



8º Congreso Internacional de Molinología
28, 29 y 30 de abril de 2012
Tui (Pontevedra)

TÍTULO: "Los motores de combustión interna en los molinos y norias de extracción de agua en el Campo de Cartagena (Murcia)"

BLOQUE TEMÁTICO: 2. Arquitectura, estudio y rehabilitación de elementos etnográficos y protocolo de restauración

AUTOR/A: Juan Montoya Inglés

FILIACIÓN INSTITUCIONAL: Ingeniero T. Industrial

E-mail: jmontingles@gmail.com

RESUMEN: En esta comunicación se ofrece una perspectiva agroeconómica existente en el Campo de Cartagena durante el primer tercio del siglo XX que justifica la proliferación de molinos y norias para la extracción de agua.

El exceso de extracción de agua provoca la bajada de los niveles freáticos lo que representará un gran inconveniente para las norias de tracción animal.

La necesidad hará que se ingenie una adaptación a los molinos de extracción de agua: la instalación de motores de gas pobre alrededor de 1945 en instalaciones molineras.

Se comenta el funcionamiento de este tipo de motores, el proceso de gasificación y otros aspectos del funcionamiento del motor de gas pobre hasta la llegada de la electricidad que provocó su abandono.

PALABRA CLAVE: Molinos y norias de sacar agua, gasógenos, motores de combustión interna.

KEY WORDS: Mills and waterwheels to pump water out, gasogenes, internal combustion engine.

El campo de Cartagena es una zona de la Región de Murcia de especiales características por la aridez de su clima uno de los más cálidos y secos de Europa.

Situación y límites.- Está formado por una amplia llanura de forma triangular de unos 1.700 km² limitada al noroeste por la sierra de Carrascoy, el Puerto de los Villares y la sierra de Columbares. A Poniente la sierra de Mazarrón. Al Sur se cierra el territorio por las estribaciones costeras del sistema Bético, con las sierras de La Unión y Peña del Águila. Al Este por el Mar Menor y el Mediterráneo.

Climatología.- Tiene un clima mediterráneo y las temperaturas en invierno son muy suaves oscilando entre los 10 y los 12 grados, y los veranos calurosos con temperaturas entre 24 y 28 grados C.



Campo de Cartagena en la Región de Murcia

La región de Murcia (y de forma especial el Campo de Cartagena) se caracteriza por la escasez de lluvia y porque, cuando se producen precipitaciones, lo hacen irregularmente y de forma torrencial, asociadas al fenómeno conocido como la “gota fría”.

En la gran planicie costera, excluida la zona del Oeste, se dan las mejores condiciones de sus tierras para la agricultura de regadío y cereales, que hasta primeros del pasado siglo solamente se utilizaba en pequeñas explotaciones para el consumo domestico de los contados propietarios o minifundistas. Para ello se utilizaban el agua extraída del subsuelo mediante Norias de sangre y Molinos de viento.

A partir de los años 1940 se inicio una nueva etapa con un tibio resurgir de la agricultura en el Campo de Cartagena, pasando de las pequeñas huertas para consumo familiar a otras explotaciones de mayor producción. Esta producción principalmente de hortalizas (tomates, pimientos, pepinos, ajos, berenjenas, calabacines y cebollas patatas, zanahorias, rábanos...), alfalfa y cereales como el trigo, la cebada y la avena destinada al

abastecimiento de ciudades de más población bien Cartagena por su arsenal, su contingente militar y su industria naval bien al pueblo minero de La Unión por la gran cantidad de mano de obra en sus explotaciones mineras.

Para atender la demanda de aquellos productos de gran calidad por la ausencia abonos y otros fertilizantes, era necesario mantener el regadío con el agua sacada de las entrañas de la tierra de forma regular y constante. Esta demanda exigía mayor extracción de agua y, en consecuencia, excavaciones de pozos e instalaciones de norias y molinos de viento. Estas instalaciones proporcionaban, a su vez, trabajo y empleo a los constructores de aquellos ingenios, como los aperadores, los herreros, los carpinteros, los maromeros, los albañiles, los poceros, y los ceramistas fabricantes de arcabuces.

