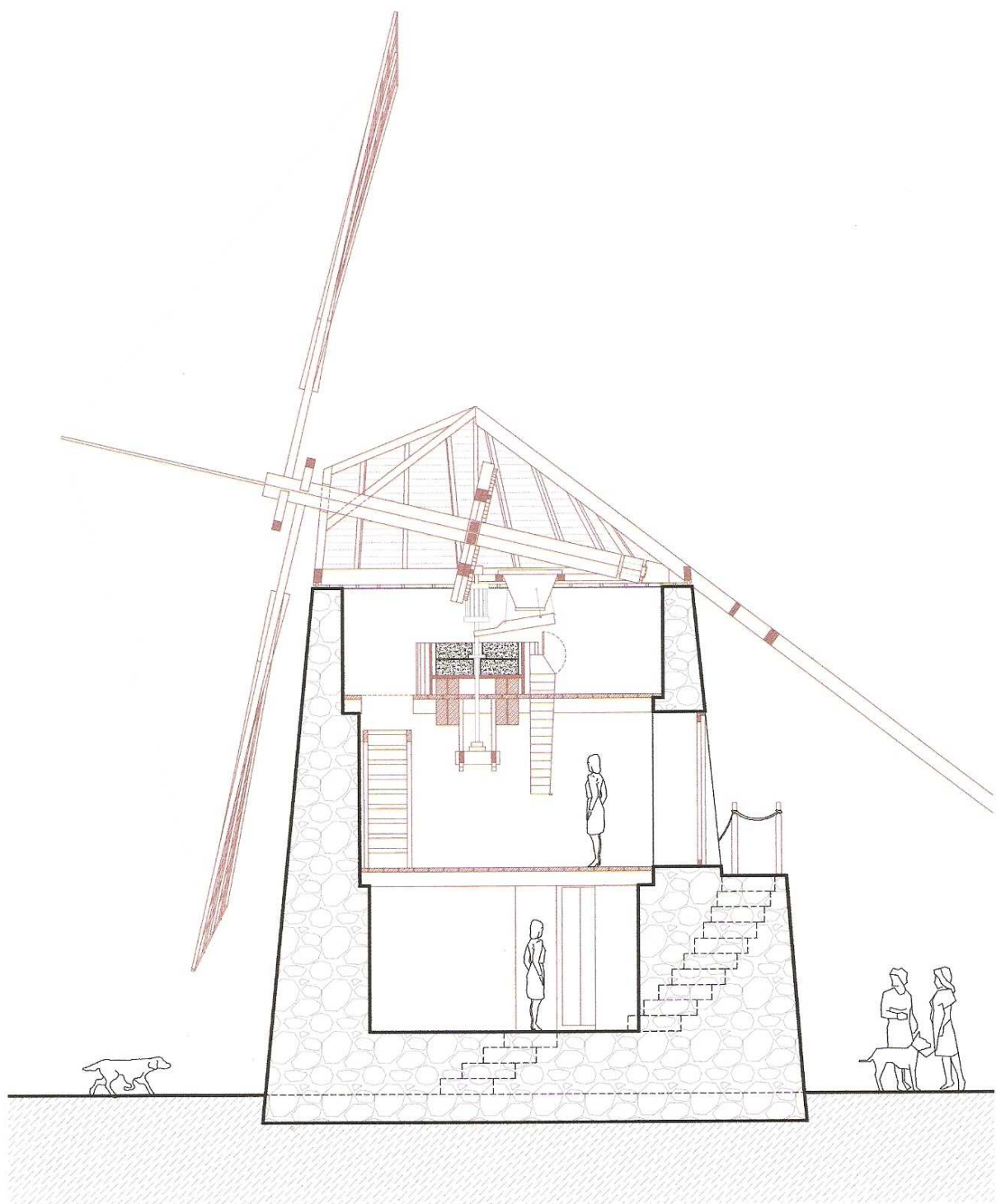
ALZADO POSTERIOR



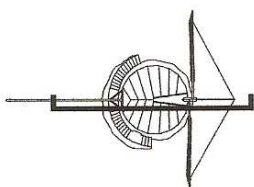


ALZADO LATERAL





ALZADO LATERAL





Molino de Viento **“Sistema Ortega”**



Molino de viento en El Calvario. TM de Garafía. La Palma.

2.2. Molino de viento “Sistema Ortega”.

Éste molino de viento harinero es una construcción de planta rectangular de una planta de altura y que se remata en la parte exterior por una torre de planta cuadrada de madera que sostiene el rotor, que posee un mínimo de ocho aspas y un máximo de doce aspas compuestas de palas de madera y que carece de palo de orientación o de gobierno.

La torre de madera se apoya sobre la cubierta del edificio y la maquinaria de molturación se sitúa en el interior del edificio sobre un atillo de madera en la base de la torre de madera.



Molino de viento en El Calvario. TM de Garafía. La Palma.



Edificio de planta rectangular y cubierta a cuarto aguas del molino de viento tipo "Sistema Ortega" en El Pueblo. TM de Puntagorda. La Palma.

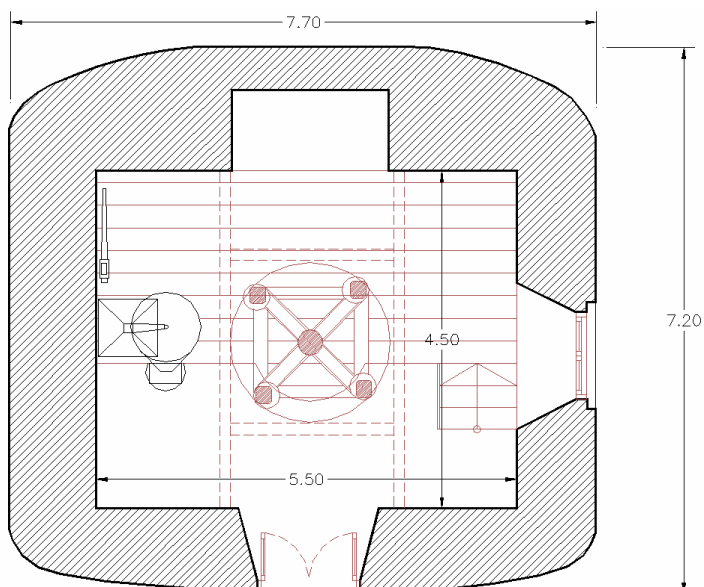
Edificio de planta rectangular y cubierta plana del molino de viento tipo "Sistema Ortega" en TM de Breña Alta. La Palma.



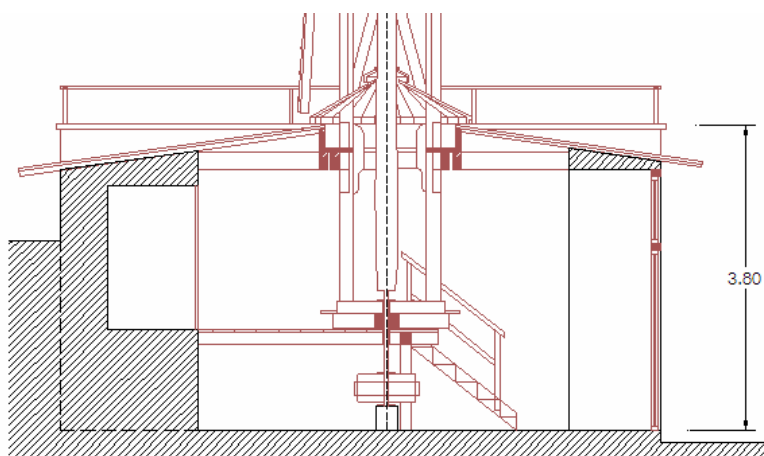
2.2.1. Descripción de los elementos del molino.

2.2.1.1. El edificio y sus elementos constructivos.

A diferencia del molino de viento "Tipo Torre" cuya forma troncocónica de planta circular y de tres plantas de altura es constante en el tiempo, la morfología y las dimensiones del edificio del molino de viento "Sistema Ortega" son de naturaleza variable. En líneas generales el edificio es un volumen de una altura y de planta habitualmente rectangular, de dimensiones mínimas interiores que oscilan entre los 4.50 metros por 5.50 metros y con una altura que oscila entre de 3.00 metros y 4.00 metros de altura.



Planta Baja del edificio del molino de viento tipo "Sistema Ortega".

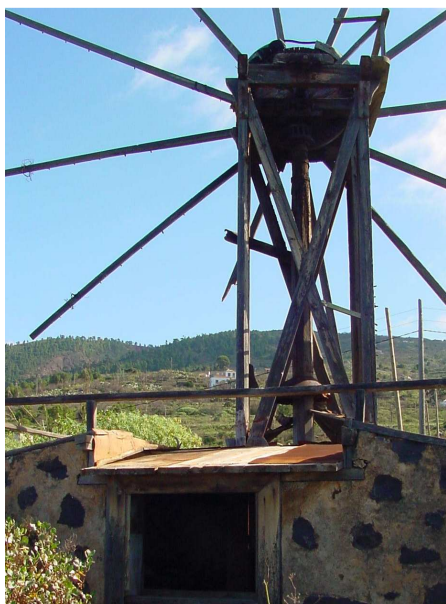


Sección del edificio del molino de viento tipo "Sistema Ortega".

Edificio de forma rectangular y cubierta plana del molino de viento en El Lodero. TM de La Villa de Mazo. La Palma.



Edificio de planta rectangular y cubierta a cuarto aguas del molino de viento tipo "Sistema Ortega" en El Calvario. TM de Garafía. La Palma.



Molino de viento de los herederos de D. Isidoro Ortega Yáñez. La Palma.

La planta baja habitualmente tiene un altillo que está compuesto por una estructura de madera y es donde se sitúa la base de la torre de madera que sostiene el rotor y parte de la maquinaria de molturación (la tolva y la canaleja). Las piedras molederas y el resto de los mecanismos de transmisión de la maquinaria se sitúan bajo dicho altillo. En planta baja se reúnen las actividades de molienda y manipulación del grano. Esto supone una ventaja sobre el molino tradicional de "Tipo Torre", evitando al molinero el dificultoso trabajo de subir y bajar tramos largos de escaleras cargados con los pesados sacos de cereales. Los elementos constructivos más característicos del edificio son:



Detalle de acceso al edificio y acabado exterior de los muros de cerramiento del edificio del molino de viento en Las Tricias. TM de Garafía. La Palma.

Detalle de acabado exterior de los muros de cerramiento del edificio del molino de viento en El Pueblo. TM de Puntagorda. La Palma.



2.2.1.1.1. Los muros de cerramiento.

Los muros de cerramiento están contruidos de mampostería concertada. Estos muros se construyen con piedras del lugar y con juntas de unión unas veces constituidas por argamasa de barro y otras veces a base de mortero de cal y arena. El espesor de los muros oscilan entre los 0.60 y 0.70 metros. En determinadas ocasiones el edificio del molino no sobresalía de la rasante del terreno, de esta forma se construían tres de los cuatro muros del edificio son "muros de arrimo", es decir, muros arriestrados por el terreno y el acceso al molino se realizaba por el cuarto muro, donde se localizaba la puerta de acceso.



Detalle del edificio del molino de viento en TM de Breña Alta. La Palma.

El acabado interior de estos muros de cerramiento se terminaba con un mortero de cal. El acabado exterior de estos muros a veces se terminaba con la misma solución que en el interior, aunque no siempre, a veces el acabado exterior es piedra del lugar con las juntas de mortero de cal.

La elección de la solución dependía de la precariedad de las condiciones del lugar de emplazamiento y de las condiciones económicas del constructor o el propietario del molino, condición que también es extensiva al resto de la arquitectura rural tradicional.

2.2.1.1.2. Los pavimentos.

El pavimento interior del edificio en planta baja está construido habitualmente en piedra natural (lajas), con material de sellado de aglomerante de barro.

El pavimento exterior en las cercanías del edificio del molino es habitualmente de tierra apisonada y otras veces se construía con un empedrado de piedra natural en las proximidades de los muros de cerramiento del edificio y en las cercanías de la puerta de acceso al interior del edificio en planta baja.

Detalle de puerta de acceso al interior del edificio del molino de viento en Santo Domingo. TM de Garafía. La Palma.



2.2.1.1.3. La carpintería.

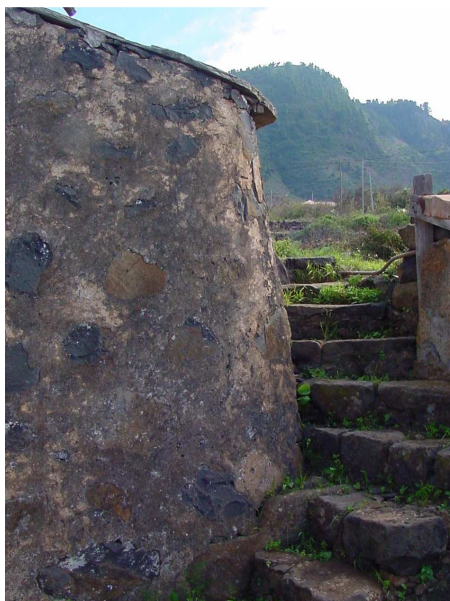
La carpintería del edificio de este tipo de molino de viento es en su totalidad de madera. Las dimensiones de las puertas de acceso hacia el interior del molino oscilan entre los 0.80 y 1.00 metros de ancho y los 2.00 metros de alto. Las dimensiones del resto de los huecos son variables, y oscilan entre los 0.50 y 0.80 metros, tanto en ancho como en altura.

El sistema de apertura de los diferentes huecos es batiente hacia el interior del edificio, estando sujetas y articuladas mediante bisagras localizadas a unos de los costados de los huecos.

Habitualmente las puertas de acceso al interior del edificio del molino de viento "Sistema Ortega" están compuestas por dos hojas, con sistema de apertura batientes hacia el interior del edificio. Las formas y los diseños de las mismas son variables.

Puertas de acceso a los edificios de los molinos de TM de Breña Baja y TM de Puntagorda. La Palma.





Detalle de la escalera exterior construida con piezas prismáticas de piedra natural en el molino de viento de Santo Domingo. TM de Garafía. La Palma.

2.2.1.1.4. Las escaleras.

En el interior del edificio del molino de viento “Sistema Ortega” existe una pequeña escalera de madera que permite el acceso desde la planta baja a un altillo, que se eleva del suelo aproximadamente 1.00 metro de altura y que sirve de apoyo a la torre cuadrada de madera y parte de la maquinaria de molturación. El ancho de dicha escalera varía entre 0.80 y 1.00 metros y el número de peldaños varía según la altura que posee el altillo del suelo. Si el edificio del molino no está bajo rasante existe una escalera exterior que permite el acceso a la cubierta y está construida por piezas prismáticas de piedra natural apoyadas en el terreno.



Escalera interior del molino de viento en TM de Garafía. La Palma.

2.2.1.1.5. La cubierta.

Existen dos tipos de cubierta en los edificios de los molinos de viento del “Sistema Ortega”, la cubierta plana y la cubierta inclinada.

La cubierta inclinada está formada por cuatro aguas, formado por cuatro faldones inclinados de madera y que en el centro de la cubierta dispone de un orificio circular donde sobresale la torre de madera. Dicho orificio se protege con un gorrón metálico en forma de cono que impide la entrada de lluvia hacia el interior del edificio.

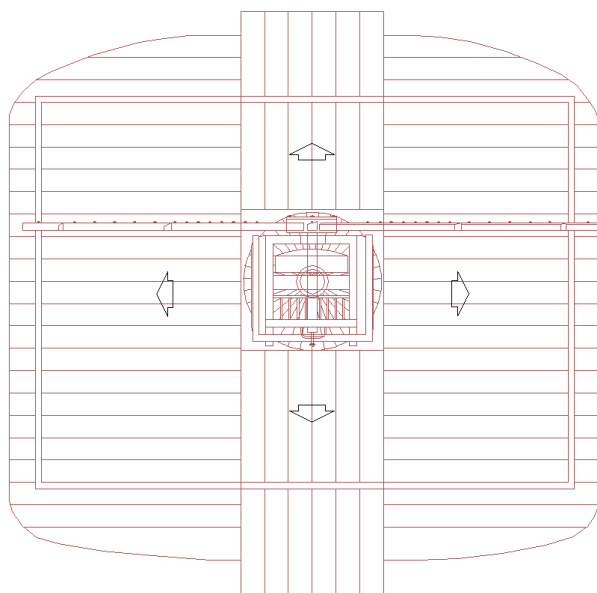
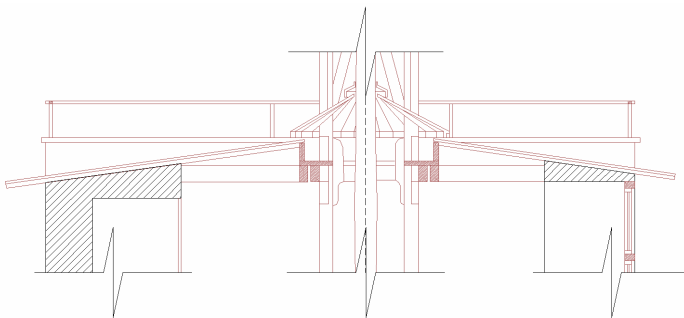


Detalle de la cubierta inclinada a cuatro aguas del edificio del molino de viento en Santo Domingo. TM de Garafía. La Palma.

Detalle de la cubierta plana del edificio del molino de viento en El Loder. TM de La Villa de Mazo. La Palma.



Las vigas principales de madera que forman los faldones de la cubierta inclinada arriostran la torre cuadrada. A su vez se colocan dos segmentos circulares de madera para asegurar la estabilidad de la torre a través de la cubierta. Por tanto es la cubierta quien resuelve el apoyo y arriostramiento de la torre cuadrada de madera.



Detalle de cubierta inclinada en molino de viento "Sistema Ortega"

La cubierta plana del edificio del molino de viento "Sistema Ortega" está relacionada con la aparición en la isla de la Palma del hormigón armado. Este tipo de cubiertas están construidas con este nuevo material de construcción y su ejecución se formaliza con losas macizas hormigón armado.

La cubierta plana está perforada por un hueco circular donde sobresale la torre cuadrada de madera que sostiene el rotor. Dicho hueco se protege con una pieza metálica con forma de cono que impide la entrada de lluvia hacia el interior del edificio.



Detalle de la torre del molino de viento en Santo Domingo. TM de Garafía. La Palma.

2.2.1.2. La torre y sus componentes.

La torre es el elemento intermedio entre el rotor y la maquinaria de molturación. Se construye en madera y es de planta cuadrada de 1.30 metros de lado y cuya altura total que oscila entre los 9.00 y 10.00 metros. Su esquema estructural está compuesto por cuatro columnas rectas, de secciones rectangulares de dimensiones 22 x 15 cm., rigidizadas y trianguladas en su cara exterior por elementos continuos de madera. El arriostramiento de la torre se forma con piezas de secciones cuadradas o rectangulares transversales cuyas uniones se realizan en caja y en ocasiones se utilizan pernos y pasantes metálicos.



Detalle de la torre del molino de viento en Las Tricias. TM de Garafía. La Palma.



Detalle del cono metálico que protege el enlace de la torre cuadrada de madera con la cubierta del edificio del molino de viento en El Lodero. TM de la Villa de Mazo. La Palma.

Detalle del enlace en el interior del edificio de la torre cuadrada de madera con cubierta inclinada y con altillo de madera del molino de viento en El Calvario. TM de Garafía. La Palma.



La torre de madera está dividida en dos partes. Una de ellas es exterior al edificio y que sobresale del mismo con una altura que oscila entre los 6.00 y 7.00 metros. La otra parte es interior al edificio y tiene una altura que oscila entre los 2.00 y 2.60 metros. La cubierta del edificio está perforada con un hueco circular para posibilitar que la torre sea pasante desde el interior hacia el exterior del edificio.

Dicho hueco se protege con una pieza metálica con forma de cono y que impide la entrada de agua de lluvia hacia el interior del edificio del molino. La cubierta del edificio es quien resuelve una parte del apoyo y arriostramiento de la torre de madera.



Enlace de la torre y la cubierta. Interior del edificio del molino de viento.

En las proximidades de la cubierta se colocan cuatro segmentos circulares que se unen mediante cajeados sobre los cuatro lados de las columnas rectas de la torre y que aseguran la estabilidad de misma con la cubierta. Se utiliza la misma solución tanto para la cubierta inclinada a cuatro aguas como para la cubierta plana del edificio de este tipo de molino de viento.

En el interior del edificio habitualmente existe un altillo a modo de forjado sobreelevado del suelo compuesto por una estructura de madera y es donde se apoya la base de la torre y parte de la maquinaria del molino.



Molino de viento en Llano Negro. TM de Garafía. La Palma.

2.2.1.3. El rotor y sus componentes.

El rotor de este tipo de molino de viento está formado generalmente por doce aspas y de un mínimo de ocho aspas. Los largueros de las aspas se rigidizan entre sí en algunos molinos de viento con un aro que se fija mediante una tirantilla de madera rigidizando el rotor. La misión del rotor es captar la energía del viento a través de las aspas y éstas al estar incrustadas en el eje semihorizontal transmiten la fuerza motriz a la maquinaria de molturación del molino, que se encuentra situada en el interior del edificio y situada en las cercanías de la torre cuadrada de madera. Los componentes más característicos del rotor son los siguientes:



Molino de viento en El Loder. TM de La Villa de Mazo. La Palma.

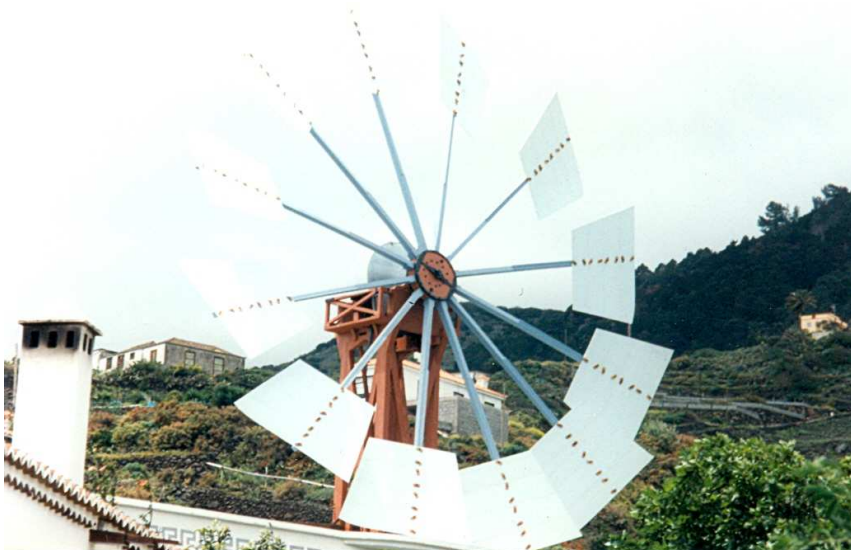


Detalle del sistema de tuerca y contratuerca en los largueros de las aspas del molino de viento en Llano Negro. TM de Garafía. La Palma.

2.2.1.3.1. Las aspas.

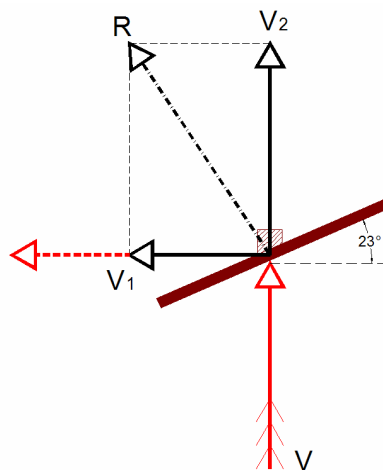
La estructura de cada aspa está compuesta por una serie de palos largos denominados largueros y una serie de palas de madera denominadas fajas.

Los largueros tienen una longitud aproximada de 4.00 metros y de sección cuadrada de corte transversal de 9.5 x 9.5 cm. Los extremos de los largueros están achaflanados 23° y poseen una serie de vástagos de madera roscada para atornillar posteriormente las fajas de madera. Las fajas están compuestas habitualmente por cuatro segmentos de madera con forma trapezoidal con dimensiones aproximadas de 1.50 m de ancho por 2.00 m de largo.



Detalle del rotor del molino de viento en TM de Villa de Mazo. La Palma

Esquema de descomposición de la presión de la fuerza del viento (V) que incide en las aspas de un molino de viento.



El espesor de las tablas que configuran las fajas es aproximadamente de 2.00 cm. de grosor y se atornillan a los largueros con un sistema de tuerca, arandela y contratuerca realizadas en madera. Las aspas son unos planos que se presentan casi perpendiculares a la dirección del viento. El viento genera una presión (V) sobre el aspa que se descompone en dos fuerzas (V1 y V2). Una de ellas (V2) tiene una dirección perpendicular a las aspas y queda anulada por la resistencia de estas y la otra (V1) no teniendo quien la contrarreste, las empuja y las hace girar en uno u otro sentido, según sea la inclinación de las mismas.



Detalle de las palas o fajas del rotor del molino de viento en El Lodero. TM de La Villa de Mazo. La Palma.

Para hacer frente a las variaciones de la velocidad del viento es necesario modificar la superficie del aspa, pudiéndose suprimir o ampliar con facilidad el número de segmentos de la pala del aspa cuando convenga.

La velocidad del viento más apropiada para estos molinos harineros es varia entre los 5 m/s (18 Km./h) y los 7 m/s (25 Km./h). La velocidad en el extremo de las aspás se aconseja que sea de dos veces y media la del viento y menos de tres. Cuando la velocidad del viento es de 7 m/s el rotor de este tipo de molino de viento gira doce vueltas por minuto, lo que supone una presión de 5.10 Kg./m², y que equivale a 25 CV de potencia, preservando así el desgaste del sistema.



Las fajas del rotor del molino de viento del "Sistema Ortega" están compuestas habitualmente por cuatro segmentos de madera de forma trapezoidal y que se unen a los largueros de las aspás mediante un sistema de tuerca y contratuerca de madera. Molino de viento en El Lodero. TM de La Villa de Mazo. La Palma.



Detalle del sistema de tuerca y contratuerca en los largueros de las aspas del molino de viento en Llano Negro. TM de Garafía. La Palma.

El conjunto de aspas se acuñan en un buje con forma circular de 60 cm. de diámetro denominada "caja de aspas". La estructura de esta caja de aspas está compuesta por dos elementos circulares realizadas en madera y reforzadas por piezas metálicas también con forma circular. Estos dos elementos circulares están separados por unas piezas de madera con forma prismática y que sirven a su vez de separadores de los largueros de las aspas.

Para rigidizar este conjunto de elementos circulares y prismáticos se utilizan largos tornillos de hierro que son pasantes de un segmento circular al otro y que permiten el ajuste de dicho conjunto mediante un sistema de tuercas, arandelas y contratuercas.



Detalle del buje ó la caja de aspas. Maqueta del molino de viento en Las Tricias. TM de Garafía. La Palma.



Detalle de caja de aspas del molino de viento. Villa de Mazo. La Palma.



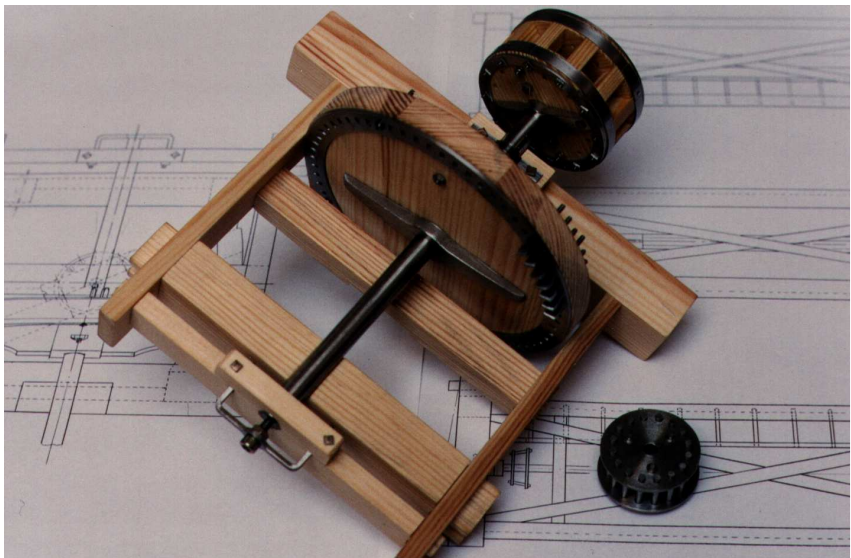
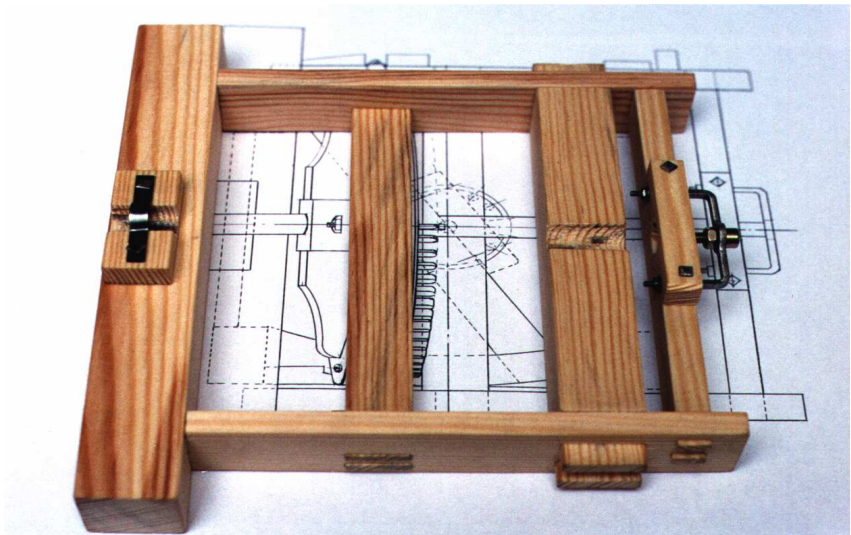
2.2.1.3.2. El eje.

El eje del rotor es un eje metálico de forma circular de dimensiones que oscilan entre los 7 cm. y los 10 cm. de grosor dispuesto en dirección oblicua, con una longitud aproximada entre los 2.60 metros y 2.80 metros, y con un ángulo de 15° con respecto a la horizontal.

Dicho eje se fija a un marco resistente de madera de secciones rectangulares ó cuadradas de dimensiones totales aproximadas entre los 1.80 metros y 2.20 metros. Dicho marco se sitúa en la parte superior de la torre cuadrada de madera.



Detalle del marco resistente situado en la coronación de la torre cuadrada de madera sobre el cual se fija el eje semihorizontal de hierro. Molino de viento en Tirimaga, TM de la Villa de Mazo. La Palma.



Detalle del marco resistente situado en la coronación de la torre cuadrada de madera sobre el cual se fija el eje semihorizontal de hierro. Maqueta del Molino de viento en Las Tricias, TM de Garafía. La Palma.



Detalle de la rueda catalina o capacete cuyos dientes están configurados por cuñas de hierro atornillados sobre un anillo del mismo material al círculo de madera del molino de viento en Las Tricias. TM de Garafía, La Palma.

Detalle de la rueda catalina ó capacete cuyos dientes están configurados por cuñas de madera que se incrustan sobre el círculo de madera del molino de viento en TM de La Villa de Mazo, La Palma.



2.2.1.3.3. La rueda catalina o capacete.

La rueda catalina o capacete es una gran rueda dentada que se encuentra unida al eje del rotor, se adapta a la inclinación del mismo y se mueve a la misma velocidad. Dicha rueda es la encargada de transmitir el movimiento de rotación vertical de giro del eje del rotor por un movimiento de rotación horizontal hacia la maquinaria de molturación del molino.

La rueda catalina o capacete se sitúa perpendicular al eje y tiene unas dimensiones aproximadas que oscilan entre los 12 y los 18 cm. de grosor y con un diámetro de dimensiones entre los 1.20 a 1.60 metros.



Detalle de la Rueda Catalina o capacete. Villa de Mazo, La Palma.

La estructura de la rueda catalina o capacete tiene dos soluciones en su formalización. La primera solución consiste en un círculo de madera, que se encuentra horadado para incrustar entre los 60 y 70 dientes con forma de cuñas de madera. La segunda solución consiste en un anillo de hierro que se fija al círculo de madera mediante tornillos. Dicho anillo se encuentra configurado por varios segmentos de forma circular al cual se atornillan los dientes de hierro con forma de cuña.

El capacete traslada el movimiento del eje del rotor a una pieza denominada linterna o piñón.



Detalle del freno del molino de viento en El Calvario. TM de Garafía. La Palma.

La rueda catalina o capacete tiene un freno de madera, que se encuentra dividido en varias piezas de madera unidas por una pletina de hierro, lo que ofrece una mayor flexibilidad y una mejor adaptabilidad de la zapata del freno sobre dicha rueda.

En algunos molinos de viento la rueda catalina o capacete y la linterna se protegen de la intemperie mediante una especie de gorrón de forma circular, unas veces contruidos en madera y otras veces de chapa metálica. Esta solución es frecuente cuando la dentería y la linterna están contruidos en hierro, evitando de esta forma el desgaste que se produce por la oxidación ante el agua de lluvia y el viento.



Detalle del gorrón que protege la rueda catalina ó capacete del molino de viento en Santo Domingo. TM de Garafía. La Palma.

2.2.1.3.4. Sistema de orientación del rotor de aspas.

La orientación del rotor hacia los vientos dominantes de este tipo de molinos de viento se realiza de forma manual desde el interior del edificio de tal forma que utilizando un sistema de palancas se consigue orientar la torre cuadrada de madera, haciendo girar el cono metálico que se apoya sobre la cubierta del edificio, facilitando de esta forma la orientación del rotor a favor del viento sin necesidad de salir del interior del edificio. Sin embargo, con el paso del tiempo en algunas torres de este tipo de molinos de viento se dispone de un palo ó timón para orientar la torre desde el exterior del edificio.



Detalle de palos de orientación situados en la base de la torre cuadrada de madera del molino de viento en El Loder. TM de la Villa de Mazo. La Palma.



Detalle de la adaptación del palo de orientación, timón o rabo del molino de viento "Tipo Torre" en el molino de viento "Sistema Ortega". Dicho palo de orientación tiene una dirección oblicua y nace en la coronación de la torre cuadrada de madera y termina a un metro del suelo. Molino de viento situado en TM de Breña Alta. La Palma.

Este palo de orientación habitualmente se sitúa en la base de la torre cuadrada de madera para posibilitar la orientación manual de la torre desde la cubierta del edificio. Este sistema de orientación es una adaptación del palo de gobierno, timón o rabo del molino de viento "Tipo Torre", debido al no seguimiento del sistema complejo que introdujo y experimentó D. Isidoro Ortega Sánchez en su molino. El sistema consiste en una gran veleta que transmite movimientos a lo largo de un mástil vertical, el cual se introduce en el interior del edificio, al cual va fijo un índice que marca la dirección del viento girando un radio en una esfera de reloj. La posición de la torre está marcada en esta esfera por medio de otro radio fijo, y ésta estará orientada al viento cuando ambos radios coincidan.



Detalle del palo de orientación situado en la base de la torre cuadrada de madera del molino de viento en Llano Negro. TM de Garafía. La Palma.

2.2.1.4. La maquinaria y sus componentes.

La maquinaria de molturación de este tipo de molino de viento se encuentra situada en el interior del edificio y ubicada en las cercanías de la torre cuadrada de madera. La maquinaria está realizada en su mayor parte de madera, aunque existen elementos, piezas y tornillos de hierro.

El perfeccionamiento de los sistemas de transmisión por la introducción de nuevos materiales como el hierro, es el resultado de un largo proceso de mejoras tecnológicas que se introducen en los molinos de viento de forma paulatina desde la Edad Media.



Detalle de la maquinaria de molturación. Maqueta de molino de viento.

La maquinaria de molturación está compuesta fundamentalmente por dos piedras o muelas cilíndricas que se superponen y del frotamiento entre ambas se consigue la molienda de diversas semillas para la producción de harina ó gofio.

Para que se produzca el frotamiento de las piedras o muelas se necesita un mecanismo que trasmita la energía motriz obtenida de la fuerza del viento a través del rotor de aspas y de un conjunto de piezas complementarias de diversas geometrías y construidas de hierro y de madera. Los componentes más característicos de la maquinaria son los siguientes:



Detalle de enlace del piñón con la rueda catalina o capacete del molino de viento en Tirimaga, TM de La Villa de Mazo. La Palma. Esta solución de piñón o linterna es la más habitual.

El eje vertical se remata con la linterna o piñón, está sostenido por un travesaño de madera situado que se sitúa en el marco resistente que corona la torre cuadrada de madera.

Detalle de enlace del piñón con la rueda catalina o capacete del molino de viento en Las Tricias, TM de Garafía. La Palma. Esta solución de piñón o linterna es la menos habitual.



2.2.1.4.1. La linterna o piñón.

El piñón es elemento encargado de transmitir el giro vertical del eje semihorizontal del rotor y de la rueda catalina o capacete en un giro horizontal a través de un eje vertical metálico. El piñón es una pieza cilíndrica de dimensiones variables al igual que su formalización que se sitúa en la parte superior del eje vertical. En este tipo de molinos de viento existen dos soluciones en cuanto al diseño de este elemento.

La solución más habitual consiste en una pieza cilíndrica continua de hierro de dimensiones aproximadas de 20 a 30 cm. de diámetro y de 10 a 20 cm. de alto.



Detalle de enlace de piñón y capacete. Molino de viento en La Palma.

La solución menos habitual es una pieza cilíndrica compuesta por 16 pivotes de hierro con forma cilíndrica que se colocan alternativamente separados formando pequeñas hendiduras donde se engarzan los dientes de la rueda catalina ó capacete, y que están rematados superior e inferiormente por chapas circulares.

La linterna o piñón está unido superiormente al eje vertical metálico que trasmite el giro horizontal a las piedras o muelas del molino a través de un tambor que se engarza a dicho eje en su parte inferior y que se apoya en un dado en el interior del edificio del molino.



Detalle del tambor situado bajo la torre cuadrada de madera. En esta situación los dos tambores se unen mediante una correa de cuero de 20 cm. de espesor. Molino de viento en El Loder. TM de La Villa de Mazo. La Palma.

Detalle de la gran rueda dentada situado bajo la torre cuadrada de madera. En esta situación las dos ruedas dentadas se engranan entre sí. Molino de viento en TM de Breña Alta. La Palma.



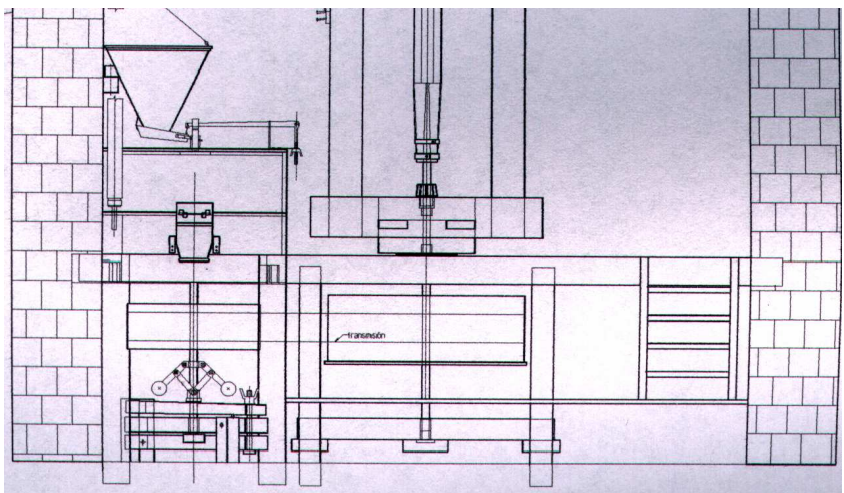
2.2.1.4.2. Los tambores o ruedas dentadas.

La misión de estos elementos es transmitir la fuerza del giro horizontal del eje a las piedras molederas o muelas del molino.

Este elemento se sitúa bajo el altillo de madera y bajo la torre cuadrada de madera. En ocasiones es una gran rueda a modo de polea y otras veces es una rueda dentada, de dimensiones aproximadas de 1.30 metros de diámetro y de una altura que oscila entre los 45 y 50 cm. Este elemento transmite el movimiento de giro del eje a otro tambor o rueda dentada más pequeña de 80 a 90 cm. de diámetro y de 30 a 40 cm. de altura y en posición paralela a la gran rueda.



Maquinaria de molturación. Molino de viento. TM de Garafía. La Palma.





Detalle de caja y el guardapolvos. Maqueta del Molino de viento de Las Tricias. TM de Garafía La Palma.

Detalle de cofre o caja que sirve para almacenar el gofio o harina procedente de las muelas o piedras de molturación del Molino de viento de El Lodero. TM de La Villa de Mazo. La Palma.



2.2.1.4.3. La caja y el guardapolvos.

La caja es una estructura de madera a modo de un marco de madera de forma cuadrada que se apoya habitualmente sobre el altillo o forjado de madera. La caja sirve de apoyo al guardapolvos y sus dimensiones son variables dependiendo del diámetro del guardapolvos.

El guardapolvos es una estructura de madera de forma circular y es como un estuche que cubre las piedras o muelas del molino para evitar que el gofio o la harina caiga por los laterales de las piedras molederas.



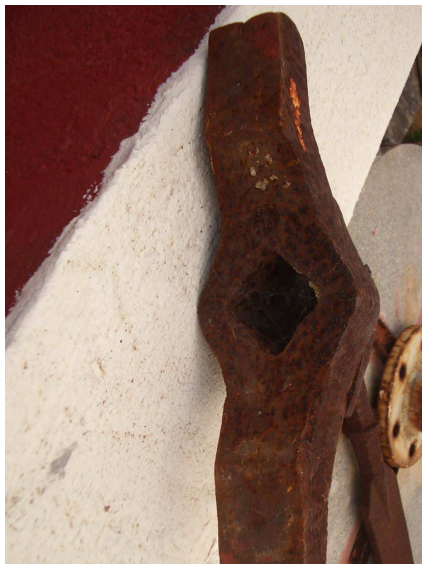
Detalle del guardapolvos. Molino de viento. Villa de Mazo. La Palma.

Las dimensiones del guardapolvos son variables, ya que dependen del diámetro de las piedras o muelas del molino. El diámetro de este elemento tiene unas dimensiones algo mayores que las piedras, en torno de 10 a 15 cm. Dicho espacio se crea para facilitar la recogida del grano molido de las piedras molederas del molino de viento hacia la caja hueca situada bajo el guardapolvos y que tiene una estructura hueca de madera a modo de embudo que permite la recogida del gofio. En ocasiones se adosa al guardapolvos una estructura de madera con forma de cofre o caja que sirve para almacenar el gofio o harina procedente de las piedras molederas.



Detalle de la abrazadera de hierro que une los diferentes fragmentos de la piedra moledera o muela del molino de viento. TM de Villa de Mazo. La Palma.

Detalle de la lavija, pieza metálica que sostiene la piedra superior y móvil del molino de viento. TM de Villa de Mazo. La Palma.



2.2.1.4.4. Las piedras o muelas.

Son dos piezas cilíndricas colocadas una sobre la otra, con las caras enfrentadas entre sí. Las piedras tienen unas dimensiones aproximadas de diámetro entre los 1,40 metros y los 1,50 metros y un espesor entre los 0,30 metros y los 0,40 metros.

Es difícil encontrar piedras de esas dimensiones de una sola pieza, por lo que habitualmente están formadas por tres o cuatro fragmentos de la misma dureza unidos por una abrazadera de hierro. De esta forma se obtienen piedras homogéneas de mayor duración frente al desgaste entre las mismas.



Detalle de piedra superior. Molino de viento. TM Breña Alta. La Palma.

La piedra superior es móvil y está sujeta a un eje metálico. La piedra superior tiene un orificio circular donde termina el eje metálico mediante un pasador metálico con forma de dos alas pequeñas y que sujetan a la piedra móvil por la parte inferior. Esta pieza metálica se denomina lavija. La piedra inferior es fija y está apoyada en una estructura en forma de marco de madera de forma cuadrada denominada caja y que se apoya sobre el altillo de madera.

Para regular el número de revoluciones de las piedras molederas o muelas del molino existe un regulador centrífugo denominado aliviador.

Este elemento es una adaptación realizada por D. Isidoro Ortega Sánchez de las máquinas de vapor que se utilizaban en Europa durante el siglo XIX, resultando un sistema novedoso empleado en las Islas Canarias.

El sistema consistía en aplicar al eje que une las piedras o muelas del molino un sistema de freno metálico denominado "péndulo cónico". Este elemento es un moderador y regulador de la velocidad de giro de las piedras molederas, que consiste en fijar dos pesos fijos en cada extremidad de una varilla rígida unidos mediante una bisagra al eje que une las piedras molederas del molino. Éste elemento se sitúa bajo el tambor o rueda dentada pequeña que se encuentra bajo el alfillo o forjado de madera y bajo las piedras.

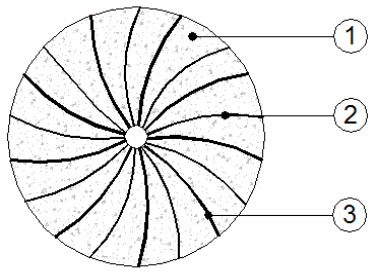


Detalle del aliviador, pieza metálica que consiste en un freno con forma de péndulo cónico y que modera las revoluciones excesivas de las piedras molederas del molino de viento. TM de Villa de Mazo. La Palma.

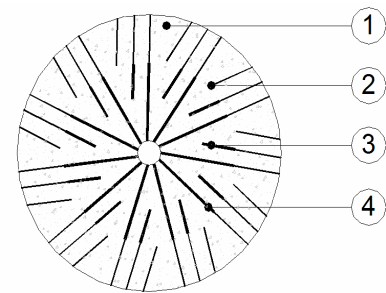


Detalle del aliviador. Molino de viento. TM de Villa de Mazo. La Palma.

Cuando se transmite la fuerza centrífuga del tambor o rueda dentada mayor situado bajo la torre cuadrada de madera y que está unido al eje metálico vertical, al tambor o rueda dentada más pequeña, haciendo girar a gran velocidad el eje metálico que une las piedras molederas permitiendo su giro, los pesos del péndulo cónico se van extendiendo por la acción de la velocidad mediante las bisagras, con lo que permite moderar la velocidad de giro de las piedras molederas o muelas del molino evitando así su desgaste y el calentamiento producido por la fricción entre las mismas.



1. Piedra Catalana 2. Picado leve ó moliente 3. Picado profundo ó pecho.



1. Piedra Canaria 2. Picado leve ó moliente 3. Picado medio ó antepecho 4. Picado profundo ó antepecho.

Según los molineros, la piedra canaria es la que mejor gofio muele debido a la geometría, disposición y los grosores de rayado que se realizan en la propia piedra por parte de los molineros y que a veces modifican a su propia voluntad, surgiendo de esta manera muchas combinaciones rayado geométrico de las piedras molederas de este tipo de molino de viento.

Con cierta frecuencia se procedía a picar las piedras del molino, para que el grano no sea aplastado y triturado en exceso debido al desgaste entre sí de las piedras molederas.

El picado de las mismas se realizaba de forma geométrica, que varían en función del proceso que recorre el grano, ya que por la fuerza centrífuga pasa por las diferentes partes de las piedras formando una elipse desde el centro de la circunferencia de las piedras hasta el exterior de las mismas.

Las piedras se dividen principalmente en tres sectores de rallado: pecho (picado profundo), antepecho (picado medio) y moliente (picado leve).



Detalle del rayado de las piedras del molino de viento. La Palma.

El marcado o rayado geométrico más habitual de las piedras molederas de este tipo de molino de viento corresponde al de la piedra catalana, que permite un mayor enfriamiento de las mismas debido a la fricción constante, permitiendo una mayor rapidez de la molienda de las semillas. Existe otro sistema de rayado geométrico denominado "dibujo canario", que consiste en un marcado de aproximadamente entre los 9 y 11 radios de picado profundo, de los que en su último tercio hacia el borde de las circunferencias, parten otras tres marcas más pequeñas, con picados medio y leve paralelas a los radios. Este sistema no permite mucha velocidad de rotación entre piedras.



Detalle del pescante pivotante destinado a la retirada de las piedras molederas para el picado o rayado geométrico. Molino de viento en TM de Breña Alta. La Palma.

2.2.1.4.5. El pescante.

Es una pieza pivotante de eje vertical que se sitúa sobre el altillo, en las proximidades de la tolva y las piedras molederas. En ambos extremos se dispone un eje vertical pasante y roscado cuyos extremos están remados por una pieza metálica a modo de manecilla que permite el descenso o ascenso de dicho eje. En el otro extremo existen dos piezas metálicas con forma de arcos y rematados por dos pivotes metálicos. Dicha estructura es pivotante y sirve para elevar y retirar las piedras molederas de la caja y el guardapolvos para proceder picado y el rayado geométrico de las piedras del molino.

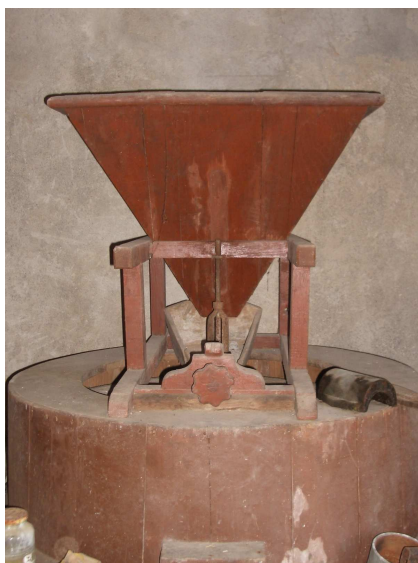


Detalle del pescante del Molino de viento. TM de Breña Alta. La Palma. Este tipo de elemento es muy usual en los molinos de agua.



Detalle de la tolva anclada al muro del edificio del molino de viento en TM de Breña Alta. La Palma.

Detalle de la tolva fijada a la pared y apoyada sobre un caballete de madera del molino de viento en TM de Breña Alta. La Palma.



2.2.1.4.6. La tolva.

La tolva es una estructura realizada en madera con forma de tronco de pirámide invertida a modo de embudo y que está fijada a unos de los muros de cerramiento del edificio y se situada por encima de las piedras molederas del molino.

La tolva es un depósito donde se vierte el grano y que sirve al mismo tiempo de dosificador del mismo. Una vez se deposita el grano en dicho elemento, éste sale por la parte inferior de la tolva hacia la canaleja. Este elemento tiene un cristal transparente y graduado que indica la cantidad de grano que contiene.



Detalle de la tolva. Molino de viento en TM de Breña Alta. La Palma.

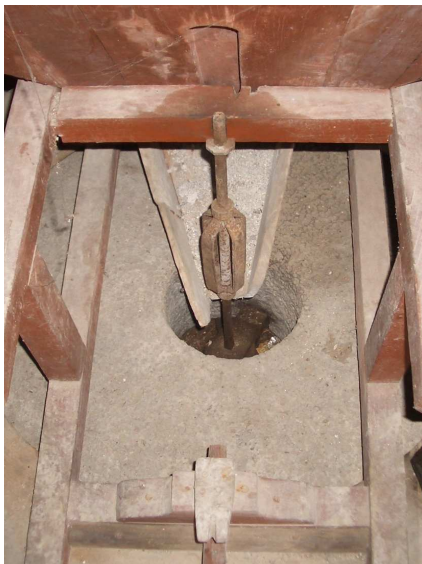
En este tipo de molinos de viento, la tolva tiene un mecanismo con dos timbres que al dejar el grano sobre las piedras flotaban sobre la piedra moledera superior y causa un ruido muy agudo que indica al molinero que tenía que llenar la tolva de grano, con el fin de evitar que las piedras molederas o muelas rocen unas sobre las otras sin semillas acelerando el desgaste de las mismas.