En el campo de Cartagena proliferaron las norias y los molinos, llegando a contabilizarse en 1.929 más de 90 norias y unos 52 molinos de sacar agua, además de 14 molinos harineros, en una zona no superior a los 14.000 km².

En el primer tercio del siglo XX los agricultores fueron aumentando las superficies regables y con ello el mayor consumo de agua lo que propiciaba el descenso de los niveles freáticos. Esto hacía que se requiriera cada vez más esfuerzo de la tracción animal y se produjera una mayor cantidad de averías de aquellas artes.



Noria de sangre



Arcaduz cerámico

MOTORIZACIÓN

Ante estas caprichosas eventualidades del viento, fue alrededor de 1945, en la zona del Lentiscar, cuando mecánicos procedentes de la minería y otras actividades industriales (Juan Pardo “Monteron”, Paco de la “Pitarca” y otros), iniciaron las primeras instalaciones de motores de combustión interna en algunos molinos de viento dotados de ejes de acero (la gran mayoría de ellos eran totalmente de madera)

A los ejes de acero (arboletes) de los molinos se les montaban una serie de engranajes metálicos que transformaban, en varias etapas, las revoluciones del motor a las exigidas

por la rueda del agua o tambor que nunca debían sobrepasar las 3.5 a 4 vueltas por minuto. Esta condición venía dada por el tiempo necesario para la carga de agua en los arcabuces. Los arcabuces al entrar perpendicularmente a la superficie del agua ocluían el aire en su interior y daban salida por medio de un taladro o agujero practicado en su fondo semiesférico. Un menor tiempo de carga de los arcabuces hacían que estos flotaran en el agua y consecuentemente la salida de las maromas del tambor y rotura de estos frágiles depósitos de barro cocido.

En los años posteriores a la guerra civil española existía una elevada escasez de combustibles líquidos para el funcionamiento de vehículos y motores industriales. Por esta razón fue necesario recurrir a combustibles de bajo costo aprovechando combustibles sólidos como la leña, carbón vegetal, huesos de albaricoque, cascara de almendra, etc., que eran fácilmente localizables dentro de la propia región.

Estos combustibles sólidos para ser utilizados, en motores de combustión interna, había que transformarlos en gases por medio de aparatosos sistemas llamados GASOGENOS. Estos aparatos quemaban la leña o la cascara de almendra de forma parcial, generando el GAS POBRE. Este gas está compuesto entre otros gases por: monóxido de carbono CO que tiene algo de poder calorífico, hidrogeno y algo de metano. El resto incombustible; dióxido de carbono y vapor de agua.

Los GASOGENOS ya fueron utilizados en aquella época y durante la segunda Guerra Mundial, principalmente en automoción en muchos países como Alemania, Francia, Suecia, Italia y otros como España. En nuestro caso nos ocuparemos únicamente de instalaciones fijas o de tipo industrial.

Existen diferentes sistemas de funcionamiento en los Gasógenos y estos se clasifican en:

- 1.- Gasificadores de tiro directo o **corriente ascendente**
- 2.- Gasificadores de tiro invertido o **corriente descendente**
- 3.- Gasificadores de **tiro transversal**
- 4.- otros

Estos constan de elementos contruidos en su mayoría de chapa de acero, además de otros componentes como material refractario, filtros de lana, corcho, bridas, codos y tornillería diversa. Los gasificadores constan de un depósito de acero de sección circular donde se introduce el combustible por su parte superior a través de una portezuela con tapa abisagrada. Un hogar, una parrilla, un



Automóvil con gasógeno

cenicero recogedor de residuos con sus tapas de limpieza, tubería de salida y conducción del gas y una toma de aire que, según el sistema de funcionamiento, puede ser mediante una serie de taladros perimetrales practicados en un plano normal y a media altura del depósito, o mediante un tubo en la parte inferior coincidente con el hogar. Las tomas de aire siempre son regulables a fin obtener una combustión incompleta del combustible utilizado para la generación del gas que tiene su salida por el fondo.