En ocasiones la tolva se apoya sobre un caballete de forma prismática apoyado sobre el guardapolvos y que está compuesto de una serie de listones de madera dispuestos de forma horizontal y vertical.

2.2.1.4.7. La canaleja.

La canaleja es el elemento dosificador que permite la caída del grano de la tolva hacia las piedras molederas. Se realiza en madera y es el elemento responsable de mantener un ritmo constante de la molienda, ya que depende de la inclinación de ésta y de la velocidad de giro de la piedra móvil superior. La canaleja está construida habitualmente por dos piezas verticales y una horizontal que es por donde se desliza el grano, estando sujeta a la parte inferior de la tolva mediante cordones, que son los que regulan la inclinación de la canaleja y en consecuencia la velocidad e intensidad de la caída del grano hacia las piedras molederas o muelas del molino.

Detalle del repartidor, pieza metálica que asegura la distribución uniforme del grano de la canaleja hacia las piedras molederas del molino de viento en TM de Breña Alta. La Palma.



Detalle de la canaleja. Molino de viento en TM de Breña Alta. La Palma.

En un extremo de la canaleja se realiza una muesca para que abrace al eje metálico que es la que enlazan las piedras moledera y que se remata con una pieza metálica con forma de prisma de forma habitual cuadrada denominada "repartidor", que asegura la distribución uniforme del grano que cae a través de la canaleja hacia las piedras molederas. De esta manera, al girar dicho eje metálico y al estar en contacto con la canaleja se produce una vibración que es transmitida a la misma, produciendo una distribución uniforme del grano que cae al ojo de la piedra superior móvil para ser triturados por las piedras molederas del molino.



Detalle del freno sobre la rueda catalina o capacete del molino de viento en El Calvario, TM de Garafía. La Palma.

2.2.1.4.8. El freno.

Detener la maquinaria de molturación y detener la fricción de las piedras molederas se consigue accionando un freno incorporado en la rueda catalina o capacete. Este freno se denomina "pejedero".

Alrededor de la mitad superior de la rueda catalina o capacete se fija un freno de banda que se encuentra dividido en varias piezas de madera unidas por una pletina de hierro, lo que ofrece una mayor flexibilidad y una mejor adaptabilidad de la zapata del freno sobre dicha rueda, y que se puede accionar mediante una palanca situada en la cubierta del edificio mediante una varilla metálica que procede de la rueda catalina.



Detalle de la palanca que acciona el freno desde la cubierta del edificio del molino de viento en El Lodero, TM de La Villa de Mazo. La Palma.

Detalle de la palanca del freno. Molino de viento en Mazo. La Palma.



En el interior del edificio existe otra palanca metálica que acciona el freno mediante una varilla de hierro que procede desde la rueda catalina o capacete. La misión del freno es la de detener o aminorar la velocidad de giro de la rueda catalina o capacete.

Tanto en la base de la torre cuadrada de madera en la cubierta como en el interior del edificio existe una pletina metálica con varias muescas donde las palancas que accionan el freno posibilita situarlas donde más convenga. Este tipo de freno se acciona por tanto desde la cubierta y desde el interior del edificio.



Molino de viento en El Lodero, TM de La Villa de Mazo. La Palma.

2.2.2. Funcionamiento del molino de viento.

La maquinaria del molino de viento funciona cuando el rotor de aspas se enfoca en una dirección perpendicular a la trayectoria del viento. Para ello se procede a orientar adecuadamente la torre cuadrada de madera de forma manual desde el interior del edificio de tal forma que utilizando un sistema de palancas se conseguía orientar la misma. Una vez que el molinero tiene adecuadamente colocado el rotor de aspas frente al viento procede a colocar las fajas de madera sobre los largueros mediante un sistema de tuerca y contratuerca de madera. El número de fajas se aumenta o se disminuye según la intensidad del viento.



Molino de viento en El Lodero, TM Villa de Mazo. La Palma.



Detalle del rotor del molino de viento en El Lodero, TM de La Villa de Mazo. La Palma.

Una vez dispuesto el conjunto exterior se procede a levantar el freno que detiene el movimiento de giro de la rueda catalina o capacete, desbloqueando las palancas situadas tanto en exterior como en el interior del edificio. Las aspas, al recibir la fuerza del viento hacen girar el rotor que a su vez acciona la rueda catalina y este acciona el piñón que es el encargado de transmitir el giro vertical del eje inclinado del rotor y de la rueda catalina en un giro horizontal a través de un eje vertical metálico. Un sistema de tambores que se enlazan al eje vertical, transmitiendo la fuerza a las piedras molederas que con la fricción del giro trituran el grano que se deposita previamente en la tolva.

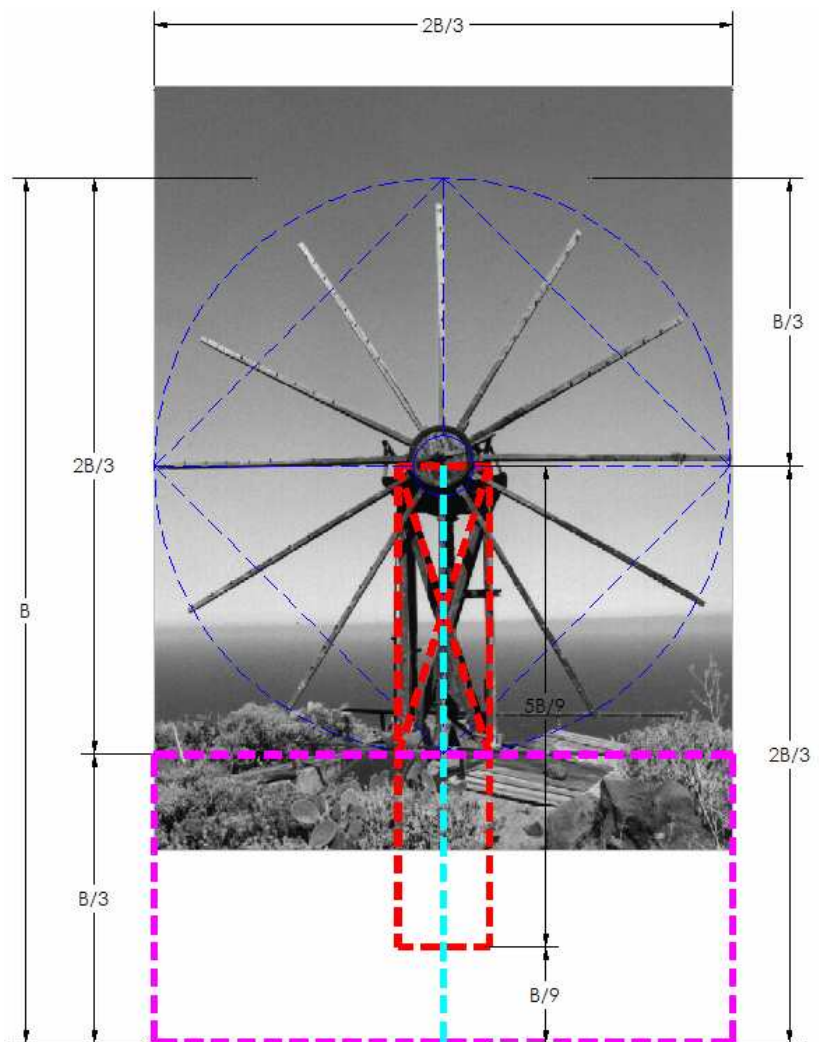


Molino de viento en El Calvario. TM de Garafía. La Palma.

2.2.3. Proporciones geométricas del molino de viento.

El molino de viento “Sistema Ortega” guarda una proporción aproximada a la Ley de Tercios, que es una norma clásica de composición muy utilizada en el Renacimiento durante el siglo XV y que es una regla imprescindible en la actualidad para la pintura, la fotografía, el cine y la arquitectura.

La formulación de la Ley de Tercios está directamente relacionada con la teoría de la Sección Áurea y que encierra cierta complejidad en su cálculo exacto. La obtención de estas líneas de tercios se consigue al dividir la composición en tres partes iguales, tanto en horizontal como en vertical.



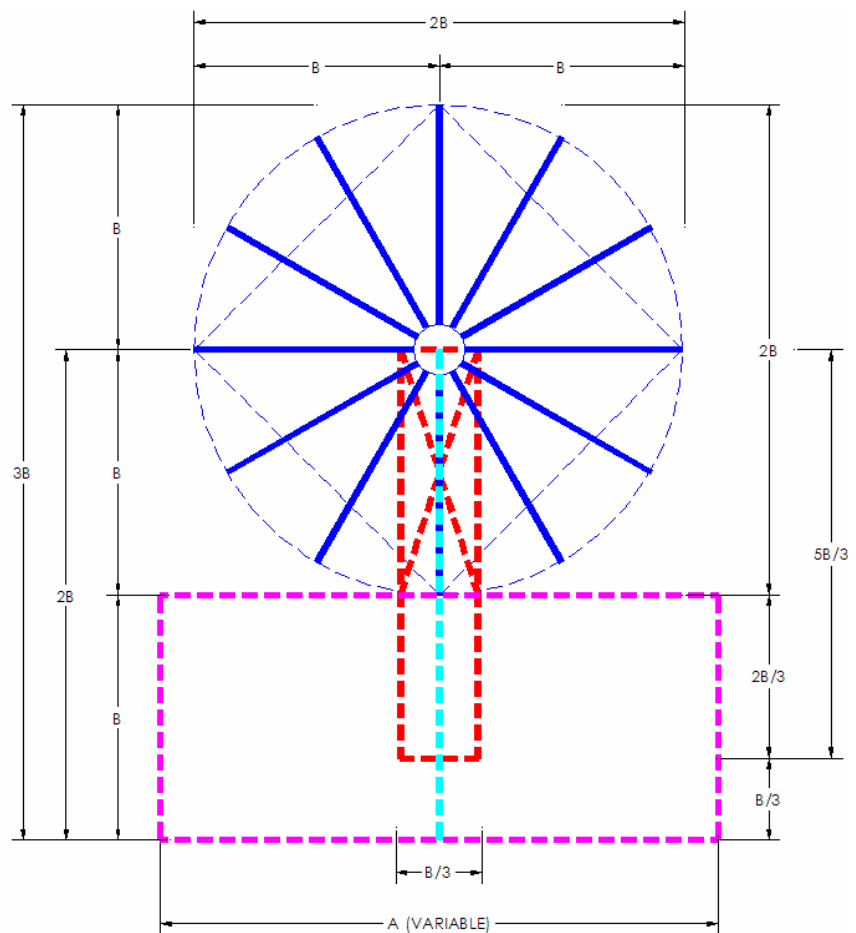
Proporciones geométricas del edificio, torre y rotor del molino de viento



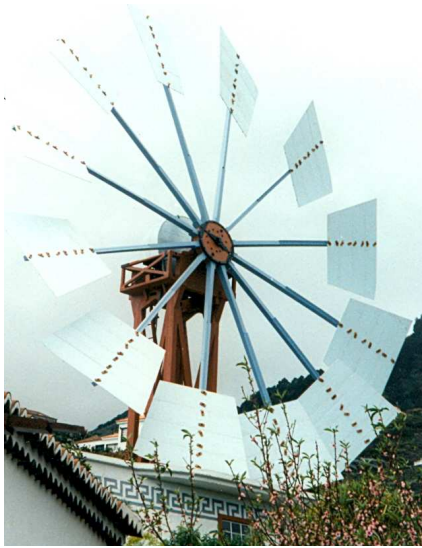
Molino de viento en El Loder. TM de La Villa de Mazo. La Palma.

A diferencia del molino de viento de “Tipo Torre” cuya forma troncocónica de planta circular y de tres plantas de altura es constante en el tiempo, la morfología y las dimensiones del edificio del molino de viento “Sistema Ortega” son de naturaleza variable.

Este molino de viento se organiza en tres tercios, siendo las dimensiones de magnitud de los tercios la altura del edificio (B), con una altura total que oscila entre de 3.00 metros y 4.00 metros. La primera línea horizontal corresponde a la cubierta del edificio, la segunda línea horizontal se sitúa en la parte superior de la torre cuadrada de madera y la caja de aspas del rotor y la tercera línea horizontal corresponde a la parte superior de la circunferencia del rotor.



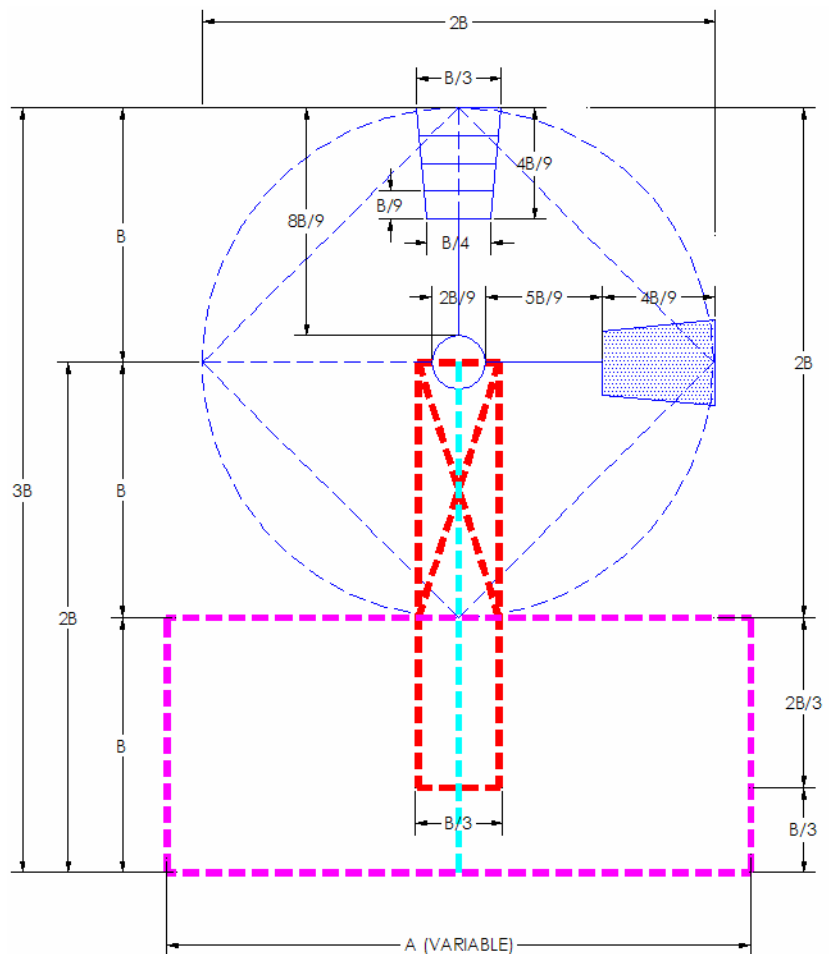
Proporciones geométricas del edificio, torre y rotor del molino de viento



Detalle del rotor del molino de viento en El Lodero. TM de La Villa de Mazo. La Palma.

Las dimensiones en planta de la torre cuadrada de madera es un tercio de la altura del edificio y la altura de la torre guarda una relación muy cercana a la Sección Áurea, tomando como magnitud la altura total del edificio (B). Las dimensiones totales del rotor abarcan dos tercios del total y las aspas o fajas de madera tienen forma trapezoidal distribuida en cuatro partes. Para hacer frente a las variaciones del viento es necesario modificar el número de fajas de madera en las aspas, aumentando o disminuyendo las mismas según sea necesario.

Las proporciones que se muestran a continuación dependen fundamentalmente de las tolerancias existentes en la construcción de este tipo de molinos.



Proporciones geométricas del rotor y de las aspas del molino de viento



Detalle de la torre y el rotor de doce aspas del molino de viento "Sistema Ortega" en TM Villa de Mazo. La Palma.

2.2.4. Variaciones del molino "Sistema Ortega".

Éste molino de viento harinero es una construcción de planta rectangular de una planta de altura y que se remata en la parte exterior por una torre de planta cuadrada de madera que sostiene el rotor de doce aspas compuestas de palas de madera y que carece de palo de orientación o de gobierno. La torre se apoya sobre la cubierta del edificio y la maquinaria de molturación se sitúa en el interior del edificio, en la base de la torre de madera. A lo largo del tiempo van surgiendo pequeñas variaciones en la construcción de este tipo de molino de viento, variaciones en la construcción de los rotores, de los sistemas de orientación y los edificios. A continuación describimos las modificaciones en los elementos más significativos de este tipo de molinos de viento.

2.2.4.1. Modificaciones en el rotor.

Dependiendo del espesor de los largueros de madera de las aspas y de la situación geográfica de este tipo molino de viento donde la intensidad del viento que incide en el rotor es más elevada de lo habitual se procedía a rigidizar el rotor. Esta rigidización se consigue cuando los largueros de las aspas se unen entre sí con uno o dos aros de madera compuestos por tirantillas de madera, ancladas a los largueros mediante clavos o tornillos metálicos pasantes.



Detalle de rigidización del rotor de aspas. TM de Garafía. La Palma.





Detalle de los palos de orientación del rotor de aspas hacia los vientos dominantes situado en la base de la torre cuadrada de madera del molino de viento "Sistema Ortega" en TM Villa de Mazo. La Palma.

2.2.4.2. Modificaciones en el sistema de orientación.

Aunque inicialmente la orientación del rotor hacia los vientos dominantes se realizaba desde el interior del edificio, con el paso del tiempo en algunas torres de este tipo de molinos de viento se dispone de un palo ó rabo que se sitúa en la base de la torre cuadrada de madera para posibilitar la orientación manual del rotor de aspas desde la cubierta del edificio.

Una de las variaciones más significativas que se producen en la orientación del rotor hacia los vientos dominantes la encontramos en el molino de viento "Sistema Ortega" en TM de Breña Alta, en la Isla de la Palma.

Este sistema de orientación es una adaptación del palo de gobierno, timón o rabo del molino de viento "Tipo Torre". Dicho palo de orientación tiene una dirección oblicua que nace en la coronación de la torre cuadrada de madera y termina a un metro de la cubierta del edificio, posibilitando la orientación manual del rotor hacia los vientos dominantes.

2.2.4.3. Modificaciones en los edificios.

La morfología y las dimensiones de los edificios del molino de viento "Sistema Ortega" son de naturaleza variable. En líneas generales el edificio es un volumen de una altura, de planta habitualmente rectangular y de cubierta plana o a cuatro aguas, siendo la cubierta la que resuelve el apoyo y arriostramiento de la torre cuadrada de madera que sostiene el rotor de aspas.

Ambas cubiertas están perforadas por un hueco circular donde sobresale la torre de madera que sostiene el rotor. Dicho hueco se protege con una pieza metálica con forma de cono metálico que impide la entrada de lluvia hacia el interior del edificio.

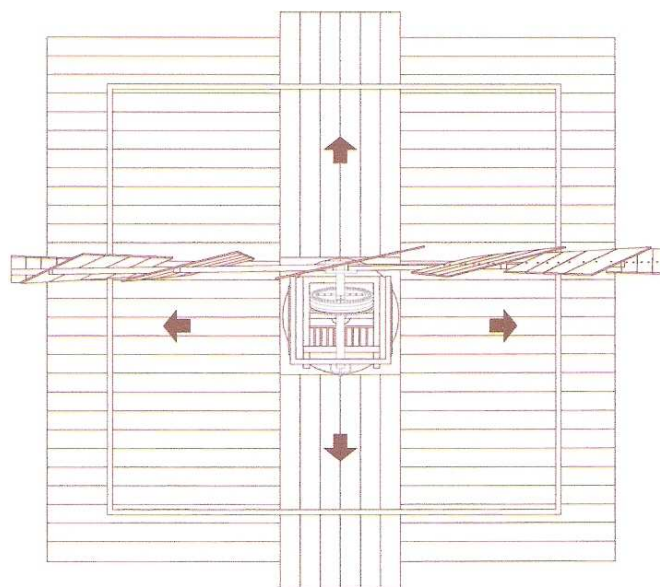


Detalle de la torre y el palo de orientación del molino de viento "Sistema Ortega" en TM de Breña Alta. La Palma.

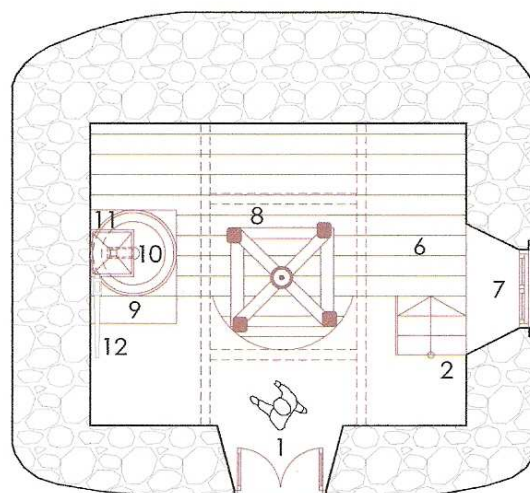
**2.2.5. Planos del molino de viento “Sistema Ortega.
El Calvario. TM de Garafía. La Palma.**



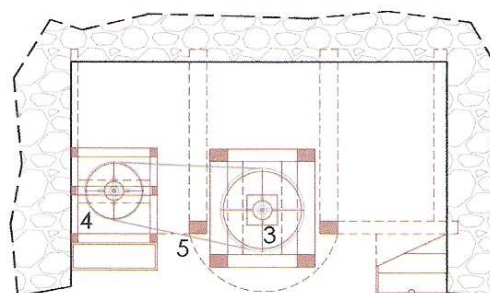
PLANTA DE CUBIERTA



PLANTA BAJA

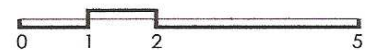


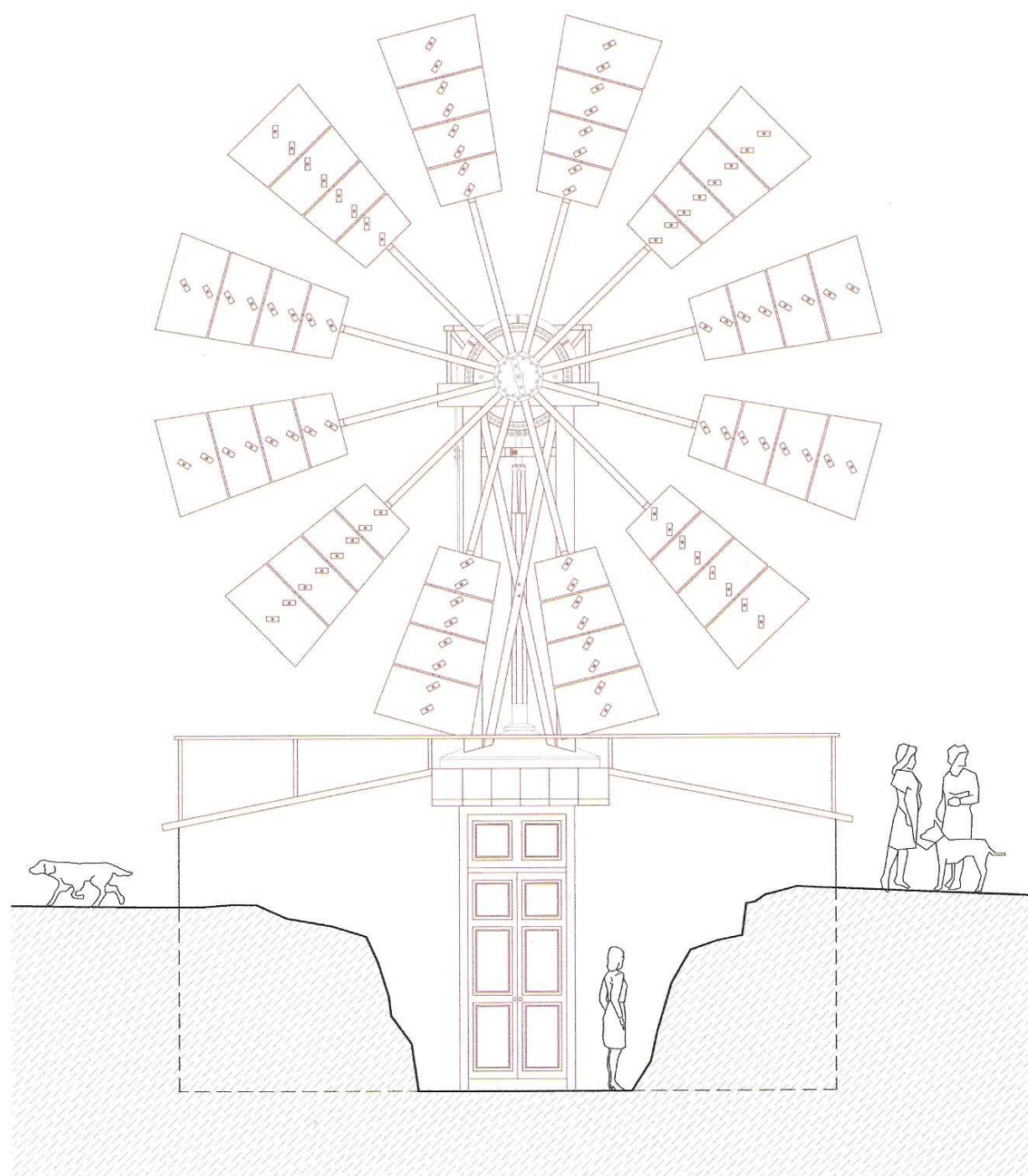
PLANTA BAJO ALTILLO



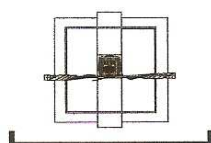
LEYENDA

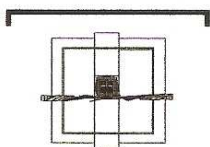
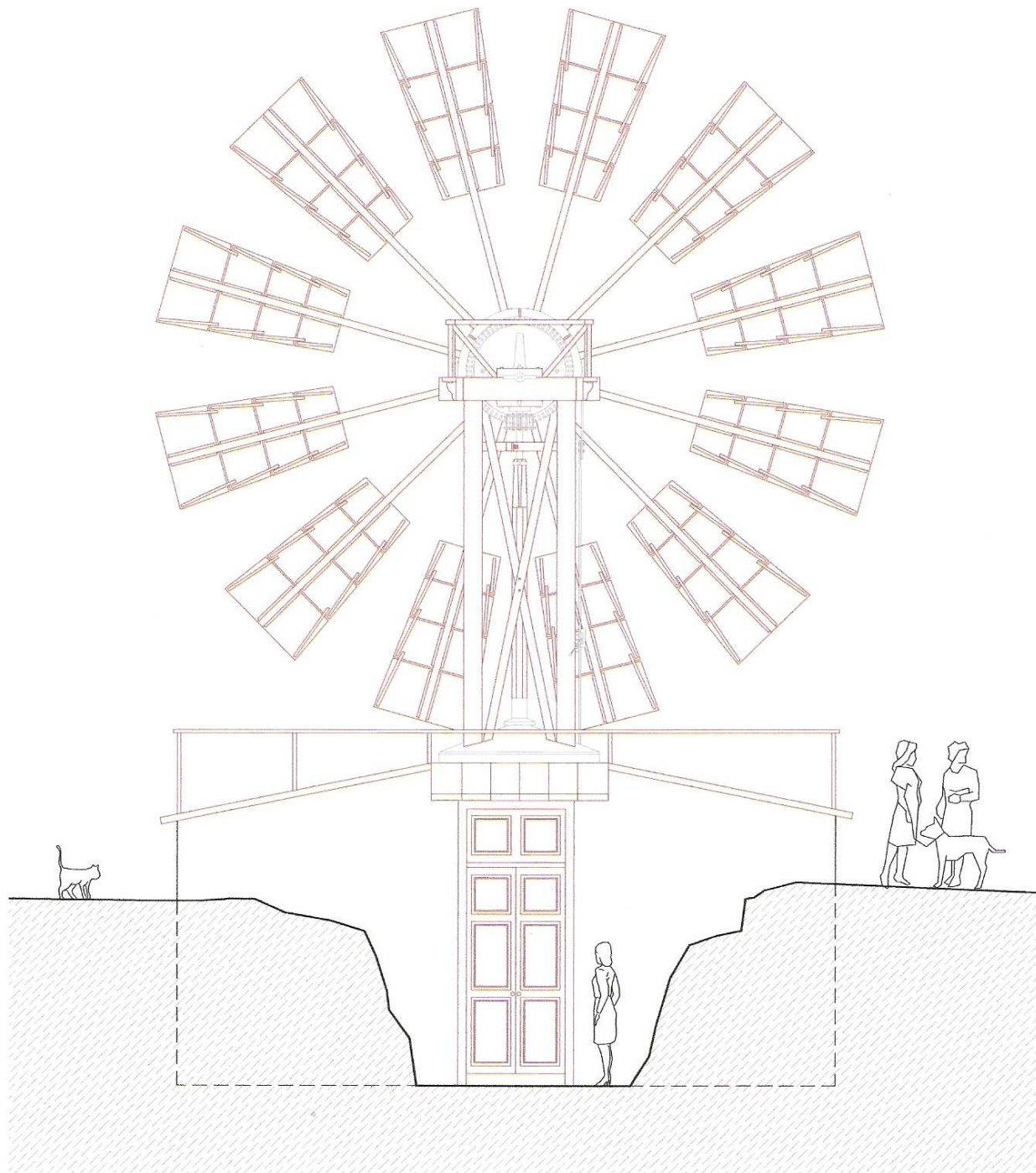
- | | | |
|------------------------|--------------|-------------------|
| 1. Puerta acceso. | 2. Escalera. | 3. Tambor grande. |
| 4. Tambor pequeño. | 5. Correa. | 6. Altillo. |
| 7. Ventana. | 8. Torre. | 9. Caja. |
| 10. Piedras molederas. | 11. Tolva. | 12. Pescante |





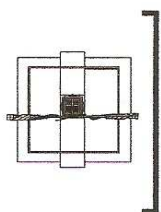
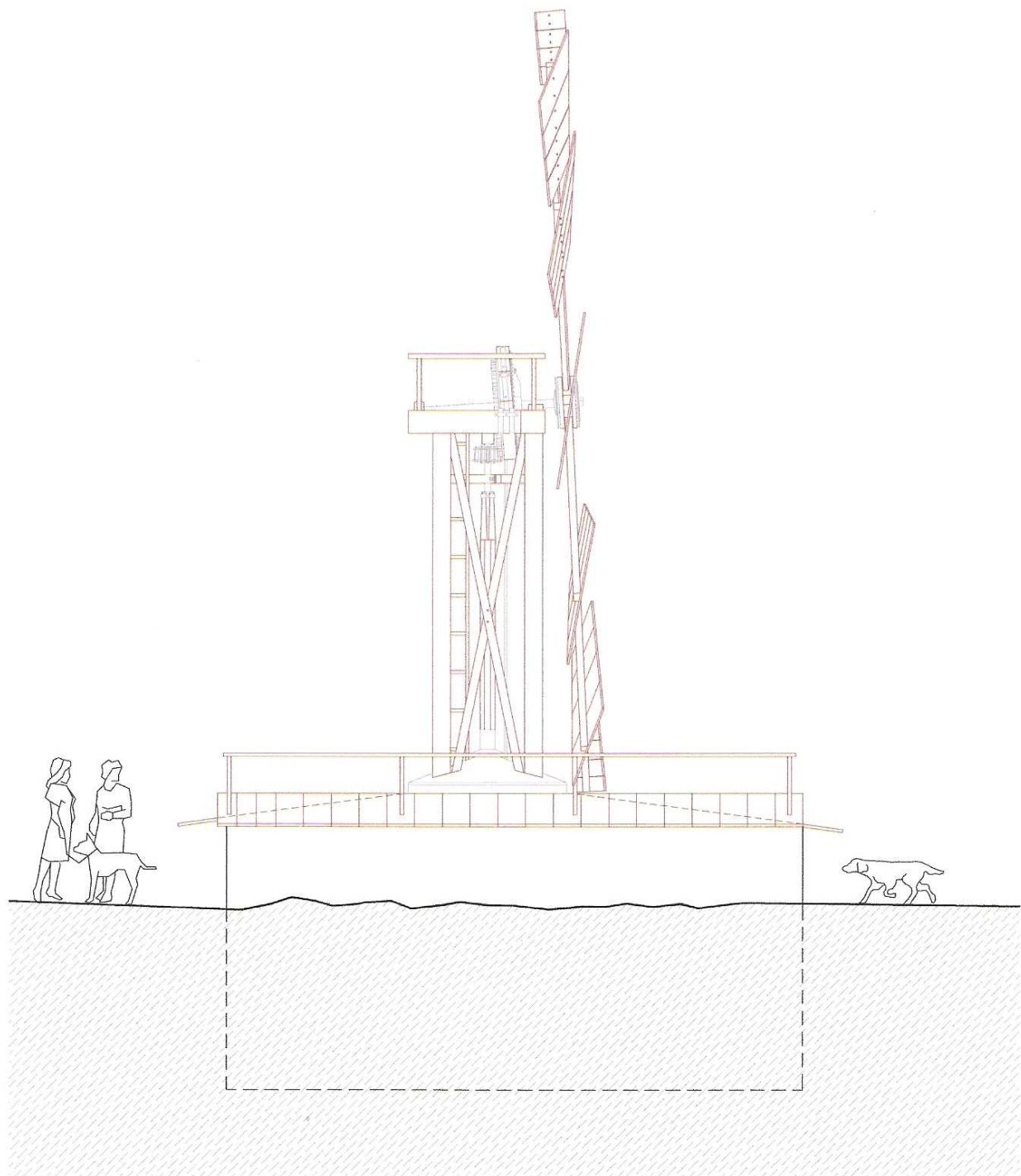
ALZADO PRINCIPAL





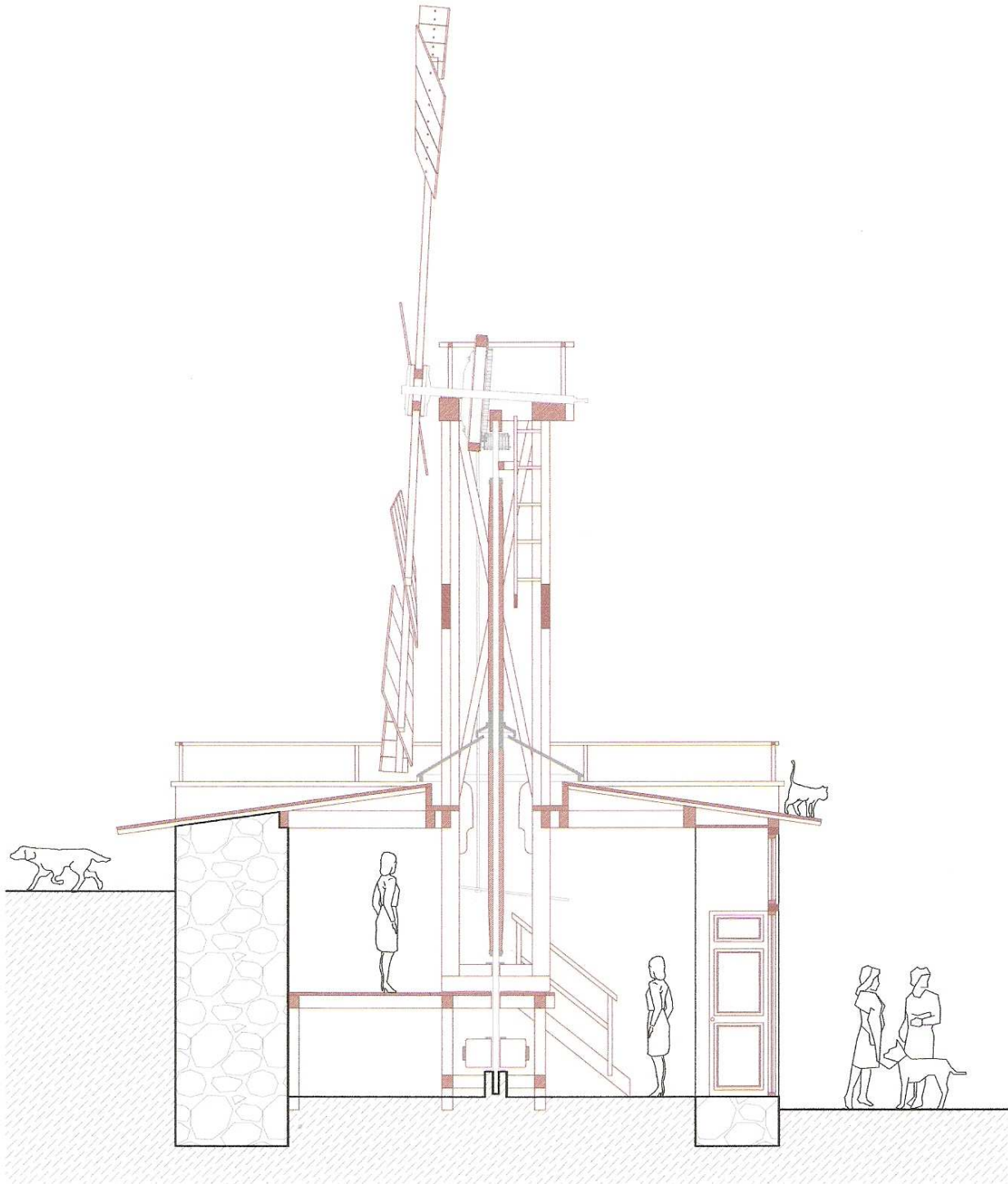
ALZADO PRINCIPAL





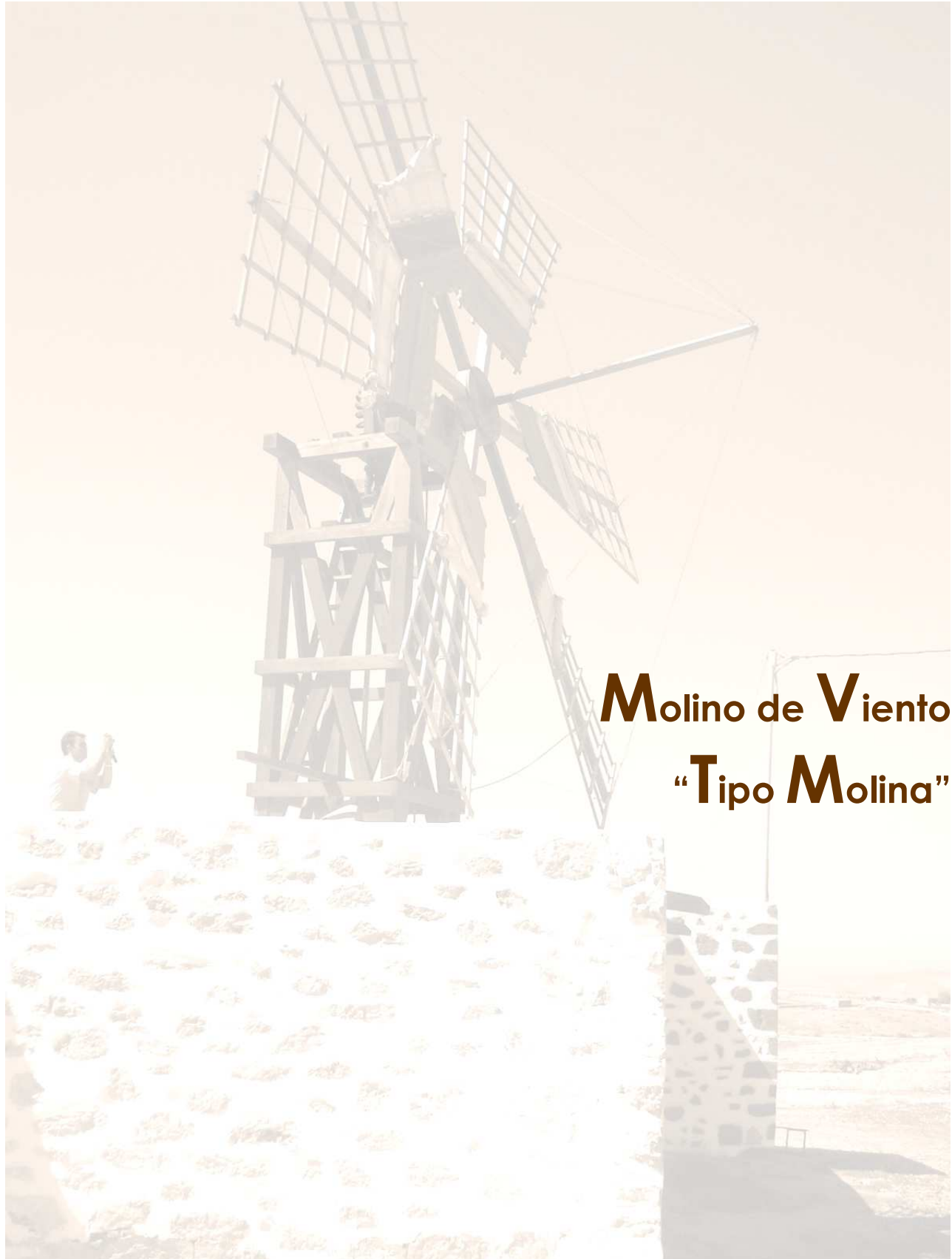
ALZADO LATERAL





SECCIÓN TRANSVERSAL





Molino de Viento **“Tipo Molina”**



Molino de viento "La Molina", de rotor de doce aspás en El Valle de Los Ortega. Fuerteventura.

2.3. Molino de viento "La Molina".

Éste molino de viento harinero es una construcción de planta rectangular de una planta de altura y que se remata en la parte exterior por una torre de planta cuadrada de madera que sostiene el rotor, que poseen cuatro, seis o doce aspás compuestas de palas de madera o lonas y que tiene un palo de orientación del rotor de aspás. La torre se apoya sobre la cubierta del edificio y la maquinaria de molturación se sitúa en el interior del edificio, en la base de la torre de madera. La molina surge de las adaptaciones que realizan los carpinteros locales de las islas orientales del molino de viento "Sistema Ortega".



Molino de viento "La Molina", de rotor de seis aspás en Tefía, TM de Puerto del Rosario. Fuerteventura.

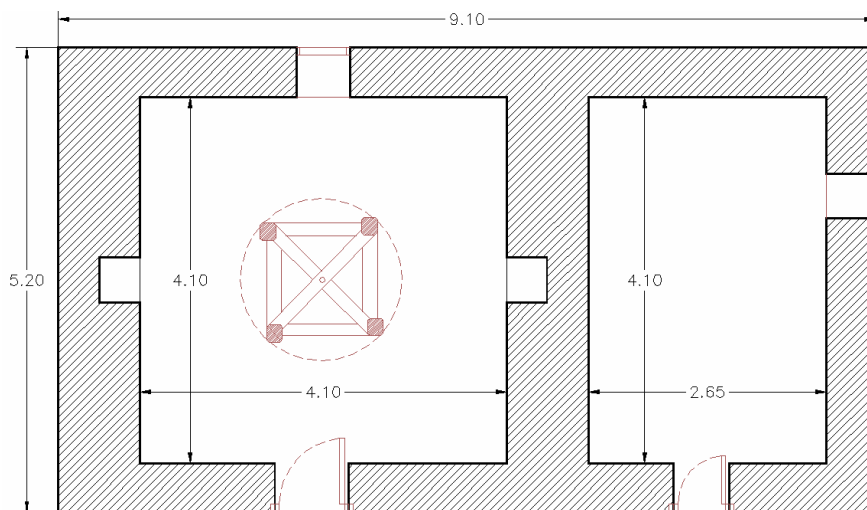


Detalle de acceso al edificio de planta rectangular y cubierta plana del molino de viento "La Molina" en Tefía, TM de Puerto del Rosario, Fuerteventura.

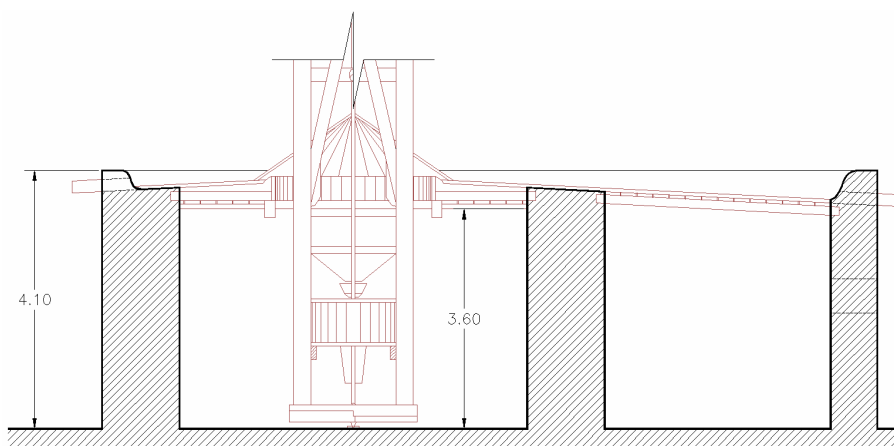
2.3.1. Descripción de los elementos del molino.

2.3.1.1. El edificio y sus elementos constructivos.

La morfología y las dimensiones del edificio del molino de viento "Las Molinas" al igual que los molinos de viento "Sistema Ortega" son de naturaleza variable. En líneas generales el edificio es un volumen de una altura, de una planta habitualmente rectangular, de dimensiones mínimas interiores que oscilan entre los 5.50 metros por 3.50 metros y con una altura que oscila entre de 3.00 metros y 3.50 metros de altura. Por lo general se anexa otra dependencia a la sala principal de molturación con uso de almacén.



Planta Baja del edificio del molino de viento "La Molina". Fuerteventura.



Sección del edificio del molino de viento "La Molina". Fuerteventura.



Molino de viento "La Molina" en Lajares. Fuerteventura.

Edificio del molino de viento "La Molina", Puerto Lajas. Fuerteventura.



En planta baja se reúnen las actividades de molienda y manipulación del grano al igual que el molino de viento "Sistema Ortega". Esto supone una ventaja sobre el molino de viento tradicional de "Tipo Torre", evitando al molinero el dificultoso trabajo de subir y bajar los tramos de escaleras cargados con los pesados sacos de cereales. La maquinaria de molturación compuesta por las piedras, la tolva y la canaleja se encuentran situadas en la base de la torre cuadrada de madera e incrustada en la estructura cuadrada de la torre. En otros casos, la planta baja tiene un altillo de madera que está compuesto por una estructura de madera y es donde se sitúa la base de la torre de madera y parte de la maquinaria del molino.



Detalle del acabado exterior del edificio de La Molina en Lajares. Fuerteventura.

Detalle del acabado interior del edificio de La Molina en Tefía, TM de Puerto del Rosario. Fuerteventura.



Los elementos constructivos más característicos del edificio son los que a continuación se describen:

2.3.1.1.1. Los muros de cerramiento.

Los muros de cerramiento están contruidos de mampostería concertada. Estos muros se construyen con piedras del lugar y con juntas de unión unas veces constituidas por argamasa de barro y otras veces a base de mortero de cal y arena. El espesor de los muros oscilan entre los 0.50 y 0.60 metros.

El acabado interior de los muros de cerramiento se termina habitualmente con un mortero de cal.



Acabado exterior del edificio de la molina. Valle de Ortega. Fuerteventura.

El acabado exterior de estos muros a veces se terminaba con la misma solución que en el interior, aunque no siempre, a veces el acabado exterior es piedra del lugar con las juntas de mortero de cal.

La elección de la solución del acabado de los muros interiores y exteriores del edificio de la molina dependía de la precariedad de las condiciones del lugar de emplazamiento y de las condiciones económicas del constructor o el propietario del molino, condición que también es extensiva al resto de la arquitectura rural tradicional de las Islas Canarias.



Detalle del pavimento interior del edificio de la molina en Tefía, TM de Puerto del Rosario, Fuerteventura. El acabado de dicho pavimento se realiza con una solera de hormigón.

2.3.1.1.2. Los pavimentos.

El pavimento interior del edificio de la molina en planta baja está construido habitualmente en piedra natural (lajas), con material de sellado de aglomerante de barro y otras veces está construido con una solera de hormigón. El pavimento exterior en las cercanías del edificio del molino es habitualmente de tierra apisonada y otras veces se construía con un empedrado de piedra natural en las proximidades de los muros de cerramiento del edificio y en las cercanías de la puerta de acceso al interior del edificio en planta baja.

Detalle la carpintería exterior de la molina en TM de Tefía. Fuerteventura.



Detalle de la ventana interior del edificio de la molina compuesta de una hoja abatible en Tefía, TM de Puerto del Rosario. Fuerteventura.



2.3.1.1.3. La carpintería.

La carpintería del edificio de este tipo de molino de viento es en su totalidad de madera. Las dimensiones de las puertas de acceso hacia el interior del molino oscilan entre los 0.80 y 1.00 metros de ancho y los 2.00 metros de alto. Las dimensiones del resto de los huecos son variables, y oscilan entre los 0.40 y 1.00 metros, tanto en ancho como en altura.

El sistema de apertura de los diferentes huecos es batiente hacia el interior del edificio, estando sujetas y articuladas mediante bisagras localizadas a unos de los costados de los huecos.



Detalle de la escalera exterior de madera de la molina en Tefía, TM de Puerto del Rosario. Fuerteventura.

2.3.1.1.4. Las escaleras.

En el exterior del edificio de la molina existe habitualmente una escalera de madera de un tramo que permite el acceso desde la planta baja a la cubierta del edificio, desde donde se realiza la labor de la puesta de las lonas en las aspás, la rotación de la torre de madera hacia los vientos dominantes y el mantenimiento de la maquinaria incorporada en la torre. En cuanto a las dimensiones de dicha escalera, su ancho oscila entre 0.60 y 0.80 metros y la longitud de la misma depende de la variación del número de peldaños necesarios para salvar el desnivel entre el terreno y la cubierta plana del edificio.



Detalle de la cubierta plana del edificio de la molina en Tefía, TM de Puerto del Rosario. Fuerteventura.

Detalle de la escalera exterior de la molina en Tefía. Fuerteventura.

2.3.1.1.5. La cubierta.

La cubierta del edificio de la molina es plana. Este tipo de cubiertas están construidas habitualmente con estructura de madera y con acabado de argamasa de cal y barro, otras veces se construyen con losas macizas hormigón armado.

La cubierta plana está perforada por un hueco circular donde sobresale la torre cuadrada de madera que sostiene el rotor. Dicho hueco se protege con una pieza metálica con forma de cono que impide la entrada de lluvia hacia el interior del edificio.