El proceso de gasificación se produce en cuatro zonas o etapas independientes:

1ª.- Zona de secado del combustible. El secado se produce por el calor que asciende de la combustión.

2ª.- Zona destilación. A temperaturas superiores a 250 °C en el combustible se producen reacciones no bien conocidas (pirolisis).

3ª.- Zona de oxidación o de combustión. La combustión se verifica en el mismo nivel que se introduce el oxígeno (aire) alcanzando temperaturas comprendidas entre 1.200 a 1.500° C.

4ª.- Zona de reducción. Los residuos de la combustión descienden al cenicero para evacuarlos por un registro o portezuela de limpieza.

Durante el proceso de la combustión se producen residuos como cenizas, hollín y condensados de alquitrán que deben ser eliminados: unos mediante el cenicero y otros a través de depuradores y filtros.

Las altas temperaturas del gas durante el proceso de formación lo hacen inviable para su consumo en el motor. Por esta razón hay que someterlo a un proceso de enfriamiento en un refrigerador o torre de enfriamiento. Este está compuesto por: una serie de tubos unidos entre sí de forma zigzagueante proporcionando al gas un largo recorrido que permite rebajar las altas temperaturas adquiridas durante su formación.

DEPURADOR

El **depurador** consta de un depósito con un caballete en su interior en contacto con una base de agua por la que pasa el gas depositando allí las cenizas y partículas de escoria en suspensión. (Ver dibujo de la figura nº...)

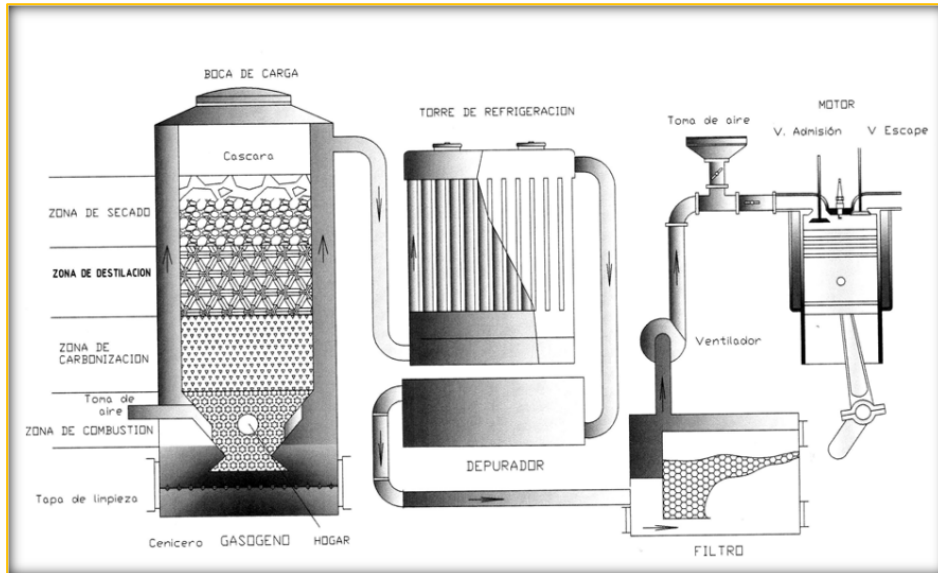
FILTROS.-

Los **filtros** están constituidos por un recipiente metálico con un contenido de corcho granulado dispuesto de forma que el recorrido del gas lo atravesase en su totalidad dejando en él las impurezas no eliminadas en el paso anterior.

En estos generadores o gasificadores se pueden producir escapes de monóxido de carbono CO con los consiguientes riesgos tóxicos que se han de tener presentes. Por esta razón se deben instalar siempre al aire libre con una cubierta o techumbre.

Los porcentajes siguientes de CO en el aire ocasionan los siguientes riesgos:

- entre 0.02 y 0.08 dolores de cabeza, mareos e inconsciencia en 2 horas.
- 0.16 dolor de cabeza, mareos, colapso y fallecimiento en 2 horas.
- 0.32 dolores de cabeza, mareos e inconsciencia y muerte en 30 minutos.
- 0.64 dolores de cabeza, mareos e inconsciencia y muerte en 10 o 15 minutos.
- 1.28 efecto inmediato y muerte en 1 a 3 minutos.



Dibujo esquemático de un GASOGENO

MOTORES DE COMBUSTION INTERNA O MOTORES ENDOTÉRMICOS

Son máquinas motrices cíclicas que transforman la energía térmica que poseen los combustibles líquidos o gaseosos en energía mecánica.

Partiendo de esta definición y teniendo en cuenta los distintos tipos de energía disponibles se puede hablar de diferentes clases de motores

1.- **Motores eólicos**, capaces de aprovechar la energía del viento. Estos se usan preferentemente en regiones llanas y expuestas a la acción de fuertes vientos para mover MOLINOS utilizados para la extracción de agua, molienda de cereales, sal, etc. y en la actualidad para la producción de energía eléctrica.

2.- **Motores hidráulicos**, accionados por la energía del agua. En estos se encuentran las turbinas de las centrales hidroeléctricas (Pelton y Francis) así como también las turbinas para el accionamiento de los MOLINOS harineros, los de moler pimentón, los de molturación de la aceituna para la extracción del aceite o las ruedas para la elevación de agua para riego en la agricultura.

3.- **Motores neumáticos**, funcionan mediante aire comprimido y se utilizan en las máquinas herramientas (martillos, taladradoras, lijadoras, etc.)

4.- **Motores de resorte o de peso**, accionados respectivamente por la energía elástica almacenada en un muelle o por la energía potencial de un peso elevado. Este último se utiliza principalmente en relojería.

5.- **Motores de inercia** (o de volante), accionado por la energía cinética que inicialmente posee un volante. Se emplea en vehículos destinados al servicio público (girobus) que realizan el recorrido entre dos paradas sucesivas por medio de la acción del motor de inercia, cuyo volante se reabastece de energía en la propia parada mediante un motor eléctrico conectado directamente a la red.

6.- **Motores eléctricos**, utilizan la energía eléctrica.

7.- **Motores endotérmicos**. Son máquinas motrices cíclicas en las que se transforma la energía que poseen los fluidos, de forma parcial, en energía mecánica.

8.- **Motores de gas pobre**. Estos pertenecen al grupo anterior, o sea a los endotérmicos, son monocilíndricos de simple efecto, funcionan según un ciclo de 4 tiempos y como energía utilizan el gas, como el producido en los gasógenos. Los ciclos de funcionamiento son:

- 1.- Motores de dos tiempos
- 2.- Motores de cuatro tiempos
- 3.- Motores Diesel
- 4.- Motores semidiesel

El ciclo completo en estos motores consta de:

- 1.- Carrera de admisión a la presión atmosférica
- 2.- Carrera de compresión hasta 10 u 11 atmósferas
- 3.- Explosión

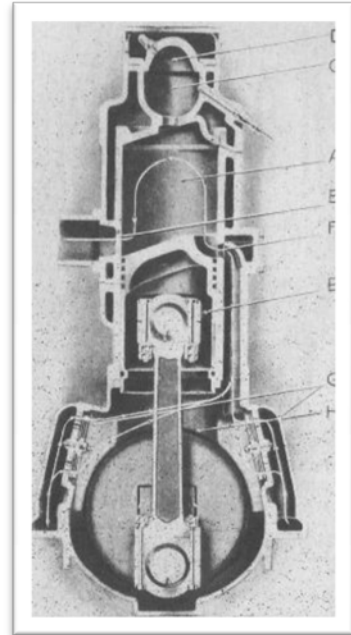
- 4.- Carrera de expansión
- 5.- Carrera de expulsión o escape volviendo el embolo al punto inicial

En el cilindro se admite una mezcla de gas con aire en exceso. Según estudios realizados el rendimiento es tanto mayor cuanto más pobre es la mezcla y mayor la compresión.