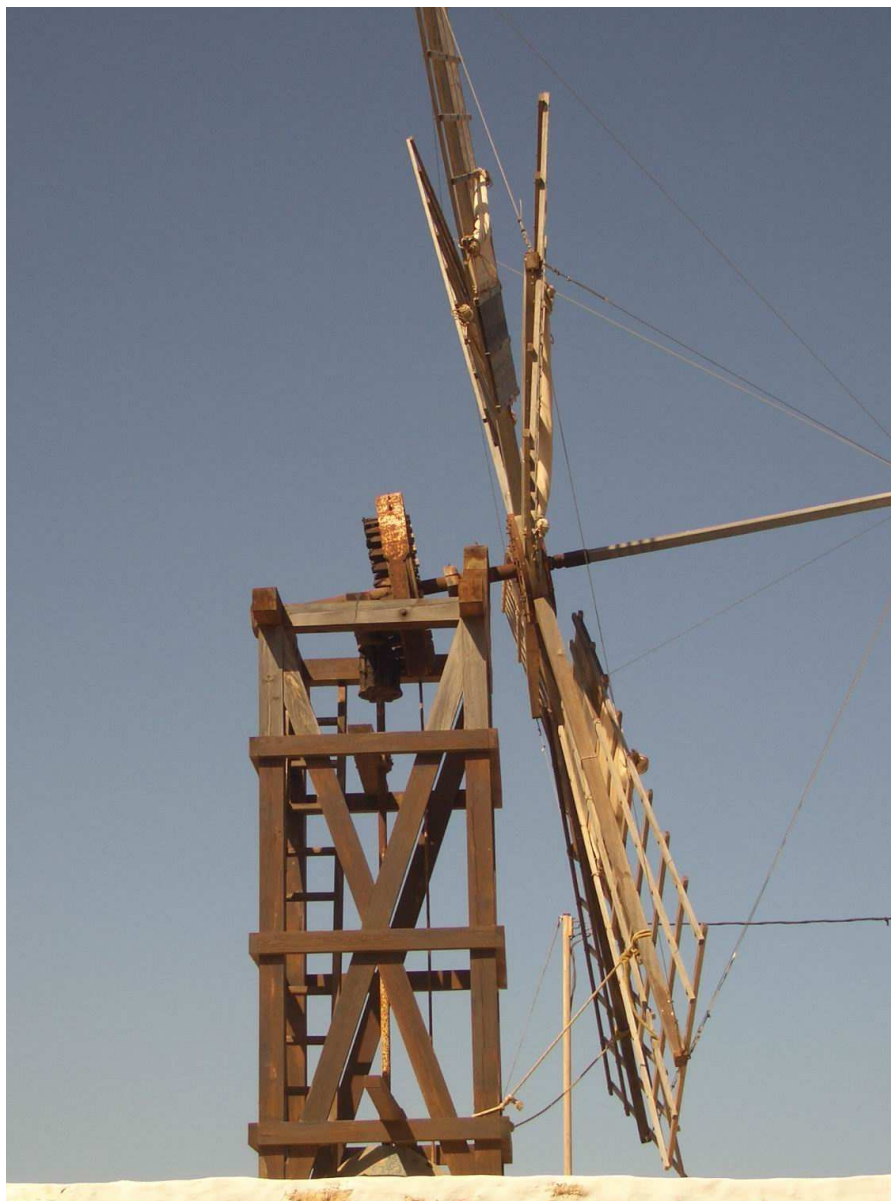




Detalle de la torre de la molina de viento en Tefía, TM de Puerto del Rosario. Fuerteventura.

2.3.1.2. La torre y sus componentes.

La torre de la molina es el elemento intermedio entre el rotor y la maquinaria de molturación. Se construye en madera y es de planta cuadrada de dimensiones que oscilan entre los 1.20 a 1.50 metros de lado y cuya altura total que oscila entre los 7.00 y 10.00 metros. Su esquema estructural está compuesto por cuatro columnas rectas, de secciones rectangulares rigidizadas y trianguladas en su cara exterior por elementos continuos de madera. El arriostramiento de la torre se forma con piezas de secciones cuadradas o rectangulares transversales cuyas uniones se realizan en caja y en ocasiones se utilizan pernos y pasantes metálicos.



Detalle de la torre de la molina de viento en Tefía, TM de Puerto del Rosario. Fuerteventura.

Detalle del enlace de la torre cuadrada de madera con el pavimento en el interior del edificio de la molina de viento en Tefía, TM de Puerto del Rosario. Fuerteventura.



Detalle del cono metálico que protege el enlace de la torre cuadrada de madera con la cubierta del edificio de la molina de viento en Tefía, TM de Puerto del Rosario. Fuerteventura.



La torre de madera está dividida en dos partes. Una de ellas es exterior al edificio y que sobresale del mismo con una altura que oscila entre los 3.50 y 5.00 metros. La otra parte es interior al edificio y tiene una altura que oscila entre los 3.00 y 4.50 metros.

La cubierta del edificio está perforada con un hueco circular para posibilitar que la torre sea pasante desde el interior hacia el exterior del edificio. Dicho hueco se protege con una pieza metálica con forma de cono y que impide la entrada de agua de lluvia hacia el interior del edificio del molino. La cubierta del edificio es quien resuelve una parte del arriostramiento de la torre de madera.



Detalle del rotor compuesto por doce aspas. Molina de viento en el Valle de Los Ortega. Fuerteventura.

2.3.1.3. El rotor y sus componentes.

El rotor de este tipo de molino de viento está formado generalmente por un número variable de aspas, algunas molinas tienen un rotor compuesto un mínimo de cuatro aspas, otros tienen seis aspas y un número muy escaso tienen un rotor de doce aspas. En este sentido se producen variaciones muy significativas del rotor del molino de viento "Sistema Ortega" por parte de los artesanos y carpinteros en las islas orientales. La misión del rotor es captar la energía del viento a través de las aspas y éstas al estar incrustadas en el eje semihorizontal transmiten la fuerza motriz a la maquinaria de molturación del molino de viento. Los componentes más característicos del rotor son:

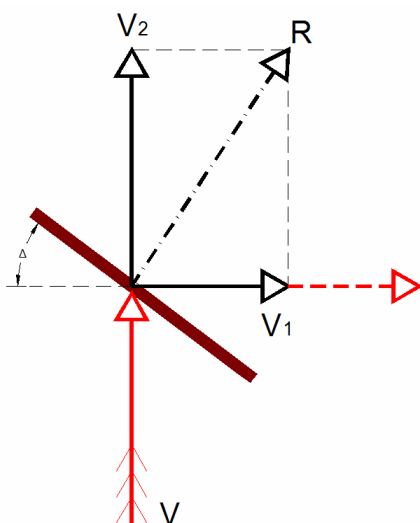


Detalle del rotor compuesto por seis aspas. Molina de viento en Tefía, TM de Puerto del Rosario. Fuerteventura.



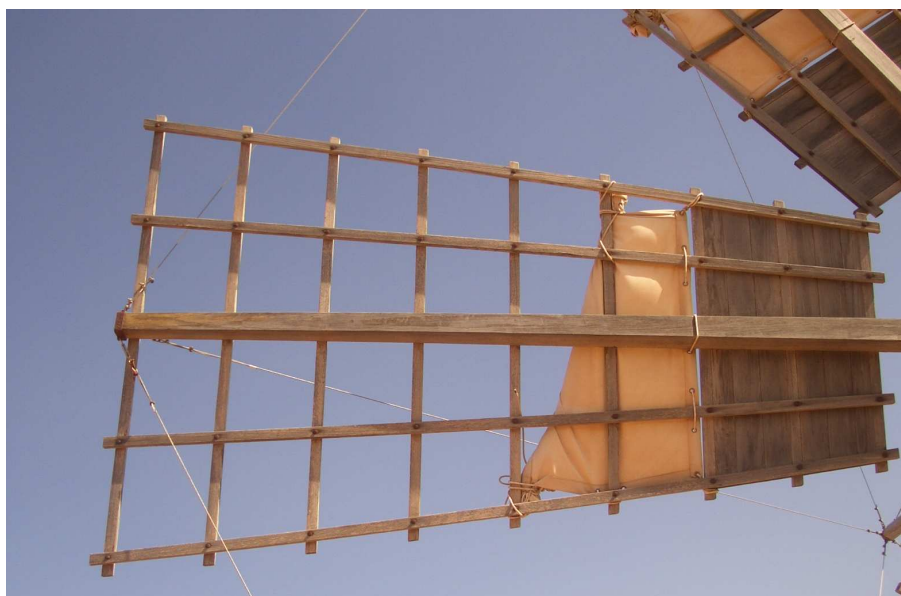
Detalle del rotor de cuatro aspas de la molina en TM Tegüise. Lanzarote.

Esquema de descomposición de la presión de la fuerza del viento (V) que incide en las aspas de un molino de viento.



2.3.1.3.1. Las aspas.

Las aspas del rotor de la molina tienen forma trapezoidal, al igual que las aspas del molino de viento "Tipo Torre". La estructura de cada aspa está compuesta por una serie de palos largos denominados largueros y un conjunto de palos más pequeños llamados teleros o traviesas que son las que sostienen las lonas de tela. Las aspas tienen una longitud aproximada de 3.00 metros y una anchura de 1.60 metros y los extremos de mismas se unen con cables entre sí y con la prolongación del eje. Para hacer frente a las variaciones de la velocidad del viento es necesario modificar la superficie del aspa, plegando o desplegando las lonas según la fuerza del viento.



Detalle del aspa de la molina de viento en Tefía. Fuerteventura.

Las aspas son unos planos que se presentan casi perpendiculares a la dirección del viento. El viento genera una presión (V) sobre el aspa que se descompone en dos fuerzas ($V1$ y $V2$). Una de ellas ($V2$) tiene una dirección perpendicular a las aspas y queda anulada por la resistencia de estas y la otra ($V1$) no teniendo quien la contrarreste, las empuja y las hace girar en uno u otro sentido, según sea la inclinación de las mismas. La velocidad del viento más apropiada para estas molinas de viento es de 5 m/s, que equivale a 18 Km./h. La molina de viento necesita menos viento para hacer rotar la maquinaria que los molinos de viento "Tipo Torre".

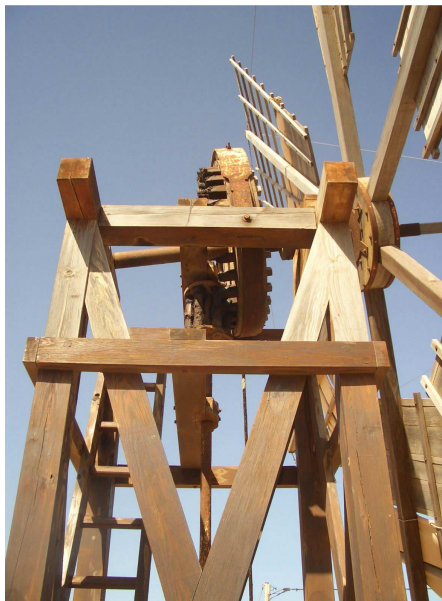


Detalle del buje o la caja de aspas de la molina de viento en Tefía, TM de Puerto del Rosario. Fuerteventura.

El conjunto de aspas se acuñan en un buje con forma circular de 60 cm. a 80 cm. de diámetro denominada "caja de aspas". La estructura de esta caja de aspas está compuesta por dos elementos circulares realizadas en madera y reforzadas por piezas metálicas también con forma circular. Estos dos elementos circulares están separados por unas piezas de madera con forma prismática y que sirven a su vez de separadores de los largueros de las aspas.

Para rigidizar este conjunto de elementos circulares y prismáticos se utilizan largos tornillos de hierro que son pasantes de un segmento circular al otro y que permiten el ajuste de dicho conjunto mediante un sistema de tuercas, arandelas y contratuercas.





Detalle del eje semihorizontal del rotor y la rueda catalina de la molina de viento en Tefía, TM de Puerto del Rosario. Fuerteventura

2.3.1.3.2. El eje.

El eje del rotor es un eje metálico de forma circular de dimensiones que oscilan entre los 7 cm. y los 10 cm. de grosor dispuesto en dirección oblicua, con una longitud aproximada entre los 2.60 metros y 2.80 metros, y con un ángulo de 15° con respecto a la horizontal.

Dicho eje se fija a un marco resistente de madera de secciones rectangulares ó cuadradas de dimensiones totales aproximadas entre los 1.30 metros y 1.60 metros. Dicho marco se sitúa en la parte superior de la torre cuadrada de madera.

2.3.1.3.3. La rueda catalina.

La rueda catalina es una gran rueda dentada que se encuentra unida al eje del rotor, se adapta a la inclinación del mismo y se mueve a la misma velocidad. Dicha rueda es la encargada de transmitir el movimiento de rotación vertical de giro del eje del rotor por un movimiento de rotación horizontal hacia la maquinaria de molturación del molino.

La rueda catalina se sitúa perpendicular al eje y tiene unas dimensiones aproximadas que oscilan entre los 12 y los 18 cm. de grosor y con un diámetro de dimensiones entre los 1.10 a 1.50 metros.

Detalle de la rueda catalina de la molina de viento en Tefía, TM de Puerto del Rosario. Fuerteventura.



La rueda catalina está formada por varios segmentos circulares de madera y que se encuentran unidos por una pieza metálica de hierro. Dicha rueda está horadada por ambas caras por una dentería compuesta entre 40 ó 45 dientes de madera que tienen forma de cuña y que trasladan el movimiento del eje del rotor a una pieza denominada linterna ó husillo.

La rueda catalina tiene un freno de madera, que se encuentra dividido en varias piezas de madera unidas por una pletina de hierro, lo que ofrece una mayor flexibilidad y una mejor adaptabilidad de la zapata del freno sobre dicha rueda.



Detalle del palo de orientación, timón o rabo de la molina de viento en Tefía, TM de Puerto del Rosario. Fuerteventura.

2.3.1.3.4. Sistema de orientación del rotor de aspas.

La orientación del rotor hacia los vientos dominantes de este tipo de molinos de viento se realiza de forma manual por medio de un timón o rabo que se sitúa en la base de la torre cuadrada de madera para posibilitar la orientación manual de la torre desde la cubierta del edificio.

Este sistema de orientación es una adaptación del palo de gobierno, timón o rabo del molino de viento "Tipo Torre", debido al no seguimiento del sistema complejo que introdujo y experimentó D. Isidoro Ortega Sánchez en su molino de viento "Sistema Ortega".



Detalle de la torre cuadrada de madera, rotor de cuatro aspas y palo de orientación, timón o rabo de la molina de viento en TM de Tegüise. Lanzarote.



Detalle de la maquinaria incrustada en la torre cuadrada de madera de la molina de viento en Tefía, TM de Puerto del Rosario. Fuerteventura.

2.3.1.4. La maquinaria y sus componentes.

La maquinaria de molturación de este tipo de molino de viento se encuentra situada en el interior del edificio y está habitualmente incrustada en la torre cuadrada de madera. La maquinaria está realizada en su mayor parte de madera, aunque existen elementos, piezas y tornillos de hierro.

El perfeccionamiento de los sistemas de transmisión por la introducción de nuevos materiales como el hierro, es el resultado de un largo proceso de mejoras tecnológicas que se introducen en los molinos de viento de forma paulatina desde la Edad Media.



Detalle de la maquinaria de molturación en Tefía. Fuerteventura.

La maquinaria de molturación está compuesta fundamentalmente por dos piedras o muelas cilíndricas que se superponen y del frotamiento entre ambas se consigue la molienda de diversas semillas para la producción de harina ó gofio.

Para que se produzca el frotamiento de las piedras o muelas se necesita un mecanismo que trasmita la energía motriz obtenida de la fuerza del viento a través del rotor de aspas y de un conjunto de piezas complementarias de diversas geometrías y construidas de hierro y de madera. Los componentes más característicos de la maquinaria son los siguientes:



Detalle de la linterna compuesta por pivotes cilíndricos de hierro de la molina de viento en Tefía, TM de Puerto del Rosario. Fuerteventura.

2.3.1.4.1. La linterna o el husillo.

La linterna o el husillo es elemento encargado de transmitir el giro vertical del eje semihorizontal del rotor y de la rueda catalina en un giro horizontal a través de un eje vertical metálico. La linterna es una pieza cilíndrica de dimensiones variables al igual que su formalización que se sitúa en la parte superior del eje vertical. En este tipo de molinos de viento existen dos soluciones en cuanto al diseño de este elemento.

La solución menos habitual consiste en una pieza cilíndrica continua de hierro de dimensiones aproximadas de 20 a 30 cm. de diámetro y de 10 a 20 cm. de alto.



Detalle de la linterna de la molina de viento en Tefía, TM de Puerto del Rosario. Fuerteventura.



Enlace de la linterna y la rueda catalina de la molina. Tefía, Fuerteventura.

La solución más habitual es una pieza cilíndrica compuesta de seis u ocho pivotes de hierro con forma cilíndrica que se colocan alternativamente separados formando pequeñas hendiduras donde se engarzan los dientes de la rueda catalina y que están rematados superior e inferiormente por chapas circulares de hierro.

La linterna está unida superiormente al eje vertical metálico que trasmite el giro horizontal a las piedras o muelas del molino.

2.3.1.4.2. La caja y el guardapolvos.

La caja es una estructura de madera a modo de un marco de madera de forma habitualmente circular que se apoya sobre la parte inferior de la torre cuadrada de madera. La caja sirve de apoyo al guardapolvos y sus dimensiones son variables dependiendo del diámetro del guardapolvos.

El guardapolvos es una estructura de madera de forma circular y es como un estuche que cubre las piedras o muelas del molino para evitar que el gofio o la harina caiga por los laterales de las piedras molederas.



Detalle de la caja y el guardapolvos de la molina. Tefía. Fuerteventura.

Las dimensiones del guardapolvos son variables, ya que dependen del diámetro de las piedras o muelas del molino. El diámetro de este elemento tiene unas dimensiones algo mayores que las piedras, en torno de 10 a 15 cm.

Dicho espacio se crea para facilitar la recogida del grano molido de las piedras molederas del molino de viento hacia la caja hueca situada bajo el guardapolvos y que tiene una estructura hueca de madera a modo de embudo que permite la recogida del gofio.



Detalle de la abrazadera de hierro que une los diferentes fragmentos de la piedra superior y móvil de la molina en Tefía, TM de Puerto del Rosario, Fuerteventura.

2.3.1.4.3. Las piedras o muelas.

Son dos piezas cilíndricas colocadas una sobre la otra, con las caras enfrentadas entre sí. Las piedras tienen unas dimensiones aproximadas de diámetro entre los 1,10 metros y los 1,40 metros y un espesor entre los 0,30 metros y los 0,40 metros.

Es difícil encontrar piedras de esas dimensiones de una sola pieza, por lo que habitualmente están formadas por tres o cuatro fragmentos de la misma dureza unidos por una abrazadera de hierro. De esta forma se obtienen piedras homogéneas de mayor duración frente al desgaste entre las mismas.



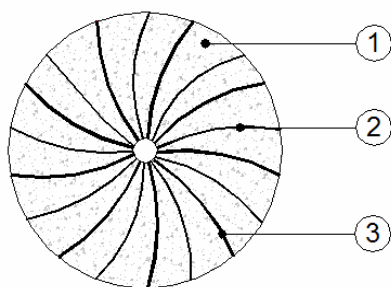
Detalle de la lavija, pieza metálica que sostiene la piedra superior y móvil del molino de la molina en Tefía, TM de Puerto del Rosario, Fuerteventura.



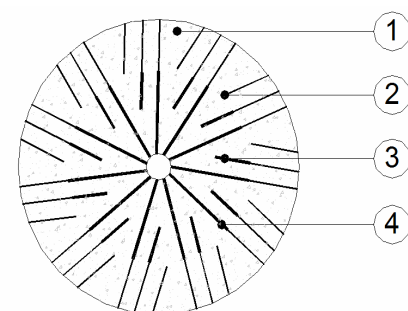
Detalle de piedra superior de la molina en Tefía, Fuerteventura.

La piedra superior es móvil y está sujeta a un eje metálico. La piedra superior tiene un orificio circular donde termina el eje metálico mediante un pasador metálico con forma de dos alas pequeñas y que sujetan a la piedra móvil por la parte inferior. Esta pieza metálica se denomina lavija.

La piedra inferior es fija y está apoyada en una estructura en forma de marco de madera de forma cuadrada ó circular denominada caja y que se apoya algunas veces sobre un alfillo de madera o bien directamente sobre la base de la torre cuadrada de madera.



1. Piedra Catalana 2. Picado leve ó moliente 3. Picado profundo ó pecho.



1. Piedra Canaria 2. Picado leve ó moliente 3. Picado medio ó antepecho 4. Picado profundo ó antepecho.

Según los molineros, la piedra canaria es la que mejor gofio muele debido a la geometría, disposición y los grosores de rayado que se realizan en la propia piedra por parte de los molineros y que a veces modifican a su propia voluntad, surgiendo de esta manera muchas combinaciones rayado geométrico de las piedras molederas de este tipo de molino de viento.

Con cierta frecuencia se procedía a picar las piedras del molino, para que el grano no sea aplastado y triturado en exceso debido al desgaste entre sí de las piedras molederas.

El picado de las mismas se realizaba de forma geométrica, que varían en función del proceso que recorre el grano, ya que por la fuerza centrífuga pasa por las diferentes partes de las piedras formando una elipse desde el centro de la circunferencia de las piedras hasta el exterior de las mismas.

Las piedras se dividen principalmente en tres sectores de rallado: pecho (picado profundo), antepecho (picado medio) y moliente (picado leve).



Detalle del rayado de las piedras del molino y de la molina de viento.

El marcado o rayado geométrico más habitual de las piedras molederas de este tipo de molino de viento corresponde al de la piedra catalana, que permite un mayor enfriamiento de las mismas debido a la fricción constante, permitiendo una mayor rapidez de la molienda de las semillas. Existe otro sistema de rayado geométrico denominado "dibujo canario", que consiste en un marcado de aproximadamente entre los 9 y 11 radios de picado profundo, de los que en su último tercio hacia el borde de las circunferencias, parten otras tres marcas más pequeñas, con picados medio y leve paralelas a los radios. Este sistema no permite mucha velocidad de rotación entre piedras.



Detalle del cristal transparente incrustado en la tolva de la molina de viento en Tefía, TM de Puerto del Rosario. Fuerteventura.

2.3.1.4.4. La tolva.

La tolva es una estructura realizada en madera con forma de tronco de pirámide invertida a modo de embudo y que está fijada a un marco de madera y se situada por encima de las piedras molederas de este tipo de molino de viento. La tolva es un depósito donde se vierte el grano y que sirve al mismo tiempo de dosificador del mismo. Una vez se deposita el grano en dicho elemento, éste sale por la parte inferior de la tolva hacia la canaleja. Este elemento tiene un cristal transparente y graduado que indica la cantidad de grano que contiene.

Detalle de la tolva y la canaleja de la molina. Tefía. Fuerteventura.



Detalle de la tolva y la canaleja fijada a un marco de madera que se fija sobre la torre cuadrada de madera de la molina en Tefía, TM de Puerto del Rosario, Fuerteventura.



2.3.1.4.5. La canaleja.

La canaleja es el elemento dosificador de la caída del grano hacia las piedras molederas. Se realiza en madera y es el elemento responsable de mantener un ritmo constante de la molienda, ya que depende de la inclinación de ésta y de la velocidad de giro de la piedra móvil superior. La canaleja está construida habitualmente por dos piezas verticales y una horizontal que es por donde se desliza el grano, estando sujeta a la parte inferior de la tolva mediante cordones, que son los que regulan la inclinación de la canaleja y en consecuencia la velocidad e intensidad de la caída del grano hacia las piedras molederas.



Detalle de enlace entre la canaleja y el eje metálico o aguja. Molina de viento en Tefía, TM de Puerto del Rosario, Fuerteventura.

En un extremo de la canaleja se realiza una muesca para que abrace al eje metálico que enlazan las piedras molederas, y que asegura la distribución uniforme del grano que cae a través de la canaleja hacia las piedras molederas.

De esta manera, al girar dicho eje metálico y al estar en contacto con la canaleja se produce una vibración que es transmitida a la misma, produciendo una distribución uniforme del grano que cae al ojo de la piedra superior móvil para ser triturados por las piedras molederas del molino.



Detalle del cubo adosado a la balsa. Molina de viento en Tefía, TM de Puerto del Rosario. Fuerteventura.

Detalle del cubo de la molina de viento en Tefía. Fuerteventura.

2.3.1.4.6. El cubo.

Es una estructura cuadrangular hueca de madera a modo de gran embudo, con unas dimensiones entre los 30 y 40 cm. de lado y unos 0.80 metros de altura, que se adosada a la balsa, permitiendo la recogida del gofio o harina procedente de la balsa y favoreciendo la recogida mediante sacos por su parte inferior. Las dimensiones del cubo de la molina son diferentes al molino de viento tipo torre ya que las actividades de molienda y recogida del grano se produce en la misma sala.





2.3.1.4.7. El freno.

Detener la maquinaria de molturación y detener la fricción de las piedras molederas se consigue accionando un freno incorporado en la rueda catalina.

Alrededor de la mitad superior de la rueda catalina se fija un freno de banda que se encuentra dividido en varias piezas de madera unidas por una pletina de hierro, lo que ofrece una mayor flexibilidad y una mejor adaptabilidad de la zapata del freno sobre dicha rueda, y que se puede accionar mediante una palanca situada en el interior del edificio mediante una varilla metálica que procede de la rueda catalina.

Detalle del freno sobre la rueda catalina de la molina de viento en Tefía, TM de Puerto del Rosario, Fuerteventura.

La misión del freno es la de detener o aminorar la velocidad de giro de la rueda catalina. En el interior del edificio existe una pletina metálica adosada a un soporte vertical de la torre cuadrada de madera con varias muescas donde la palanca que acciona el freno posibilita situarla donde más convenga.

Detalle de la palanca que acciona el freno desde el interior del edificio de la molina de viento en Tefía, TM de Puerto del Rosario. Fuerteventura.





Detalle de la torre y el rotor de la molina de viento en TM de Teguise. Lanzarote.

2.3.2. Funcionamiento de la Molina.

La maquinaria del molino de viento funciona cuando el rotor de aspas se enfoca en una dirección perpendicular a la trayectoria del viento. Para ello se procede a orientar adecuadamente la torre cuadrada de madera de forma manual desde exterior del edificio, accionando el timón o rabo que está situado en la cubierta y en la parte inferior de la torre cuadrada.

Cuando el molinero tiene adecuadamente colocado el rotor de aspas frente al viento procede a colocar las lonas en las aspas.



Detalle de lonas plegadas en aspas de la molina en Tefía. Fuerteventura.

Detalle de la maquinaria de molturación en el interior del edificio de la molina de viento en Tefía, TM de Puerto del Rosario. Fuerteventura.



Una vez dispuesto el conjunto exterior se procede a levantar el freno que detiene el movimiento de giro de la rueda catalina, desbloqueando la palanca situada en el interior del edificio. Las aspas, al recibir la fuerza del viento hacen girar el rotor que a su vez acciona la rueda catalina y este acciona la linterna que trasmite el giro vertical del eje inclinado del rotor y de la rueda catalina en un giro horizontal a través de un eje vertical metálico que enlaza las piedras molederas y con la fricción del giro de las mismas trituran el grano que se deposita previamente en la tolva. A continuación se recoge el gofio o harina a través del cubo que se adosa a la balsa.

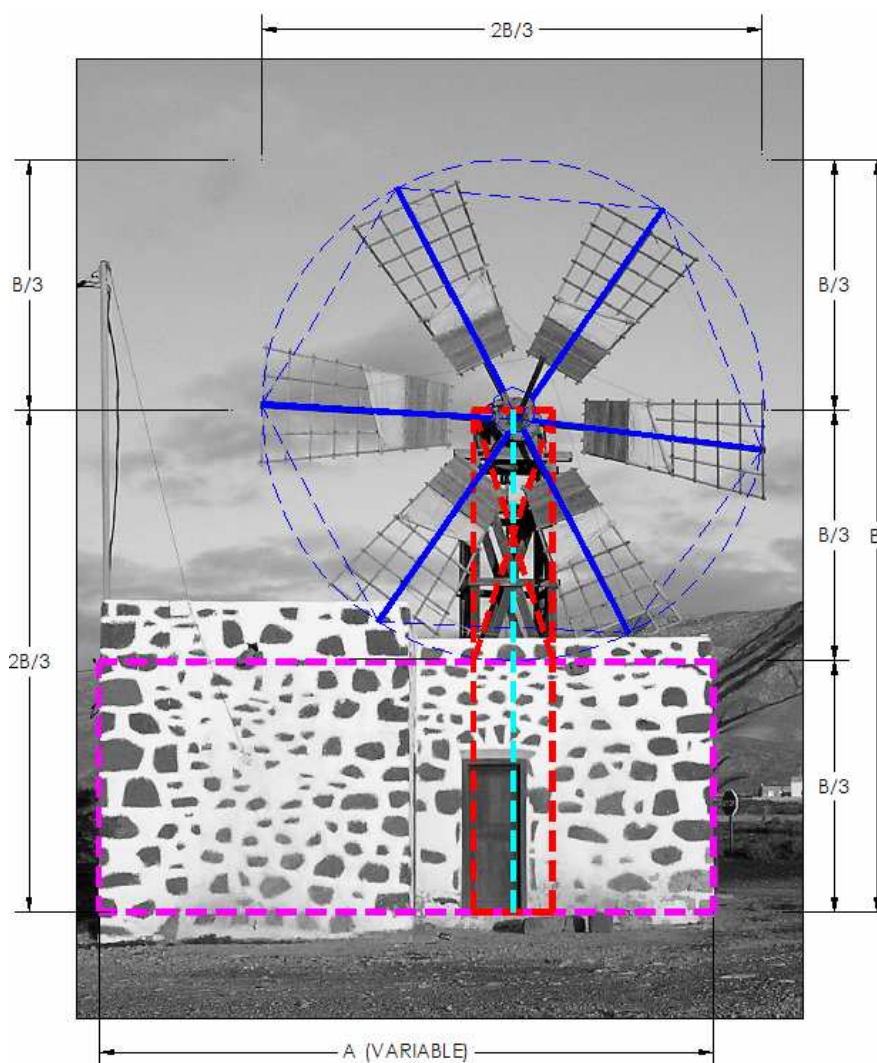


Detalle del edificio, la torre y el rotor de cuatro aspas de la molina de viento en Lajares. Fuerteventura.

2.3.3. Proporciones geométricas de La Molina.

El molino de viento “La Molina” guarda una proporción aproximada a la Ley de Tercios, que es una norma clásica de composición muy utilizada en el Renacimiento durante el siglo XV y que es una regla imprescindible en la actualidad para la pintura, la fotografía, el cine y la arquitectura.

La formulación de la Ley de Tercios está directamente relacionada con la teoría de la Sección Áurea y que encierra cierta complejidad en su cálculo exacto. La obtención de estas líneas de tercios se consigue al dividir la composición en tres partes iguales, tanto en horizontal como en vertical.



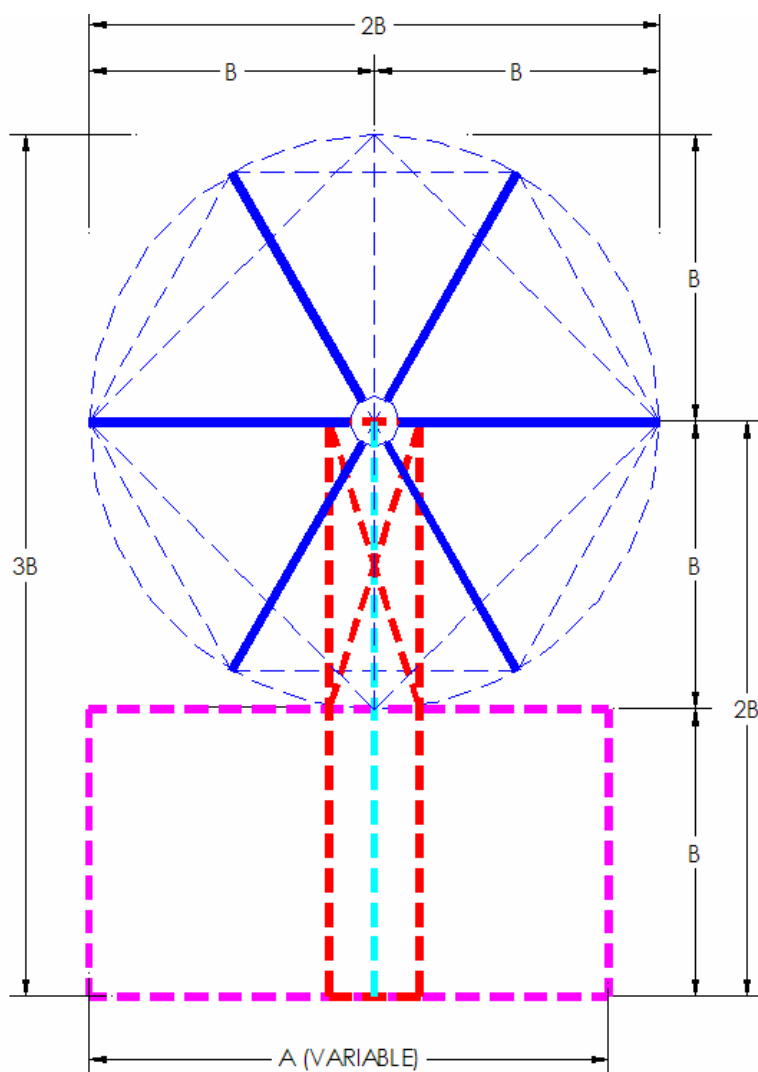
Proporciones geométricas del edificio, torre y rotor de la molina de viento



Detalle del edificio, la torre y el rotor de seis aspas de la molina de viento en Tefía, TM de Puerto del Rosario, Fuerteventura.

A diferencia del molino de viento de “Tipo Torre” cuya forma troncocónica de planta circular y de tres plantas de altura es constante en el tiempo, la morfología y las dimensiones del edificio del molino de viento “La Molina” son de naturaleza variable.

La altura de este molino de viento se organiza en tres tercios, siendo las dimensiones de magnitud de los tercios la altura del edificio (B), con una altura total que oscila entre de 3.00 metros y 4.00 metros. La primera línea horizontal corresponde a la cubierta del edificio, la segunda línea horizontal se sitúa en la parte superior de la torre cuadrada de madera y la tercera línea horizontal corresponde a la parte superior de la circunferencia que describe el rotor de aspas.



Proporciones geométricas del edificio, la torre y el rotor de la molina

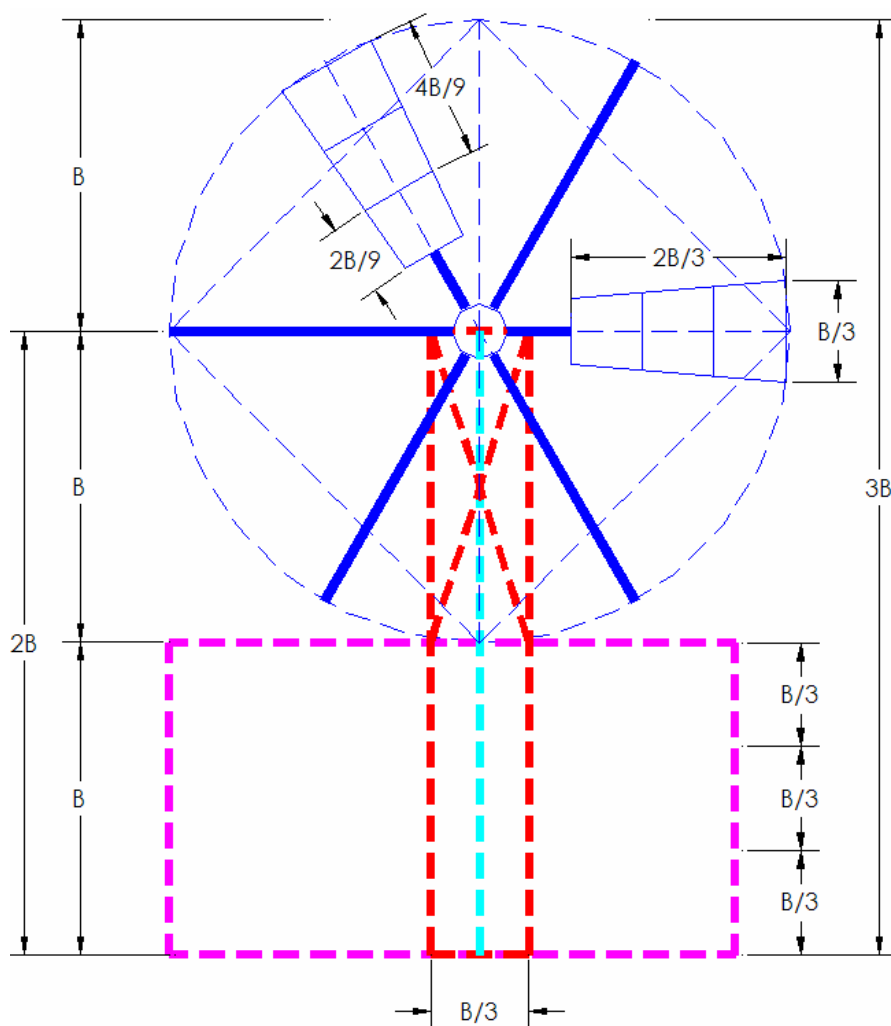


Detalle del edificio, la torre y el rotor de doce aspas de la molina de viento en el Valle de los Ortega. Fuerteventura.

Este molino de viento se construye siguiendo las directrices de los molinos de viento "Sistema Ortega", con un rotor compuesto de doce aspas y con palas de madera.

Las dimensiones en planta de la torre cuadrada de madera es un tercio de la altura del edificio y la altura de la torre guarda una relación muy cercana a la Sección Áurea, tomando como magnitud la altura total del edificio (B). Las dimensiones totales del rotor abarcan dos tercios del total y las aspas tienen forma trapezoidal, ya que la molina adapta el sistema de aspas del molino de viento tipo torre. Para hacer frente a las variaciones del viento es necesario modificar la superficie de la lona que cubre el aspa, plegando o desplegando las lonas según sea necesario.

Las proporciones que se muestran a continuación dependen fundamentalmente de las tolerancias existentes en la construcción de este tipo de molinos.

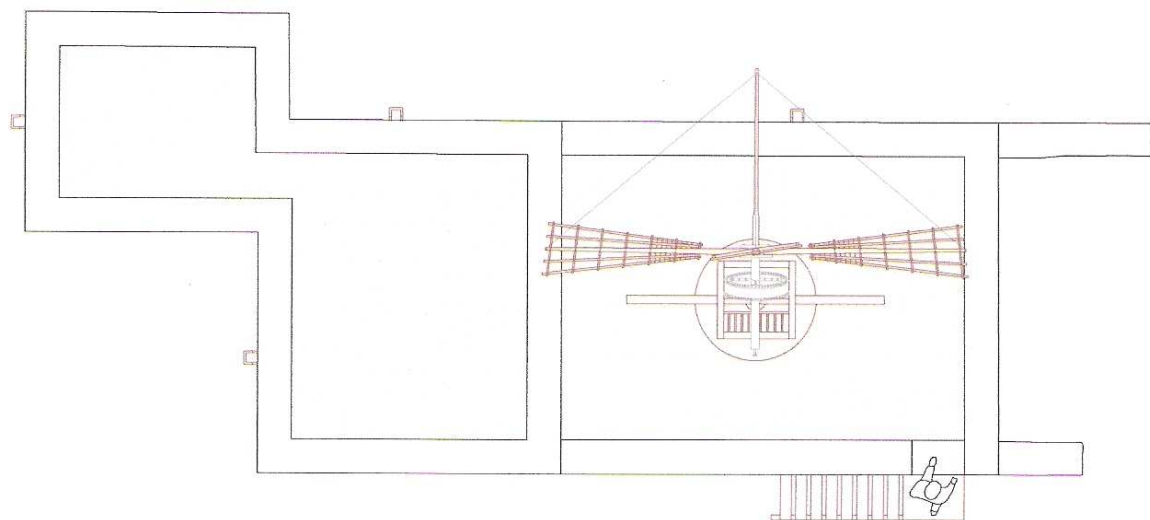


Proporciones geométricas del rotor y de las aspas de la molina de viento

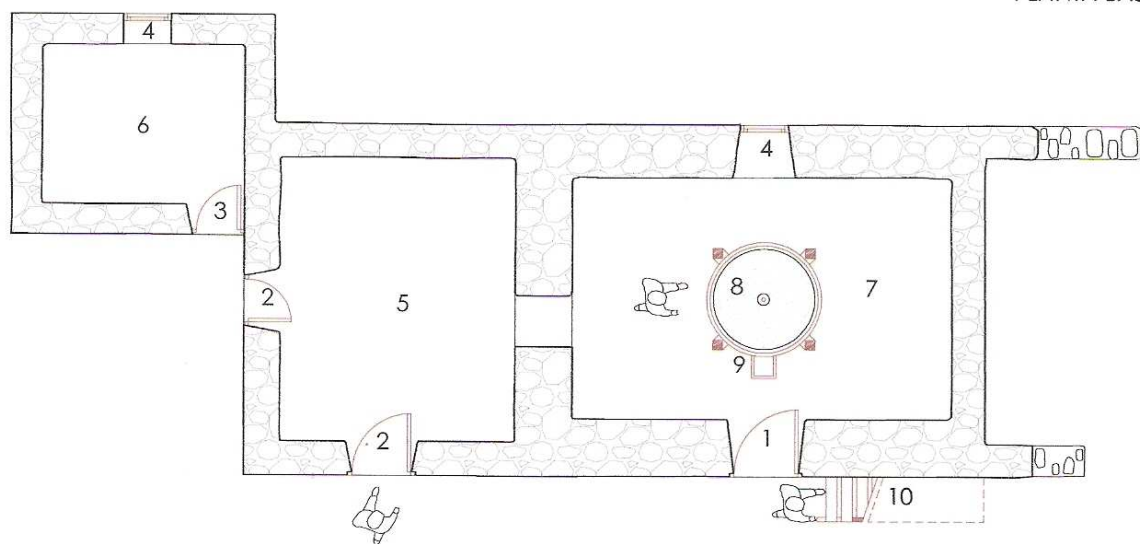
**2.3.4. Planos del molino de viento “La Molina” en Tefía,
TM de Puerto del Rosario. Fuerteventura.**



PLANTA DE CUBIERTA



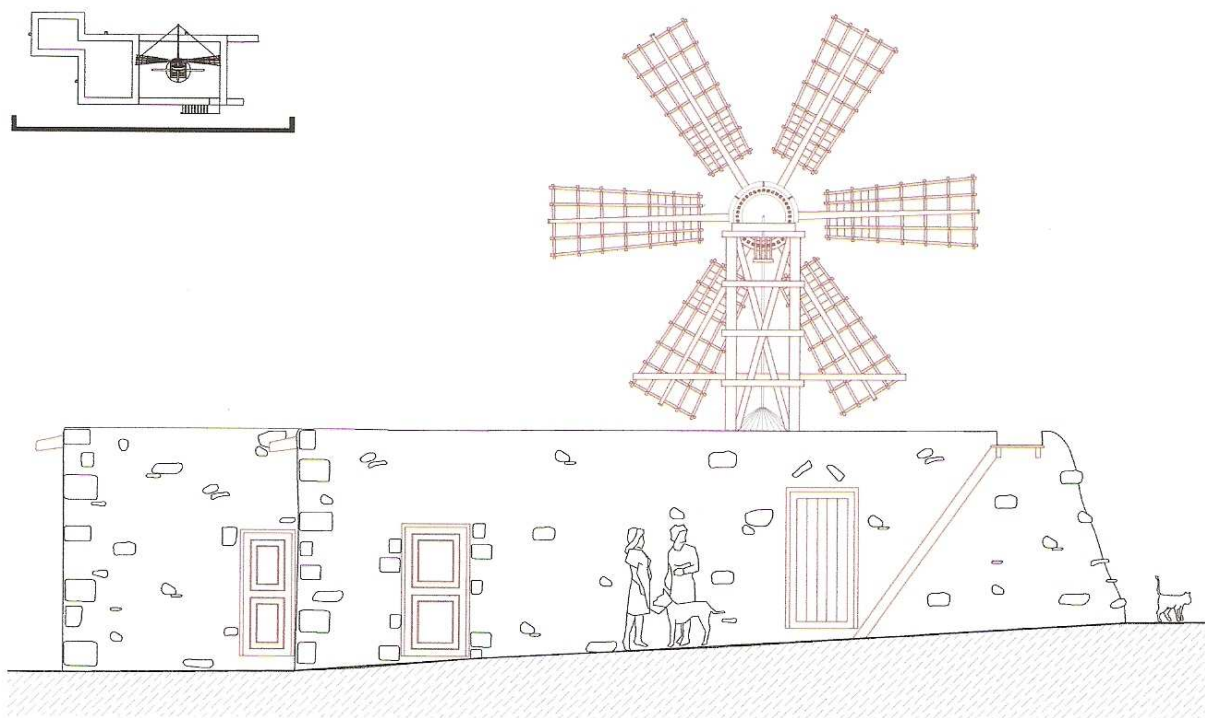
PLANTA BAJA



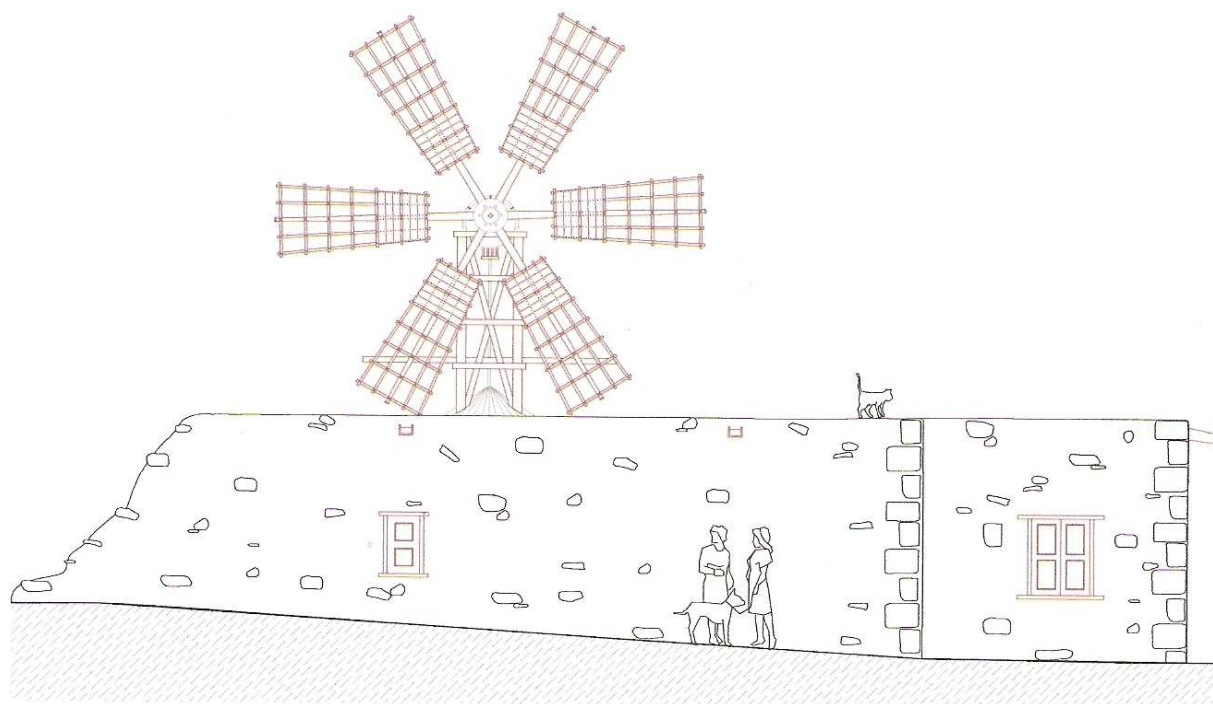
LEYENDA

- 1. Puerta de acceso sala molienda. 2. Puerta de acceso almacén.
- 3. Puerta de acceso anexo. 4. Ventanas. 5. Almacén. 6. Anexo.
- 7. Sala de molienda. 8. Piedras molederas. 9. Cubo. 10. Escalera.

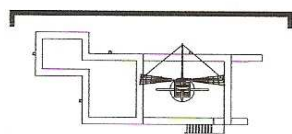


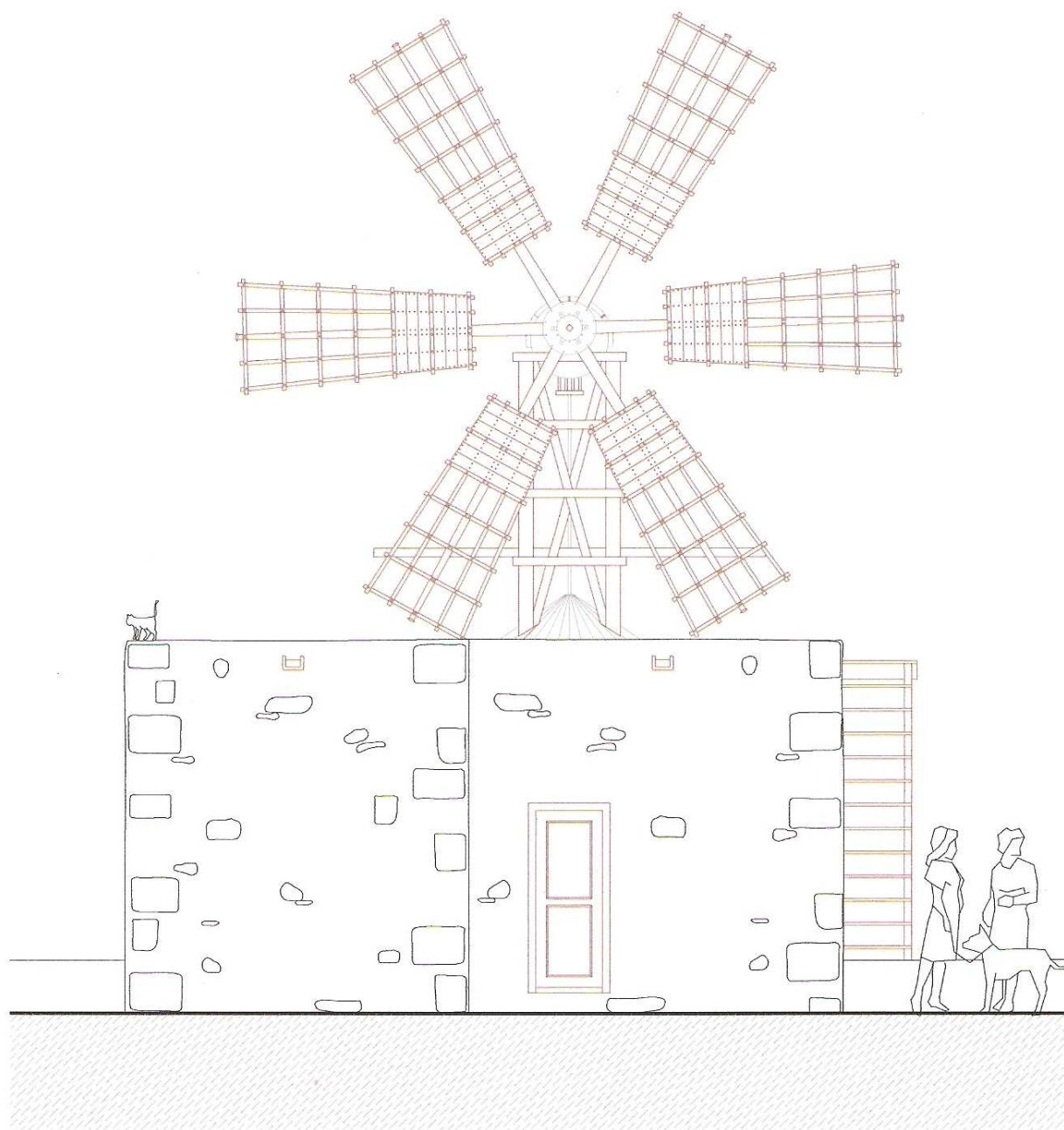


ALZADO PRINCIPAL

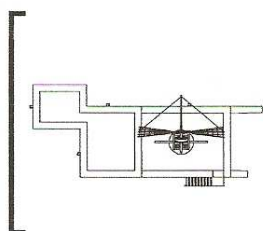


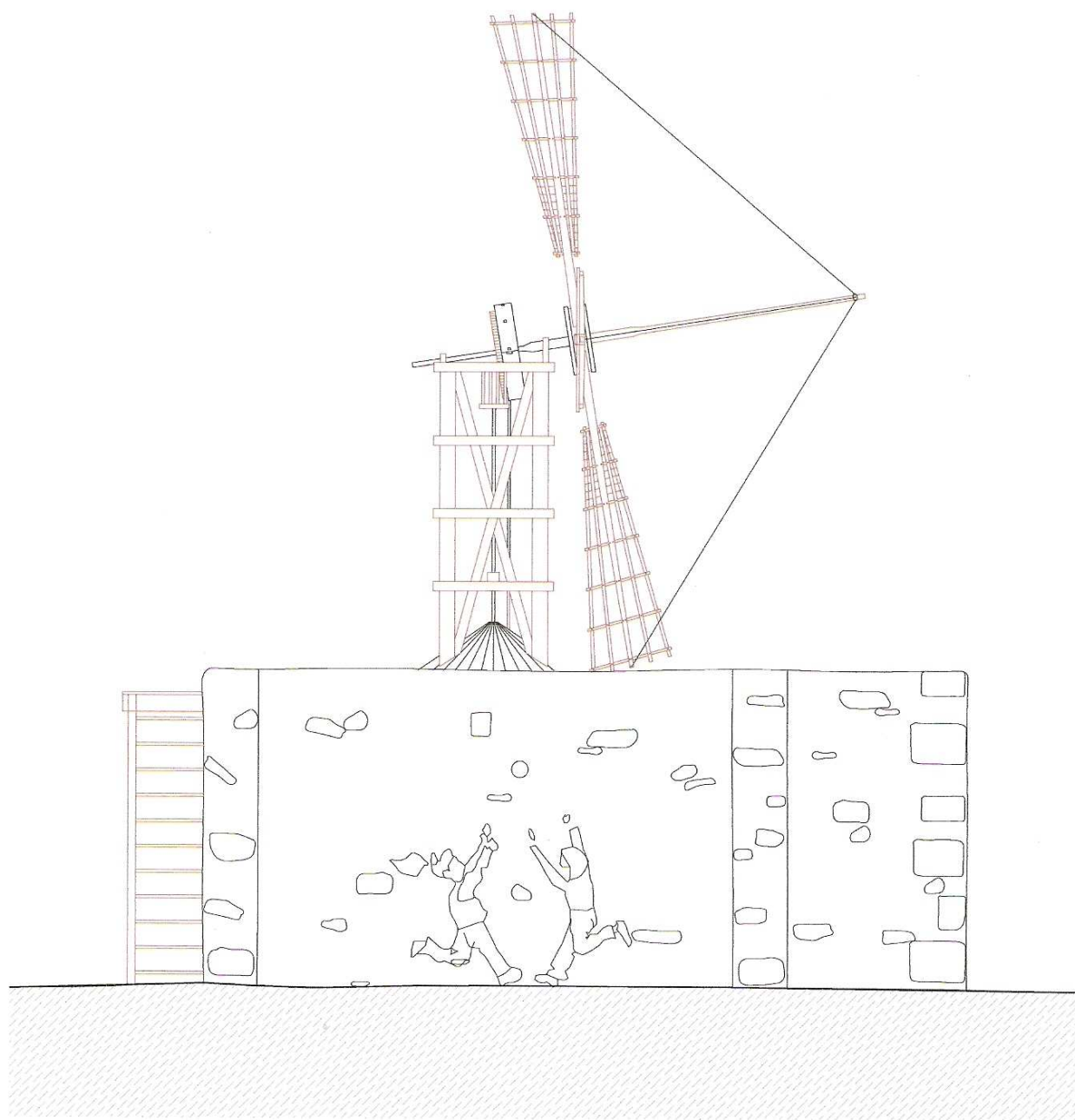
ALZADO POSTERIOR



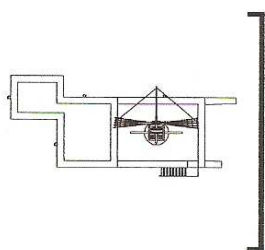


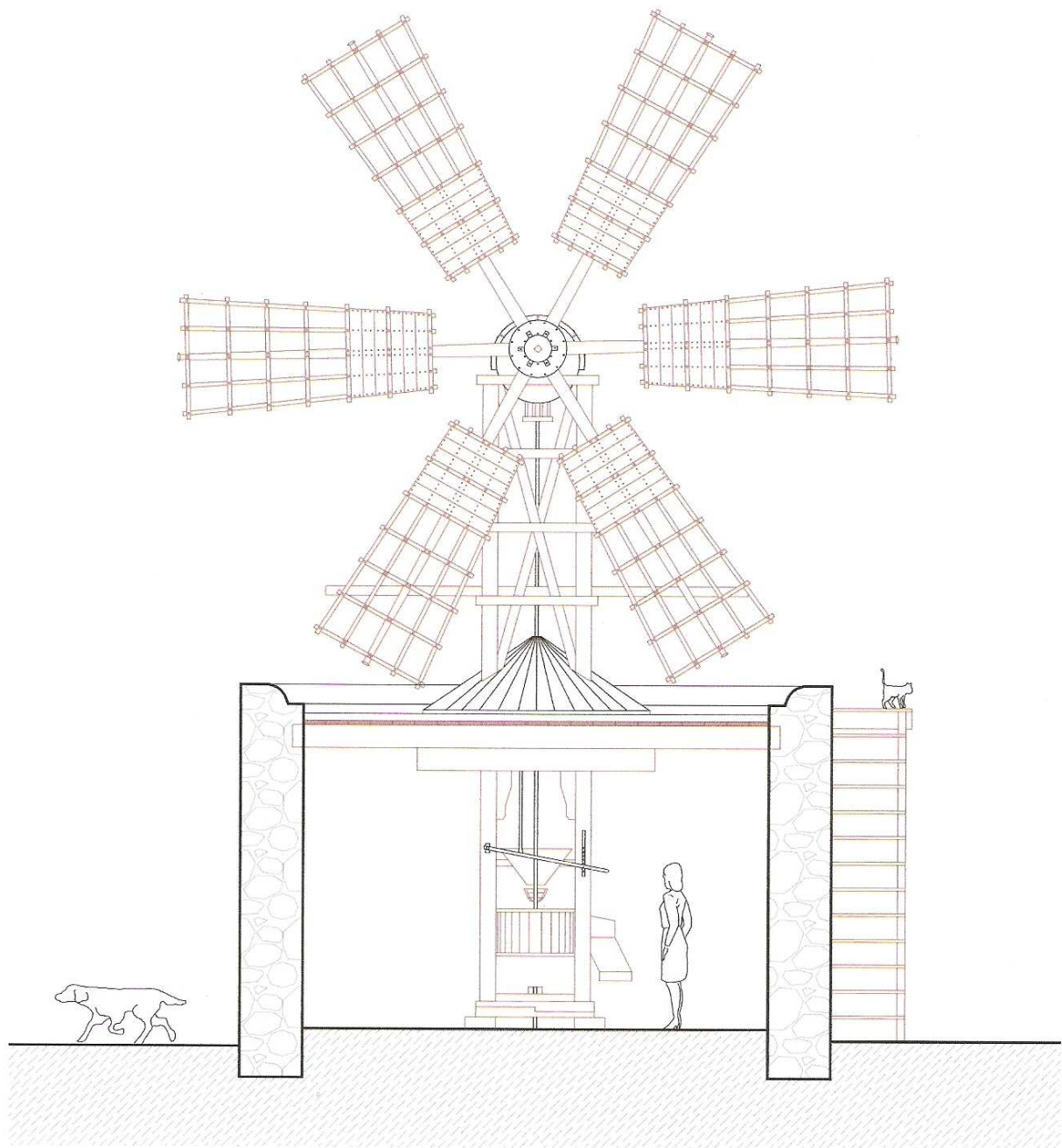
ALZADO LATERAL



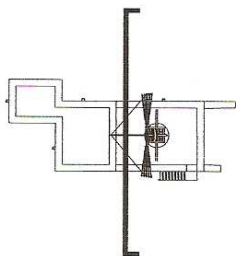


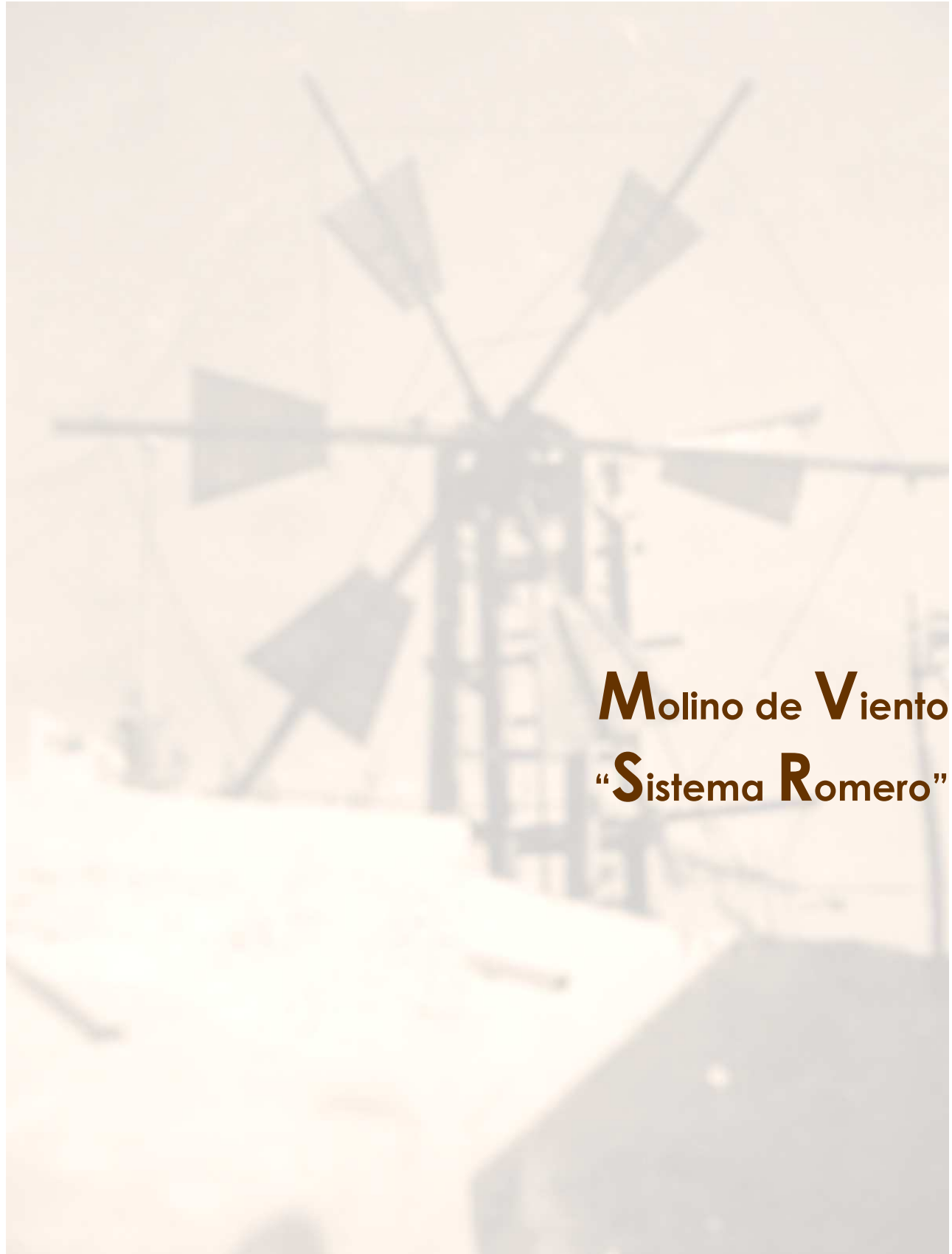
ALZADO LATERAL





SECCIÓN TRANSVERSAL





Molino de Viento **“Sistema Romero”**



Molino de viento tipo "Sistema Romero" de rotor de seis aspas en Carrizal. TM Ingenio. Gran Canaria.

2.4. Molino de viento "Sistema Romero".

Éste molino de viento harinero es una construcción de planta rectangular de una planta de altura, con cubierta plana, que se remata en la parte exterior por una torre de planta cuadrada de madera que sostiene el rotor compuesto habitualmente por seis aspas de lonas y que se orientaba a los vientos dominantes mediante una gran cola de madera anclada a la torre y situada a un metro de altura de la cubierta del edificio. La torre se apoya sobre la cubierta del edificio y la maquinaria de molturación se sitúa en el interior del edificio, en la base de la torre cuadrada de madera.



Molino de viento tipo "Sistema Romero", de rotor de seis aspas en Carrizal. TM Ingenio. Gran Canaria.

2.4.1. Descripción de los elementos del molino.

2.4.1.1. El edificio y sus elementos constructivos.

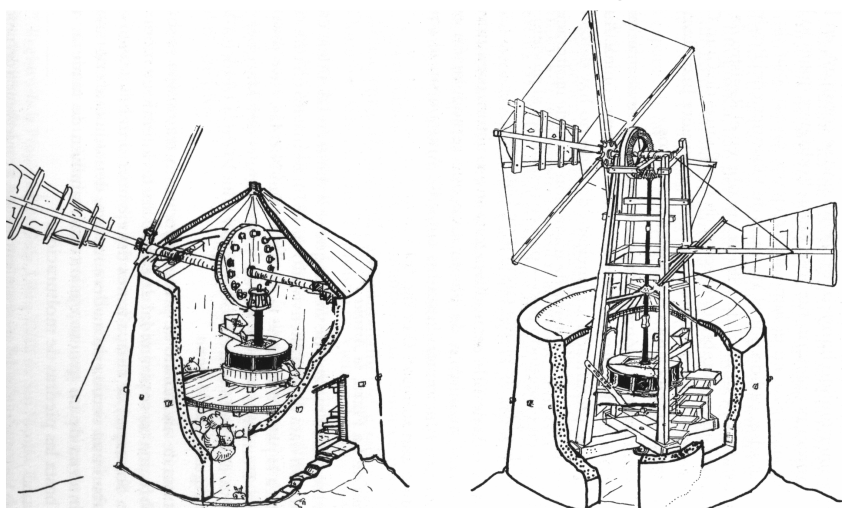
La morfología y las dimensiones del edificio del molino de viento del "Sistema Romero" al igual que las molinas son de naturaleza variable. En líneas generales el edificio es un volumen de una altura, de una planta habitualmente rectangular, de dimensiones mínimas interiores que oscilan entre los 5.00 metros de lado y con una altura que oscila entre de 3.00 metros y 3.50 metros de altura.

En planta baja o de acceso se reúnen las actividades de molienda y manipulación del grano al igual que el molino de viento "Sistema Ortega" y el molino de viento "Las Molinas". Esto supone una ventaja sobre el molino de viento tradicional de "Tipo Torre", evitando al molinero el dificultoso trabajo de subir y bajar los tramos de escaleras cargados con los pesados sacos de cereales. La maquinaria de molturación compuesta por las piedras, la tolva y la canaleja se encuentran situadas en la base de la torre cuadrada de madera e incrustada en la estructura cuadrada de la torre.

En otros casos, la planta baja tiene un altillo de madera que está compuesto por una estructura de madera y es donde se sitúa la base de la torre de madera y parte de la maquinaria del molino. Los componentes del edificio más característicos son los siguientes:



Detalle del edificio de planta circular y cubierta plana del molino de viento "Sistema Romero" en el Lomo de Artejevez. TM de La Aldea de San Nicolás. Gran Canaria. Este molino de viento se reforma y se remodela adaptando la torre y maquinaria del molino de viento del "Sistema Romero" a un molino existente, con un edificio de torre cilíndrica de una planta de altura, que se remata con una cubierta cónica de madera recubierta de latón y en la que una de sus partes queda abierta para dar salida a un eje ligeramente inclinado que sostiene al rotor compuesto por cuatro aspas incrustadas en una cruceta de hierro fundido.



Transformación del molino de viento "Tipo Torre" en el Lomo de Artejevez al molino de viento "Sistema Romero", TM La Aldea. Gran Canaria.



Detalle del acabado interior con mortero de cal del edificio del molino de viento "Sistema Romero" en Carrizal, TM Ingenio. Gran Canaria.

2.4.1.1.1. Los muros de cerramiento.

Los muros de cerramiento están contruidos de mampostería concertada. Estos muros se construyen con piedras del lugar y con juntas de unión unas veces constituidas por argamasa de barro y otras veces a base de mortero de cal y arena. El espesor de los muros oscilan entre los 0.50 y 0.70 metros.

El acabado interior de los muros de cerramiento se termina habitualmente con un mortero de cal. El acabado exterior de estos muros a veces se terminaba con la misma solución que en el interior, aunque no siempre, a veces el acabado exterior es piedra del lugar con las juntas de mortero de cal.



Detalle del acabado exterior con mortero de cal y pintado del edificio del molino de viento "Sistema Romero" en Carrizal, TM de Ingenio. Gran Canaria.

Acabado exterior del edificio del molino "Sistema Romero". Gran Canaria.



La elección de la solución del acabado de los muros interiores y exteriores del edificio del molino de viento "Sistema Romero" dependía de la precariedad de las condiciones del lugar de emplazamiento y de las condiciones económicas del constructor o el propietario del molino, condición que también es extensiva al resto de la arquitectura rural tradicional de las Islas Canarias.



Detalle del pavimento interior del edificio del molino de viento "Sistema Romero". El acabado de dicho pavimento se realiza con una solera de hormigón.

Detalle de una ventana de dos hojas del edificio del molino de viento "Sistema Romero". TM La Aldea de San Nicolás. Gran Canaria.



2.4.1.1.2. Los pavimentos.

El pavimento interior del edificio del molino de viento "Sistema Romero" en planta baja está construido habitualmente está construido con una solera de hormigón y escasas veces en piedra natural (lajas), con material de sellado de aglomerante de barro.

El pavimento exterior en las cercanías del edificio del molino es habitualmente de tierra apisonada, otras veces se construía con un empedrado de piedra natural en las proximidades de los muros de cerramiento del edificio y en las cercanías de la puerta de acceso al interior del edificio en planta baja y otras veces está construido con una solera de hormigón.



2.4.1.1.3. La carpintería.

La carpintería del edificio de este tipo de molino de viento es en su totalidad de madera. Las dimensiones de las puertas de acceso hacia el interior del molino oscilan entre los 0.80 y 1.00 metros de ancho y los 2.00 metros de alto. Las dimensiones del resto de los huecos son variables, y oscilan entre los 0.40 y 1.00 metros, tanto en ancho como en altura.

El sistema de apertura de los diferentes huecos es batiente hacia el interior del edificio, estando sujetas y articuladas mediante bisagras localizadas a unos de los costados de los huecos.



Detalle del acabado interior de la cubierta plana del edificio del molino "Sistema Romero" en Carrizal. TM de Ingenio. Gran Canaria.

2.4.1.1.4. La cubierta.

La cubierta del edificio es plana. Este tipo de cubiertas están construidas habitualmente con estructura de vigas, correas y entablado madera y con un acabado exterior de argamasa de cal y barro. Otras veces se construyen con losas macizas hormigón armado.

La cubierta plana está perforada por un hueco circular donde sobresale la torre cuadrada de madera que sostiene el rotor. Dicho hueco se protege con una pieza metálica con forma de cono que impide la entrada de lluvia hacia el interior del edificio. Este elemento es muy usual en los molinos "Sistema Ortega"



Detalle de cubierta plana y cono metálico de protección. Gran Canaria.





Detalle de la torre cuadrada de madera del molino de viento del "Sistema Romero" en el Lomo de Artejevez. TM de La Aldea de San Nicolás. Gran Canaria.

2.4.1.2. La torre y sus componentes.

La torre del molino de viento "Sistema Romero" es el elemento intermedio entre el rotor y la maquinaria de molturación. Se construye en madera y es de planta cuadrada de dimensiones que oscilan entre los 1.20 a 1.50 metros de lado y cuya altura total que oscila entre los 6.00 y 9.00 metros. Su esquema estructural está compuesto por cuatro columnas rectas, de secciones rectangulares rigidizadas por elementos continuos de madera. El arriostramiento de la torre se forma con piezas de secciones cuadradas o rectangulares transversales cuyas uniones de unas piezas con otras se realizan con clavos y pernos pasantes metálicos.



Detalle de la torre cuadrada de madera del molino de viento "Sistema Romero" en Carrizal. TM de Ingenio. Gran Canaria.



Detalle del exterior de la torre cuadrada de madera del molino de viento "Sistema Romero" en Carrizal. TM de Ingenio. Gran Canaria.

La torre de madera está dividida en dos partes. Una de ellas es exterior al edificio y que sobresale del mismo con una altura que oscila entre los 3.50 y 4.50 metros. La otra parte es interior al edificio y tiene una altura que oscila entre los 3.00 y 4.50 metros.

La cubierta del edificio está perforada con un hueco circular para posibilitar que la torre sea pasante desde el interior hacia el exterior del edificio. Dicho hueco se protege con una pieza metálica con forma de cono y que impide la entrada de agua de lluvia hacia el interior del edificio del molino. La cubierta del edificio es quien resuelve una parte del arriostramiento de la torre de madera.



Detalle de enlace en el interior del edificio de la torre cuadrada de madera con la cubierta plana del molino de viento "Sistema Romero" en Carrizal. TM de Ingenio. Gran Canaria.

Detalle del cono metálico de protección en Artejevez. TM de La Aldea.



En las proximidades de la cubierta se colocan cuatro segmentos circulares que se unen mediante cajeados sobre los cuatro lados de las columnas rectas de la torre y que aseguran la estabilidad de misma con la cubierta.

En el interior del edificio habitualmente existe un altillo a modo de forjado sobreelevado del suelo compuesto por una estructura de vigas, correas y entablado de madera, así como una escalera de madera que permite el acceso a la maquinaria de molturación del molino.



Detalle del rotor compuesto por seis aspas. Molino de viento "Sistema Romero" en Carrizal, TM de Ingenio, Gran Canaria.

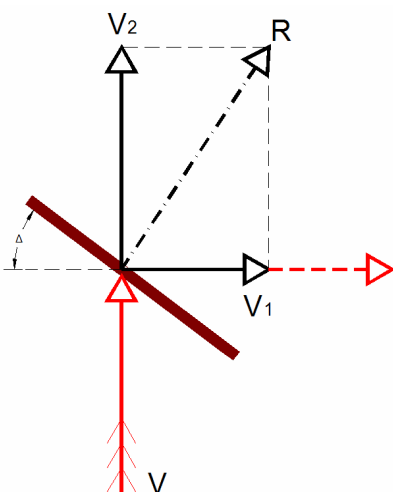
2.4.1.3. El rotor y sus componentes.

El rotor de este tipo de molino de viento está formado generalmente por seis aspas. En este tipo de molinos de viento, al igual que los molinos de viento "Las Molinas" las aspas se unen en los extremos por unos cables, que en algunos casos los cables son rígidos y en otros casos son flexibles, pero en ambos casos dichos cables se atirantan con la misión de rigidizar el rotor. La misión del rotor es captar la energía del viento a través de las aspas y éstas al estar incrustadas en el eje semihorizontal transmiten la fuerza motriz a la maquinaria de molturación del molino, que se encuentra incrustada en la base de la torre cuadrada de madera y en el interior del edificio del molino. Los componentes del rotor más característicos son:

2.4.1.3.1. Las aspas.

Las aspas de este tipo de molino de viento tienen forma trapezoidal, al igual que las aspas del molino de viento "La Molina". La estructura inicial de cada aspa está compuesta por una serie de palos largos denominados largueros y una serie de palas de madera denominadas fajas, siguiendo de esta forma los aspectos constructivos propios del rotor del molino de viento "Sistema Ortega". Posteriormente se cambia la estructura del aspa, sustituyendo la configuración de las velas de madera por velas de lonas de tela, facilitando la recogida de las mismas ante los fuertes vientos.

Esquema de descomposición de la presión de la fuerza del viento (V) que incide en las aspas de un molino de viento.



Las aspas son unos planos que se presentan casi perpendiculares a la dirección del viento. El viento genera una presión (V) sobre el aspa que se descompone en dos fuerzas ($V1$ y $V2$). Una de ellas ($V2$) tiene una dirección perpendicular a las aspas y queda anulada por la resistencia de estas y la otra ($V1$) no teniendo quien la contrarreste, las empuja y las hace girar en uno u otro sentido, según sea la inclinación de las mismas. La velocidad del viento más apropiada para estos molinos de viento es de 5 m/s, que equivale a 18 Km./h. Este tipo de molino de viento necesita menos velocidad de viento para hacer girar el rotor de aspas y por consiguiente la maquinaria de molturación de los molinos de viento "Tipo Torre".



Detalle del buje hexagonal metálico donde se incrustan los largueros de las aspas del molino de viento "Sistema Romero" en Artejevez, TM de La Aldea, Gran Canaria.

Las aspas tienen una longitud aproximada de 3.00 metros y una anchura de 1.60 metros. Los extremos de mismas se unen con cables entre sí y con un eje como prolongación del eje semihorizontal metálico y que a veces se construye en madera.

El conjunto de aspas se acuñan en un buje hexagonal metálico de hierro fundido con forma de cruceta de 60 cm. de lado denominada "caja de aspas". Los largueros de las aspas se incrustan en dicho buje hexagonal y se fijan al mismo mediante pernos metálicos pasantes atornillados en ambas caras. Esta es una variación que introduce el carpintero D. Manuel Romero Caballero al rotor del molino de viento "Sistema Ortega" y del molino de viento "La Molina".



Detalle del eje metálico inclinado que sostiene el rotor de aspas y la rueda catalina del molino de viento "Sistema Romero" en Carrizal, TM de Ingenio, Gran Canaria.



Detalle del buje hexagonal metálico. Molino en Carrizal, TM de Ingenio

2.4.1.3.2. El eje.

El eje del rotor es un eje metálico de forma circular de dimensiones que oscilan entre los 5 cm. y los 8 cm. de grosor dispuesto en dirección oblicua, con una longitud aproximada entre los 1.80 metros y 2.20 metros, y con un ángulo de 15° con respecto a la horizontal. Dicho eje se fija a un marco resistente de madera de secciones rectangulares ó cuadradas de dimensiones totales aproximadas entre los 1.30 metros y 1.60 metros. Dicho marco se sitúa en la parte superior de la torre cuadrada de madera.

2.4.1.3.3. La rueda catalina.

La rueda catalina o corona de transmisión es una gran rueda dentada que se encuentra unida al eje del rotor, se adapta a la inclinación del mismo y se mueve a la misma velocidad. Dicha rueda es la encargada de transmitir el movimiento de rotación vertical de giro del eje del rotor por un movimiento de rotación horizontal hacia la maquinaria del molino.

La rueda catalina se sitúa perpendicular al eje y tiene unas dimensiones aproximadas que oscilan entre los 12 y los 18 cm. de grosor y con un diámetro de dimensiones entre los 1.00 a 1.30 metros. La rueda catalina estaba formada por varios segmentos circulares de madera y que se encontraban unidas por una pieza metálica de hierro, para más tarde ser sustituidas por piezas de hierro de fundición. La rueda catalina se configura por un anillo circular de hierro con cuatro radios del mismo material, unida al eje inclinado mediante pasadores metálicos roscados. Esta es otra variación que introduce el carpintero D. Manuel Romero Caballero de la rueda catalina del molino de viento "Sistema Ortega" y del molino de viento "La Molina".

La rueda catalina tiene un freno que consta de varias piezas de madera unidas por una pletina de hierro, lo que ofrece mayor flexibilidad y mejor adaptabilidad de la zapata del freno sobre rueda catalina.



Detalle de la rueda catalina y de linterna de hierro de fundición del molino de viento "Sistema Romero" en Carrizal. TM de Ingenio. Gran Canaria





Detalle de enlace de los dos ejes o largueros arriostrados con cables en sus extremos y que configuran la cola de orientación de la torre cuadrada de madera del molino de viento "Sistema Romero" en Carrizal. TM de Ingenio. Gran Canaria.

Detalle de gran cola de tablones de madera anclada a la torre del molino de viento "Sistema Romero" situado en Carrizal. TM de Ingenio. Gran Canaria.



2.4.1.3.4. Sistema de orientación del rotor de aspas.

La orientación del rotor hacia los vientos dominantes de este tipo de molino de viento se diferencia del molino de viento "Sistema Ortega" y del molino de viento "Las Molinas" por disponer de una gran cola de tablones de madera a modo de aspa fija dispuesta en un plano vertical que se ancla a la torre cuadrada de madera mediante un sistema de dos ejes o largueros de sección cuadrada, formando una "T", que se están arriostrados en los extremos mediante cables y que se sitúa a un metro de la cubierta plana del edificio del molino, permitiendo la orientación automática de la torre de madera que sostiene el rotor de aspas hacia la dirección del viento.



Detalle del eje de la cola de orientación. Molino de viento en Carrizal.

Esta es la gran aportación que introduce el carpintero y artesano D. Manuel Romero Caballero en el sistema de orientación de las torres de madera del molino de viento "Sistema Ortega" y del molino de viento "La Molina", consiguiendo la orientación automática de la torre que sostiene el rotor hacia los vientos dominantes.

De forma eventual se producía a realizar una orientación manual de la torre hacia los vientos dominantes desde la cubierta del edificio del molino de viento por medio de los dos ejes o largueros que se anclan a la torre y que configuran la gran cola de orientación de este tipo de molino de viento.



Detalle de la maquinaria incrustada en la torre cuadrada de madera del molino de viento "Sistema Romero" en Carrizal. TM de Ingenio. Gran Canaria.

2.4.1.4. La maquinaria y sus componentes.

La maquinaria de molturación de este tipo de molino de viento se encuentra situada en el interior del edificio y está habitualmente incrustada en la torre cuadrada de madera. La maquinaria está realizada en su mayor parte de madera, aunque existen elementos, piezas y tornillos de hierro.

El perfeccionamiento de los sistemas de transmisión por la introducción de nuevos materiales como el hierro, es el resultado de un largo proceso de mejoras tecnológicas que se introducen en los molinos de viento de forma paulatina desde la Edad Media.



Detalle de la maquinaria de molturación. TM Ingenio. Gran Canaria.

La maquinaria de molturación está compuesta fundamentalmente por dos piedras o muelas cilíndricas que se superponen y del frotamiento entre ambas se consigue la molienda de diversas semillas para la producción de harina o gofio. Para que se produzca el frotamiento de las piedras o muelas se necesita un mecanismo que transmita la energía motriz obtenida de la fuerza del viento a través del rotor de aspas y de un conjunto de piezas complementarias de diversas geometrías construidas en hierro de fundición y madera. Los componentes de la maquinaria más característicos son que a continuación se describen:

2.4.1.4.1. La linterna o piñón de transmisión.

La linterna o piñón de transmisión es elemento encargado de transmitir el giro vertical del eje semihorizontal del rotor y de la rueda catalina ó corona de transmisión en un giro horizontal a través de un eje vertical metálico. La linterna es una pieza cilíndrica de dimensiones variables al igual que su formalización que se sitúa en la parte superior del eje vertical. En este tipo de molinos de viento existen dos soluciones en cuanto al diseño de este elemento. La solución más habitual consiste en una pieza cilíndrica continua de hierro de dimensiones aproximadas de 20 a 30 cm. de diámetro y de 10 a 20 cm. de alto, variando el modelo antiguo de linterna.



Detalle de enlace de la rueda catalina y el piñón de transmisión o linterna del molino de viento "Sistema Romero" en Artejevez. TM de La Aldea de San Nicolás. Gran Canaria.



Enlace de la linterna y la rueda catalina. TM La Aldea. Gran Canaria.

La solución menos habitual y que se sustituyó más tarde por un piñón metálico, es una pieza cilíndrica compuesta de seis u ocho pivotes de hierro ó de madera con forma cilíndrica que se colocan alternativamente separados formando pequeñas hendiduras donde se engarzan los dientes de la rueda catalina y que están rematados superior e inferiormente por chapas circulares de hierro.

La linterna o piñón está unida al eje vertical metálico que trasmite el giro horizontal a las piedras o muelas del molino.



Detalle de la caja, el guardapolvos y piedras molederas del molino de viento "Sistema Romero" en Carrizal. TM de Ingenio. Gran Canaria.

2.4.1.4.2. La caja y el guardapolvos.

La caja es una estructura de madera a modo de un marco de madera de forma cuadrada o circular que se apoya sobre dos gruesas vigas de madera entrecruzadas en la parte inferior de la torre cuadrada de madera. La caja sirve de apoyo al guardapolvos y sus dimensiones son variables.

El guardapolvos es una estructura de madera de forma circular y es como un estuche que cubre las piedras o muelas del molino para evitar que el gofio o la harina caiga por los laterales de las piedras molederas.



Detalle de la caja y el guardapolvos. TM de Ingenio. Gran Canaria.

Las dimensiones del guardapolvos son variables, ya que dependen del diámetro de las piedras o muelas del molino. El diámetro de este elemento tiene unas dimensiones algo mayores que las piedras, en torno de 10 a 15 cm.

Dicho espacio se crea para facilitar la recogida del grano molido de las piedras molederas del molino de viento hacia la caja hueca situada bajo el guardapolvos y que tiene una estructura hueca de madera a modo de embudo que permite la recogida del gofio.

2.4.1.4.3. Las piedras o muelas.

Son dos piezas cilíndricas colocadas una sobre la otra, con las caras enfrentadas entre sí. Las piedras tienen unas dimensiones aproximadas de diámetro entre los 1,10 metros y los 1,40 metros y un espesor entre los 0,30 metros y los 0,40 metros.

Es difícil encontrar piedras de esas dimensiones de una sola pieza, por lo que habitualmente están formadas por tres o cuatro fragmentos de la misma dureza unidos por una abrazadera de hierro. De esta forma se obtienen piedras homogéneas de mayor duración frente al desgaste entre las mismas.

Detalle enlace de eje vertical metálico y la piedra superior móvil del molino de viento "Sistema Romero" en Carrizal. TM de Ingenio. Gran Canaria.

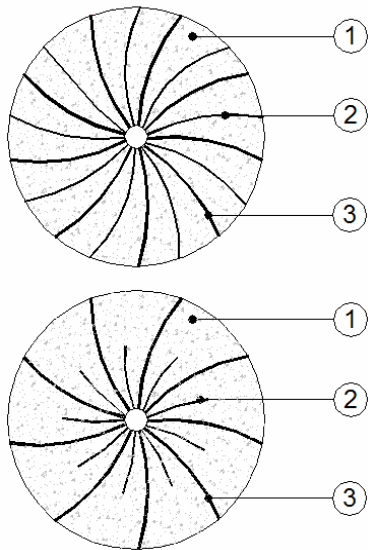


Detalle de piedra superior. Molino de viento en TM La Aldea. Gran Canaria.

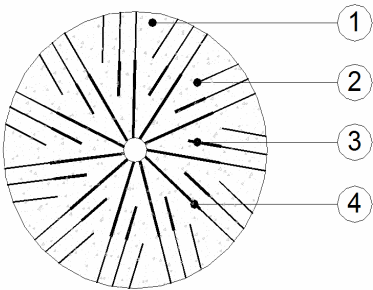


La piedra superior es móvil y está sujeta a un eje metálico. La piedra superior tiene un orificio circular donde termina el eje metálico mediante un pasador metálico con forma de dos a las pequeñas y que sujetan a la piedra móvil por la parte inferior. Esta pieza metálica se denomina lavija.

La piedra inferior es fija y está apoyada en una estructura en forma de marco de madera de forma cuadrada ó circular denominada caja y que se apoya algunas veces sobre un atillo de madera o bien directamente sobre dos gruesas vigas de madera situadas en la base de la torre cuadrada de madera.



1. Piedra Catalana 2. Picado leve ó moliente 3. Picado profundo ó pecho.



1. Piedra Canaria 2. Picado leve ó moliente 3. Picado medio ó antepecho 4. Picado profundo ó antepecho.

Según los molineros, la piedra canaria es la que mejor gofio muele debido a la geometría, disposición y los grosores de rayado que se realizan en la propia piedra por parte de los molineros y que a veces modifican a su propia voluntad, surgiendo de esta manera muchas combinaciones rayado geométrico de las piedras molidoras de este tipo de molino de viento.

Con cierta frecuencia se procedía a picar las piedras del molino, para que el grano no sea aplastado y triturado en exceso debido al desgaste entre sí de las piedras molidoras.

El picado de las mismas se realizaba de forma geométrica, que varían en función del proceso que recorre el grano, ya que por la fuerza centrífuga pasa por las diferentes partes de las piedras formando una elipse desde el centro de la circunferencia de las piedras hasta el exterior de las mismas. Las piedras se dividen principalmente en tres sectores de rallado: pecho (picado profundo), antepecho (picado medio) y moliente (picado leve).



Detalle de abrazaderas de hierro en piedras molidoras del molino.

El marcado o rayado geométrico más habitual de las piedras molidoras de este tipo de molino de viento corresponde al de la piedra catalana, que permite un mayor enfriamiento de las mismas debido a la fricción constante, permitiendo una mayor rapidez de la molienda de las semillas. Existe otro sistema de rayado geométrico denominado "dibujo canario", que consiste en un marcado de aproximadamente entre los 9 y 11 radios de picado profundo, de los que en su último tercio hacia el borde de las circunferencias, parten otras tres marcas más pequeñas, con picados medio y leve paralelas a los radios. Este sistema no permite mucha velocidad de rotación entre piedras.



Detalle de la tolva del molino de viento "Sistema Romero" en Carrizal. TM de Ingenio. Gran Canaria.

2.4.1.4.4. La tolva.

La tolva es una estructura realizada en madera con forma de tronco de pirámide invertida a modo de embudo y que está fijada a un marco de madera y se situada por encima de las piedras molederas de este tipo de molino de viento.

La tolva es un depósito donde se vierte el grano y que sirve al mismo tiempo de dosificador del mismo. Una vez se deposita el grano en dicho elemento, éste sale por la parte inferior de la tolva hacia la canaleja.

Detalle de la tolva y la canaleja. TM de Ingenio. Gran Canaria.



Detalle de enlace entre la canaleja y el eje metálico o aguja. Molino de viento en Carrizal. TM de Ingenio. Gran Canaria.



2.4.1.4.5. La canaleja.

La canaleja es el elemento dosificador de la caída del grano hacia las piedras molederas. Se realiza en madera y es el elemento responsable de mantener un ritmo constante de la molienda, ya que depende de la inclinación de ésta y de la velocidad de giro de la piedra móvil superior. La canaleja está construida habitualmente por dos piezas verticales y una horizontal que es por donde se desliza el grano, estando sujeta a la parte inferior de la tolva mediante cordones, que son los que regulan la inclinación de la canaleja y en consecuencia la velocidad e intensidad de la caída del grano hacia las piedras molederas.



Detalle del freno sobre la rueda catalina del molino de viento "Sistema Romero" en Carrizal. TM de Ingenio. Gran Canaria.

En un extremo de la canaleja se realiza una muesca para que abrace al eje metálico que enlazan las piedras molederas, y que asegura la distribución uniforme del grano que cae a través de la canaleja hacia las piedras molederas.

De esta manera, al girar dicho eje metálico y al estar en contacto con la canaleja se produce una vibración que es transmitida a la misma, produciendo una distribución uniforme del grano que cae al ojo de la piedra superior móvil para ser triturados por las piedras molederas del molino.

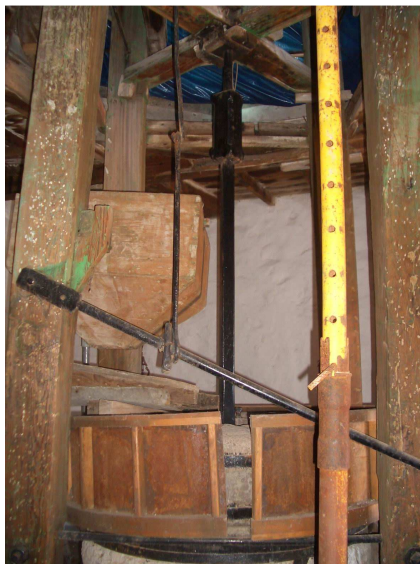
2.4.1.4.6. El cubo.

Es una estructura cuadrangular hueca de madera a modo de embudo, con unas dimensiones entre los 25 y 40 cm. de lado, que se adosada a la balsa, permitiendo la recogida del gofio o harina procedente de la balsa y favoreciendo la recogida mediante sacos por su parte inferior. Las dimensiones y la forma del cubo de este tipo de molino de viento son diferentes al molino de viento "Tipo Torre" ya que las actividades de molienda y recogida del grano se produce en la misma sala.

2.4.1.4.7. El freno.

Detener la maquinaria de molturación y detener la fricción de las piedras molederas se consigue accionando un freno incorporado en la rueda catalina. Alrededor de la mitad superior de la rueda catalina se fija un freno de banda que se encuentra dividido en varias piezas de madera unidas por una pletina de hierro, lo que ofrece una mayor flexibilidad y una mejor adaptabilidad de la zapata del freno sobre dicha rueda, y que se puede accionar mediante una palanca situada en el interior del edificio mediante una varilla metálica que procede de la rueda catalina. La misión del freno es la de detener o aminorar la velocidad de giro de la rueda catalina.

En el interior del edificio existe una pletina metálica adosada a un soporte vertical de la torre cuadrada de madera con varias muescas donde la palanca que accionan el freno posibilita situarla donde más convenga.



Detalle de la palanca que acciona el freno desde el interior del edificio del molino de viento "Sistema Romero" en Carrizal. TM de Ingenio. Gran Canaria.



Detalle de la torre y el rotor del molino de viento en Carrizal. TM de Ingenio. Gran Canaria.

Detalle de la maquinaria de molturación en el interior del edificio del molino de viento "Sistema Romero" en Carrizal. TM de Ingenio. Gran Canaria.



2.4.2. Funcionamiento del molino de viento.

La maquinaria del molino de viento funciona cuando el rotor de aspas se enfoca en una dirección perpendicular a la trayectoria del viento. Para ello se procede a orientar adecuadamente la torre cuadrada de madera de forma manual desde exterior del edificio, accionando el timón o eje que está situado en la parte inferior de la torre cuadrada o de forma automática, por disponer este tipo de molino de viento de una gran cola de tablones de madera anclada a la torre y que permitía la orientación automática de dicha torre cuadrada de madera que sostiene el rotor de aspas hacia la dirección del viento.



Detalle del rotor molino de viento en Carrizal. TM Ingenio. Gran Canaria.

Una vez dispuesto el conjunto exterior se procede a levantar el freno que detiene el movimiento de giro de la rueda catalina, desbloqueando la palanca situada en el interior del edificio. Las aspas, al recibir la fuerza del viento hacen girar el rotor que a su vez acciona la rueda catalina y este acciona la linterna que trasmite el giro vertical del eje inclinado del rotor y de la rueda catalina en un giro horizontal a través de un eje vertical metálico que enlaza las piedras molederas y con la fricción del giro de las mismas trituran el grano que se deposita previamente en la tolva. A continuación se recoge el gofio o harina a través del cubo o embudo que se adosa a la balsa.

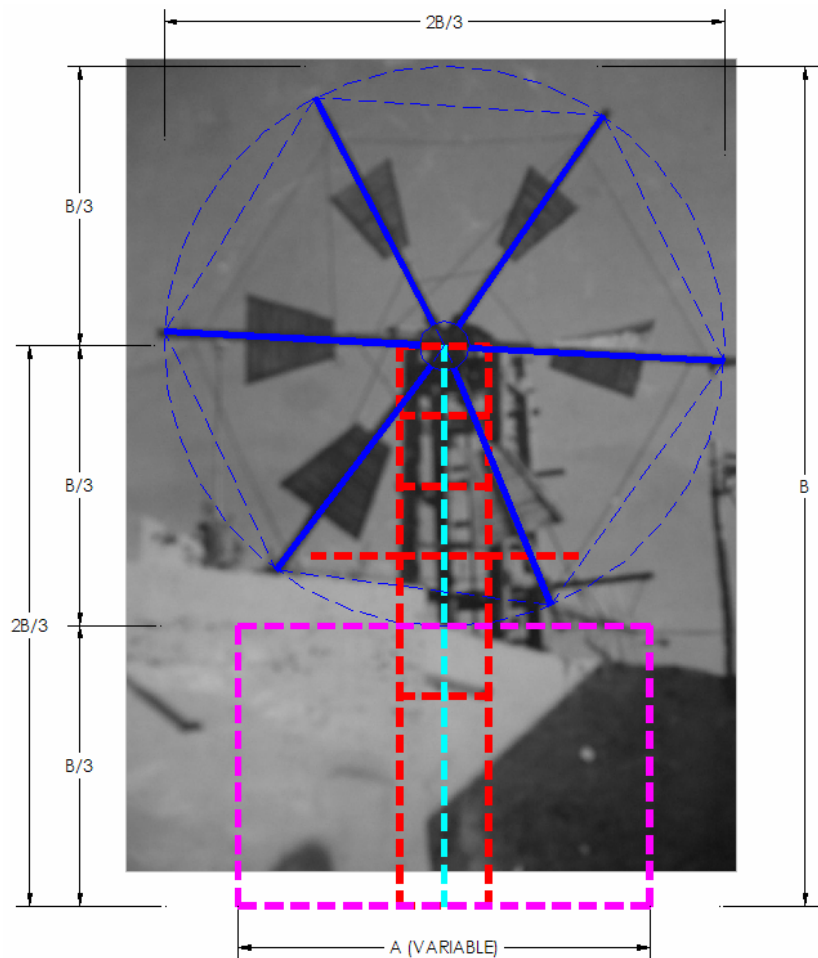


Detalle del edificio, la torre y el rotor de seis aspas del molino de viento "Sistema Romero" en Carrizal. TM de Ingenio. Gran Canaria.

2.4.3. Proporciones geométricas del molino.

El molino de viento "Sistema Romero" guarda una proporción aproximada a la Ley de Tercios, que es una norma clásica de composición muy utilizada en el Renacimiento durante el siglo XV y que es una regla imprescindible en la pintura, la fotografía, el cine y la arquitectura. La formulación de la Ley de Tercios está directamente relacionada con la teoría de la Sección Áurea y que encierra cierta complejidad en su cálculo exacto.

La obtención de estas líneas de tercios se consigue al dividir la composición en tres partes iguales, tanto en horizontal como en vertical.



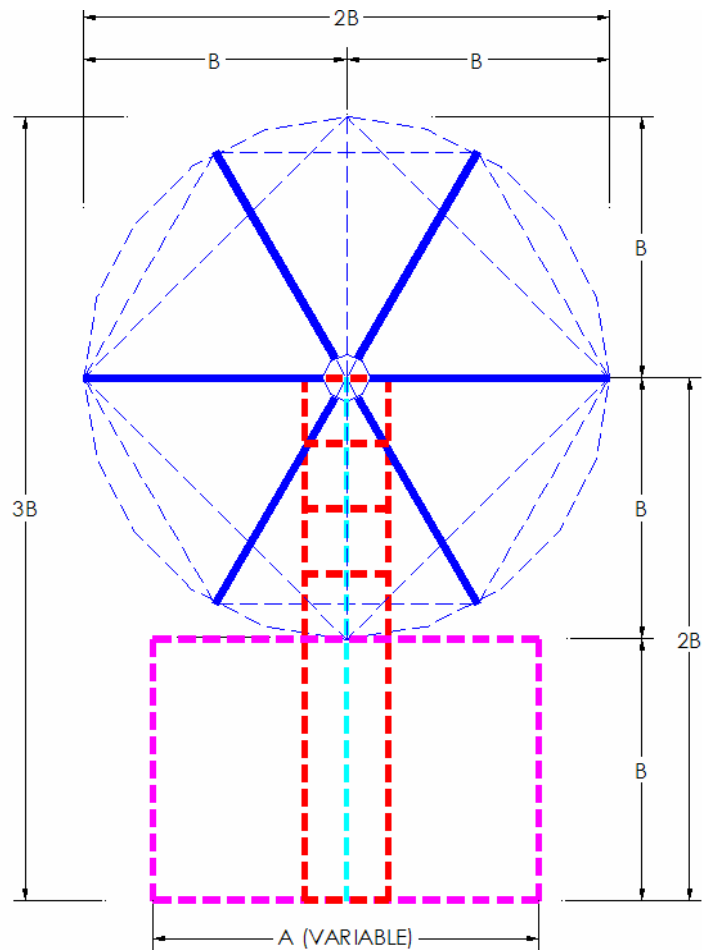
Proporciones geométricas del edificio, torre y rotor del molino de viento.



Detalle de la torre y el rotor de seis aspas del molino de viento "Sistema Romero" en Carrizal. TM de Ingenio. Gran Canaria.

A diferencia del molino de viento de "Tipo Torre" cuya forma troncocónica de planta circular y de tres plantas de altura es constante en el tiempo, la morfología y las dimensiones del edificio del molino de viento "Sistema Romero" son de naturaleza variable.

La altura de este molino de viento se organiza en tres tercios, siendo las dimensiones de magnitud de los tercios la altura del edificio (B), con una altura total que oscila entre de 3.00 metros y 4.00 metros. La primera línea horizontal corresponde a la cubierta del edificio, la segunda línea horizontal se sitúa en la parte superior de la torre cuadrada de madera y la tercera línea horizontal corresponde a la parte superior de la circunferencia que describe el rotor de aspas.



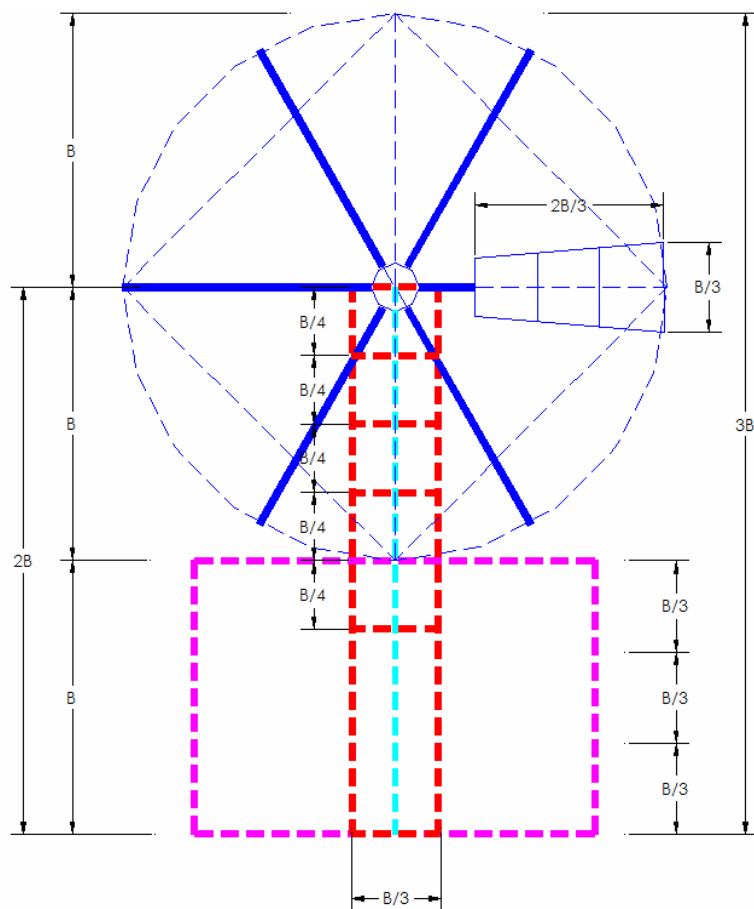
Proporciones geométricas del molino de viento "Sistema Romero"



Detalle de la torre y el rotor de seis aspas del molino de viento "Sistema Romero" en Carrizal. TM de Ingenio. Gran Canaria.

Las dimensiones en planta de la torre cuadrada de madera es un tercio de la altura del edificio y se toma como magnitud la altura total del edificio (B). Las dimensiones totales del rotor abarcan dos tercios del total y las aspas tienen forma trapezoidal, ya que este tipo de molino de viento adapta el sistema de aspas del molino de viento "Las Molinas". Para hacer frente a las variaciones del viento es necesario modificar la superficie de la lona que cubre el aspa, plegando o desplegando las lonas según sea necesario.

Las proporciones que se muestran a continuación dependen fundamentalmente de las tolerancias existentes en la construcción de este tipo de molinos.