Los rendimientos de estos motores son muy bajos comparativamente con los Diesel o de gasolina.

Se entiende como rendimiento global de un motor al cociente obtenido de dividir el trabajo útil suministrado por el motor en su eje de salida, expresada en caballos de vapor, por la energía del combustible consumido durante un tiempo determinado. La fuente de energía es una mezcla de combustible y aire.

- 1.- Motores diesel de cuatro tiempos y encendido con **chispa**, alimentados con gas pobre
- 2.- Semidiesel de dos tiempos de combustibles líquidos. Estos motores llamados así son de baja compresión comparativamente con los de ciclo diesel y para su arranque o



Sección de un motor de dos tiempos

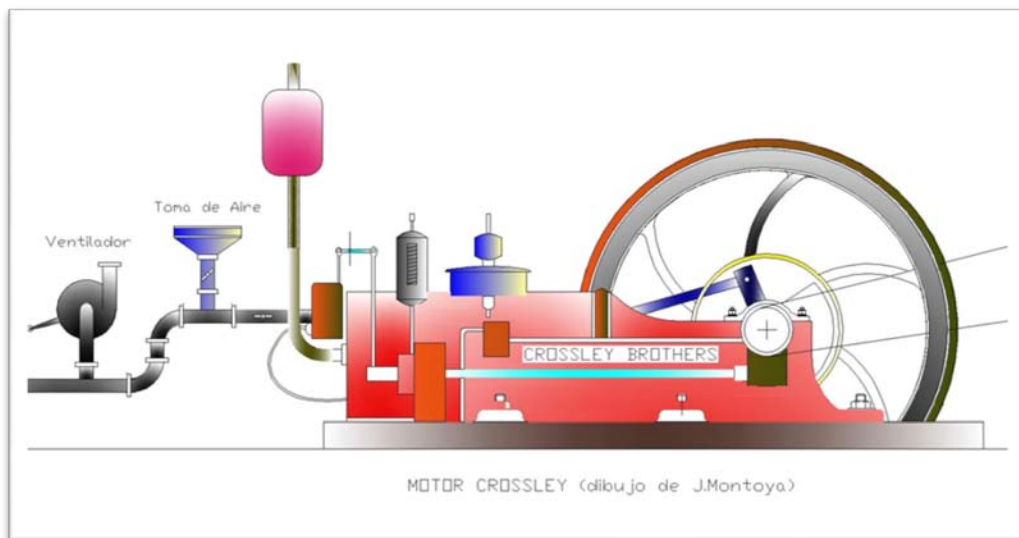


Motor de dos tiempos PEETER

puesta en marcha se necesita un calentamiento, previo de la culata, a través de un bulbo con el calor de un soplete o lamparilla. Una vez realizadas las primeras explosiones se mantenía la temperatura en la culata durante todo el funcionamiento

Los motores de empleo más generalizado en el accionamiento de norias y molinos de viento fueron los de la marca Crossley de fabricación inglesa y los Peeter.