Proporciones geométricas (rotor y aspas) del molino "Sistema Romero"

2.4.4. Justificación de la no realización de planos del molino de viento “Sistema Romero”.

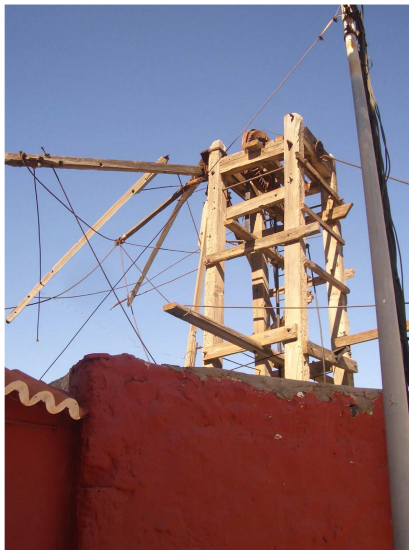
Los elementos que presentan los daños más relevantes en estos molinos de viento son:

1. Ausencia y estado ruinoso del rotor de aspas.
2. Ausencia de la gran cola de orientación de la torre.
3. Ausencia y estado ruinoso del cono metálico.
4. Ausencia parcial o total de la cubierta del edificio.
5. Ausencia y estado ruinoso de varios de los elementos de la maquinaria de molturación.

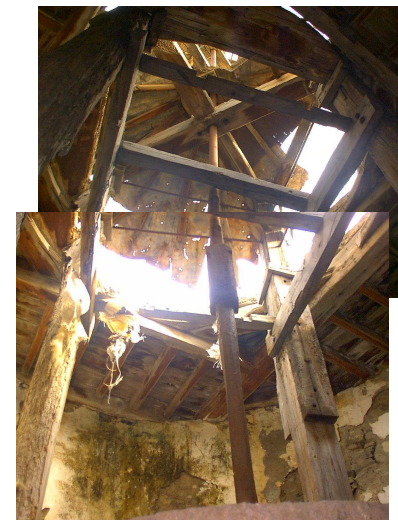
Conclusión:

Se decide no realizar planos de este tipo de molinos de viento debido al avanzado estado de ruinas de varios de los elementos constructivos de este tipo de molinos de viento.

Estado ruinoso del molino de viento “Sistema Romero” en Carrizal, TM de Ingenio. Gran Canaria. Imagen de la torre cuadrada de madera y del rotor de aspas e imagen del interior del edificio del molino.



Estado ruinoso del molino de viento “Sistema Romero” en Artejevez, TM de La Aldea. Gran Canaria. Imagen de la torre cuadrada de madera e imagen del interior del edificio del molino.



Los Molinos Aeromotores



Molino de Viento **“Tipo Americano”**



Molino de viento Aeromotor "Tipo Americano. TM de La Aldea de San Nicolás. Gran Canaria.

3.1. Molino de viento aeromotor "Tipo Americano".

El molino de viento "aeromotor" capta la energía cinética del viento para transformarla en energía mecánica para bombear agua o para mover diversas maquinarias agrícolas. Sobre una torre con forma piramidal de estructura metálica triangulada se dispone un rotor formado por un número variable de aspas realizadas de chapa metálica y que posee una veleta con forma de timón que dirige el rotor de aspas de forma automática en la dirección del viento. Estos molinos de viento se caracterizan por su aspecto de ligereza, donde predominan la elegancia y la rapidez frente a la pesadez y lentitud de los molinos harineros.



Molino de viento Aeromotor "Tipo Americano. TM de La Aldea de San Nicolás. Gran Canaria.

3.1.1. Descripción de los elementos del molino.

3.1.1.1. El edificio y sus elementos constructivos.

La morfología y las dimensiones del edificio que asegura la estabilidad y empotramiento de la torre piramidal metálica y sirve de protección al pozo de agua del molino de viento del “Aeromotor” son de naturaleza variable.

El edificio se le denomina también como “base o pie” de la torre y en líneas generales es un volumen de una sola altura, de una planta habitualmente con forma cuadrada, de dimensiones mínimas exteriores que oscilan entre los 2.50 y 3.00 metros de lado, y que presentan diversas alturas sobre la rasante del terreno.

Habitualmente existen dos tipos de edificios que protegen el pozo de agua. De un lado está el edificio que es el resultado de una prolongación del propio pozo, con forma cuadrada o circular y que sobresale en torno a 1.00 metro de la rasante del terreno. De otro lado está el edificio denominado “cubo” que supone una variante del anterior y que adquiere su propia expresión arquitectónica al sobresalir en torno a los 2.50 metros de la rasante del terreno. Dicho volumen tiene un acceso hacia el interior del edificio que permite el registro y mantenimiento de la bomba que aspira el agua del fondo del pozo hacia la superficie.



Detalle del edificio construido en madera del molino Aeromotor “Tipo Americano” en TM La Aldea de San Nicolás, Gran Canaria.



Diversos tipos de edificios de los molinos de viento Aeromotores “Tipo Americano” en TM de Ingenio y TM La Aldea de San Nicolás, Gran Canaria.





Detalle del edificio construido en madera del molino de viento Aeromotor "Tipo Americano" en TM La Aldea de San Nicolás. Gran Canaria.

3.1.1.1.1. Los muros de cerramiento.

Los muros de cerramiento están contruidos de mampostería concertada. Estos muros se construyen con piedras del lugar y con juntas de unión unas veces constituidas por argamasa de barro y otras veces a base de mortero de cal y arena. El espesor de los muros oscilan entre los 0.40 y 0.60 metros. El acabado interior y exterior de estos muros se terminaba con la misma solución, piedra del lugar con las juntas de mortero de cal. La elección de la solución del acabado de los muros dependía de la precariedad de las condiciones del lugar de emplazamiento y de las condiciones económicas del propietario del molino.



Acabados exteriores de los edificios de Aeromotores "Tipo Americano".

3.1.1.1.2. Los pavimentos.

El pavimento interior de los diversos tipos de edificios del molino de viento Aeromotor "Tipo Americano" está construido habitualmente de tierra apisonada y en escasas ocasiones en piedra natural (lajas), con material de sellado de aglomerante de barro. El pavimento exterior en las cercanías del edificio del molino es habitualmente de tierra apisonada, pero otras veces se construía con un empedrado de piedra natural en las proximidades de los muros de cerramiento del edificio y en las cercanías de la puerta de acceso al interior del edificio.



Detalle de puerta de acceso al edificio construido en madera del molino de viento Aeromotor "Tipo Americano" en TM La Aldea de San Nicolás. Gran Canaria.

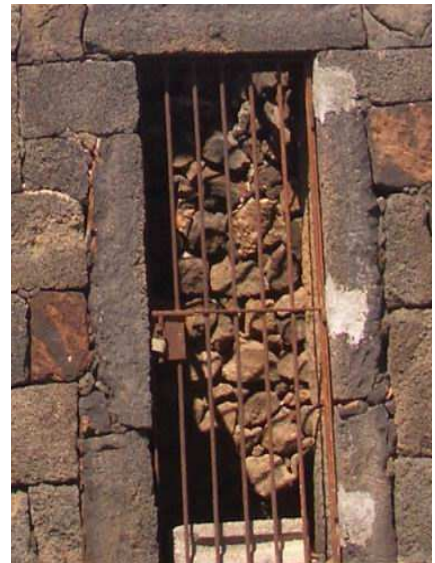
Detalle de cubierta plana construida con losa de hormigón armado y con ligeras pendientes para evacuar el agua de la lluvia. Molino de viento Aeromotor "Tipo Americano". TM de Ingenio. Gran Canaria.



3.1.1.1.3. La carpintería.

La carpintería del edificio de este tipo de molino de viento es mayoritariamente construida en madera, aunque a veces se construye con forma de rejas de hierro con pivotes verticales. Las dimensiones de las puertas de acceso hacia el interior del molino oscilan entre los 0.80 y 1.00 metros de ancho y los 2.00 metros de alto.

El sistema de apertura de las diferentes puertas es habitualmente batiente hacia el exterior del edificio, estando sujetas y articuladas mediante bisagras localizadas a unos de los costados de los huecos.



Tipos de puertas de acceso al edificio del Aeromotor "Tipo Americano".

3.1.1.1.4. La cubierta.

La cubierta del edificio es plana. Este tipo de cubiertas están construidas habitualmente con estructura de vigas, correas y entablado madera y con un acabado exterior de argamasa de cal y barro formando ligeras pendientes para evacuar el agua de lluvia. Otras veces se construyen con losas macizas hormigón armado. La cubierta del edificio resuelve parte del empotramiento de la torre piramidal metálica de este tipo de molino de viento y sirve a su vez de protección al pozo de agua.



Detalle de la torre piramidal de estructura metálica triangulada y rigidizada con pletinas y cables rígidos de acero del molino de viento Aeromotor "Tipo Americano" en TM de La Aldea de San Nicolás. Gran Canaria.

3.1.1.2. La torre y sus componentes.

Las torres de los molinos de viento Aeromotores "Tipo Americano" son los elementos intermedios entre los rotores y las maquinarias de bombeo, que tienen forma piramidal triangulada construidas de estructura metálica, fundamentalmente de acero galvanizado y cuya altura total oscila entre 6.00 y 15 metros, dependiendo fundamentalmente de la dimensión del diámetro del rotor de aspas. Su esquema estructural está compuesto por cuatro aristas laterales de secciones angulosas rigidizadas por elementos de pletinas o alambres de acero entrecruzados cuyas uniones se realizan con tornillos metálicos roscados.



Detalle de la torre piramidal de estructura metálica triangulada y rigidizada con pletinas y cables rígidos de acero del molino de viento Aeromotor "Tipo Americano" en TM de La Aldea de San Nicolás. Gran Canaria.



Las torres de este tipo de molinos de viento se caracterizan principalmente por su aspecto de ligereza en cuanto a las secciones de los perfiles angulares utilizados, presentado de esta forma menor incidencia de los vientos dominantes sobre los perfiles, pletinas y cables empleados en la construcción de dichas torres, donde predominan por la elegancia y la ligereza frente a la robustez y la pesadez de las diversas tipos de torres empleadas en los molinos de viento harineros.

El anclaje de la torre piramidal metálica se realiza en la cubierta del edificio que sirve de protección al pozo de agua y en ocasiones se apoya sobre el terreno sobre unos dados de hormigón.

Detalle del anclaje de los perfiles de acero de la torre piramidal sobre la cubierta del edificio que sirve de protección al pozo de agua del molino aeromotor "Tipo Americano" en TM de Ingenio, Gran Canaria.

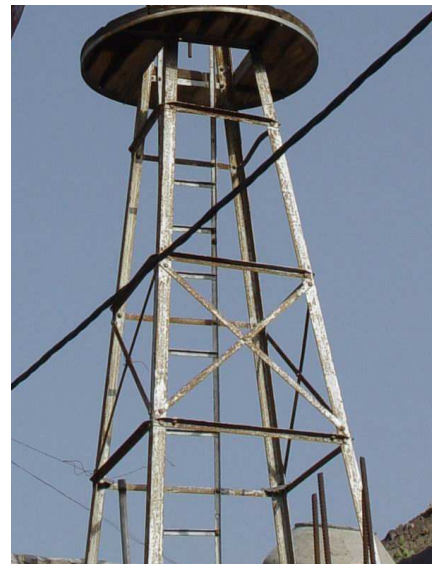
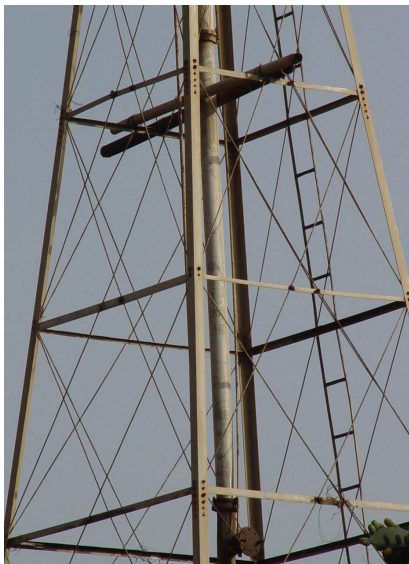


Detalle de dados de hormigón de apoyo de la torre del aeromotor

El arriostramiento de los cuatro perfiles de sección angular se arriostran por cada cara de la torre por dos cables rígidos tensados dispuestos de forma entrecruzados y anclados a los tornillos metálicos roscados entre los perfiles principales de la torre de este tipo de molinos de viento.

En ocasiones el arriostramiento estos cuatro perfiles principales se realizan en cada cara de la torre mediante pletinas entrecruzadas y unidas entre sí y a los perfiles mediante tornillos metálicos pasantes y roscados.

Detalle de dos torres de molinos aeromotores "Tipo Americano" en TM La Aldea, Gran Canaria.



3.1.1.3. El rotor y sus componentes.

El rotor de este tipo de molino de viento está formado por un número variable de aspas y que tiene un diámetro que oscila entre los 2.00 y 9.00 metros. Este tipo de rotor es el elemento básico y característico de este tipo de molinos de viento que se caracteriza fundamentalmente por su aspecto de ligereza y rapidez de movimientos frente a la pesadez y lentitud de movimientos de los tradicionales molinos harineros.

La misión del rotor de este tipo de molino de viento es captar la energía eólica para transformarla en energía mecánica con el fin de bombear agua. Los componentes más característicos del rotor son:

Detalle de la estructura de seis brazos a modo de radios con forma triangular en celosía y dos círculos sobre los que se acoplan las aspas metálicas de acero galvanizado en grupo de tres del molino de viento Aeromotor "Tipo Americano" en TM de La Aldea, Gran Canaria.



Detalle del rotor multipala de chapa del Aeromotor "Tipo Americano"



3.1.1.3.1. Las aspas.

Las aspas de este tipo de rotor son unas paletas metálicas de escasos milímetros de espesor de acero galvanizado y que tienen forma trapezoidal. Dichas aspas se agrupan en grupos de tres, con un mínimo total de dieciocho aspas y que presentan una forma cóncava hacia el viento. Dichas aspas se fijan mediante roblones metálicos sobre dos ó tres círculos metálicos, minimizando así las vibraciones del viento sobre las esbeltas aspas. Los círculos metálicos donde se fijan las aspas se sostienen sobre un mínimo de seis brazos rígidos metálicos en forma triangular de celosía.

3.1.1.3.2. La veleta o cola de orientación.

Es un elemento que se sitúa en la parte posterior del rotor multipala y su misión es detectar la dirección del viento, así como orientar de forma automática el rotor frente a los vientos dominantes. La veleta o cola de orientación se acopla a un sistema de regulación y frenado, con el fin de evitar la rotura del rotor ante los vientos con velocidad excesiva.

Los aeromotores "Tipo Americano" desarrollaron varios sistemas de orientación y regulación automáticas, que junto con los sistemas de seguridad hicieron que estos molinos de viento tuvieran un grado excepcional de perfeccionamiento.

Detalle del pliegue del rotor hacia la cola de orientación del molino de viento Aeromotor "Tipo Americano" en TM de La Aldea. Gran Canaria.



Detalle de la cola de orientación del Aeromotor "Tipo Americano"

Para obtener la desviación del rotor multipala de este tipo de molinos ante la velocidad excesiva del viento se han ideado varios sistemas:

3.1.1.3.2.1. Primer Sistema.

El rotor gira y se pliega hacia la cola de orientación en la dirección de los vientos dominantes.

Este sistema es el generalmente empleado por los constructores de los aeromotores de pequeñas y medianas dimensiones debido fundamentalmente a su sencillez.



Detalle del resorte que regula la cabeza del rotor y la cola de orientación del molino de viento Aeromotor "Tipo Americano" en TM de La Aldea, Gran Canaria.

El eje horizontal del rotor está descentrado en relación al eje vertical, alrededor del cual gira todo el sistema. El rotor está dividido en dos partes desiguales con relación al eje vertical, por lo que cuando el viento incide en el rotor, éste tiende a desviarse hacia el lado que recibe mayor presión. Sin embargo un resorte bien regulado que une la cabeza del molino con la veleta o cola de orientación permite mantener en posición al rotor en la dirección del viento. Dicho resorte es lo suficientemente rígido para resistir velocidades del viento de 8 m/s para molinos aeromotores pequeños y medianos y de 12 m/s a 15 m/s en aeromotores mayores. Cuando la velocidad del viento es mayor de las indicadas, el resorte cede y el rotor se desvía y se pliega hacia la cola de orientación. Una vez cesa la intensidad del viento sobre el rotor de este tipo de molino de viento el resorte permite que todo el sistema recupere la posición original.

3.1.1.3.2.2. Segundo Sistema.

Este sistema es empleado en algunas ocasiones por los constructores de los aeromotores de pequeñas y medianas dimensiones. En algunos aeromotores el sistema del resorte indicado anteriormente es sustituido por un peso, cuya acción es más regular y su graduación es más sencilla que el resorte.

Detalle de la paleta situada en la dirección del rotor del molino de viento Aeromotor "Tipo Americano" en TM de Ingenio, Gran Canaria.



El sistema consiste en añadir una paleta que se coloca en una dirección perpendicular a la veleta o la cola de orientación. Cuando el viento incide con demasiada intensidad, se produce una presión sobre dicha paleta hace que el rotor se desvía y se gira en la dirección del viento. Un resorte o un peso devuelven al rotor a su posición inicial (el rotor frente al viento) cuando cesa la excesiva intensidad de los vientos dominantes.

3.1.1.3.2.3. Tercer Sistema.

Este sistema es empleado en escasas ocasiones por los constructores de los aeromotores de pequeñas y medianas dimensiones, debido a que es un sistema muy mecánico y algo complicado incluso para el mantenimiento.



Detalle del freno manual mediante torno situado en la base de la torre metálica triangulada del molino de viento Aeromotor en TM de Ingenio. Gran Canaria.

El sistema permite desviar las aspas por el empleo de un regulador de fuerza centrífuga similar al utilizado en las máquinas de vapor, que algunos casos se abren o se cierran las aspas, ya que éstas están montadas sobre un eje transversal que permite cuando la intensidad del viento es elevada, ponerse paralelo al árbol, llegando a detener el rotor.

En otros casos se cambia el ángulo de incidencia del viento en las aspas, ya que el eje es longitudinal al aspa y ésta varía la acción del regulador su ángulo con el viento, llegando a ponerse paralela a la dirección de éste y cesando de oponerle resistencia

3.1.1.3.2.4. Cuarto Sistema.

Este es el sistema de seguridad complementario a los sistemas automáticos anteriormente descritos y que consiste en un frenado manual mediante una palanca o torno situado en la base de la torre metálica del molino que acciona una zapata de frenos que permite inmovilizar el rotor de aspas ante intensidades excesivas de los vientos dominantes.

Detalle del sistema de transmisión biela-cigüeñal del molino de viento Aeromotor de rotor multipala "Tipo Americano" situado sobre una torre con forma piramidal triangulada construida de madera en TM de Tegüise. Lanzarote.

3.1.1.3.3. La transmisión y sus tipos.

La transmisión es el elemento encargado de convertir el movimiento giratorio del rotor a un movimiento lineal (de arriba hacia abajo) mediante un eje metálico denominado barra o vergajón que permite accionar una bomba de aspiración que se sitúa en el interior de un pozo de agua. La transmisión se acopla al eje del rotor, siendo el elemento básico y definidor de los diversos tipos de modelos y marcas comerciales de este tipo de molinos de viento. Debido a la evolución histórica en la construcción de estos molinos de viento, existen varios tipos de sistemas de transmisión, de los cuales destacamos los siguientes:

3.1.1.3.3.1. Biela-cigüeñal.

Estos sistemas son los más antiguos, cada vuelta del rotor corresponde a un ciclo de desplazamiento de la bomba situada en el interior del pozo de agua.





Detalle del cárter y de la coraza que protege los engranajes del sistema de transmisión del molino de viento Aeromotor "Tipo Americano" en TM de La Aldea, Gran Canaria.

3.1.1.3.3.2. Engranajes o coronas de desmultiplicación.

Estos sistemas son los más empleados debido al alto rendimiento y la alta resistencia al desgaste de las transmisiones a lo largo del tiempo de funcionamiento de este tipo de molinos de viento.

Dichos sistemas poseen dos coronas o engranajes sumergidos constantemente en lubricantes que se sitúan en el interior de una coraza metálica que a su vez se apoya en una base metálica o cárter que sirve de coronación de la torre piramidal metálica del molino y que su misión principal es la protección de todo este sistema de engranajes de la intemperie.



Detalle los engranajes del sistema de transmisión del molino de viento Aeromotor "Tipo Americano" en TM de La Aldea, Gran Canaria.



Detalle del vergajón metálico del molino de viento aeromotor "Tipo Americano" en TM La Aldea de San Nicolás. Gran Canaria.

3.1.1.4. La maquinaria y sus componentes.

La maquinaria de este tipo de molinos de viento destinados a bombear agua consta de una bomba metálica de aspiración de pistones que se sitúa en el interior de un pozo de agua, que se pone en marcha por el movimiento lineal (de arriba hacia abajo) de la barra o vergajón metálico que proviene del sistema de transmisión. El agua bombeada que proviene del pozo se almacena en grandes tanques o depósitos con el fin de garantizar el suministro del caudal de agua necesario de varios días debido a condiciones desfavorables del clima, bien por la escasez de viento o bien por velocidades excesivas. Los componentes más característicos de la maquinaria son los siguientes:

3.1.1.4.1. La barra o vergajón.

Es un elemento metálico habitualmente de sección circular de escasos centímetros de espesor a modo de un eje vertical que proviene del sistema de transmisión que está situado en la parte superior de la torre metálica del molino y que desciende hacia el interior del pozo de agua para accionar la bomba de aspiración mediante un movimiento lineal (de arriba hacia abajo).

Este elemento en determinadas ocasiones se protege mediante un tubo metálico a modo de camisa que está arriostrado en varios tramos a la torre piramidal metálica del molino.

Detalles del tubo de descarga metálico del molino de viento aeromotor "Tipo Americano" en TM La Aldea de San Nicolás. Gran Canaria.



3.1.1.4.2. El tubo de descarga.

Es el elemento que permite la salida del agua que proviene de la bomba de aspiración situada en el interior del pozo hacia los tanques encargados de almacenarla.

Los diámetros de estos tubos de descarga de agua son de naturaleza variable ya que dependen exclusivamente del tamaño de las bombas de aspiración y del rendimiento de los molinos, que su vez dependen de la velocidad del viento, del diámetro del rotor de aspas y de la altura de bombeo del pozo de agua.





Esquema de los elementos de un aeromotor destinado al bombeo de agua.

3.1.1.4.3. La bomba de aspiración.

La bomba se enlaza a la tubería de aspiración que se sitúa en el interior del pozo de agua y que tienen unas longitudes máximas de 6.00 a 7.00 metros. Las bombas de aspiración son bombas de pistones que se sitúan en el interior del agua de un pozo y que están protegidas por un cilindro hueco metálico a modo de camisa, que disponen de un embolo y válvulas de cobre o de acero inoxidable. Para estimar las dimensiones de estas bombas es necesario considerar varios factores: la cantidad diaria de agua necesaria, la capacidad de bombeo (litros/hora) y la cantidad de caballos de fuerza requerida para elevar esa cantidad de agua teniendo en cuenta la altura de bombeo de la misma hacia la superficie. En alguna de estas instalaciones se utilizan motores de gasolina o diesel acoplados a las bombas en caso de calmas de viento, siendo un seguro del molino de viento.

3.1.1.4.4. El tanque o depósito.

Las características, las dimensiones, las formas y los materiales de construcción de estos recipientes son de naturaleza variable ya que su misión es almacenar el agua procedente interior del pozo para garantizar el suministro de varios días en caso de las condiciones adversas de clima (escasez o velocidades excesivas del viento) que hacen que se paralice el rendimiento de este tipo de molinos de viento.

Detalle tanqueta de derivación del agua hacia las acequias que la trasladan hacia el tanque o depósito de almacenamiento de molino de viento aeromotor "Tipo Americano" en TM La Aldea de San Nicolás, Gran Canaria.



El rendimiento de un molino de viento aeromotor "Tipo Americano" en lo que al sistema de bombeo se refiere depende de varios factores: la velocidad del viento, el diámetro del rotor, la altura de la torre metálica, la altura de bombeo y la capacidad de bombeo (litros/hora) de la propia bomba de aspiración.

La velocidad del viento es el factor más determinante para el rendimiento óptimo de este tipo de molinos de viento y la velocidad óptima es de 7 m/s (25 Km./h). El rendimiento de trabajo en litros por hora depende del diámetro del rotor de aspas y de la altura total de bombeo.



Detalle de la torre y el rotor del molino de viento aeromotor "Tipo Americano" en TM de La Aldea de San Nicolás. Gran Canaria.

Detalle del tubo de descarga y la tanqueta de derivación del agua hacia las acequias que la trasladan hacia el tanque o depósito de almacenamiento de molino de viento aeromotor "Tipo Americano" en TM La Aldea de San Nicolás. Gran Canaria.



3.1.2. Funcionamiento del molino de viento.

El sistema de bombeo de agua funciona cuando el rotor multipala se orienta de forma automática en la dirección del viento mediante la cola de orientación una vez que se libere del freno manual o torno situado en la base inferior de la torre metálica que mantiene inmovilizado el rotor ante intensidades excesivas del viento. Una vez que el rotor empieza a girar al captar la energía cinética del viento el sistema de transmisión se encarga de convertir ese movimiento giratorio en un movimiento lineal mediante través de un eje metálico denominado barra o vergajón y que permite accionar la bomba de aspiración.



Detalle del rotor y cola de orientación del aeromotor "Tipo Americano".

La bomba de aspiración es una bomba de pistón que se enlaza a una tubería situada en el interior del agua de un pozo y que está protegida por un cilindro hueco metálico a modo de camisa. El agua bombeada que proveniente del pozo se almacena en tanques o depósitos con el fin de garantizar el suministro del caudal de agua necesario de varios días de reserva debido a condiciones desfavorables del clima, bien por la escasez de viento o bien por velocidades excesivas del mismo. En algunos molinos de viento de este tipo se utilizan motores de gasolina acoplados a las bombas cuando existen calmas muy prolongadas, siendo esto un seguro para este tipo de molinos.



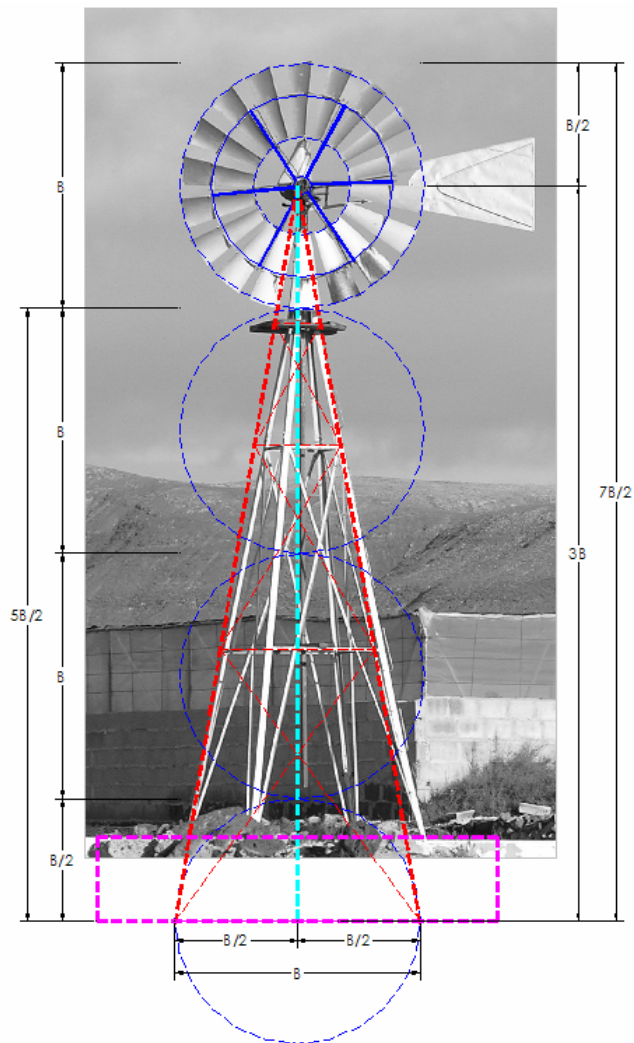
Aeromotor "Tipo Americano" de la marca comercial Chicago en TM de la Aldea de San Nicolás. Gran Canaria.

Molino de viento Aeromotor "Tipo Americano" en TM de Ingenio. Gran Canaria.



3.1.3. Proporciones geométricas del molino.

El molino de viento Aeromotor "Tipo Americano" guarda una proporción aproximada a la Ley de Tercios, que es una norma clásica de composición muy utilizada en el Renacimiento durante el siglo XV. La formulación de la Ley de Tercios está directamente relacionada con la teoría de la Sección Áurea y que encierra cierta complejidad en su cálculo exacto. Debido a la gran variedad de marcas importadas hacia Canarias de los aeromotores, principalmente patentes americanas e inglesas, existen variabilidad en cuanto a sus dimensiones. Las dimensiones de estos se comercializan en "pie", mientras que los aeromotores españoles y europeos se comercializan en "metros".



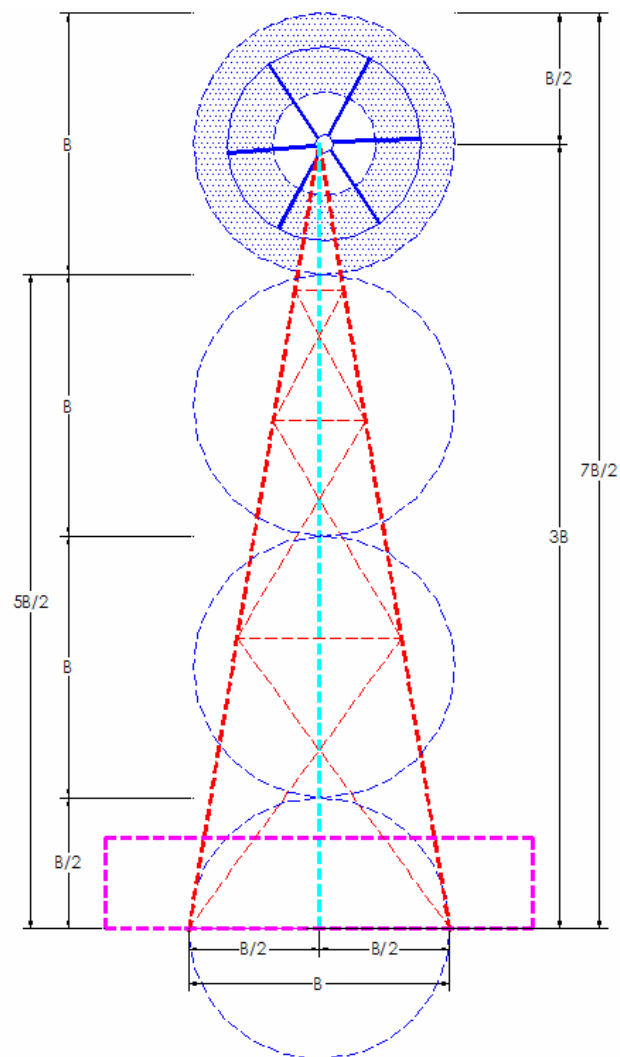
Proporciones geométricas de la torre y el rotor del Aeromotor.



Molino de viento Aeromotor "Tipo Americano" en TM de la Aldea de San Nicolás, Gran Canaria.

Los modelos comerciales de aeromotores americanos e ingleses presentan dimensiones de rotores que oscilan entre los 6 pies (1.82 m) a 16 pies (4.87 m), mientras que los modelos españoles y europeos presentan dimensiones de rotores que oscilan entre los 16 pies (4.87 m) a los 24 pies (7.31 m). En otro orden de magnitudes, la altura de las torres está en función del diámetro del rotor empleado, con una altura mínima de 6 metros a 8 metros para evitar las fluctuaciones y ondulaciones del viento sobre la superficie del terreno.

La altura de este molino de viento se organiza en tres tercios, siendo las dimensiones de magnitud de los tercios el diámetro del rotor (B), con diámetros que oscilan entre de 2.00 metros y 8.00 metros.



Proporciones geométricas de la torre y el rotor del Aeromotor.

La dimensión de altura de la torre de forma piramidal metálica es de tres veces la dimensión de su rotor (B), y la dimensión en planta de uno de los cuatro lados de la torre corresponde a la dimensión del rotor (B).



Detalle del rotor multipala de aspas de chapas metálicas de siete metros de diámetro sobre torre piramidal metálica del molino de viento aeromotor español modelo Tarragó.

3.1.4. Variaciones del aeromotor “Tipo Americano”.

La fabricación de este tipo de molinos de viento no correspondió exclusivamente a los americanos, pues en muchos de los países industrializados de Europa se mantuvo este tipo de industria, algunas en pequeños talleres locales que llegaron a crear patentes propias.

En España se fabricaron muchos de estos molinos de viento, primeramente en la comunidad catalana y posteriormente en la comunidad valenciana. El molino español se distingue del americano en cuanto a la sencillez de su mecanismo, empleándose el menor número de elementos mecánicos posibles.

En las Islas Canarias se creó una pequeña industria del sector, sobre todo, en algunos talleres en Gran Canaria, Fuerteventura y Lanzarote. Surgen unos sin marcas siguiendo modelos tradicionales de propia inventiva o de importación y otros con patentes registradas, lo que supone el mejor ejemplo del desarrollo informal de la tecnología en Canarias, pues se crea sin la materia prima óptima y sin grandes fábricas.

3.1.4.1. El aeromotor canario “Manuel Santana”.

El molino de viento aeromotor canario más conocido procede de los talleres artesanales de “Manuel Santana”.

Detalle del rotor multipala de aspas de chapas metálicas sobre torre piramidal metálica del molino de viento del modelo “Manuel Santana” en TM de Ingenio. Gran Canaria.



Este tipo de molino de viento pertenece a la primera generación de los aeromotores de extracción de agua de grandes rotores, que generaba una mayor energía mecánica que los modelos de rotor multipala de “Tipo Americano”, aunque el rendimiento en el caudal de extracción de agua era muy similar.

Las características del edificio, la torre y la maquinaria son muy similares a los aeromotores “Tipo Americano”, sin embargo el rotor de aspas, el sistema de regulación y el sistema de transmisión presentan variaciones considerables.

3.1.4.1.1. El rotor.



Detalle del rotor multipala de aspas de chapas metálicas del molino de viento del modelo "Manuel Santana" en TM de Ingenio. Gran Canaria.

El rotor de este tipo de molino de viento está formado por un número variable de aspas, entre cien y doscientas, realizadas de chapa metálica que se disponen en sectores circulares concéntricos y que tiene un diámetro total que oscila entre los 6,70 y 9,00 metros. Las aspas son unas paletas metálicas de escasos milímetros de espesor que tienen forma trapezoidal cóncava hacia el viento y se fijan mediante roblones metálicos sobre un mínimo de tres círculos metálicos. Estos círculos metálicos donde se fijan las aspas se anclan a un mínimo de ocho brazos rígidos metálicos que tienen forma triangular en forma de celosía.

3.1.4.1.2. El sistema de regulación.

Está definido por un sistema de contrapeso. Cuando el viento incide con demasiada intensidad se produce la desviación del rotor hacia la cola de orientación bien de forma automática o bien de forma manual.

Detalle del rotor multipala de aspas, del sistema de orientación y del sistema de regulación (contrapeso) del molino de viento aeromotor del modelo "Manuel Santana" en TM de Ingenio. Gran Canaria.



El sistema automático consiste en añadir una paleta que se coloca en una dirección perpendicular a la cola de orientación. Cuando el viento incide con demasiada intensidad se produce una presión sobre dicha paleta, venciendo a la vez el sistema de regulación, permitiendo que el rotor de aspas se desvíe y que se pliegue hacia la cola de orientación y en la dirección del viento. Cuando la intensidad del viento disminuye y su presión es inferior a la tensión del contrapeso, el rotor vuelve a situarse frente a la dirección del viento.

El sistema manual es un sistema complementario de seguridad que consiste en un frenado manual mediante una palanca o torno situado en la base de la torre metálica del molino que acciona una zapata de frenos que permite inmovilizar el rotor de aspas ante intensidades excesivas de los vientos dominantes.

3.1.4.1.3. La transmisión.

La transmisión es el elemento encargado de convertir el movimiento giratorio del rotor a un movimiento lineal (de arriba hacia abajo) mediante un eje metálico.



Detalle del sistema de transmisión biela-cigüeñal situado en la parte superior de la torre metálica del molino de viento aeromotor tipo "Manuel Santana" en TM de Ingenio, Gran Canaria.

Dicho eje metálico se denomina barra o vergajón y permite accionar la bomba de aspiración que se sitúa en el interior de un pozo de agua. La transmisión se acopla al eje del rotor y responde al sistema biela-cigüeñal, cada vuelta del rotor corresponde a un ciclo de desplazamiento de la bomba situada en el interior del pozo de agua.

3.1.4.2. El aeromotor del País.

Este tipo de molinos de viento se construyen en talleres artesanales locales y surgen como variaciones de los aeromotores "Tipo americano", lográndose en las Islas interesantes modelos de molinos de viento producto del desarrollo informal de la tecnología.

Las características del edificio, el rotor de aspas, el sistema de orientación y la maquinaria son muy similares a los aeromotores "Tipo Americano", sin embargo las torres, los sistemas de regulación y los sistemas de transmisiones presentan variaciones considerables. En cualquier caso, todos los elementos de este tipo de molinos de viento se construyen de forma artesanal, careciendo de medios para la galvanización de la estructura metálica.

Detalle de la torre de madera y del rotor multipala de chapa metálica del molino de viento aeromotor del País de fabricación artesanal en Lanzarote.



3.1.4.2.1. La torre.

La torre es el elemento intermedio entre el rotor de aspas y la maquinaria de bombeo de extracción de agua. La torre más empleada en este tipo de molinos de viento es la torre descuadrada de crucetas construida en madera, que tiene forma piramidal triangulada y una altura total que oscila entre los 6.00 y los 9.00 metros, dependiendo fundamentalmente de la dimensión del diámetro del rotor de aspas. Su esquema estructural está compuesto por cuatro columnas inclinadas arriostradas con piezas simples a modo de crucetas cuyas uniones se realizan en caja, en media madera o con pernos pasantes metálicos. Todos estos elementos de madera presentan secciones cuadradas, rectangulares y circulares. El trazado geométrico habitual de la torre de madera en planta es básicamente de forma cuadrada aunque en ocasiones se construyen con forma octogonal.



Detalle del sistema de transmisión biela-cigüeñal del molino de viento aeromotor del País de construcción artesanal en TM Tegüise. Lanzarote.

La construcción de las torres de madera es variada dependiendo de la combinación de las piezas de arriostramiento, encontrándose torres con dos o tres crucetas con arriostramiento lateral, con crucetas y jabalcones y con crucetas y castillete. Este último modelo de torre de madera supone la máxima evolución de este tipo de torres donde se origina una plataforma construida en madera que permite las labores de mantenimiento del rotor, del sistema de orientación, del sistema de regulación y del sistema de transmisión.

3.1.4.2.2. El sistema de regulación.

Está definido por un sistema de contrapeso. Cuando el viento incide con demasiada intensidad se produce la desviación del rotor hacia la cola de orientación de forma automática ya que la presión del viento vence la tensión del contrapeso del sistema de regulación. Cuando la intensidad del viento disminuye y su presión es inferior a la tensión del contrapeso, el rotor de aspas vuelve a situarse frente a la dirección del viento.

3.1.4.2.3. La transmisión.

La transmisión es el elemento encargado de convertir el movimiento giratorio del rotor a un movimiento lineal (de arriba hacia abajo) mediante un eje metálico que se denomina barra o vergajón y permite accionar la bomba de aspiración que se sitúa en el interior de un pozo de agua. La transmisión se acopla al eje del rotor y responde al sistema de biela-cigüeñal que se forja habitualmente sobre un eje de hierro y que sirve a la vez como eje horizontal del rotor.

3.1.4.3. El aeromotor de patentes europeas.

Entre los casos singulares de aeromotores procedentes de marcas comerciales europeas destaca por su singularidad los aeromotores de la marca alemana Alder.

Este es el caso de dos aeromotores en el municipio de Telde en la isla de Gran Canaria, con distinta formalización en las torres y en los rotores de aspas.



Detalle de la torre piramidal metálica y el rotor de ocho aspas de madera del molino de viento aeromotor de la marca comercial Alder, en TM Telde. Gran Canaria.



Detalle de la torre piramidal metálica y el rotor de ocho aspas metálicas del molino de viento aeromotor de la marca comercial alemana Alder, en TM Telde. Gran Canaria.

3.1.4.3.1. Ejemplo 1.

Sobre una torre piramidal de estructura metálica compuesta por cuatro angulares arriostrados con crucetas en cada cara de la torre a lo largo de su altura se dispone el rotor de aspas que está compuesto por ocho largueros metálicos que sostienen ocho palas de madera con forma rectangular alabeada cóncava hacia al viento y que están rigidizados por un aro metálico de forma poligonal. El sistema de orientación está compuesto por una veleta de madera.

3.1.4.3.2. Ejemplo 2.

Este caso es similar al descrito anteriormente, aunque se producen variaciones en la construcción de la torre y del material empleado para la configuración de las aspas del rotor. Sobre una torre piramidal de estructura metálica compuesta por cuatro angulares arriostrados con largueros horizontales en cada cara de la torre a lo largo de su altura se dispone el rotor de aspas que está compuesto por ocho largueros metálicos que sostienen ocho palas de chapa metálica con forma rectangular alabeada cóncava hacia al viento y que están rigidizados por un aro metálico de forma poligonal. El sistema de orientación está compuesto por una veleta metálica.

Detalle de la torre metálica y el rotor de doce aspas metálicas del molino aeromotor producto de la inventiva popular en talleres artesanales en Puerto del Carmen. Lanzarote.



3.1.4.4. El aeromotor de “propia inventiva”.

En ocasiones se generan aeromotores procedentes de la propia inventiva popular de artesanos particulares contruidos sus propios talleres artesanales. Este es el caso de un aeromotor situado en Puerto del Carmen, en la Isla de Lanzarote. Sobre una torre compuesta por cuatro angulares metálicos arriostrados por largueros horizontales, de planta cuadrada y de escasa altura se dispone el rotor de aspas que está compuesto por doce aspas metálicas de forma triangular sujetas a dos aros metálicos con forma poligonal.

El sistema automático de orientación está compuesto por una veleta metálica y el sistema de transmisión está compuesto por una polea que a través de una correa acciona el cabezal de la bomba de pistón.



Detalle del aeromotor de propia inventiva destinado al bombeo de agua, en S/C de La Palma. La Palma.

En otras ocasiones se producen incorporaciones de distintos elementos de diferentes tipos de molinos de viento. Este es el caso del aeromotor destinado al bombeo de agua situado en S/C de La Palma.

La torre tiene forma piramidal triangulada y una altura total de 6.00 metros. El trazado geométrico de esta torre de madera en planta es de forma cuadrada y el esquema estructural está compuesto por cuatro columnas inclinadas de secciones rectangulares o cuadradas arriostradas con piezas simples a cuyas uniones se realizan en caja, en media madera o con pernos pasantes metálicos. Este modelo de torre de madera supone la máxima evolución de este tipo de torres donde se origina una plataforma construida en madera de forma octogonal que permite las labores de mantenimiento del rotor y del sistema de transmisión.

El rotor de este de molino de viento está formado por ocho aspas y que tiene un diámetro total de 6.00 metros. Las aspas tienen forma trapezoidal construida en madera y que se acuñan en un buje con forma circular de 60 cm. de diámetro denominada "caja de aspas" similar a los molinos harineros "Sistema Ortega".

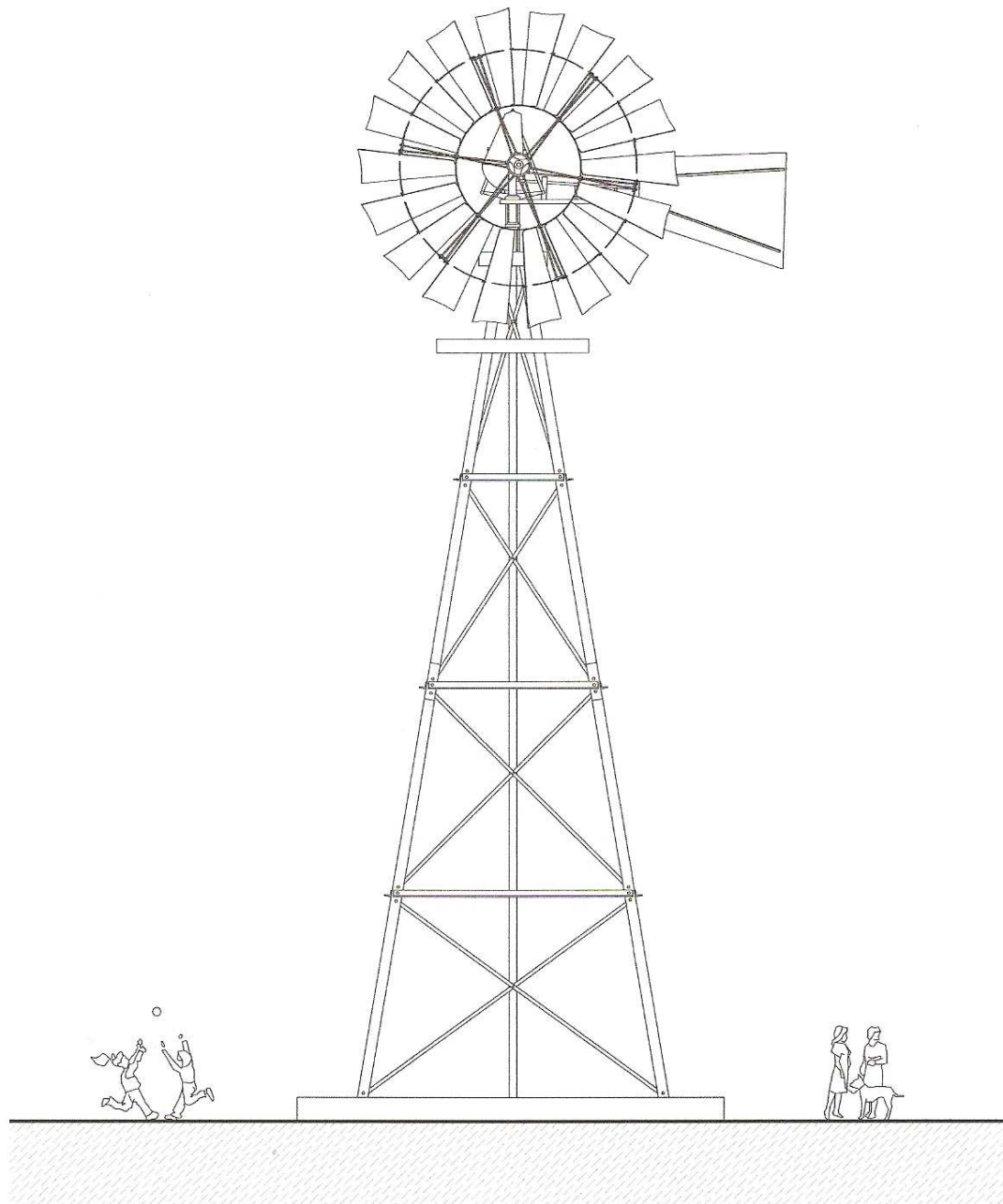
La transmisión se acopla al eje del rotor y responde al sistema de biela-manivela, que sirve a la vez como eje horizontal del rotor y que se forja sobre un eje de hierro, y que mueve un eje vertical llamada vergajón.



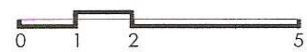
Este aeromotor de propia inventiva destinado al bombeo de agua situado en S/C de La Palma, incorpora detalles constructivos del molino harinero "Sistema Ortega" y de los molinos "Salineros Canarios".

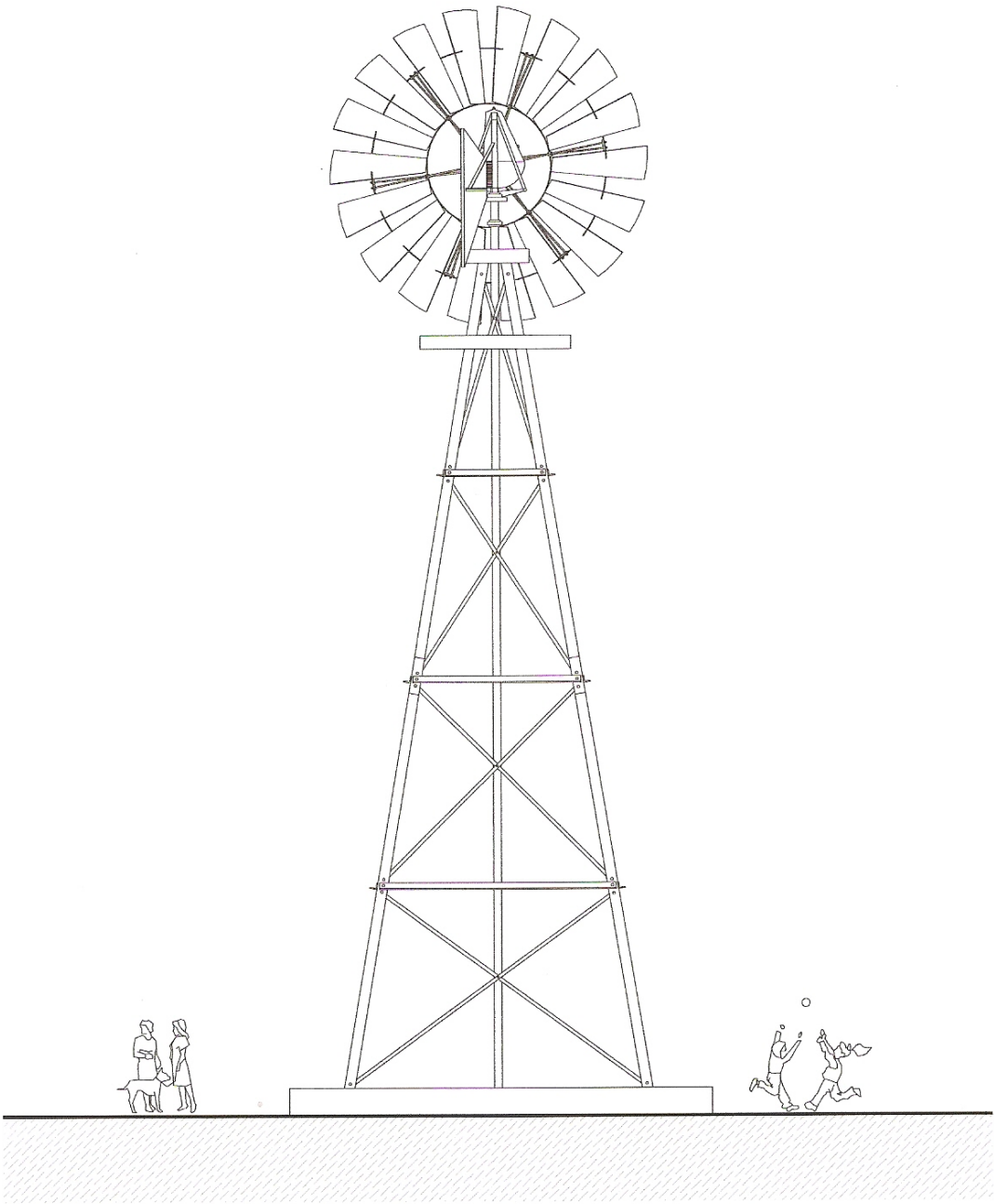
**3.1.5. Planos del aeromotor “Tipo Americano. TM.
de La Aldea de San Nicolás. Gran Canaria.**



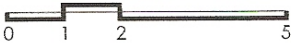


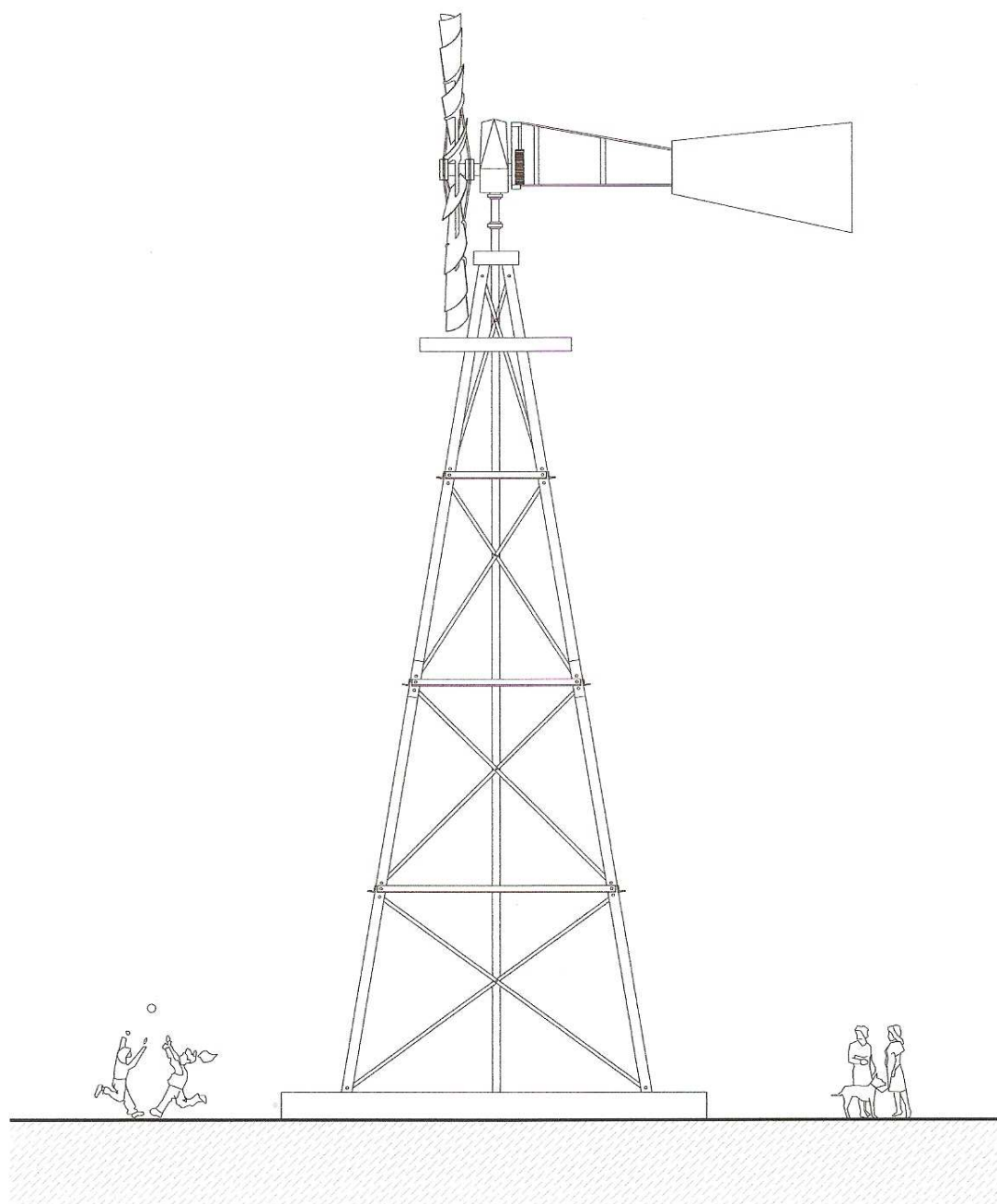
ALZADO PRINCIPAL



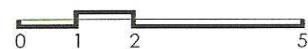


ALZADO POSTERIOR





ALZADO LATERAL





3.2. Molino de viento aeromotor “Salinero Canario”.

El molino de viento “Salinero Canario” es un aeromotor que capta la energía cinética del viento para transformarla en energía mecánica para bombear el agua del mar procedente de un pozo o de un estancadero para luego elevarla posteriormente a los cocederos y a los tajos que se encuentran a una altura superior respecto al nivel de mar, donde luego se cristaliza la sal por la evaporización del agua del mar debido a incidencia de la energía solar.