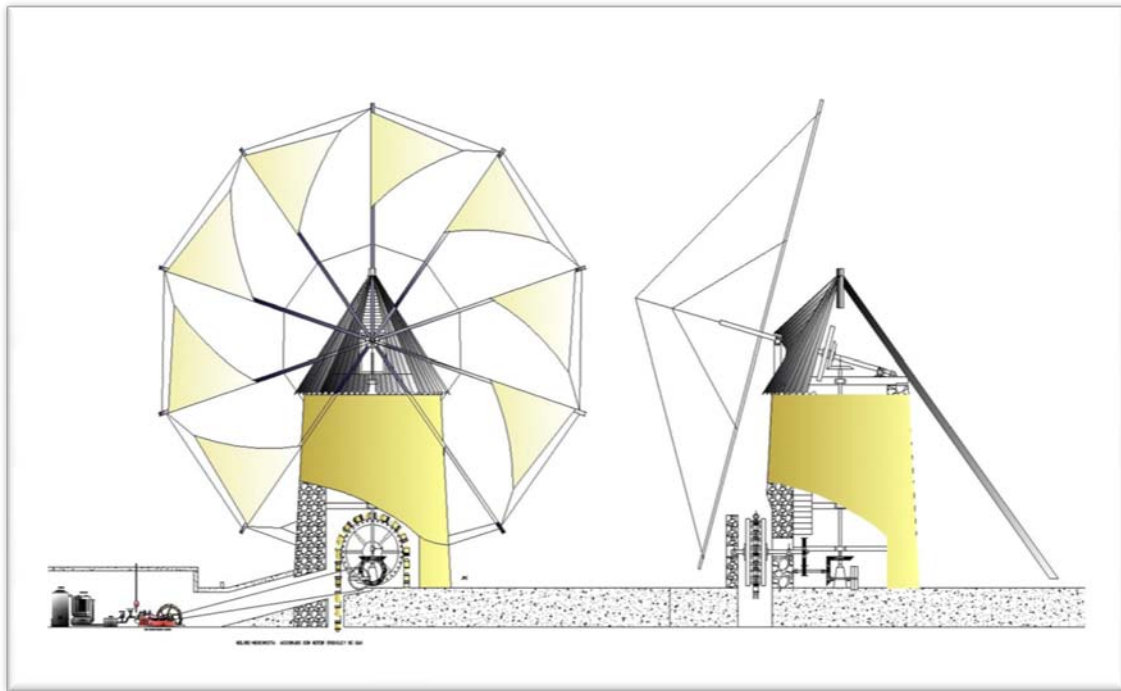
Los motores Crossley eran de un solo cilindro en posición horizontal, con potencias de entre 7 y 15 CV, si bien los había de mayores potencias. Estos motores desarrollan su trabajo en ciclo de 4 tiempos. Están dotados de un gran volante de inercia de 1.690 y 1.750 mm, de diámetro, según la potencia. El encendido lo hacen mediante chispa o salto eléctrico de alto voltaje producido por medio de una magneto y el combustible utilizado era gas pobre. Los motores de esta marca se distinguían por su gran volumen y



Dibujo de motor CROSSLEY

por el sonido de sus explosiones a través del tubo de escape, explosiones que por su lentitud se podían contar

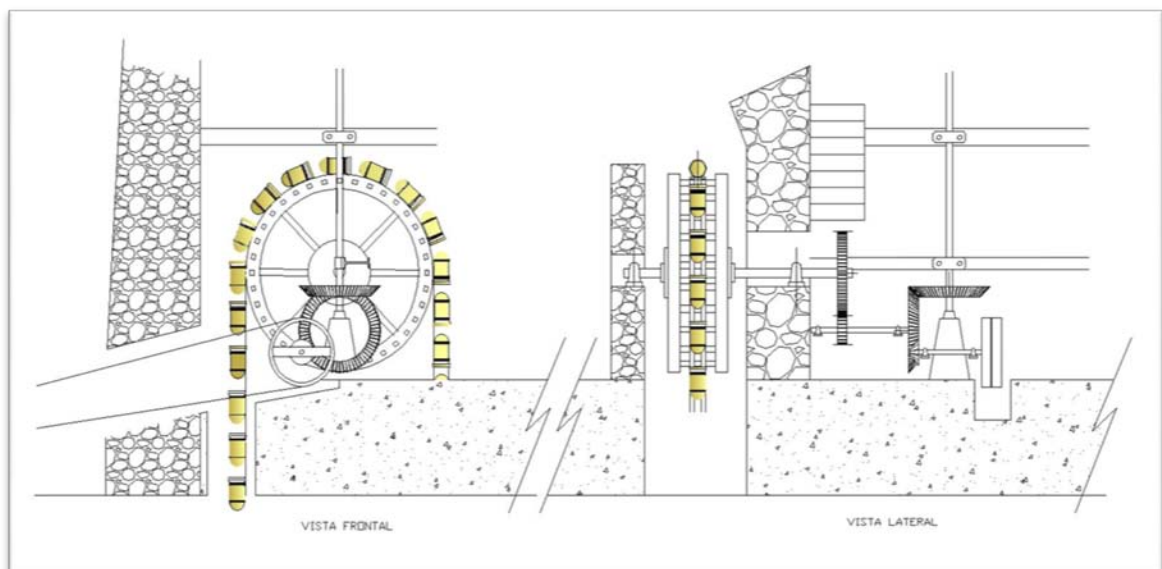
La instalación de estos motores, de gran volumen, para el accionamiento de un molino había que hacerlo necesariamente en el exterior de la torre y por debajo del andén a fin de no entorpecer u obstaculizar el giro de las aspas cuando estas fuese necesario hacerlas girar aprovechando los días de buen viento. Cuando a un molino se le instalaba un motor había que hacerlo con la condición de poder utilizarlo indistintamente tanto energía eólica como mecánica. Para ello era necesario hacer desplazable la linterna de arriba o linterna del aire de tal manera que quedase liberada del accionamiento de la rueda o engranaje del aire.