En las salinas canarias coexisten varios tipos de molinos de viento y en cada tipo de molino se distinguen varios elementos diferenciadores: El edificio, la torre, el rotor de aspas y la maquinaria (los sistemas de orientación, los sistemas de regulación, los sistemas de transmisión y los sistemas de bombeo).

3.2.1. Descripción de los elementos del molino.

3.2.1.1. Los edificios y sus elementos constructivos.

La morfología y las dimensiones del edificio que se conoce como base o pie, que asegura la estabilidad y el empotramiento de la torre del molino de viento aeromotor “Salinero Canario” son de dimensiones y de naturaleza variable.

Se distinguen tres tipos de edificios con sus variantes respectivas:

Edificio en Pozo.

Es un volumen que surge como resultado de la prolongación del propio pozo, con forma cuadrada o circular y que sobresale en torno a 1.00 metro de altura respecto a la rasante del terreno.

Edificio en Cubo.

Este edificio supone una variante respecto al edificio descrito anteriormente y que adquiere su propia expresión arquitectónica al sobresalir en torno a los 2.50 metros a 3.00 metros de la rasante del terreno.

Detalle del edificio en Pozo y torre de madera del molino de viento aeromotor “Salinero Canario” en las salinas de La Santa, Lanzarote.





Detalle del edificio en Cubo y torre de madera del molino de viento aeromotor "Salinero Canario" en TM de Tegui. Lanzarote.

Dicho volumen tiene un acceso hacia el interior del edificio que permite el registro y mantenimiento de la bomba que aspira y eleva el agua de mar hacia los cocederos y los tajos. Cuando aumenta la altura de este tipo de edificio se construyen unos contrafuertes, dando estabilidad a dicho volumen al que se le adosa una escalera exterior para realizar las labores de mantenimiento del rotor de aspas.

Edificio en Mastaba.

Es un volumen similar al cubo, y sus paramentos verticales se construyen en talud para reforzar la estabilidad del edificio sin recurrir a los contrafuertes. Dicho edificio tiene un acceso hacia su interior que permite el registro y mantenimiento de la bomba.

3.2.1.1.1. Los muros de cerramiento.

Los muros de cerramiento están contruidos de mampostería concertada. Estos muros se construyen con piedras del lugar y con juntas de unión unas veces constituidas por argamasa de barro y otras veces a base de mortero de cal y arena. El espesor de los muros oscilan entre los 0.40 y 0.70 metros. El acabado interior y exterior de estos muros se terminaba con la misma solución constructiva, piedra del lugar con las juntas de mortero visibles.

3.2.1.1.2. La cubierta.

La cubierta del edificio en cubo o en mastaba es habitualmente plana. Este tipo de cubiertas están contruidas habitualmente con una estructura de vigas, correas y entablado madera y con un acabado exterior de argamasa de cal y barro formando ligeras pendientes para evacuar el agua de lluvia.

La cubierta los diversos tipos de edificio de este tipo de molinos de viento aeromotores "Salineros Canarios" resuelve parte del empotramiento de la torre que sostiene el rotor de aspas y sirve a su vez de protección al sistema de bombeo de los agentes atmosféricos.



Detalle del edificio en Mastaba y torre de madera del molino de viento aeromotor "Salinero Canario" en las salinas del Janubio en TM de Yaiza. Lanzarote.

3.2.1.1.3. La carpintería.

La carpintería estos edificios de este tipo de molino de viento es mayoritariamente construida en madera, aunque a veces se construye con forma de rejas de hierro con pivotes verticales. Las dimensiones de las puertas de acceso hacia el interior del edificio oscilan entre los 0.80 y 1.00 metros de ancho y los 2.00 metros de alto.

El sistema de apertura de las diferentes puertas es habitualmente batiente hacia el exterior del edificio, estando sujetas y articuladas mediante bisagras localizadas a unos de los costados de los huecos.



Tipos de puertas de acceso al edificio del Aeromotor "Salinero Canario"

3.2.1.2. Tipos de torres y sus componentes.

Las torres de los molinos de viento Aeromotores “Salineros Canarios” son los elementos intermedios entre los rotores y las maquinarias de bombeo, que habitualmente tienen forma piramidal triangulada construidas en estructura de madera y en escasas ocasiones de estructura metálica, cuya altura total oscila entre los 5.00 y los 10.00 metros, dependiendo fundamentalmente de la dimensión del diámetro del rotor de aspas.

En este tipo de molinos de viento existen tres tipos de torres:

3.2.1.2.1. Torre cuadrada de arriostre.

Este tipo de torre es una estructura realizada en madera y es heredera directa de la torre cuadrada de madera del molino de viento harinero “La Molina”.

El esquema estructural de este tipo de torre está formado por cuatro columnas rectas de secciones rectangulares rigidizadas y trianguladas en su cara exterior por elementos continuos y lineales de madera. El arriostramiento de la torre se forma con piezas de secciones cuadradas o rectangulares transversales cuyas uniones se realizan en caja y en ocasiones se utilizan pernos y pasantes metálicos.

Detalle de la torre del molino de viento harinero “La Molina” en Tefía, Fuerteventura y torre de madera del molino “salinero canario” en Yaiza, Lanzarote.





Detalle de la torre descuadrada de crucetas horizontales de madera con plataforma horizontal donde se posibilita el mantenimiento del rotor y del sistema de transmisión del molino de viento "Salinero Canario". Costa Teguise. Lanzarote.

3.2.1.2.2. Torre descuadrada de crucetas.

Este tipo de torre es una estructura realizada en madera y es la más habitual en este tipo de molinos de viento.

El esquema estructural de este tipo de torre piramidal está compuesto por cuatro columnas rectas de secciones cuadradas, rectangulares o circulares que se disponen ligeramente inclinadas y arriostradas con piezas simples a modo de crucetas horizontales cuyas uniones se realizan en caja, en media madera o con pernos pasantes metálicos. El trazado geométrico habitual de la torre de madera en planta es básicamente de forma cuadrada.

La construcción de las torres de madera es variada dependiendo de la combinación de las piezas de arriostramiento, encontrándose torres con dos o tres crucetas con arriostramiento en horizontal y con arriostramiento en vertical lateral, con crucetas horizontales y jabalcones o con crucetas horizontales y castillete.

Este último modelo de torre de madera supone la máxima evolución de este tipo de torres donde se origina una plataforma construida en madera que permite las labores de mantenimiento del rotor, del sistema de orientación, del sistema de regulación y del sistema de transmisión de este tipo de molinos.



Detalle de distintos tipos de torres piramidales de crucetas horizontales de madera con distintos tipos de plataformas horizontales donde se posibilita el mantenimiento del rotor y del sistema de transmisión del molino de viento "Salinero Canario". Costa Teguise. Lanzarote.



3.2.1.2.3. Torre metálica triangulada.

Este tipo de torre tiene forma piramidal triangulada de hierro y supone una evolución estructural respecto a las torres de madera anteriormente descritas ya que por el cambio de material en su construcción permiten mayores alturas con menor sección de material y su empleo está estrechamente vinculado a la aparición en las Islas Canarias del molino de viento aeromotor “Tipo Americano”.

Su esquema estructural está compuesto por cuatro aristas laterales de secciones angulosas que se disponen ligeramente inclinadas y que se encuentran rigidizadas por elementos de pletinas o alambres de acero entrecruzados cuyas uniones se realizan con tornillos metálicos roscados.

Este tipo de torres se caracterizan principalmente por su aspecto de ligereza debido fundamentalmente a las secciones de los perfiles angulares utilizados, presentado de esta forma menor incidencia de los vientos dominantes sobre los perfiles, pletinas y a veces cables empleados en la construcción de dichas torres, donde predominan por la elegancia y la ligereza frente a la robustez y la pesadez de las diversas tipos de las torres de madera empleadas en el resto de los molinos salineros.

Sin embargo, en las salinas canarias se ha preferido mantener las torres de madera, para sustituir y adaptar los rotores de los antiguos molinos salineros por los novedosos rotores multipala de chapa de los molinos de viento aeromotores “Tipo Americano”

3.2.1.3. Tipos de rotores y sus componentes.

El rotor de aspas es el elemento más característico de un molino de viento ya que constituye el sistema de captación de la energía eólica para transformarla en energía mecánica con el fin de bombear agua del mar hacia los cocederos y los tajos de las salinas.

En los molinos "Salineros Canarios" se han empleado varios tipos de rotores de aspas:

3.2.1.3.1. Rotor de aspas de madera.

Este tipo de rotor es heredero del molino de viento harinero "La Molina" de cuatro a seis aspas construidas en madera y con lonas. Este rotor es la solución más elemental y primitiva de los molinos de viento "Salineros Canarios".

El esquema estructural se origina por el cruce de dos o tres palos largos denominados largueros y un conjunto de palos más pequeños llamados teleras o traviesas que son las que sostienen las lonas de tela de las aspas, que tienen una longitud aproximada de 3.00 metros, una anchura de 1.60 metros y los extremos de mismas se unen con cables entre sí. Para hacer frente a las variaciones de la velocidad del viento es necesario modificar la superficie de las lonas de las aspas, plegando o desplegando las lonas según la fuerza del viento.



Detalle del rotor compuesto por seis aspas de madera. Molina de viento en Tefía. Fuerteventura.

3.2.1.3.2. Rotor de aspas de velas.

Este tipo de rotor es heredero del molino de viento mediterráneo de seis aspas construidas en madera y velas de lonas. Este rotor es la primera solución más habitual de los molinos de viento "Salineros Canarios".

El esquema estructural se origina por el cruce de tres o cuatro palos largos denominados largueros que se arriostan con tirantes metálicos uniendo los extremos de los largueros de madera y que permiten arriostar el rotor sin necesidad de utilizar vigas de madera de gran sección.

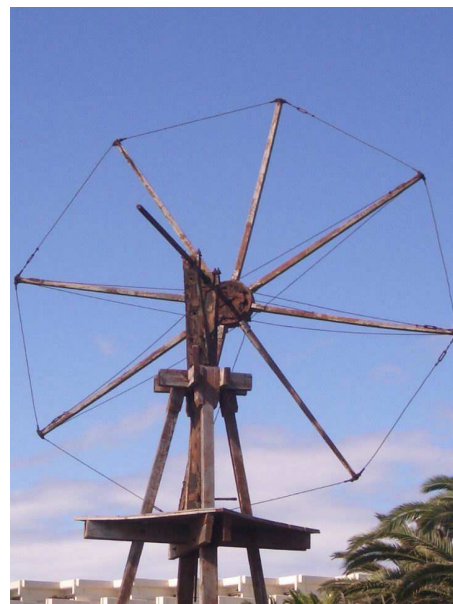
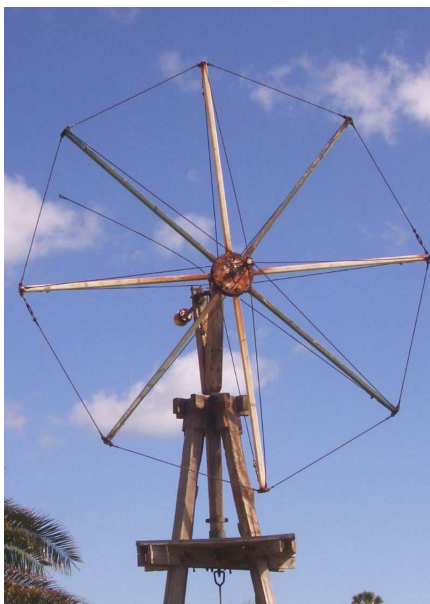
Detalle del arriostramiento mediante cables de los largueros de las aspas del rotor de velas de lonas del molino de viento "Salinero Canario" en Costa Teguise. Lanzarote.



Las velas de lonas tienen forma triangular y van sujetas a un lado por el lado más largo al larguero y por un vértice al larguero contiguo. Tanto las velas de lonas como los tirantes de sujeción de los largueros tienen cierta elasticidad para deformarse frente a la velocidad del viento lo que le confiere cierta cualidad de autorregulación frente a intensidades excesivas del viento. A veces las aspas de lonas triangulares se rompían con facilidad frente a velocidades excesivas del viento aunque la velocidad de giro del rotor podía ser regulada por el procedimiento manual de soltar o recoger velas de las aspas del rotor.

Estas operaciones de mantenimiento del rotor se realizan desde la cubierta del edificio o bien desde una plataforma instalada en la torre de madera.

Detalle de rotores compuestos por ocho aspas de velas de molinos de viento "Salineros Canarios" en Costa Teguise. Lanzarote.



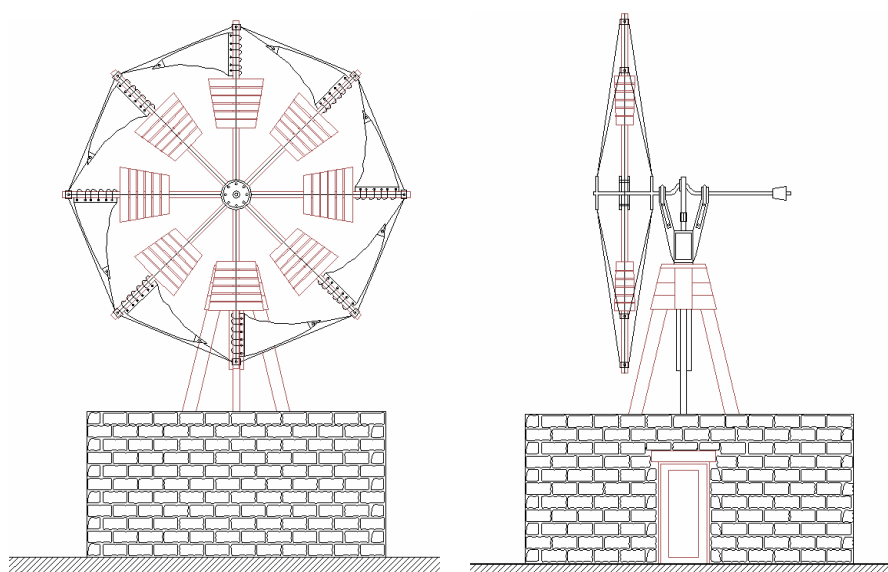
3.2.1.3.3. Rotor mixto de aspas de madera y velas.

Este tipo de rotor fue ideado por los maestros salineros canarios. Se trata de una solución algo rústica sin embargo origina unos principios aerodinámicos del rotor de aspas algo complejos. La función de las aspas de madera era permitir el arranque del rotor mediante su giro ante los vientos débiles que en ocasiones se producen en las salinas.

El esquema estructural se origina por el cruce de tres o cuatro palos largos denominados largueros que se arriostran con tirantes metálicos uniendo los extremos de los largueros de madera y que permiten arriostrar el rotor sin necesidad de utilizar vigas de madera de gran sección.

Las palas de madera tienen formas trapezoidales formadas por cuatro o cinco tablas de madera que se colocan en el centro de los largueros de madera. Las velas de lonas se disponen en los extremos de los largueros, tienen forma triangular y van sujetas a un lado por el lado más largo al larguero y por un vértice al larguero contiguo.

A veces las aspas de lonas triangulares se rompían con facilidad frente a velocidades excesivas del viento aunque la velocidad de giro de este tipo de rotor podía ser regulada por el procedimiento manual de soltar o recoger velas de las aspas del rotor.



Detalle de rotor mixto de ocho aspas de madera y ocho velas de lonas del molino "Salinero Canario" sobre torre piramidal de madera.



Detalle del rotor multipala de chapa metálica. Molino de viento "Salinero Canario". Costa Tegui. Lanzarote.

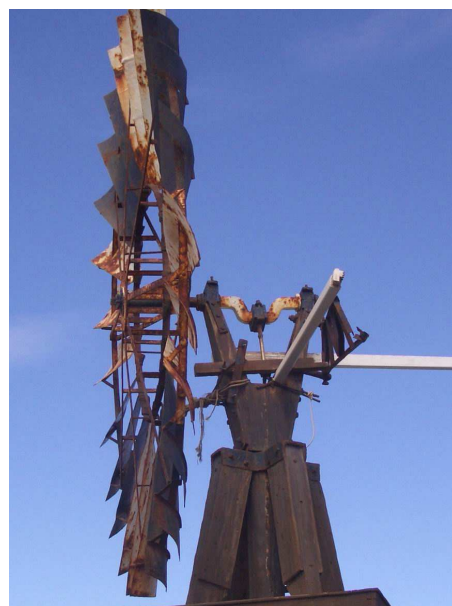
3.2.1.3.4. Rotor multipala de chapa metálica.

Este tipo de rotor es de fabricación artesanal y va ligado a la aparición del metal como elemento estructural y a la aparición comercial de los molinos de viento aeromotores "Tipo Americano". Este tipo molinos de viento de rotor multipala supuso una revolución respecto a las técnicas convencionales de los aeromotores destinados al bombeo de agua, ya que aumentaba la eficiencia de trabajo del mismo y permitía un mantenimiento más sencillo. Este rotor es la segunda solución más habitual de los molinos de viento "Salineros Canarios" que se caracteriza por su aspecto de ligereza y está formado por un número variable de aspas, que tiene un diámetro que oscila entre los 2.00 y 9.00 metros.

Las aspas de este tipo de rotor son unas paletas metálicas de escasos milímetros de espesor y que tienen forma trapezoidal. Dichas aspas se agrupan habitualmente en grupos de tres, con un mínimo de dieciocho aspas y un máximo de veinticuatro y que presentan una forma cóncava hacia el viento. Dichas aspas se fijan mediante roblones metálicos sobre dos ó tres círculos metálicos, minimizando así las vibraciones del viento sobre las esbeltas aspas. Los círculos metálicos donde se fijan las aspas se sostienen sobre un mínimo de seis y un máximo de ocho brazos rígidos metálicos en forma triangular de celosía.



Detalle del rotor multipala de chapa metálica de veinticuatro aspas y ocho brazos rígidos del molino de viento "Salinero Canario" en Costa Tegui. Lanzarote.





Detalle del sistema de orientación manual mediante el sistema de palos del molino de viento "Salinero Canario". Costa Teguise. Lanzarote.

En las zonas costeras de las Islas los vientos son generalmente regulares y mantienen una dirección constante durante largos periodos de tiempo y por eso gran parte de los molinos salineros canarios poseen un sistema de orientación manual.

3.2.1.3.5. El sistema de orientación del rotor de aspas.

En los molinos de viento "Salineros Canarios" se pueden distinguir dos sistemas de orientación del rotor de aspas hacia los vientos dominantes:

3.2.1.3.5.1. Sistema de palos.

Este sistema de orientación manual consiste en dos elementos lineales de madera que se sitúan en parte posterior de la estructura del sistema de transmisión y que poseen dos poleas en los extremos de dichos elementos que mediante un cabo y un contrapeso permiten de forma manual orientar el rotor de aspas.

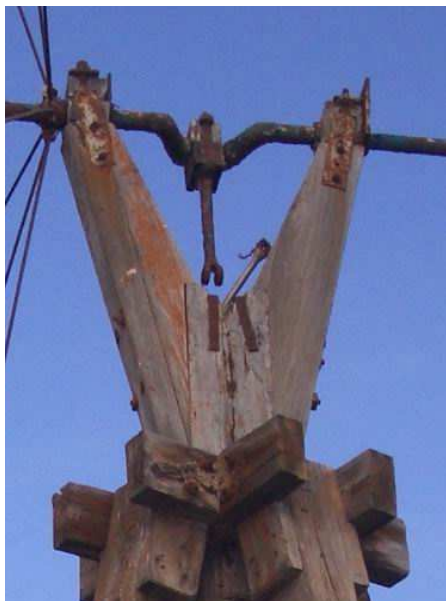


Detalle del sistema de orientación de palos. Molino "Salinero Canario"

3.2.1.3.5.2. Sistema de veleta o cola de orientación.

La aparición del rotor multipala de chapa metálica de los molinos de viento aeromotores "Tipo Americano" en Canarias supuso la adaptación del sistema de orientación automática de este tipo de molinos a los molinos "Salineros Canarios".

La cola de orientación se sitúa en la parte posterior del rotor multipala y su misión es detectar la dirección del viento, así como orientar de forma automática el rotor frente a los vientos dominantes, permitiendo un mejor aprovechamiento de los mismos.



Detalle del sistema de transmisión de Biela-Manivela del molino de viento "Salinero Canario". Costa Tegui. Lanzarote.

3.2.1.3.6. La transmisión.

La transmisión es el elemento encargado de convertir el movimiento giratorio del rotor de aspas en un movimiento lineal (de arriba hacia abajo) mediante un eje metálico denominado vástago o vergajón que permite accionar una bomba de aspiración de pistón o de émbolo.

El sistema de transmisión está formado por varios tipos de elementos de entre los cuales destacamos los siguientes:

3.2.1.3.6.1. La Biela-Manivela.

Este sistema de transmisión es de los más antiguos, cada giro del rotor de aspas se corresponde a un ciclo de desplazamiento vertical de la bomba. Este sistema está formado por el eje horizontal metálico de sección circular del rotor y una excéntrica. Gran parte de los molinos "Salineros Canarios" poseen unas excéntricas que son producto de una deformación impuesta al eje metálico horizontal del rotor y en otras ocasiones están formadas por varias piezas de hierro de fundición que se acoplan al eje horizontal del rotor donde se acopla el eje vertical metálico que trasmite el movimiento lineal a la bomba.

Detalle de los brazos de la estructura soporte del sistema de transmisión. Molino de viento "Salinero Canario" en Costa Tegui. Lanzarote.

La estructura soporte.

Esta estructura tiene forma de "Y", es el soporte del eje horizontal metálico del rotor y de la excéntrica, que se construye habitualmente en madera. Esta estructura soporte tiene dos elementos principales que son los siguientes:

Los Brazos.

Este elemento se construye inicialmente en madera para luego posteriormente se fueron reforzando con pletinas metálicas hasta que con el paso del tiempo se construye en hierro de fundición. Los brazos constituyen la parte superior de la estructura soporte, se inclinan hacia el exterior en forma de "V" y soportan el eje horizontal metálico del rotor.



El Tronco.

Este elemento es de sección circular de unos 20 cm. de diámetro, que se construye en madera y que sirve de guía al eje vertical metálico denominado vástago o vergajón.

El tronco constituye la parte inferior de la estructura soporte del sistema de transmisión. En el extremo superior de este elemento se encajan los brazos y el extremo inferior del mismo finaliza en las crucetas horizontales que rigidizan la torre de madera a mitad de su altura.



Detalle del sistema de transmisión Biela-Manivela y de la estructura soporte de la transmisión del molino de viento "Salinero Canario". Costa Teguise. Lanzarote.



Detalle del vástago metálico y tubo de descarga del molino de viento "Salinero Canario" en salinas del Janubio, TM de Yaiza. Lanzarote.

3.2.1.4. La maquinaria y sus componentes.

La maquinaria de este tipo de molinos de viento "Salineros Canarios" destinados a bombear agua del mar hacia los cocederos y los tajos consta de una bomba metálica de aspiración de pistón que se pone en marcha por el movimiento lineal (de arriba hacia abajo) del vástago o vergajón metálico que proviene del sistema de transmisión. Los componentes más característicos de la maquinaria son los siguientes:

3.2.1.4.1. El vástago o vergajón.

Es un elemento metálico habitualmente de sección circular de 4 a 5 centímetros de espesor a modo de un eje vertical que proviene del sistema de transmisión que está situado en la parte superior de la torre del molino y que desciende para accionar la bomba de aspiración mediante un movimiento lineal (de arriba hacia abajo).

3.2.1.4.2. El tubo de descarga.

Es el elemento que permite la salida del agua del mar hacia los cocederos y los tajos que se sitúan a un nivel superior al nivel del mar y donde se cristaliza la sal por la evaporación del agua del mar. Los diámetros y las dimensiones de estos tubos son de naturaleza variable ya que dependen exclusivamente del tamaño de las bombas de aspiración y del rendimiento de los molinos, que su vez dependen de la velocidad del viento, del diámetro del rotor de aspas y de la altura de bombeo.

3.2.1.4.3. La bomba de aspiración.

La bomba se enlaza a la tubería de aspiración que se sitúa en el interior del pozo. Las bombas de aspiración son bombas de pistones y que están protegidas por un cilindro hueco metálico a modo de camisa, que disponen de un embolo y válvulas de cobre o de acero inoxidable. En alguna de estas instalaciones se utilizan motores de gasolina o diesel acoplados a las bombas en caso de calmas de viento, siendo un seguro de este tipo de molino de viento.

Detalle del vástago metálico, tubo de descarga y bomba de aspiración de pistón. Molino de viento "Salinero Canario". TM Tegui. Lanzarote.





Detalle del estancadero de agua de mar y del molino de viento "Salinero Canario" de rotor de ocho aspas de velas de lonas y torre descuadrada de arriostre de madera. Lanzarote.

3.2.2. Funcionamiento del molino de viento.

El sistema de bombeo de agua de mar hacia los cocederos y los tajos que son los lugares donde se almacena el agua de mar y donde cristaliza la sal funciona cuando el rotor de aspas se orienta de forma manual ó automática en la dirección del viento.

Una vez que el rotor empieza a girar al captar la energía cinética del viento el sistema de transmisión biela-manivela se encarga de convertir el movimiento giratorio en un movimiento lineal a través de un eje metálico de sección circular denominado vástago o vergajón y que permite accionar la bomba.

Detalle del tubo de descarga del agua de mar procedente de la bomba hacia los cocederos y los tajos de las salinas. Molino de viento "Salinero Canario" en las salinas del Janubio, TM de Yaiza. Lanzarote.



Detalle de los tajos de las salinas del Janubio. TM de Yaiza. Lanzarote.



La bomba de aspiración es una bomba de pistón que se enlaza a una tubería situada en el interior del agua de mar y que está protegida por un cilindro hueco metálico a modo de camisa. El agua de mar se bombean hacia los cocederos que son unas balsas con el fondo de barro donde se concentra el agua antes de pasarla a los tajos que son balsas de pequeño tamaño con el fondo de barro en donde cristaliza la sal por la evaporización del agua de mar. En algunos molinos de viento de este tipo se utilizan motores de gasolina o diesel acoplados a las bombas cuando existían calmas de viento muy prolongadas, siendo un seguro para este tipo de molinos.



Detalle de molino de viento "Salinero Canario" de rotor de ocho velas y torre descuadrada de crucetas de madera en Costa Teguise. Lanzarote.

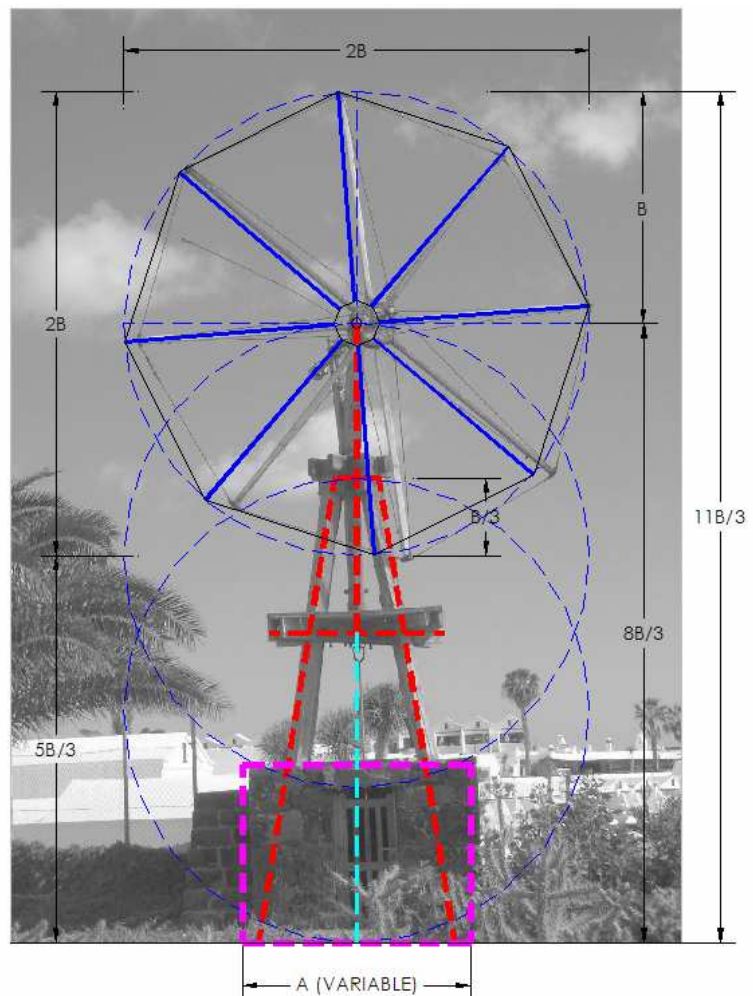
Detalle de molino de viento "Salinero Canario" de rotor de ocho velas y torre descuadrada de crucetas de madera en Costa Teguise. Lanzarote.



3.2.3. Proporciones geométricas del molino.

El molino de viento "Salinero Canario" guarda una proporción aproximada a la Ley de Tercios, que es una norma clásica de composición muy utilizada en el Renacimiento durante el siglo XV. Debido a la gran variedad y diversidad de tipos de los molinos de viento salineros que se construyen en las Islas Canarias, existe variabilidad en cuanto a sus dimensiones.

Gran parte de los molinos salineros existentes en las salinas canarias responden principalmente a dos tipos: el molino de rotor de velas, que es el más utilizado y el molino de rotor multipala de chapa metálica, ambos sobre una torre piramidal de madera.



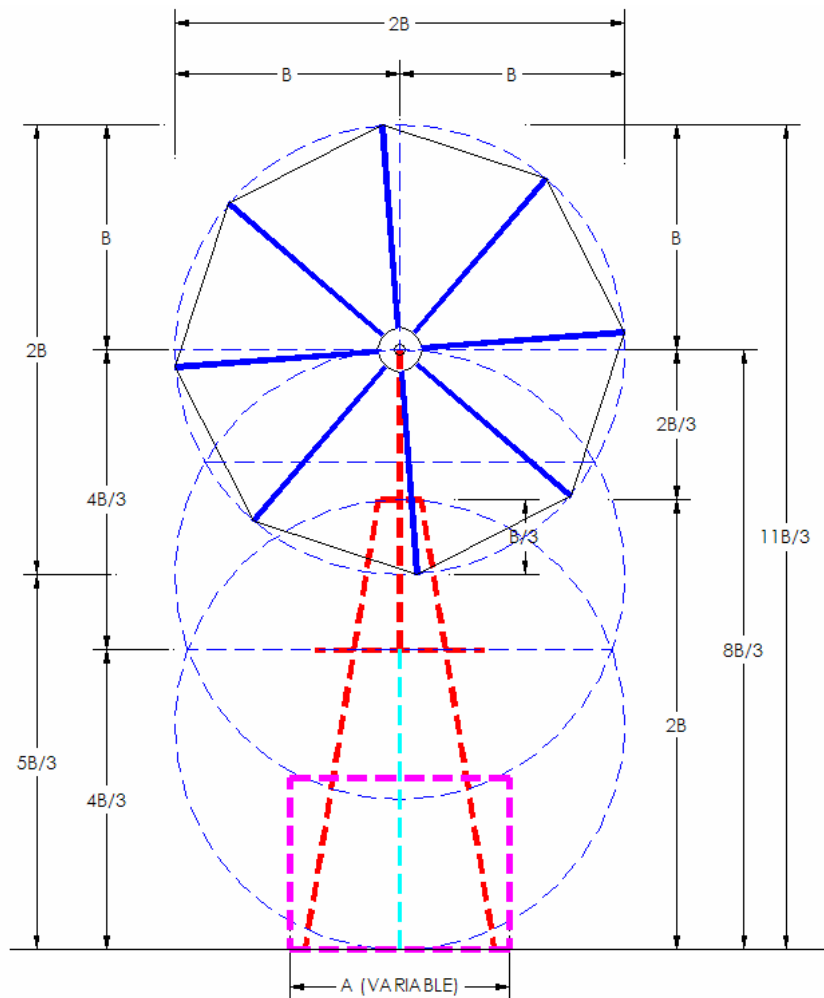
Proporciones geométricas del molino salinero canario de rotor de velas.



Detalle de molino de viento "Salinero Canario" de rotor de ocho velas y torre descuadrada de crucetas de madera en Costa Teguise. Lanzarote.

La altura de las torres de este tipo de molinos de viento está en función del diámetro del rotor empleado, con una altura de torre mínima que oscila entre los 6.00 metros a 8.00 metros, evitando las fluctuaciones y ondulaciones del viento sobre la superficie del terreno.

En los molinos de viento "Salineros Canarios" de rotor de velas de lona y torre piramidal de madera la magnitud de referencia corresponde con el radio del rotor de aspas (B) siendo su dimensión máxima de 3.00 metros. La altura total de este tipo de molinos es de aproximadamente dos diámetros la dimensión del rotor de aspas, estando desfasados en vertical la dimensión de un tercio de la dimensión del radio del rotor.



Proporciones geométricas del molino salinero canario de rotor de velas.

En este tipo de molinos de viento la altura del edificio no es significativa debido a que la morfología y las dimensiones del edificio que asegura la estabilidad y el empotramiento de las torres son de dimensiones y de naturaleza variable. Es por ello que a efecto de proporciones geométricas, este tipo de molino se organiza en dos partes bien diferenciadas que son el rotor de aspas y la torre piramidal de madera.

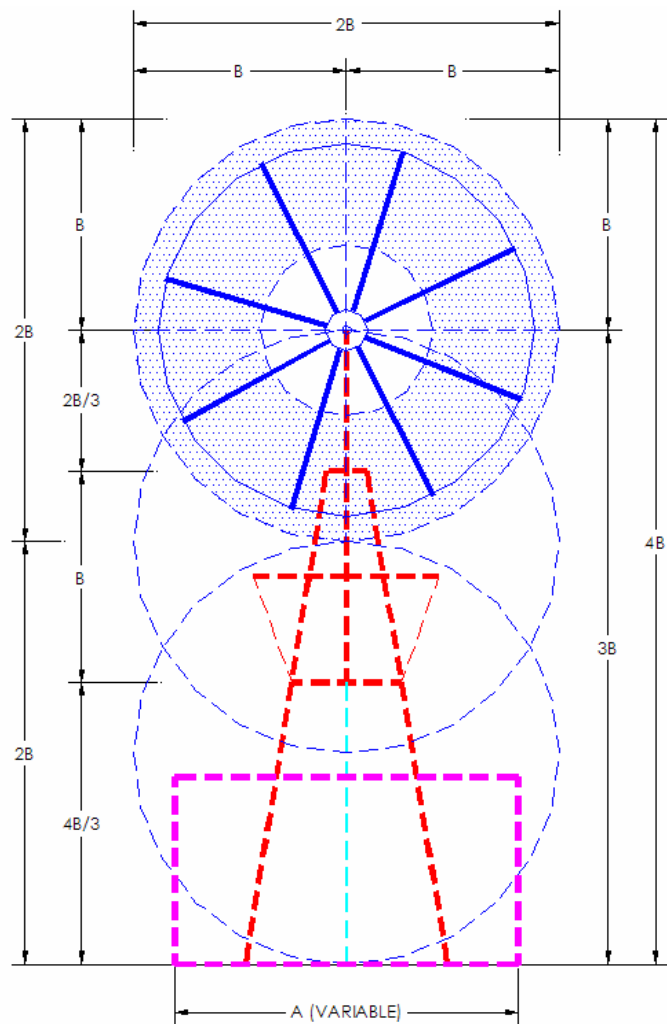
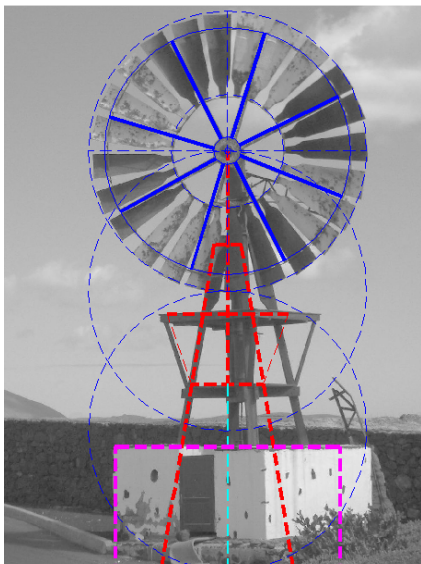


Detalle del molino "Salinero Canario" de rotor multipala metálica y torre piramidal de madera. Costa Teguse. Lanzarote.

En los molinos de viento "Salineros Canarios" de rotor multipala de chapa metálica y torre piramidal de madera la magnitud de referencia corresponde con el radio del rotor de aspas (B) siendo su dimensión máxima de 3.00 metros. La altura total de este tipo de molinos es de aproximadamente dos diámetros la dimensión del rotor de aspas. Con respecto a las proporciones geométricas, este tipo de molino se organiza en dos partes bien diferenciadas que son el rotor de aspas y la torre piramidal de madera.

Las proporciones geométricas que se muestran a continuación dependen de las tolerancias existentes en la construcción de este tipo de molinos de viento.

Proporciones geométricas del molino salinero canario de rotor multipala. Costa Teguse. Lanzarote.

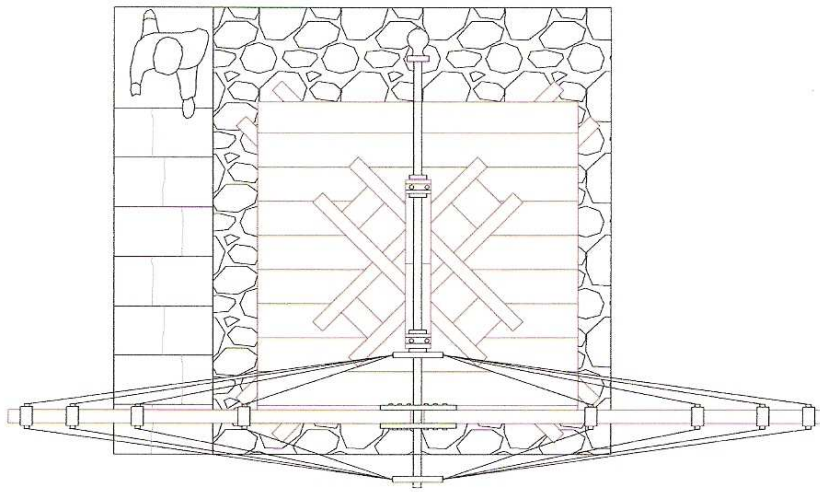


Proporciones geométricas del molino salinero canario de rotor multipala.

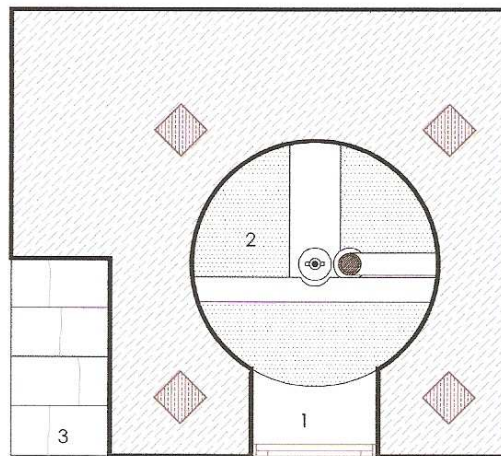
**3.1.5. Planos del molino “Salinero Canario” de rotor de
aspas de velas de lona y torre descuadrada de
cruceas de madera. Costa Teguise. Lanzarote.**



PLANTA DE CUBIERTA



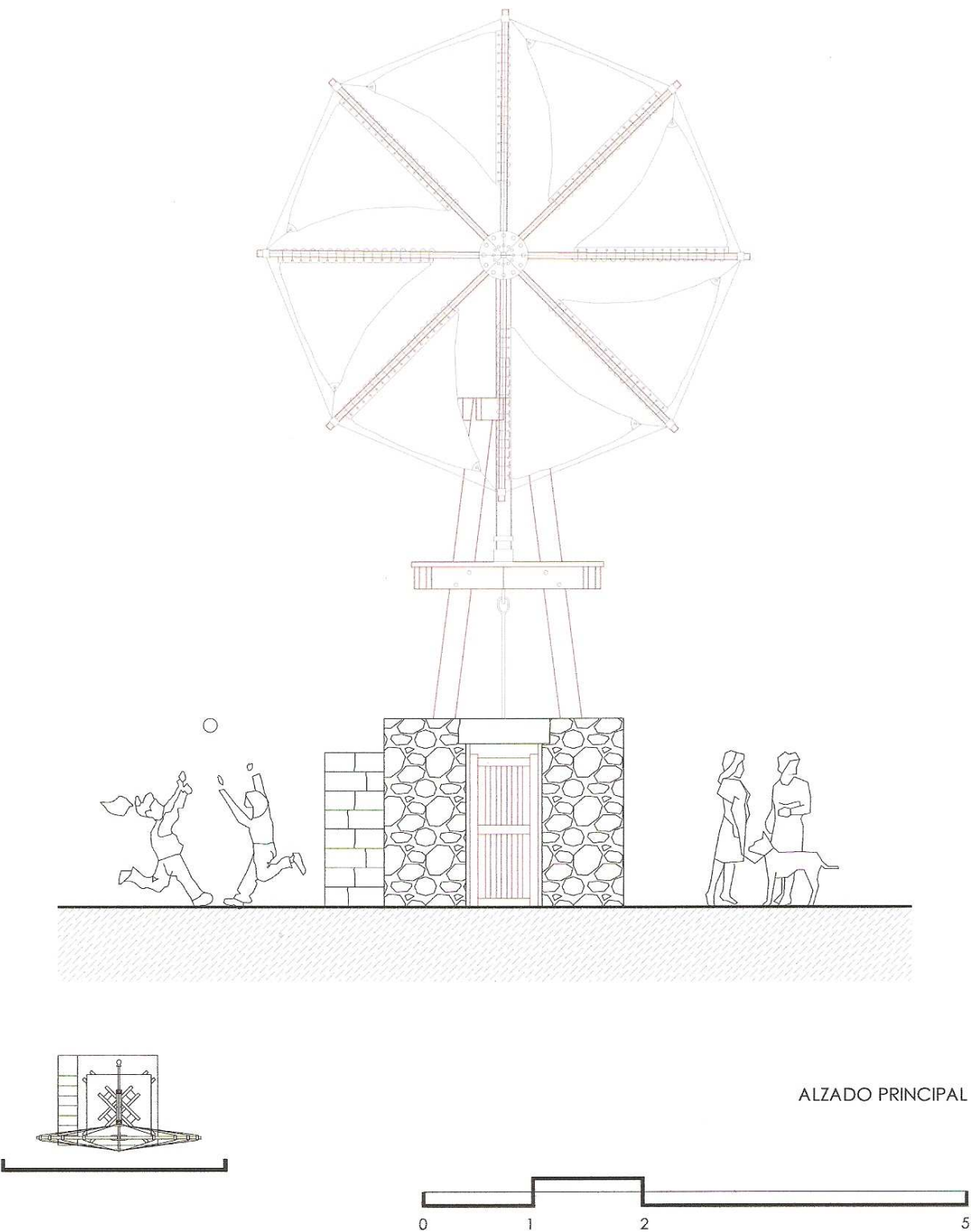
PLANTA BAJA

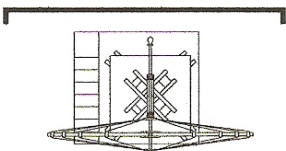
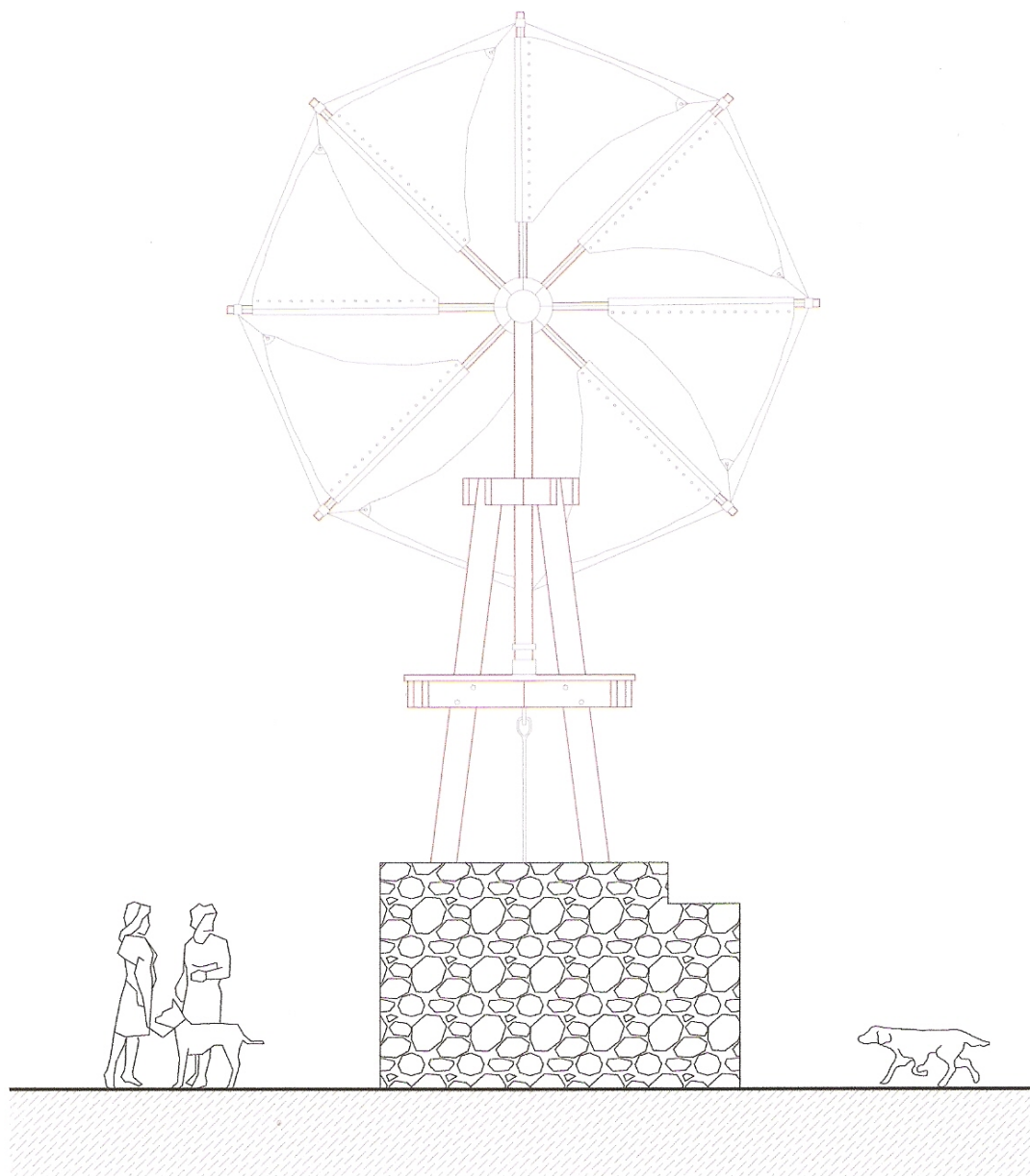


LEYENDA

1. Puerta de acceso al edificio. 2. Pozo de agua. 3. Escalera.

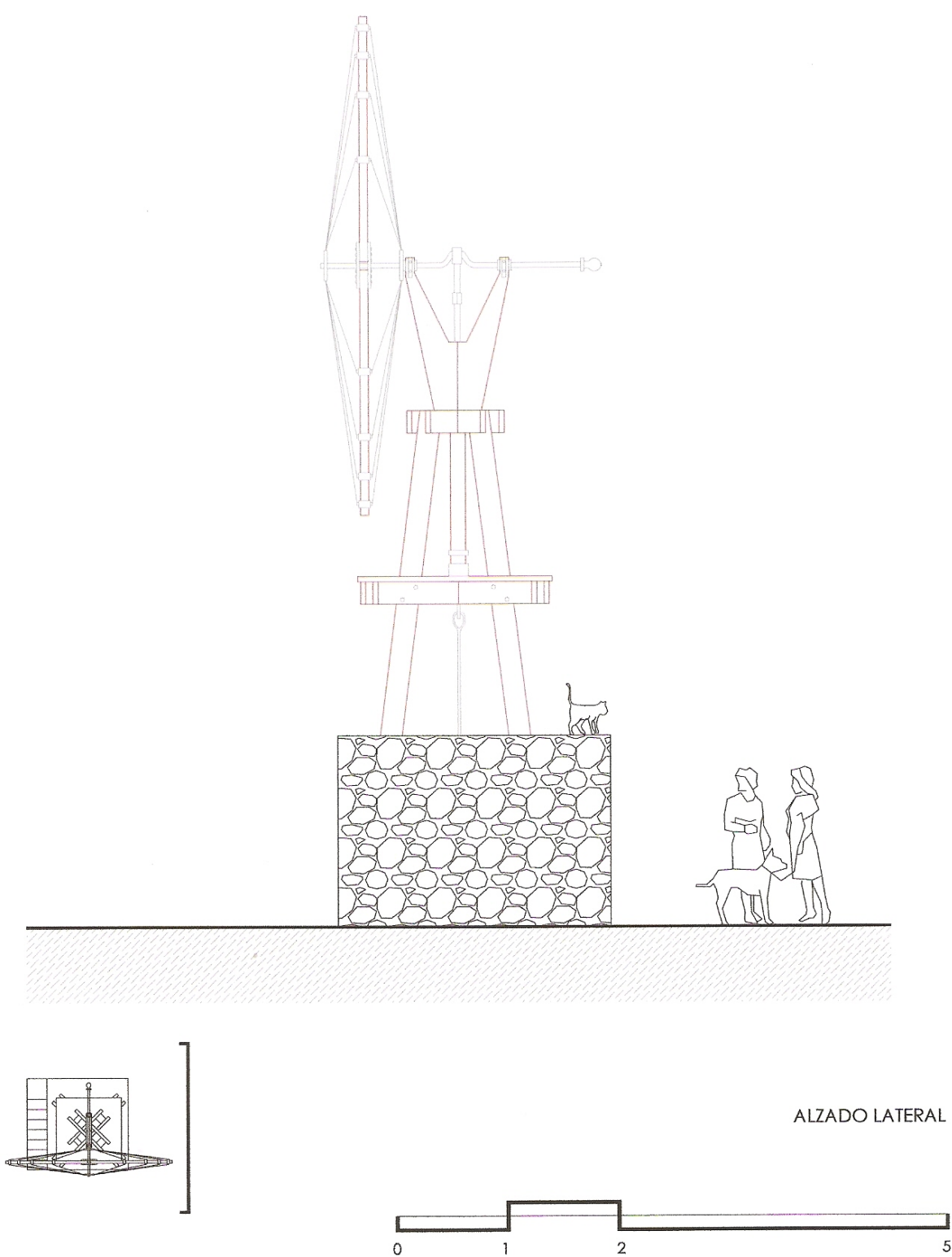


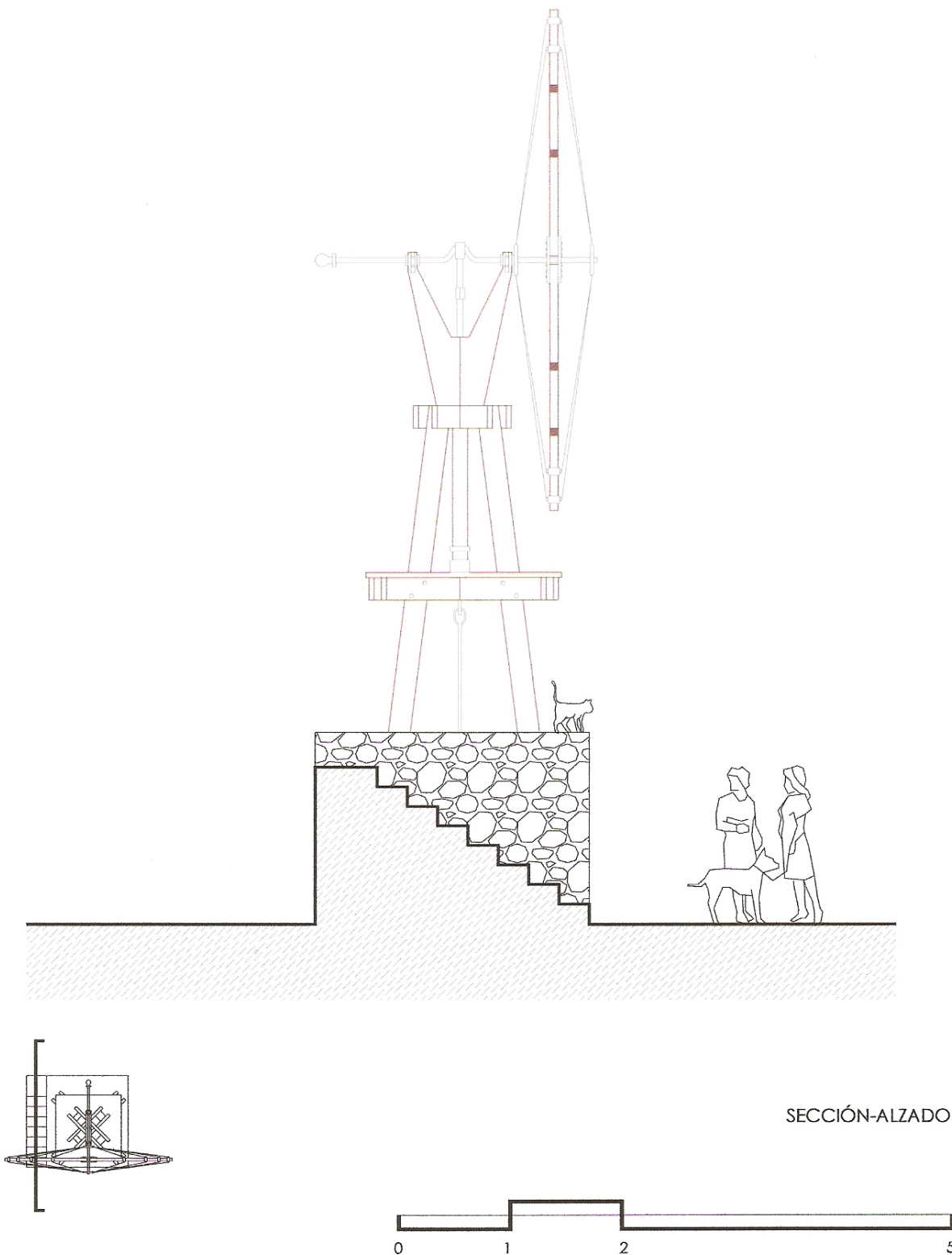




ALZADO POSTERIOR

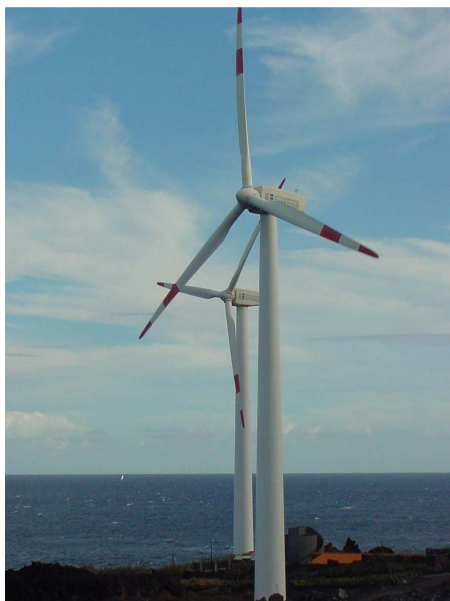






Los Molinos Aerogeneradores





Aerogeneradores de rotor tripala y torre tubular de acero. TM de Mazo. La Palma.

4.1. Molino de viento “Aerogenerador de rotor tripala”.

Éste molino de viento transforma la energía cinética del viento en energía mecánica para posteriormente transformarla en energía eléctrica a través de un generador eléctrico. En las Islas Canarias predominan mayoritariamente los aerogeneradores de torre tubular de acero de sección circular o troncocónica y en menor medida las torres de estructura metálica trianguladas, que soportan un chasis denominado góndola donde se alojan un conjunto de subsistemas tales como el generador eléctrico, los engranajes, los sistemas de seguridad, el sistema de orientación, etc., y en cuyo extremo se sitúa el rotor compuesto por tres aspas de sección aerodinámica.



Aerogeneradores de rotor tripala en el Polígono Industrial de Arinaga. TM Agüimes. Gran Canaria.

4.1.1. Descripción de los elementos del molino.

4.1.1.1. La torre y sus elementos constructivos.

La torre es el elemento de apoyo del rotor de aspas y del resto de componentes del aerogenerador, que están situados en el interior de la góndola y que corona la torre en su parte superior. En la actualidad las torres tienen una dimensión en altura que oscila entre los 40 a 90 metros. Existen dos tipos de torres en un aerogenerador de eje horizontal:

4.1.1.1.1. Torres tubulares.

Este tipo de torres son de acero y tienen forma circular, troncocónica o mezcla de ambas. Estas torres son huecas en el interior para facilitar el acceso a la góndola del personal de mantenimiento a través de una escalera vertical. Su esquema estructural está compuesto por un conjunto piezas de sección circular o troncocónica que se unen entre sí mediante pernos roscados.

Detalle de la escalera interior en una torre tubular de acero.



4.1.1.1.2. Torres de celosía.

Este tipo de torres tienen forma piramidal triangulada. Su esquema estructural está compuesta por cuatro aristas laterales metálicas con perfiles angulares y que se rigidizan entre sí mediante pletinas metálicas o otros perfiles angulares, y cuyas uniones entre sí se realizan mediante soldadura o con tornillos metálicos roscados.

Las torres tubulares de acero tienen un coste alto, ya que su fabricación requiere maquinaria especializada y el transporte hasta el lugar del emplazamiento es difícil y costoso, sin embargo son las más utilizadas para aerogeneradores de media y gran potencia. Las torres de celosía tienen un coste relativamente bajo, se construyen fácilmente y el transporte carece de dificultad, sin embargo requieren mucho mantenimiento y se utilizan para aerogeneradores de baja potencia.

Detalle de los dos tipos de torres de los molinos aerogeneradores de rotor tripala en TM de Mazo, La Palma y en Polígono Industrial de Arinaga. TM Agüimes. Gran Canaria.



4.1.1.2. El rotor y sus componentes.

El rotor de este tipo de molino de viento está formado por tres palas con forma aerodinámica, similares a las alas de los aviones. El diámetro del rotor de aspas está en función de la potencia eléctrica deseada y los diámetros más utilizados desde el punto de vista de la rentabilidad oscilan entre los 40 y los 90 metros.

La misión del rotor de aspas de este tipo de molino de viento es captar la energía cinética del viento para convertirla en energía mecánica y posteriormente impulsar un generador eléctrico para obtener energía eléctrica. Los componentes más característicos del rotor son los que a continuación se describen:



Detalle del rotor tripala de un aerogenerador. Arinaga. Gran Canaria.

4.1.1.2.1. Las palas o aspas.

Las palas son los elementos más importantes del rotor de una aerogenerador, de su naturaleza dependen el rendimiento y la longevidad del aerogenerador. Las palas se diseñan con formas aerodinámicas con la finalidad de obtener un aprovechamiento máximo de la captación del viento y se construyen con materiales que atienden a la resistencia estructural, la resistencia a la fatiga, a la rigidez, la resistencia de los agentes medioambientales y minimizar la emisión de ruidos acústicos.



Detalle del cubo del aerogenerador de tres palas de la marca Nordex.

La longitud de las palas está en función de la potencia deseada y con ella la frecuencia de rotación máxima, evitando las tensiones excesivas en las puntas de las palas debidas a las fuerzas centrífugas, las fatigas y los ruidos generados por las mismas. La anchura de las palas no interviene en la potencia del aerogenerador, ya que esta depende sólo de la superficie barrida por el rotor. Las palas cuanto más finas y ligeras son más velocidad de rotación se obtienen.

Actualmente las palas se construyen de materiales compuestos, fibra de vidrio y poliéster, que suponen resistencias elevadas con escaso peso y costes reducidos. Los conocimientos compartidos en la investigación de estos materiales junto con otras disciplinas como son la aviación y las navieras, hacen que se obtengan mayores propiedades resistentes, posibilitando alargar la vida útil de estos materiales a largo plazo.

4.1.1.2.2. El cubo o buje.

Es el elemento donde se unen las palas y mediante el cual la potencia captada por el rotor se transmite al eje principal que se sitúa en el interior de la góndola. En los aerogeneradores de tres palas el cubo es rígido, y consiste en una estructura metálica hueca que permite el acoplamiento de las palas a través de pernos roscados.

Detalle de nariz del aerogenerador de tres palas de la marca Made.



4.1.1.2.3. La nariz.

Es la cubierta frontal con forma de cono que sirve para desviar el viento, eliminando las turbulencias que se generan en el centro frontal del rotor.

4.1.1.3. La maquinaria y sus componentes.

La misión de la maquinaria de un aerogenerador es la de transformar la energía mecánica obtenida por el rotor de aspas y que proviene de la energía cinética del viento para transformarla en energía eléctrica accionando un generador eléctrico.

Los componentes más característicos de la maquinaria de este tipo de molinos de viento son los que a continuación se describen:

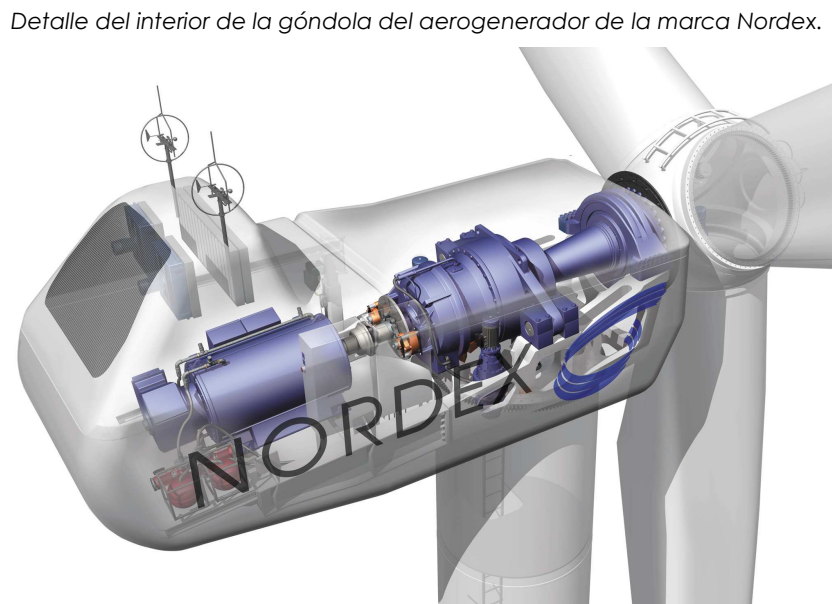
4.1.1.3.1. La góndola.

Este elemento está constituido por una estructura metálica a base de perfiles de acero soldados y placas de fibra de vidrio. Sobre este chasis se sitúan el resto de los componentes de la maquinaria del aerogenerador (transmisión, regulación, generador eléctrico, etc.) y que se protegen mediante una cubierta cuya misión es proteger los elementos de la maquinaria de los agentes agresivos del medio ambiente.

La dimensión y el peso de este elemento dependen de las cargas que deseen soportar, además de posibilitar la entrada al personal de mantenimiento desde el interior de la torre.



Detalle de la góndola sobre la torre de un aerogenerador de rotor de tres palas en el polígono industrial de Arinaga en el TM de Agüimes, Gran Canaria.



Detalle del interior de la góndola del aerogenerador de la marca Nordex.

4.1.1.3.2. La transmisión.

La transmisión se acopla al eje horizontal del rotor y es el elemento encargado de transferir la potencia obtenida del movimiento giratorio del eje del rotor de aspas al generador eléctrico. La transmisión puede ser de dos tipos:

4.1.1.3.2.1. Caja multiplicadora.

Es un conjunto de engranajes que transforman la baja velocidad a la que gira el eje del rotor de aspas a una velocidad más elevada haciendo girar el generador. En la actualidad los aerogeneradores que utilizan cajas multiplicadoras utilizan el subsistema de tipo planetario, ya son sistemas más compactos, pesan poco y emiten menos ruido.

4.1.1.3.2.2. Directa.

Este sistema de transmisión se instala en determinados aerogeneradores, de fabricación muy especializada y de grandes dimensiones. El sistema consiste en acoplar el rotor de aspas directamente al generador eléctrico.

4.1.1.3.3. El generador eléctrico.

Es el elemento encargado de transformar la energía mecánica procedente de la energía cinética del viento captada por el rotor de aspas en energía eléctrica. La energía obtenida se volcará a un punto de consumo anexo al aerogenerador mediante la acumulación en baterías o bien se vierte directamente a la red eléctrica.

Existen dos tipos de generadores eléctricos empleados en los aerogeneradores:

4.1.1.3.3.1. Generadores síncronos.

Este tipo de generadores son los empleados por los aerogeneradores de baja potencia, aquellos que se sitúan en lugares aislados y no conectados a la red eléctrica general.



Sensores de velocidad y dirección del viento para la orientación del rotor y situados en la góndola de un aerogenerador de gran potencia de rotor tripala de la marca Nordex.

Detalle de los frenos aerodinámicos en la punta de las palas de un rotor de tres palas de un aerogenerador de la marca comercial made en el polígono industrial de Arinaga, TM de Agüimes, Gran Canaria.



4.1.1.3.3.2. Generadores asíncronos.

Este tipo de generadores son los empleados por los aerogeneradores de media y gran potencia presentes en los parques eólicos que vierten la energía eléctrica obtenida a la red eléctrica general.

4.1.1.3.3.4. La regulación de potencia y de control.

Ambos sistemas se encuentran totalmente integrados. Dada la variabilidad en la intensidad del viento se precisan de sistemas que regulen la velocidad de rotación y la potencia de salida para que no se ponga en riesgo la estabilidad de los aerogeneradores y los sistemas de control permiten detener o arrancar los aerogeneradores a voluntad. Los métodos que se emplean para el control de la potencia van desde la variación del ángulo de paso o de calado de las palas, consistente en abatir las palas fijas de forma aerodinámica ante la velocidad angular del rotor a partir de una velocidad específica hasta el empleo de los servomecanismos, que consisten en controlar el ángulo en que el perfil aerodinámico de las palas se presentan al viento.

4.1.1.3.5. El sistema de orientación.

Este sistema tiene la misión de mantener el rotor de aspas en un plano perpendicular a la dirección del viento para captar la máxima energía. Actualmente la mayoría de los aerogeneradores de media y gran potencia utilizan sistemas de tipo activo, compuestos de componentes electrónicos (servomecanismos) que señalan la dirección del viento y que posibilitan el giro de la góndola hacia la dirección del viento. Estos sistemas se sitúan en la parte superior de la góndola y en el extremo opuesto del rotor de aspas.

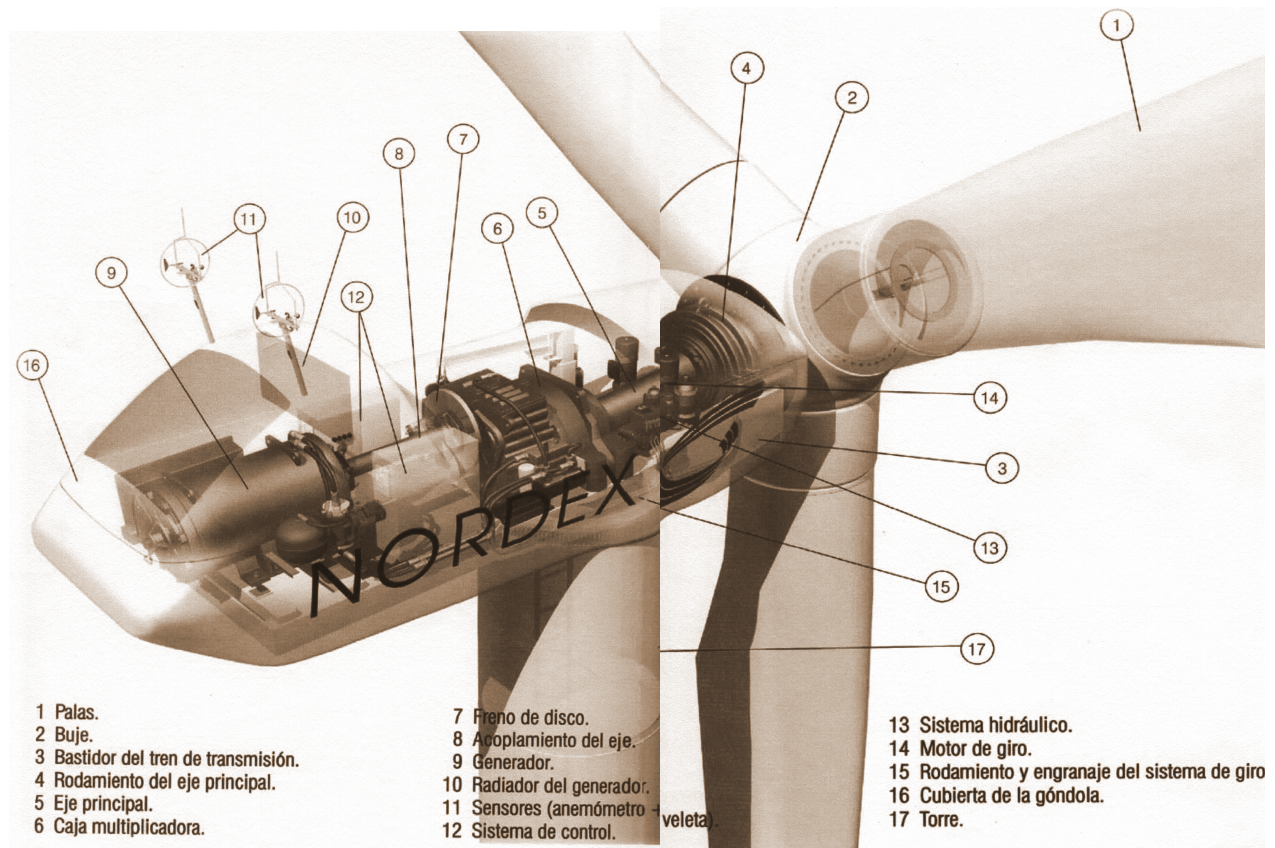
4.1.1.3.6. Sistemas de seguridad.

Estos sistemas tienen la misión de proteger la integridad del aerogenerador. Ante una situación anómala del viento lo eficaz es el paro forzado, utilizando los frenos de disco, el control del ángulo de paso de las palas y los frenos aerodinámicos situados en punta de palas.

4.1.1.3.7. Los controladores electrónicos locales.

Las funciones principales de estos elementos son la de controlar los procesos de inicio de operación y conexión a las líneas eléctricas, la regulación de la velocidad y la potencia de salida, la orientación del rotor respecto a la dirección del viento, los paros forzados, adquirir y procesar datos (velocidad y dirección del viento, temperaturas, presiones, y vibraciones) correspondientes al funcionamiento del aerogenerador.

A continuación se enumeran los componentes de un aerogenerador de rotor tripala de la marca comercial Nordex.





Detalle aerogenerador de media y baja potencia. Polígono industrial de Arinaga. TM Agüimes, Gran Canaria.

4.1.2. Funcionamiento del molino de viento.

El aerogenerador capta la energía cinética del viento por medio de un rotor de aspas transformándola en energía mecánica por medio del eje de rotación, para posteriormente transformarla en energía eléctrica a través de un generador eléctrico. Los aerogeneradores producen energía eléctrica de dos formas: en conexión directa a la red eléctrica general o bien de forma aislada.

Los aerogeneradores de baja potencia generan electricidad de forma aislada. La energía eléctrica se almacena en baterías ya que se utilizan para usos domésticos, agrícolas y en pequeñas industrias.



Detalle de aerogeneradores de rotor tripala y torre tubular de acero en el TM de Garafía. La Palma.



Parque eólico de aerogeneradores. Arinaga, TM Agüimes Gran Canaria.

Los aerogeneradores de gran potencia producen energía eléctrica y vierten la energía directamente a la red eléctrica general. En la actualidad, la mayor rentabilidad se obtiene a través de la agrupación de los aerogeneradores de media y gran potencia que se conectan entre sí en los parques eólicos, que son extensiones de terrenos grandes donde se agrupan los aerogeneradores formando una única fila o bien con agrupaciones al tresbolillo. La energía eléctrica se transporta mediante cables subterráneos desde cada aerogenerador hasta la central de transformación del parque eólico donde se eleva a alta tensión para conectarla a la red general de distribución eléctrica.

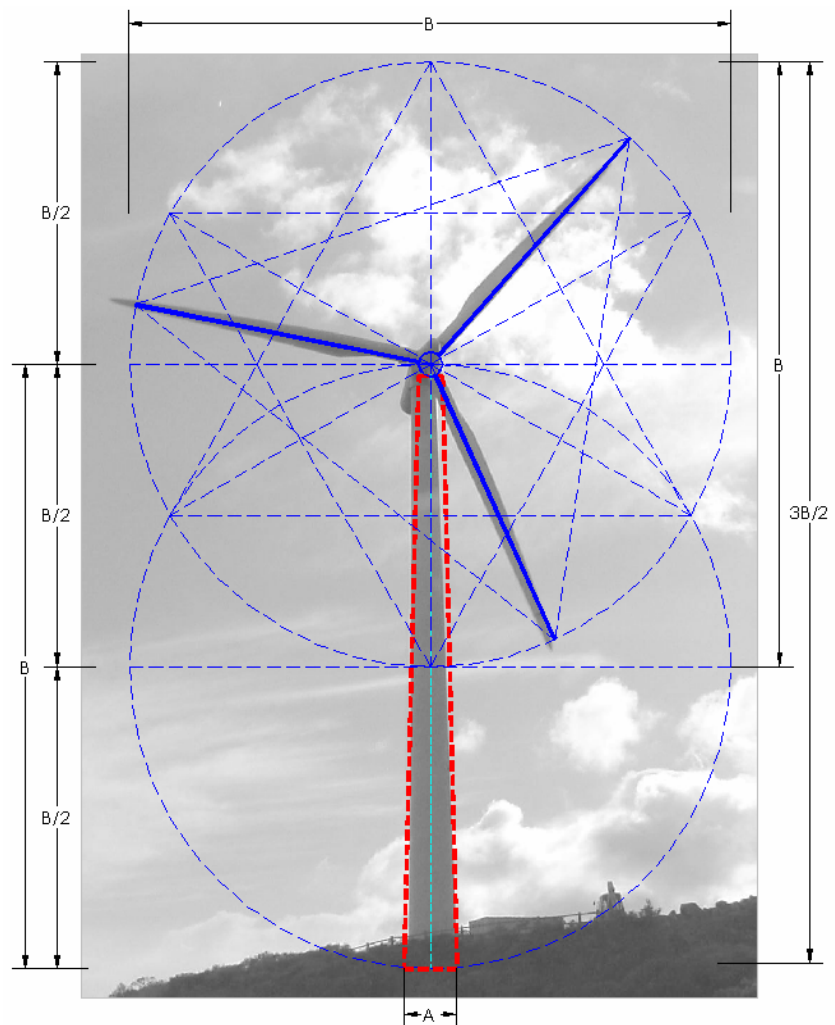


Molino de viento aerogenerador de torre tubular y rotor de tres palas en TM de Mazo. La Palma.

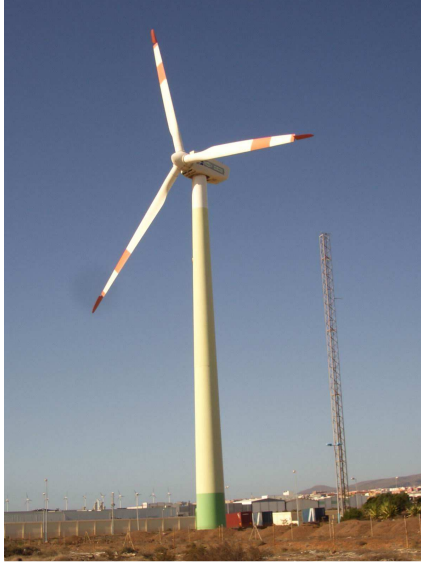
4.1.3. Proporciones geométricas del Aerogenerador.

El molino de viento aerogenerador de torre tubular de acero de forma troncocónica y rotor de tres palas guarda una proporción muy aproximada a la Ley de Tercios. La formulación de la Ley de Tercios está directamente relacionada con la teoría de la Sección Áurea y debido a la gran variedad de marcas comerciales constructoras de aerogeneradores existen variabilidad en cuanto a sus dimensiones.

No obstante, las dimensiones de los aerogeneradores varían según la potencia eléctrica que se desee obtener, de este modo se fija inicialmente el diámetro del rotor para luego decidir la altura de la torre.



Proporciones geométricas de la torre y el rotor del Aerogenerador.

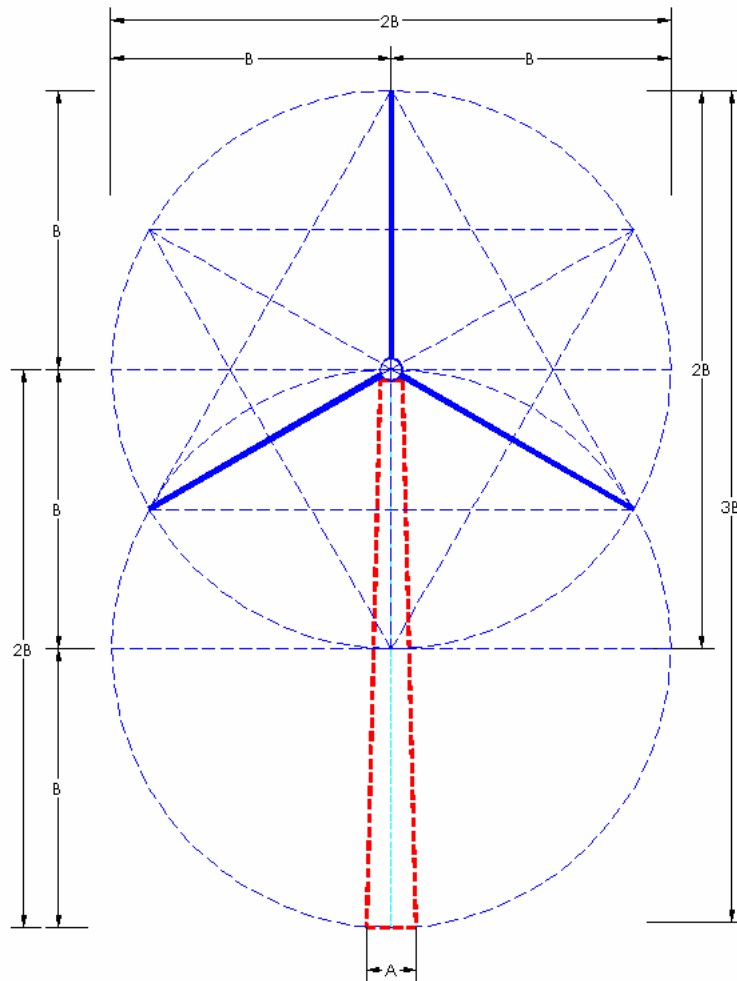


Molino de viento aerogenerador de torre tubular y rotor de tres palas en el polígono industrial de Arinaga, TM de Agüimes, Gran Canaria.

La dimensión de la altura de la torre tubular de acero es de dos veces la dimensión del radio del rotor (B). Habitualmente la dimensión en altura de la torre equivale al diámetro del rotor de aspas.

En cualquier caso, la altura total de la mayoría de los aerogeneradores depende del coste de construcción y de la mayor energía que se puede extraer del viento, como consecuencia de las mayores velocidades que éste posee en función de la altura.

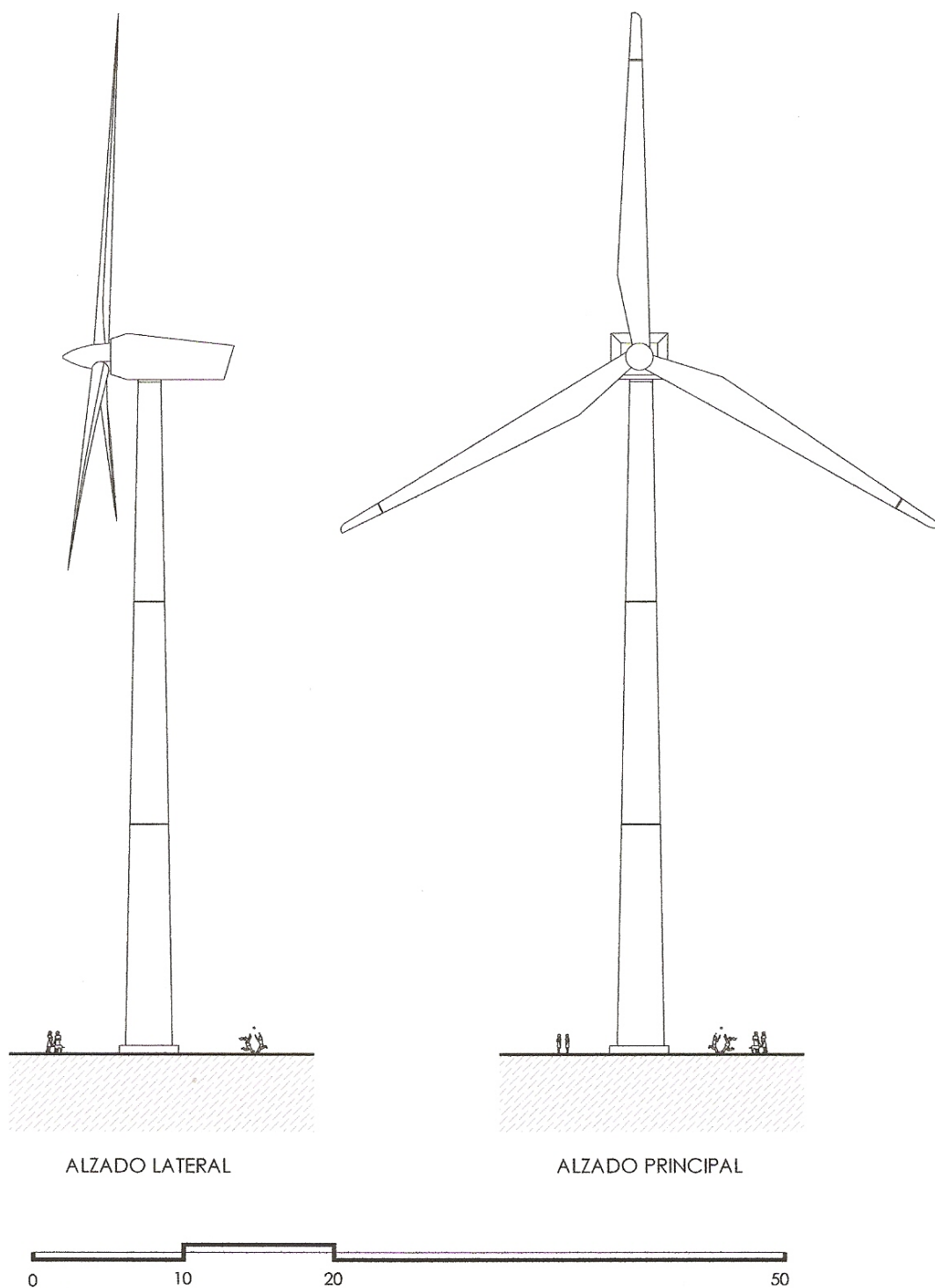
La altura de la torres de los aerogeneradores de media y gran potencia vienen a ser aproximadamente igual al diámetro del rotor de aspas y en el caso de aerogeneradores de baja potencia, la altura de la torre suele ser bastante mayor que el diámetro del rotor. En cuanto al diámetro de los rotores, estos están en función de la obtención de la mayor cantidad de energía eléctrica a un mínimo precio de coste de construcción de los aerogeneradores.



Proporciones geométricas de la torre y el rotor del Aerogenerador.

**4.1.4. Planos de un aerogenerador de media potencia.
Arinaga, TM de Agüimes. Gran Canaria.**







Detalle del aerogenerador de eje vertical tipo Darrieus, en Arinaga. TM Agüimes, Gran Canaria.

4.2. Otros aerogeneradores.

La mayoría de los aerogeneradores que se instalan en las islas canarias son molinos de viento de eje horizontal de rotor de tres palas con diseño aerodinámico sobre una torre tubular de acero en forma troncocónica y que se agrupan en parques eólicos. Sin embargo existen otro tipo de aerogeneradores que se instalan en menor medida y que su función es la misma, generar energía eléctrica a partir de la energía cinética del viento.

4.2.1. Aerogeneradores de eje vertical.

La característica principal de los molinos de viento de eje vertical es que no requieren de los sistemas de orientación y se instalan a nivel del terreno, evitando elevar el rotor de aspas para captar el viento. En Canarias existen escasos ejemplares de este tipo de molinos de viento.

En Gran Canaria, en el polígono industrial de Arinaga existe un aerogenerador de eje vertical de rotor tipo Darrieus. El rotor está compuesto de dos palas de sección aerodinámica arqueada y que están unidas por sus extremos a un eje vertical.

Detalle del aerogenerador de baja potencia de rotor de tres palas y torre tubular de acero de la marca comercial superwind.



Actualmente estos molinos de viento son los mayores competidores en la generación de energía eléctrica a los aerogeneradores de eje horizontal de rotor tripala. Estos aerogeneradores generan potencias eléctricas altas por unidad de peso del rotor

4.2.2. Aerogeneradores pequeños de eje horizontal.

La minieólica es un sistema alternativo a la eólica tradicional compuesta de parques eólicos de aerogeneradores de gran tamaño.

Este sistema consta de pequeños molinos de viento que se instalan lugares aislados y alejados de la red general eléctrica. La energía eólica obtenida es de baja potencia, con potencias inferiores a las 40 Kw., y que cada usuario consume electricidad directamente del aerogenerador.

Estos sistemas de baja potencia se han desarrollado en los últimos años como muy versátil y económicamente rentables al abastecimiento de energía eléctrica para las zonas aisladas. La energía eléctrica producida por estos pequeños aerogeneradores se almacena en baterías comerciales de 12 voltios.

Es frecuente que este tipo de aerogeneradores se combinen con generadores de electricidad diesel, para posibilitar un respaldo en la generación de electricidad cuando las condiciones meteorológicas no son óptimas, bien por los excesos o las calmas del viento.

Los componentes más singulares de este tipo de molinos de viento son los siguientes:

4.2.2.1. Las torres.

Las torres de estos aerogeneradores son normalmente mástiles o torres de celosía de estructura metálica y tienen diferentes alturas en función del diámetro del rotor de aspas y con una altura máxima de 15.00 metros.

4.2.2.2. Los rotores.

Los rotores de estos aerogeneradores oscilan entre los 1.50 metros y los 7.00 metros de diámetro, compuestos normalmente por tres palas de sección aerodinámica.

Detalle del aerogenerador de baja potencia de rotor de tres palas y torre tubular de acero.



4.2.2.3. El sistema de orientación.

La orientación del rotor de aspas hacia el viento se produce mediante una veleta situada en el extremo opuesto del rotor de aspas y que lo orienta de forma automática, de tal forma que ante rachas de viento de baja velocidad el rotor de aspas pueda captar el viento. Este sistema de orientación también tiene la función de proteger al aerogenerador de elevadas velocidades de viento, permitiendo la progresiva desorientación del rotor frente al viento. Como segundo sistema de seguridad tiene un freno mecánico y un regulador de carga que desvía la energía eléctrica sobrante hacia las baterías.

4.2.2.4. El generador eléctrico.

Es el elemento encargado de transformar la energía mecánica procedente de la energía cinética del viento captada por el rotor de aspas en energía eléctrica. Este generador eléctrico es de imanes permanentes ya que estos pequeños aerogeneradores trabajan bien a velocidad de giro variable acorde con el viento que existe en un determinado lugar. La transmisión es de tipo directa y consiste en acoplar el generador eléctrico al rotor de aspas.

4.2.2.5. El transformador y rectificador.

Estos elementos permiten el control y monitorización de los parámetros de la carga de las baterías en zonas que presenten vientos inestables.

4.2.2.6. Las baterías.

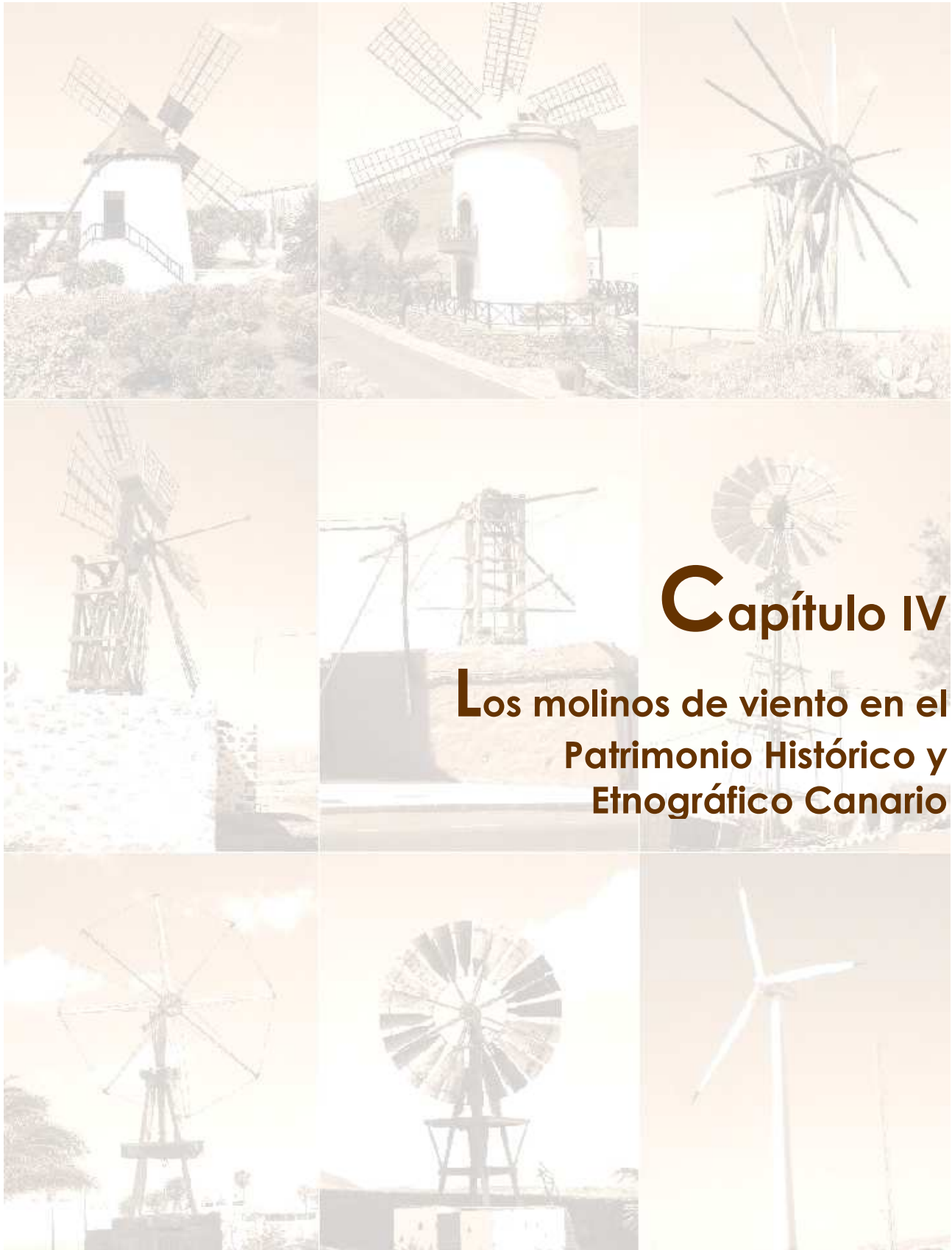
En instalaciones de este tipo se requieren un banco de baterías capaces de almacenar la energía no consumida que garantice la cobertura de las necesidades variables del lugar de consumo.

4.2.2.7. Inversor.

Este elemento permite convertir a corriente alterna de 220 v, la corriente suministrada por las baterías al punto de consumo.

Eventualmente estos aerogeneradores pequeños de baja potencia se pueden conectar a la red. El objetivo es vender a la empresa suministradora de la de la energía eléctrica la energía producida.

En la actualidad se han elaborado numerosos estudios en varios países europeos donde se indican que este tipo de aerogeneradores pequeños de baja potencia son rentables en lugares aislados de la red general eléctrica y cuando se precisen potencias no superiores a los 5 Kw.



Capítulo IV

Los molinos de viento en el Patrimonio Histórico y Etnográfico Canario

1. Introducción.

El molino de viento es una máquina ideada por el hombre que transforma la energía cinética del viento en energía mecánica aprovechable y es a su vez un elemento cultural que ha tenido corta vigencia. El molino de viento es un elemento de la “arquitectura popular”, definiendo la misma como aquella arquitectura cuyos artífices son los albañiles, los maestros o expertos en el arte de edificar, y que utilizaban leguajes primarios y simples que les proporcionaban los elementos industriales básicos en un intento paulatino de sustituir la fuerza muscular por una energía mecánica que proviene de las máquinas.

La conservación y recuperación de la “arquitectura popular” es un tema de actualidad en España, debido fundamentalmente a la gran variedad y riqueza de esta arquitectura. La falta de estudio e inventario de la misma, la desaparición de los modos de vida a los que van ligados y la fragilidad de los materiales de muchas de estas construcciones las hacen especialmente vulnerables.

Los molinos de viento que aparecen en las Islas Canarias son unos elementos desarrollados en la economía insular y que sirven de testigo a nuestra cultura tradicional popular. Éstos molinos de viento que han sobrevivido al paso del tiempo no sólo ofrecen datos sobre la economía y técnicas que se usaban en épocas anteriores, sino también sobre la capacidad de los habitantes canarios para aprovechar los materiales disponibles en el medio insular, formando parte del Patrimonio Etnográfico no sólo los objetos físicos sino también los conocimientos, las técnicas, etc., de nuestra cultura tradicional popular.

Los molinos de viento forman parte del Patrimonio Histórico Español junto con todos aquellos bienes que poseen valor arqueológico, artístico, arquitectónico o etnográfico y que con el paso del tiempo nos deja como testigos de la evolución cultural de una determinada comunidad.

Este legado forma parte de nuestra historia e identidad y por estas razones debemos conocerlo, conservarlo y difundirlo. El Patrimonio Histórico Español es el principal testigo de la contribución histórica de los españoles a la civilización universal y de su capacidad creativa contemporánea.

La protección y el enriquecimiento de los bienes que lo integran constituyen obligaciones fundamentales que vinculan a todos los poderes públicos, según el mandato que a los mismos dirige el artículo 46 de la Norma Constitucional. Los bienes más relevantes del Patrimonio Histórico Español deberán ser inventariados o declararlos de interés cultural en los términos previstos por la Ley 16/1985, de 25 de junio del Patrimonio Histórico Español (LPHE'85).

El artículo 29.9 del Estatuto de Autonomía de Canarias otorga a la Comunidad Autónoma de Canarias competencias exclusivas respecto del Patrimonio Histórico. En base a ello y desde 1990 se confió a los Cabildos Insulares la tarea de velar por la conservación y administración de los Bienes Culturales (B.I.C) de cada Isla.

El 15 de marzo de 1999 surge la Ley 4/1999 sobre el Patrimonio Histórico de Canarias que posteriormente es modificada por el Ley 11/2002 del 21 de noviembre. En las Disposiciones Generales del Título Preliminar, en el artículo uno se cita:

“La presente Ley tiene por objeto regular el régimen jurídico de los bienes, actividades y demás manifestaciones culturales que integran el Patrimonio Histórico de Canarias”.

“La finalidad de la presente Ley es la protección, la conservación, la restauración, el acrecentamiento, la investigación, la difusión, el fomento y la transmisión en las mejores condiciones posibles a las generaciones futuras del Patrimonio Histórico de Canarias, así como el disfrute por los ciudadanos como objeto cultural y educativo y de su aprovechamiento como recurso económico, en tanto tales usos armonicen con la referida finalidad”

En el artículo 3 correspondiente a la unidad del patrimonio histórico canario se cita:

“Todos los bienes integrantes del Patrimonio Histórico Canario forman parte del legado histórico común del pueblo canario, con independencia de dónde se hallen situados y de la administración que tenga encomendada su protección”.

En el artículo 4 correspondiente a deber general de respeto y conservación se cita:

“Los ciudadanos y los poderes públicos tienen el deber de respetar y conservar el Patrimonio Histórico Canario y de reparar el daño que se cause a los mismos”.

“Las administraciones competentes asegurarán el mantenimiento y conservación de los bienes del Patrimonio Histórico Canario, con independencia de su titularidad o régimen jurídico, garantizando que su gestión se produzca sin merma de su potencialidad y de modo compatible con la finalidad de protección, preservándolos para futuras generaciones”.

Los bienes que “ostenten notorios valores históricos, arquitectónicos, artísticos, arqueológicos, etnográficos o paleontológicos que constituyan testimonios singulares de la cultura canaria” se declararán Bienes de Interés Cultural (B.I.C). La declaración de Bien de Interés Cultural conlleva el establecimiento de un régimen singular de protección y tutela, otorgándose la máxima protección jurídica a los bienes más relevantes del Patrimonio Histórico Canario.

Los molinos de viento son por tanto bienes inmuebles que poseen ciertos valores históricos, arquitectónicos y etnográficos que constituyen testigos singulares de evolución de la cultura canaria.

2. Molinos de viento y los Bienes de Interés Cultural.

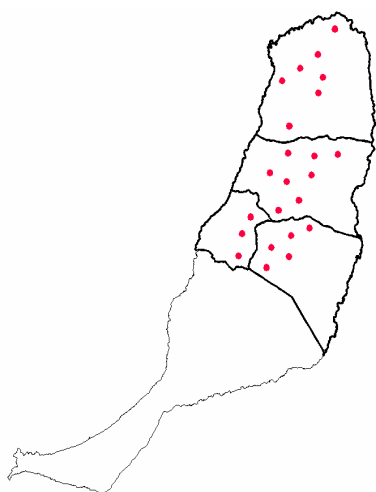
En las Islas Canarias se han incoado y declarados como Bienes de Interés Cultural (B.I.C) varios molinos de viento ubicados en algunas de las Islas. Por orden cuantitativo, la isla de Fuerteventura tiene declarados 23 molinos, la isla de Tenerife tiene declarados 2 molinos, la isla de Gran Canaria tiene declarado 1 molino y la isla de Lanzarote tiene declarado 1 molino como Bien Interés Cultural (B.I.C), principalmente en dos categorías: Monumentos y/o Sitios Etnológicos.

A continuación citamos la relación de los molinos de viento incoados y declarados como B.I.C en las Islas anteriormente citadas.

ISLA DE FUERTEVENTURA

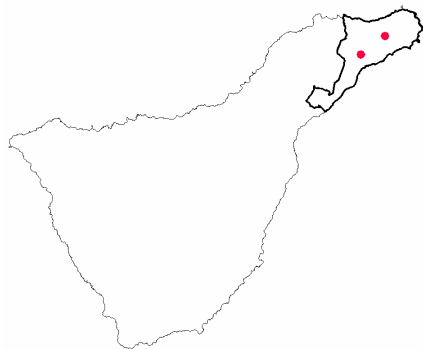
(B.I.C. con categoría de Monumento), publicado el miércoles 24 de agosto de 1994 en el Boletín Oficial de Canarias, según Decreto 162/1994, de 29 de julio.

Situación de los molinos de viento declarados como B.I.C en la isla de Fuerteventura.



- Molino de Corralero, en La Oliva.
- Molino de Villaverde (Montaña del Molino), en la Oliva.
- Molino de Tefia (en diseminado de Tefia), en Puerto del Rosario.
- Molino de los Llanos de la Concepción (núcleo) en Puerto del Rosario.
- Molino de la Antigua (en el P.K. de Ampuyenta a Antigua), en Antigua.
- Molino de Valles de Ortega (núcleo), en Antigua.
- Molino de Valles de Ortega (C.V. de Valles de Ortega a la Corte), en Antigua.
- Molino de Valles de Ortega (núcleo), en Antigua.
- Molino de Corralero, en La Oliva.
- Molino de El Roque, en La Oliva.
- Molino de Lajares, en La Oliva.
- Molino de Lajares, en La Oliva.
- Molino de Villaverde, en La Oliva.
- Molino de Tindaya-Tebeto, en La Oliva.
- Molino de la Asomada, en Puerto del Rosario.
- Molino de Puerto Lajas, en Puerto del Rosario.
- Molino de Almácigo, en Puerto del Rosario.
- Molino de Almácigo, en Puerto del Rosario.
- Molino de los Llanos de la Concepción.
- Molino de La Antigua-Durazno, en Antigua.
- Molino de La Corte, en Antigua.
- Molino de Tiscamanita, en Tiscamanita.
- Molino de Tiscamanita, en Tiscamanita.

ISLA DE TENERIFE:



Situación de los molinos de viento declarados como B.I.C en la isla de Tenerife.

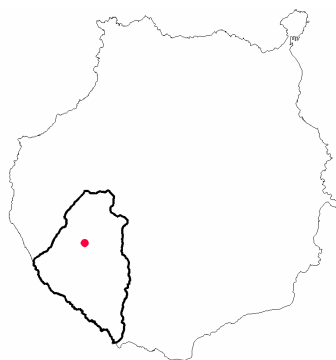
(B.I.C. con categoría de Sitio Histórico), publicado el lunes 4 de octubre de 1999 en el Boletín Oficial de Canarias, según Resolución de 12 de Julio de 1999.

- Molino de Cuevas Blancas, TM. S/C de Tenerife.

(B.I.C. con categoría de Sitio Etnológico), publicado el viernes 1 de junio de 2001 en el Boletín Oficial de Canarias, según Resolución de 11 de abril de 2001.

- Molino del Llano del Moro, TM. S/C de Tenerife.

ISLA DE GRAN CANARIA

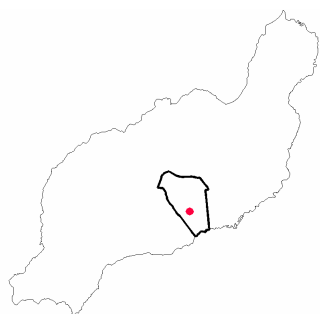


Situación del molino de viento declarado como B.I.C en la isla de Gran Canaria.

(B.I.C. con categoría de Sitio Etnológico), publicado el lunes 28 de octubre de 2002 en el Boletín Oficial de Canarias, según Decreto de 12 de junio de 2002.

- Molino del Quemado, TM. Mogán.

ISLA DE LANZAROTE



Situación del molino de viento declarado como B.I.C en la isla de Lanzarote.

(B.I.C. con categoría de Monumento), publicado el lunes 25 de agosto de 2004 en el Boletín Oficial de Canarias, según Resolución de 11 de Junio de 2003.

- Molino de José María Gil, TM. San Bartolomé.

La morfología de los molinos de viento incoados y declarados hasta este momento como B.I.C. (Bien de Interés Cultural) responde principalmente a dos tipos:

2.1. Los molinos de viento harineros “Tipo Torre”.

Este tipo de molino de viento es una construcción con forma troncocónica y de planta circular, construido con muros de mampostería de cal, piedra y barro, de dos o tres plantas de altura, cuya maquinaria es compleja y plenamente desarrollada, que se sitúa en la planta superior, y que se corona con una caperuza giratoria de armazón de madera que se monta sobre un doble anillo de madera, que dispone un rotor con cuatro o seis aspas o velas inclinadas sobre el eje horizontal, ligeramente inclinado, y que se orientaba según la dirección del viento, por medio de un eje o timón.



Molino de viento "Tipo Torre" en Lajares. Fuerteventura.

2.2. Los molinos de viento harineros "Las Molinas".

Este tipo de molino de viento es una construcción de planta rectangular de piedra y argamasa local, de una sola dependencia destinada para la molienda de cereales y rematada con una cubierta plana que dispone en el centro de un orificio circular por donde sobresalía la torre cuadrada de madera que sostiene un rotor con cuatro o seis aspas o velas inclinadas sobre un eje horizontal, ligeramente inclinado y que se orientaba según la dirección del viento por medio de un timón situado en la base de la torre de madera y en la cubierta del edificio.

Parece sorprendente que no se hayan incoado ni declarado hasta el momento como Bien de Interés Cultural (B.I.C) los molinos de viento harineros del "Sistema Ortega" y del "Sistema Romero" ya que difieren mucho de los molinos de viento que se conocen en el resto de las Islas Canarias y en el resto del territorio español. Estos molinos son acreedores de los mayores elogios y dignos que se les protejan por la importancia que han tenido en el desarrollo de la industria en las Islas, ya que ambos casos sus creadores supieron llevar a la práctica mecanismos sencillos que ofrecen notables innovaciones técnicas.

Molino de viento "La Molina" en TM. de Tefía. Fuerteventura.



La falta de estudio e inventario de los molinos de viento harineros del "Sistema Ortega" en la isla de La Palma, y del "Sistema Romero" en la isla de Gran Canaria, así como la desaparición de los modos de vida a los que estos molinos de viento van ligados y la fragilidad de sus construcciones relacionados con el envejecimiento de los materiales, las hacen especialmente vulnerables ante el abandono y el desinterés sistemático por parte de la sociedad actual, quedando en pie en muchos casos viejas estructuras.

En la actualidad existen escasos ejemplares de estos dos tipos de molinos de viento harineros, que son de propiedad privada y que se encuentran en estado de abandono y sin uso.

3. La restauración y la conservación de los molinos.

En la conservación de la mayor parte de los edificios aislados de la arquitectura popular como es el caso de los molinos de viento y de agua, se buscan soluciones para su restauración y conservación como recuerdos históricos de las antiguas técnicas artesanales, agrícolas o industriales por su gran valor didáctico y para incentivar el estudio de la evolución de la sociedad en el curso del tiempo. En la actualidad se generan muchos "museos al aire libre", que se limitan a conservar los edificios como documentos etnográficos estáticos, asumiendo la pérdida de la forma de vida a las que daban origen. Se busca usos alternativos como es el turismo cultural, llegando a generar en torno a estos edificios singulares algunos talleres tradicionales destinados a la venta de productos artesanales.

En las islas de Fuerteventura y Lanzarote se han llegado a plantear diversas estrategias para la recuperación y restauración de los molinos de viento.

Molino de viento harinero "Tipo Torre" en el museo de la Antigua, en el TM de la Antigua, Fuerteventura. Este museo al aire libre está compuesto por varias construcciones donde además del molino de viento existe una tienda de artesanía y salas de exposiciones destinadas a la pintura y la arqueología. En el exterior del museo existen unos cuidados jardines de plantas autóctonas.



En la isla de Fuerteventura, el Cabildo ha puesto en marcha un programa de restauración, rehabilitación y difusión del Patrimonio Histórico Insular, con el objetivo de la conservación de los bienes muebles e inmuebles y la ampliación de la oferta cultural de la Isla, tanto para la población insular como para las personas que la visitan y que desean conocer la cultura tradicional. El Cabildo crea una red insular de Museos y Centros de Interpretación con el fin de dotar a la Isla de una infraestructura museística que recoja las principales manifestaciones culturales del devenir histórico insular. Este proyecto de recuperación y restauración de los molinos de viento en la isla de Fuerteventura se inicia en Junio de 1985.

Se procede a la recuperación de los molinos de viento, con el objetivo de ampliar la oferta cultural de la Isla, mediante la creación de la "ruta de los molinos" que se culmina con la adquisición y restauración de los numerosos molinos de viento existentes en la Isla y la creación del Centro de Interpretación de Tiscamanita.

El viaje cultural por la “ruta de los molinos” supone un amplio recorrido por la geografía insular, visitando y contemplando los distintos tipos de molinos que se ubican en los diferentes municipios. El recorrido incluye el Centro de Interpretación de Tiscamanita, donde el visitante encuentra amplia información sobre los elementos singulares de la cultura majorera. Se puede contemplar un molino de viento en funcionamiento así como el producto de la molienda, una maqueta que reproduce la ingeniería tradicional de Fuerteventura y guías informativas sobre los molinos de viento.

Junto al molino de viento existe una vivienda tradicional donde en una de las dependencias se ubica una tienda de artesanía.



Centro de Interpretación Los Molinos en Tiscamanita, Fuerteventura.

En la isla de Lanzarote, el Cabildo ha puesto al servicio de los molinos y molinas de viento a un grupo de albañiles, mecánicos y carpinteros para que reparen las aspas rotas, sus mecanismos de movimiento y las bases sobre las que se apoyan dichos molinos. Muchos de estos molinos pertenecen a particulares y no oponen resistencia a su restauración gratuita. De esta manera los molinos y molinas de la Isla alargarán su vida gracias a esta iniciativa del Cabildo.

Este proyecto de recuperación y restauración de los molinos y molinas de viento en la isla de Lanzarote se inicia en Junio de 1992.



Molino de viento restaurado en la isla de Mallorca y destinado para la producción de energía eléctrica, donde el uso sostenible de los recursos naturales y la protección del medio ambiente son de carácter prioritario.

Existen otro tipo de experiencias en la recuperación de los molinos de viento tradicionales, concretamente en el municipio de Campos en el extremo sureste de la isla de Mallorca, en las Islas Baleares. Se puso en marcha el proyecto denominado "Molins de Campos", que contempla la rehabilitación de cien molinos de viento tradicionales en una primera fase, para la producción de energía eléctrica. Este proyecto contemplaba la rehabilitación estructural, además de concederle una prioridad ambiental integral, ya que genera energía eléctrica a través de la energía cinética del viento, limpia y renovable al tiempo que se mejora el entorno con una serie de actuaciones colaterales, impulsando el empleo. Todo ello enmarcado en el uso sostenible de los recursos naturales y la protección del medio ambiente.

El proyecto "Molins de Campos" fue fruto de la experiencia adquirida en la ejecución de un estudio experimental, desarrollado como consecuencia del convenio de colaboración suscrito el 16 de diciembre del año 2000 entre el Ministerio de Medio Ambiente, el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, el Ayuntamiento de Campos y la empresa privada GESA-Endesa.

Molino de viento restaurado en la isla de Mallorca destinado a generar energía eléctrica a partir de la energía eólica.



Este ambicioso proyecto se enfoca a la recuperación y rehabilitación arquitectónica y ambiental de los Molinos de Campos. Un programa de actividades que se enmarcan en áreas de carácter ecológico, agrario, cultural, turístico y el uso público vinculados con la utilización y empleo de los citados molinos. La recuperación del paisaje y del Patrimonio Cultural de los molinos permitirá a los visitantes disfrutar de unas alternativas de ocio compatibles con la preservación ambiental, potenciando las actividades como las excursiones, las rutas, los museos, los talleres artesanales, los mercados de agricultura ecológica, que tienen en los molinos rehabilitados su principal atractivo y punto de referencia.

El citado proyecto dió respuesta a dos problemas ambientales: el impacto visual de un espacio degradado y la obtención de un recurso energético abundante y limpio a través de la fuerza del viento.

4. Pautas de intervención para la recuperación de los molinos de viento.

Se pretende dotar a los molinos de viento de diversas estrategias o utilidades que les haga mantenerse vivos, ya que es el mejor método para la conservación de estos edificios singulares de la arquitectura popular canaria. Es por ello que se proponen varias líneas de actuación:

4.1. La protección mediante la legislación.

La mayoría de los molinos de viento existentes en Canarias son de propiedad privada y los actuales propietarios carecen de recursos económicos para la reparación y la conservación de los mismos, a pesar de que por Ley están obligados a conservarlos. Por otro lado, gran parte de estos inmuebles no están incluidos como bienes en el Patrimonio Histórico de Canarias, con lo que las administraciones públicas competentes no garantizan el mantenimiento y la conservación.

Ante esta situación de incertidumbre de quien debe iniciar las tareas de la reparación y la posterior conservación de gran parte de estas construcciones singulares de la arquitectura popular se pretende iniciar por cuenta propia los complejos expedientes administrativos de incoación como Bien de Interés Cultural (B.I.C) ante los Cabildos Insulares de las diversas tipologías y tipos de molinos de viento que aún hoy no están considerados como bienes integrantes en el Patrimonio Histórico de Canarias en colaboración con los ayuntamientos y las distintas agencias de desarrollo rural.

El procedimiento para que un bien sea declarado Bien de Interés Cultural (B.I.C) se determina según el título primero de la Ley 16/1985 de 25 de junio del Patrimonio Histórico Español y en Título II, capítulo primero del Real Decreto 111/1986. La importancia del procedimiento reside en que cualquier persona podrá solicitar mediante una solicitud la incoación de un Bien de Interés Cultural (B.I.C) argumentando las razones para iniciar los expedientes administrativos de incoación.

Los Cabildos Insulares son las administraciones que deciden si procede la incoación de los citados expedientes de incoación, correspondiendo las resoluciones a la Comunidad Autónoma de Canarias.

Desde la responsabilidad como ciudadano y como arquitecto, la iniciativa de iniciar este complejo trámite administrativo por cuenta propia es un primer paso para divulgar de forma práctica las conclusiones obtenidas en el desarrollo de la presente Tesis Doctoral ante el conjunto de la sociedad canaria con el propósito de instar a las administraciones públicas competentes a proteger y conservar las diversas tipologías y tipos de molinos de viento existentes en Canarias, evitando de este modo la desaparición de unas construcciones singulares en la evolución de la cultura tradicional canaria a través de la arquitectura.

De esta manera, al incorporar a los molinos de viento como bienes en el Patrimonio Histórico de Canarias, según el artículo 4 del Título Preliminar de la Ley 4/1999 del 15 de marzo de Patrimonio Histórico de Canarias, se especifica que *"los ciudadanos y los poderes públicos tienen el deber de respetar y conservar el patrimonio histórico canario y de reparar el daño que se les cause a los mismos"*.

"las administraciones competentes asegurarán el mantenimiento y conservación de los bienes del patrimonio histórico canario, con independencia de su titularidad o régimen jurídico, garantizando que su gestión se produzca sin merma de su potencialidad y de modo compatible con la finalidad de protección, preservándolos para las futuras generaciones".

No es cuestión por tanto de adoptar una postura nostálgica, sino todo lo contrario, ya que los molinos de viento son algo más que un recuerdo sentimental de un pasado reciente, ya que fueron y siguen siendo elementos transformadores de la técnica que se desarrolló y se desarrolla en las Islas Canarias.

4.2. La revitalización del medio rural.

Actualmente se tiene asumido que para conservar el Patrimonio Histórico situado en el medio rural es necesaria la modernización de su economía. Cualquier sociedad pasa por ciclos de crecimiento, declive y de transformación. Estos últimos ciclos conllevan cambios de usos y a veces abandono de la actividad en los edificios, por lo que son pocos los edificios que suponen un activo para la reactivación de la economía local.

Uno de los retos que se plantean actualmente es la de garantizar una protección eficaz mediante diversas legislaciones, con la consiguiente revalorización de todos los bienes integrantes en el Patrimonio Histórico dentro del desarrollo local de una comunidad. El Patrimonio Histórico es perfectamente compatible con las necesidades económicas actuales y es un recurso potencial para nuestro futuro.

En este sentido La ley 45/2007, de 13 de diciembre, para el Desarrollo Sostenible del Medio Rural pretende contribuir a que los ciudadanos que habitan en el medio rural puedan alcanzar un desarrollo suficiente y al mismo duradero. Para su aplicación la Ley exige la colaboración de todas las administraciones públicas, entre las cuales se encuentran las administraciones locales que deben de contribuir al desarrollo sostenible del mundo rural mediante la puesta en marcha de programas de desarrollo rural.

Dentro de estos programas, el turismo ocupa el primer lugar, y supone la principal fuente de ingresos para la Comunidad Autónoma de Canarias. La apuesta por un turismo sostenible enfocado hacia el patrimonio, la cultura, y la naturaleza supondría una contribución eficaz al desarrollo económico del medio rural.

En la actualidad, el llamado turismo rural que incluye el ecoturismo, el agroturismo, el turismo arqueológico (histórico-cultural) y el turismo de aventura tienen un desarrollo importante, contribuyendo igualmente al desarrollo económico del medio rural. Estos cambios del turismo son debidos al cambio del perfil del turista quien posee cierto nivel cultural, educativo y mejores condiciones de vida.

Otro de los programas que se llevan a cabo para el desarrollo del medio rural es la agricultura ecológica, potenciando el consumo de productos locales de la tierra, apoyando la implantación de mercadillos de los propios agricultores donde se ofrecen varios productos rurales de calidad sin perder la identidad cultural, alimentos tradicionales y sanos que permitirían una revitalización del paisaje agrícola y de la economía en el medio rural de nuestras Islas.

El aprovechamiento y el incremento de los productos agroalimentarios de los programas de desarrollo del medio rural han sido gracias a la mejora de la calidad, la modernización de las estructuras productivas y la diversificación con nuevos productos. La artesanía y los productos gastronómicos típicos benefician al medio rural ofreciendo a los ciudadanos de una comunidad como a los visitantes numerosos productos naturales, artesanales y turísticos con valores medioambientales.

La creación de un entorno sostenible en el medio rural con los recursos del lugar ligado con las alternativas de ocio compatibles con la preservación ambiental de turismo alternativo supone realizar actuaciones que impulsen el empleo en aras de garantizar la economía sostenible a partir de los recursos naturales, así como la protección del medio rural. De esta manera un desarrollo integral del medio rural impulsado por la economía local hará productiva la inversión en la recuperación de nuestro Patrimonio Histórico.

Otro programa del desarrollo rural es la creación de las denominadas rutas turísticas, que son itinerarios que permiten conocer de forma organizada un proceso productivo en el medio rural o urbano como expresión de una identidad cultural. La organización de distintas y diversas rutas como son las gastronómicas, artesanales, industriales, culturales y ambientales posibilitan la reactivación de la economía local, y siempre con la participación ciudadana fruto de la colaboración estrecha entre el sector público y el sector privado. La valorización y la recuperación de nuestro Patrimonio Histórico suponen un valor potencial para las necesidades actuales y futuras y para ello el apoyo a los oficios tradicionales mediante las escuelas taller resultan imprescindibles.

En las Islas Canarias la recuperación y la conservación de los molinos de viento se han realizado con la intención de conservar los edificios como recuerdos históricos de antiguas técnicas artesanales, agrícolas o industriales por su gran valor didáctico a través de la creación de Centros de Interpretación y museos al aire libre. Estas acciones resultan insuficientes para la conservación de estas construcciones singulares de la arquitectura popular canaria, ya que se incorporan a la sociedad actual como museos y no participan en la vida diaria de una sociedad canaria cada vez más tecnificada. Tan solo en la isla de Fuerteventura, el molino de viento "Tipo Torre" en Tiscamanita y el molino de viento "La Molina" en Tefía, se ponen en funcionamiento con la finalidad de obtener el gofio que posteriormente se vende como un producto tradicional en las tiendas de artesanía que conviven con los molinos de viento.

4.3. Propuesta de nuevo uso para los molinos de viento.

Los molinos de viento tradicionales pertenecen al pasado, fundamentalmente por que sus usos no se corresponden con las necesidades de la vida actual. En la actualidad, los molinos de viento se emplean para generar energía eléctrica a través de los aerogeneradores de pequeñas, medias y grandes potencias.

Se propone la reconversión de los tradicionales molinos de viento implantando una tecnología que les permita generar energía eléctrica mediante el acoplamiento de un generador eléctrico de baja potencia, iniciativa similar a la que se puso en marcha en las Islas Baleares, con un proyecto denominado "Molins de Campos", que contemplaba la rehabilitación de cien molinos tradicionales en una primera fase, para la producción de energía eléctrica. Este proyecto contemplaba la rehabilitación estructural, además de concederle una prioridad ambiental integral, ya que generan energía eléctrica a través de la energía cinética del viento, limpia y renovable al tiempo que se mejora el entorno con una serie de actuaciones colaterales, impulsando el empleo y todo ello enmarcado en el uso sostenible de los recursos naturales y la protección del medio ambiente.

Este proyecto “Molins de Campos” fue fruto de la experiencia adquirida en la ejecución de un estudio experimental, desarrollado como consecuencia del convenio de colaboración suscrito el 16 de diciembre del año 2000 entre el Ministerio de Medio Ambiente, el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, el Ayuntamiento de Campos y la empresa privada GESA-Endesa.

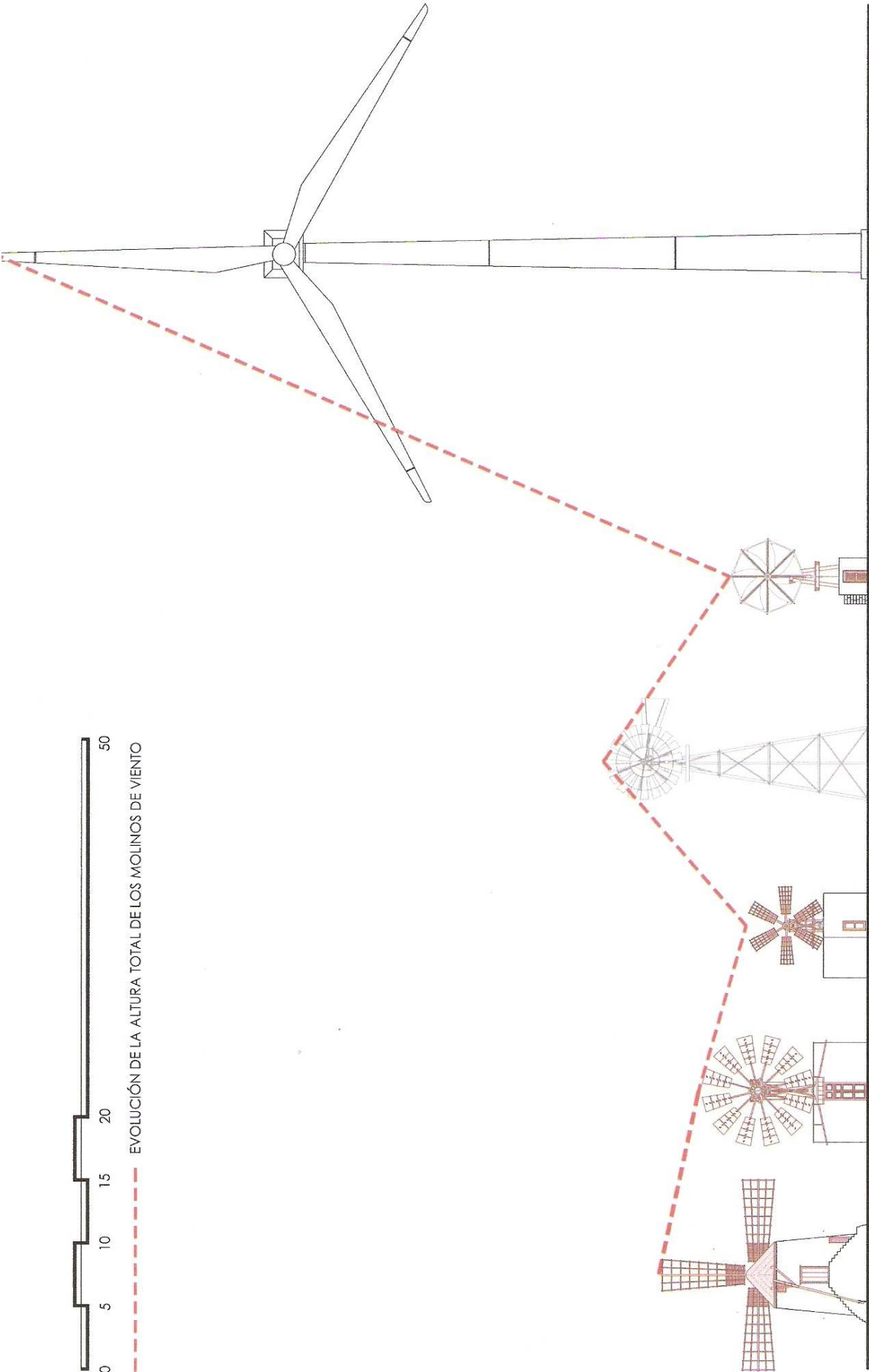
De esta forma se consigue dar respuesta a la inoperatividad actual de los tradicionales molinos de viento, incorporando un nuevo uso que es compatible con las necesidades sociales actuales en el interés por la obtención de energía eléctrica a través de las energías renovables.

La energía eléctrica producida se puede utilizar para dar servicio a las instalaciones complementarias al molino de viento como son los talleres artesanales, el alumbrado público, servicios varios, etc. y en ocasiones la energía obtenida sobrante o bien se almacenan en un banco de baterías comerciales que garanticen la cobertura de las necesidades variables del consumo eléctrico o bien se puede conectar a la red general eléctrica con el objetivo de vender a la empresa suministradora la energía eléctrica producida.

La cantidad de energía eléctrica obtenida en los molinos de viento tradicionales no es comparable a la obtenida de los aerogeneradores de media y gran potencia ya que en la práctica se obtienen pérdidas mecánicas y eléctricas en torno a un 30% del total.

Por tanto es posible la implantación de una tecnología con una inversión viable que permite un suministro de pequeñas potencias eléctricas en lugares donde no exista red general eléctrica o como complemento a la red existente.

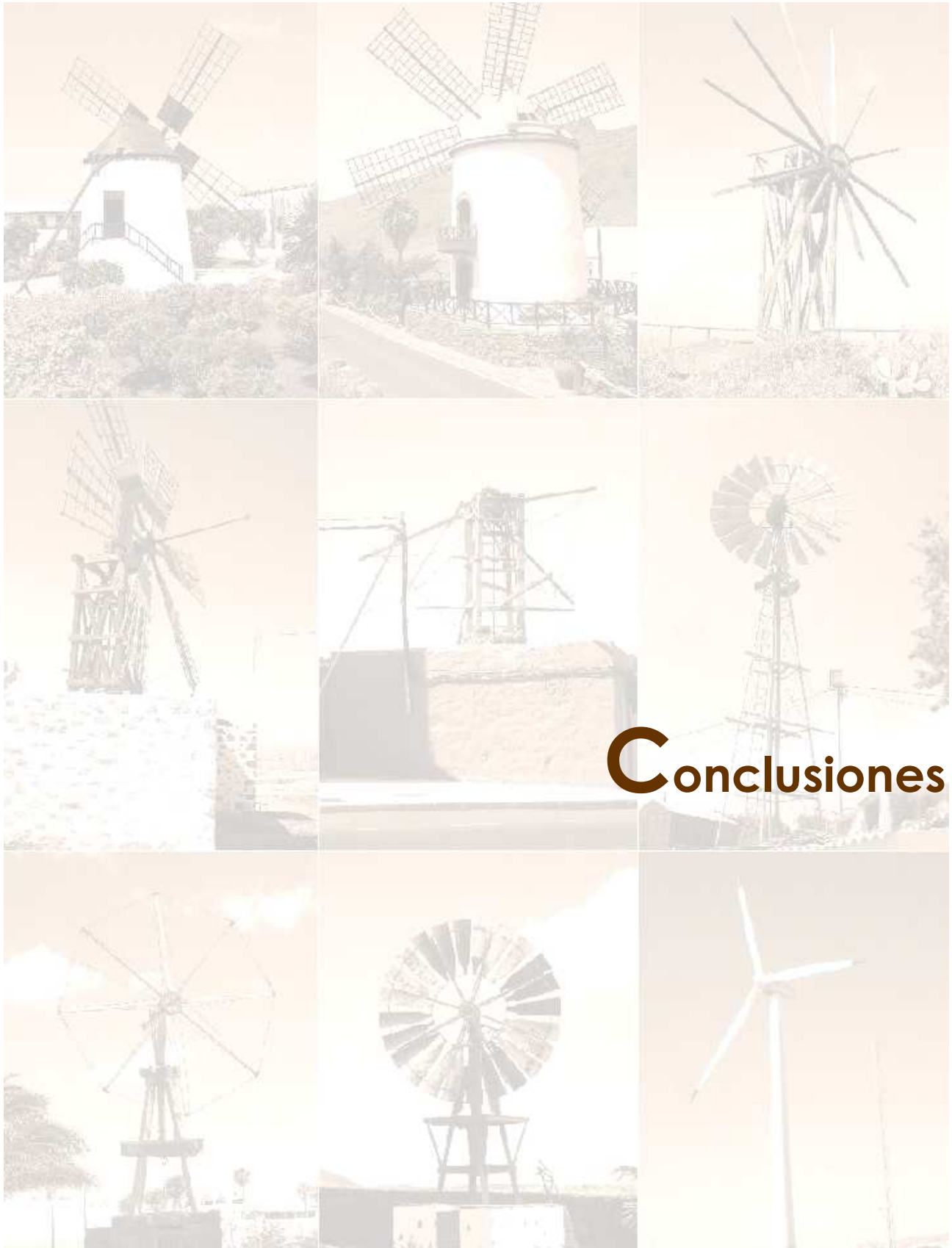
A continuación se muestra un plano donde se puede observar la evolución en la altura total de los molinos de viento más representativos existentes en Canarias, indicando la potencia eléctrica que es posible obtener a partir de velocidades máximas del viento.



Esta pauta posibilita obtener un aprovechamiento económico compatible con estas construcciones singulares ya que no suponen una inversión económica elevada sobre el total de la restauración de los molinos, siendo amortizable a medio plazo siempre que exista un consumo constante de energía eléctrica y que depende de las variaciones continuas del viento. Este nuevo uso es compatible con los tradicionales molinos de viento, que en lugar de moler grano o extraer agua de pozos producirán energía eléctrica, posibilitando recuperar el funcionamiento de los tradicionales molinos de viento con un nuevo uso que si bien es necesario introducir algunos elementos extras como es el generador eléctrico, la caja multiplicadora y las baterías de almacenamiento se fomenta un uso con un aprovechamiento económico compatible con estas construcciones singulares de la arquitectura popular canaria según se especifica en la Ley de Patrimonio Histórico de Canarias y contribuyendo a sufragar una parte de los gastos en el mantenimiento de los mismos.

Las diversas tipologías y tipos de molinos de viento existentes en las Islas Canarias que se utilizaron en los distintos oficios artesanales son un legado que hemos recibido de nuestros antecesores y que nos pertenece a todos, formado parte de nuestra historia e identidad, por lo que debemos realizar entre todos un esfuerzo para conocerlo, conservarlo y difundirlo. La realización de esta Tesis Doctoral supone un primer paso para difundir un mayor conocimiento sobre los molinos de viento existentes en Canarias, para posteriormente divulgarlo al resto de la sociedad canaria, tanto a los ciudadanos y como a las distintas administraciones públicas, con la finalidad de proponer iniciativas encaminadas a la conservación y restauración para el uso y disfrute de los ciudadanos, las administraciones públicas y entidades privadas de estas construcciones singulares de la arquitectura popular.

Debemos realizar entre todos un gran esfuerzo para conocer, recuperar y conservar lo que aún no se perdido de estas construcciones singulares de la arquitectura tradicional canaria.



Conclusiones

En esta última sección se exponen las principales conclusiones alcanzadas durante el desarrollo de esta Tesis Doctoral, enumerando las conclusiones obtenidas por medio de respuestas a unas preguntas concretas que se formularon inicialmente y que han servido de hipótesis para la elaboración de esta investigación.

1. ¿Por qué existen varias tipologías y tipos de molinos de viento en las Islas Canarias y para que se utilizan?

La respuesta a esta pregunta es uno de los objetivos centrales de esta investigación. Con la realización de este estudio sobre los distintos elementos funcionales y de diseño, así como los aspectos constructivos de las diferentes tipologías y tipos de molinos de viento desarrollados en Canarias se obtiene un conocimiento preciso sobre la configuración de estas construcciones que pertenecen a la arquitectura tradicional canaria, y que van unidos al pasado agrícola de las Islas. Por orden cronológico de aparición existen tres tipologías de molinos de viento, atendiendo principalmente al uso al cual se destinan y que citamos a continuación:

1.1. Los Molinos Harineros.

Mediante este tipo de molinos de viento es posible transformar la energía cinética del viento en energía mecánica para la molturación de granos y semillas, con el fin de obtener gofio y harina.

Esta tipología de molinos de viento se dividen a su vez en cuatro tipos:

- 1.1.1. El molino de viento "Tipo Torre".
- 1.1.2. El molino de viento "Sistema Ortega".
- 1.1.3. El molino de viento "Las Molinas".
- 1.1.4. El molino de viento "Sistema Romero".

1.2. Los Molinos Aeromotores.

Mediante este tipo de molinos de viento es posible transformar la energía cinética del viento en energía mecánica para el bombeo de agua por medio de bombas de pistón, de tornillo helicoidal o centrífugo.

Esta tipología de molinos de viento se dividen a su vez en dos tipos:

- 1.2.1. El molino de viento "Tipo Americano".
- 1.2.2. El molino de viento "Salinero Canario".

1.3. Los Molinos Aerogeneradores.

Mediante este tipo de molinos de viento es posible transformar la energía cinética del viento en energía eléctrica. Esta tipología de molinos de viento se divide a su vez en tres categorías, según la potencia eléctrica generada, de baja potencia, de media potencia y de gran potencia, existiendo en el mercado una gran variedad de modelos de aerogeneradores. En las Islas Canarias se instalan y se generalizan la ubicación de parques eólicos compuestos de aerogeneradores de eje horizontal y de rotor de tres palas de media y gran potencia. Dentro de esta tipología se analizan los siguientes tipos:

- 1.3.1. Aerogenerador de rotor tripala.
- 1.3.2. Otros aerogeneradores.

Con el tiempo van surgiendo variaciones constantes en cada modelo de molino de viento construido, ya que se producen un mayor perfeccionamiento en los ejes, los rotores, los sistemas de orientación manual o automática de los rotores, los sistemas de transmisión de las maquinarias, los diferentes usos a los cuales se destinan, a la vez que se introducen nuevos materiales en su construcción como es el hierro fundido en los molinos de viento tradicionales, todo esto como resultado de un largo proceso de mejoras tecnológicas constantes a lo largo del tiempo.

2. ¿Por qué existen escasos ejemplares de molinos de viento restaurados y otro gran número de ellos se encuentran en ruinas y en estado de abandono?

Durante el transcurso de los años he observado el progresivo abandono en muchas construcciones de provienen de la arquitectura tradicional canaria que reúnen ciertos valores patrimoniales y que en ocasiones no están incluidos como bienes en la Ley de Patrimonio Histórico Canario.

La desaparición de los modos de vida a lo que van ligados los molinos de viento, la homogenización de la cultura y la globalización socio-económica hacen que la gran variedad de los bienes materiales e inmateriales procedentes de la sociedad tradicional canaria se encuentran en situación de extrema vulnerabilidad y presentan problemas de obsolescencia e integración en la sociedad actual.

La Comunidad Autónoma de Canarias elaboró La Ley 4/1999, del 15 de marzo del Patrimonio Histórico de Canarias que posteriormente es modificada por la Ley 11/2002, del 21 de noviembre, donde en el Título Preliminar de La Ley se define: *"La finalidad de la presente Ley es la protección, conservación, restauración, acrecentamiento, investigación, difusión, fomento y transmisión en las mejores condiciones posibles a las generaciones futuras del patrimonio histórico de Canarias, así como su disfrute por los ciudadanos como objeto cultural y educativo y de su aprovechamiento como recurso económico, en tanto los usos armonicen con la referida finalidad"*.

A pesar de la protección que establece la Ley del Patrimonio Histórico de Canarias, los molinos de viento, que son unas construcciones singulares de la cultura canaria, no están lo suficientemente protegidos, ya que tan solo unos pocos se han restaurado y un gran número de ellos se encuentran abandonados y en estado de ruina, es decir, al borde de la desaparición.

No obstante, de la variabilidad de tipos de molinos de viento que existen en las Islas Canarias tan solo unos pocos de ellos se han declarado como Bien de Interés Cultural (B.I.C).

De las numerosas entrevistas realizadas a distintos propietarios de los molinos de viento existentes en las Islas Canarias ante la pregunta de por que se encuentran sus molinos de viento en estado de abandono y en ocasiones en estado ruinoso, en la totalidad de los casos afirman que no pueden hacerse cargo de la reparación de los mismos por el alto coste económico que conlleva, a pesar de que por Ley están obligados a conservarlos.

La mayoría de estos molinos de viento no están incluidos como bienes en el Patrimonio Histórico de Canarias, con lo que las administraciones competentes no garantizan el mantenimiento y la conservación, con independencia de su titularidad jurídica.

De otra parte, los escasos ejemplares de molinos de viento restaurados se deben a que las administraciones públicas han adquirido en propiedad la titularidad de algunos molinos de viento, existiendo de esta forma más posibilidades para la conservación y reparación de estas construcciones singulares de la arquitectura tradicional. En este sentido, el caso más destacado corresponde al Cabildo de Fuerteventura, que inició expedientes de incoación de los molinos de viento en la Isla de Fuerteventura y tras haberlos declarado por la Comunidad Autónoma de Canarias como Bien de Interés Cultural (B.I.C) con categoría de Monumento, publicado el miércoles 24 de agosto de 1994 en el Boletín Oficial de Canarias, según Decreto 162/1994, de 29 de julio, puso en marcha un proyecto de recuperación y restauración de varios molinos de viento de la isla mayorera.

El Cabildo de Fuerteventura inició un programa de restauración, rehabilitación y difusión del Patrimonio Histórico en junio de 1985, con el objetivo de la conservación de los molinos de viento junto con otros bienes existentes en la Isla de Fuerteventura con la intención de ampliar la oferta cultural de la Isla.

3. ¿Por qué solo se han declarado como Bien de Interés Cultural (B.I.C) dos tipos de molinos de viento en Canarias cuando existen una gran variedad de tipologías y tipos?

Hasta el momento y hasta la redacción de la presente Tesis Doctoral se han declarado veintisiete molinos de viento como Bien de Interés Cultural (B.I.C) con diversas categorías por la Comunidad Autónoma de Canarias, correspondiente a dos tipos de molinos de viento harineros, el molino de viento "Tipo Torre" y el molino de viento "La Molina".

La falta de estudios y de inventarios detallados del resto de molinos harineros existentes en Canarias como son los molinos del "Sistema Ortega" en la isla de La Palma, y de los molinos del "Sistema Romero" en la isla de Gran Canaria, así como la fragilidad de sus construcciones relacionados con el envejecimiento de los materiales, les hacen especialmente vulnerables ante el abandono y el desinterés sistemático por parte de la actual sociedad hacia estas construcciones singulares de la arquitectura tradicional canaria.

En la actualidad existen escasos ejemplares de estos dos tipos de molinos de viento harineros y parece sorprendente que no se hayan declarado hasta este momento como Bien de Interés Cultural (B.I.C), ya que difieren mucho de los molinos de viento que se conocen en el resto de las Islas Canarias y en el resto del territorio español. Estos molinos de viento son acreedores de los mayores elogios y dignos que se les protejan por la importancia que han tenido en el desarrollo de la industria en las Islas Canarias, ya que en ambos casos sus creadores supieron llevar a la práctica elementos mecánicos simples que aportaron notables innovaciones técnicas a las ya conocidas.

Sin embargo, existen algunos molinos aeromotores destinados al bombeo de agua de los pozos procedentes del subsuelo que si se han incluido en los catálogos municipales de protección con resultados diversos en cuanto a la conservación de los mismos.

En cuanto a los molinos de viento "Salineros Canarios", recientemente diversas administraciones públicas han tomado conciencia del valor de las salinas canarias. La gran mayoría de las salinas canarias están sujetas a varias figuras legales de protección y en determinadas ocasiones han sido adquiridas por las administraciones, y que posteriormente han iniciado varios proyectos de restauración y recuperación, así como programas de divulgación de este oficio artesanal de la sal. En el año 2005 se crea la Asociación de Salinas Canarias con dos objetivos principales, de una parte defender los intereses de los escasos salineros existentes en las Islas y de otra parte, contribuir a la supervivencia de un patrimonio natural y cultural al borde la desaparición.

Sin embargo, existen varios tipos de molinos de viento salineros que no están situados en las salinas, debido al abandono sistemático de las mismas y la posterior colonización del suelo como suelo urbanizable, fruto de un incremento desorbitado de la construcción en las zonas costeras de nuestras Islas. Algunos ejemplares de este tipo de molinos de viento son vulnerables ante el abandono creciente de la actividad salinera, quedando en ocasiones aislados de las salinas y el desinterés creciente por parte de la actual sociedad canaria hacia la conservación de los mismos.

4. ¿Existen alternativas para recuperar, incorporar y reutilizar los molinos de viento que mayoritariamente se encuentran abandonados y estado de ruinas para la actual sociedad canaria?

No es cuestión por tanto de adoptar una postura nostálgica, sino todo lo contrario, ya que los molinos de viento son algo más que un recuerdo sentimental de un pasado reciente, ya que fueron y siguen siendo elementos transformadores de la técnica que se desarrolló y se desarrolla en las Islas Canarias.

La alternativa de obtener energía eléctrica a partir de la energía cinética del viento utilizando los molinos de viento tradicionales de las Islas Canarias posibilita obtener un aprovechamiento económico compatible y a su vez respetuoso con estas construcciones singulares procedentes de la arquitectura popular canaria según se especifica en la Ley de Patrimonio Histórico de Canarias, contribuyendo a sufragar una parte de los gastos en el mantenimiento para la conservación de los mismos.

Las diversas tipologías y tipos de molinos de viento existentes en las Islas Canarias que se utilizaron en los distintos oficios artesanales son un legado que hemos recibido de nuestros antecesores y que nos pertenece a todos, formado parte de nuestra historia e identidad, por lo que debemos realizar entre todos un esfuerzo para conocerlo, conservarlo y difundirlo. La realización de esta Tesis Doctoral supone un primer paso para difundir un mayor conocimiento sobre los molinos de viento existentes en Canarias.

Posteriormente se pretende divulgar el contenido de esta investigación al resto de la sociedad canaria, tanto al conjunto de ciudadanos y a las distintas administraciones públicas y entidades privadas con la finalidad de proponer iniciativas encaminadas a la conservación y la restauración, posibilitando el funcionamiento y el disfrute por parte de todos de estas construcciones singulares de la arquitectura popular canaria. Por tanto, se hace necesario la colaboración estrecha de las distintas administraciones públicas tales como son los ayuntamientos, los cabildos insulares, el gobierno autónomo (consejería regional de política regional, patrimonio histórico, turismo, etc.), las dos universidades canarias, los centros de enseñanza primaria, secundaria y de formación profesional, las agencias de desarrollo local, las distintas escuelas taller, los diversos colegios profesionales de arquitectos, arquitectos técnicos, ingenieros y las diversas entidades privadas que junto con los ciudadanos formen un entramado que permite la participación de todos para que esta actuación resulte efectiva.

Debemos realizar entre todos, los ciudadanos, las administraciones públicas y las entidades privadas, un gran esfuerzo para conocer, recuperar y conservar lo que aún no se perdido de estas construcciones singulares de la arquitectura tradicional canaria.



ALEMÁN, Gilberto. *Molinos de Viento*.
Ediciones Idea, 1998. S/C de Tenerife. ISBN: 848910574X.

AMEZCUA OGÁYAR, Juan Manuel y ROJAS SOLA, José Ignacio.
"RECUPERACIÓN GRÁFICA E INGENIERIL DEL MOLINO DE VIENTO
DEL COLLADO EN EL CAMPO DE NÍJAR (ALMERÍA)". XIV Congreso
Internacional de Ingeniería Gráfica. Santander, España, 2002

BARRETO CAAMAÑO, José María.
Molinos Canarios: Cultura y Tecnología. Exposición Itinerante.
Edita: Centro Cultural Tradicional "Molinos de Tiagua".

BERRY, Mark. *Windmills of Lanzarote*. Last updated 1st January 2003.
www.windmillworld.com/europe/lanzarote.htm

BETHENCOURT MORALES, Manuel.
Los molinos de viento en La Palma.
Aguayro, nº.178. Las Palmas de Gran Canaria, 1988.

CARO BAROJA, Julio. *Tecnología popular española*.
Mondadori España, S.A., Madrid, 1988. Depósito Legal: M-38 394
1988. I.S.B.N: 84 397 1386 X

CEA GUIÉRREZ, Antonio; FERNÁNDEZ MONTES, Matilde; SÁNCHEZ
GÓMEZ, Luis Ángel.
LA ARQUITECTURA POPULAR EN ESPAÑA del Programa "Etnología y
Etnografía de España".
Programa Temático: Antropología Cultural y Social. Consejo
Superior de Investigaciones Científicas.
Madrid, 1990. Depósito Legal: M-21 345 1990. I.S.B.N: 84 00 07052 6

DELGADO MARIN, José Pablo. *Eólica.pdf*.
Agencia de Gestión de Energía de la Región de Murcia.
www.argem.regionmurcia.net.

DORESTE BETANCOR, Federico. *Motores de viento*.
Edita Espasa. Calpe, 1922. Madrid.

España. BOLETIN OFICIAL DE CANARIAS.
Decreto 162/1994 de 29 de julio.

España. BOLETIN OFICIAL DE CANARIAS.
Decreto de 12 septiembre 1995.

España. BOLETIN OFICIAL DE CANARIAS.
Resolución de 12 de junio 1999.

España. BOLETIN OFICIAL DE CANARIAS.
Decreto de 11 septiembre 2000.

España. BOLETIN OFICIAL DE CANARIAS.
Resolución de 11 de abril 2001.

España. BOLETIN OFICIAL DE CANARIAS.
Decreto de 12 de junio 2002.

España. BOLETIN OFICIAL DE CANARIAS.
Resolución de 11 de junio 2003.

España. Boletín de la Sociedad Económica de S/C de La Palma.
S/C de la Palma, Julio 1868.

España. LEY 16/1985, de 25 de Junio, de PATRIMONIO HISTÓRICO
ESPAÑOL. Gobierno de España.

España. LEY 4/1999, de 15 de Marzo, de PATRIMONIO HISTÓRICO
DE CANARIAS, modificada por La LEY 11/2002, de 21 de
Noviembre. Gobierno de Canarias.

España. LEY 45/2007, de 13 de diciembre para el Desarrollo
Sostenible del Medio Rural.

FERNÁNDEZ, Juan Julio y DÍAZ LORENZO, Juan Carlos.
Arquitectura rural en La Palma.
Edita: Tauro Producciones S.L., 1999. Depósito Legal: M-I8066-1999.
I.S.B.N: 84 88605 40 4.

FERNÁNDEZ DÍEZ, Pedro. *Energía Eólica. Eolo12002*. pdf
Departamento de Ingeniería Eléctrica y Energética. Universidad
de Cantabria. [http://exa.unne.edu.ar/depar/areas/fisica/maestria/
modulo2/eolica/eolo32002.pdf](http://exa.unne.edu.ar/depar/areas/fisica/maestria/modulo2/eolica/eolo32002.pdf).

GARCÍA TAPIA, Nicolás. "Los molinos y los científicos españoles en
el Renacimiento.
Oficios / Arquitectura tradicional. Revista número 100, Tomo 09ª,
páginas 111-121, 1989.

GONZÁLEZ LANDA, María del Carmen y TEJERO ROBLEDO, Eduardo
*"La aventura de los molinos de viento. Innovación técnica.
Recomposición textual. Valores en educación"*. Formato PDF.
Revistas. ucm.es/edu/11300531/articulos/DIDA0505110147A.PDF.
11 de abril 2005, volumen 17, 147-175.

Guía del PATRIMONIO ETNOGRÁFICO de GRAN CANARIA.
Edición del Cabildo Insular de Gran Canaria.
Depósito Legal: GC-592-2005. I.S.B.N: 84 8103 418 5

HARDISSON DE LA TORRE, Arturo y CABALLERO MESA, José María.
EL GOFIO. UN ALIMENTO TRADICIONAL CANARIO.
Gobierno de Canarias. Consejería de Agricultura, Ganadería,
Pesca y Alimentación.
Primera Edición: Abril, 2006. Depósito Legal: TF-348-06.
I.S.B.N: 84-7926-527-2.

HERNÁNDEZ GONZÁLEZ, José y FEDERICO PÉREZ, José.
X Jornadas sobre Estudios sobre Lanzarote y Fuerteventura.
Casas y Molinos de San Bartolomé.
Tomo II, Hª. Del Arte, Prehistoria-Arqueología, Lengua-Literatura.

HISTORIA DE CANARIAS: Prehistoria – Siglo XV. Volumen I.
Editorial Prensa Ibérica S.A. Depósito Legal: V-4048-1991.
I.S.B.N. Tomo I: 84-87657-10-9.

JORNADAS NACIONALES SOBRE MOLINOLOGÍA.
I Jornadas Nacionales sobre molinología.
Santiago de Compostela. Madrid, Noviembre 1995.
Fundación Juanelo Turriano. ISBN: 8474928621.

JORNADAS NACIONALES SOBRE MOLINOLOGÍA.
III Jornadas Nacionales sobre molinología. SANCHEZ MOLLEDO,
José María.
Cartagena. 10-13 de octubre de 2001. Murcia. Año de Edición:
2002. I.S.B.N: 978846032108. Edición: 1ª.

MARÍN, Cipriano. *El jardín de la sal.*
Edita Etocopia, 1994. S/C de Tenerife. ISBN: 8460505626.

MILLARES TORRES, Agustín.
HISTORIA GENERAL DE LAS ISLAS CANARIAS. Tomo I
Depósito Legal: TF-512-1977. I.S.B.N:84-400-3209-9.

MOLINEROS EN CANARIAS: entre la tradición y el cambio.
EL PAJAR, Cuaderno de Etnografía Canaria, nº.10.
Imprenta Atlas, la Orotava, agosto 2001. I.S.B.N: 8492296151.

NAVARRO ARTILES, Francisco.
Molinos de viento. No son lo que eran.
Publicación, 26 de agosto de 1988.

PRIETO, Gregorio. *Molinos.* Editora Nacional. Madrid, 1966.
Depósito Legal: M-7269 1966.

SERRA RADOLFS, Elías.
El hombre y las fuerzas motrices: el molino de viento.
Universidad de La Laguna, 1970.

Recomendación de la O.N.U sobre la salvaguardia de la cultura
tradicional y popular adoptada por la Conferencia General en su
25a sesión, París, 15 de noviembre de 1989.

ROMERO, Miguel. *Los "Gigantes" de la Maxorata.*
Publicación en el periódico La Provincia, 3 de Octubre 1993.

RODRIGUEZ, Raimundo y PAREDES, Rafael.
FUERTEVENTURA.
Publica: Gráficas 7 Revueltas. Primera Edición: Julio 1993.
Depósito Legal: SE-1125-93.

SANTANA, Agustín.
"Patrimonio cultural y turismo: reflexiones y dudas de un anfitrión"
Dpto. Prehistoria, Antropología e Hª Antigua. Universidad de La
Laguna, 1998.

SUÁREZ, Sergio.

Los molinos de viento de La Palma. Gofio a toda vela.

Suplemento Dominical de La Provincia, 21 de Junio de 1992.

SUÁREZ MORENO, Francisco. *Ingenierías Históricas de la Aldea.*

Ediciones el Cabildo Insular de Gran Canaria, 1994.

TEJERA TREJO, José Francisco. *Molinos.*

Artículo publicado en Diario de Lanzarote "La Voz". Edición, sábado 14 de Noviembre de 1998.

Web: <http://www.made.es>.

Web: <http://www.nordex.es>

AEROGENERADOR DE MEDIA POTENCIA.