Molino accionado por un motor CROSSLEY

En este dibujo la instalación corresponde a un motor CROSSLEY de gas pobre procedente de un GASOGENO, en un molino “modernista” con la maquinaria íntegramente de acero. Este molino está ubicado en el término municipal de La Puebla de Cartagena, pero ya sin el motor y su instalación mecánica. Las características de este motor eran:

- Marca: CROSSLEY
- Potencia: 10 HP
- Cilindros: Uno
- Volantes: Uno de inercia de 1,70 m de diámetro y 1.000 kg., de peso
- Encendido: Magneto y chispero



Vista frontal y lateral de los engranajes de un molino

- Combustible: Gas pobre procedente de la combustión de cascara de almendra.

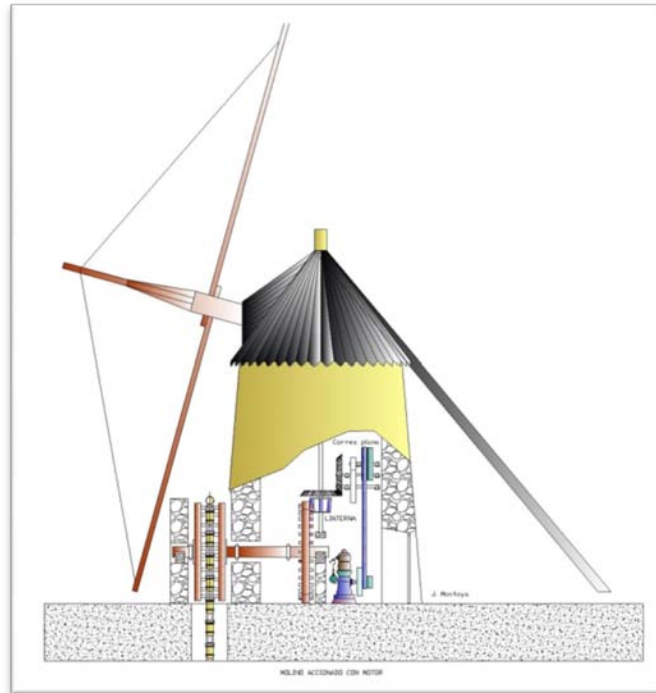
En el dibujo anterior se puede ver una vista lateral y otra frontal del sistema de engranajes

Otro tipo de instalaciones de motor también se realizaban en molinos de viento con motores de tamaño menor, si bien es cierto que el interior del molino quedaba muy reducido con dificultades para el acceso.

MOLINO CON MOTOR INTERIOR

El molino que representamos a continuación corresponde a uno ubicado en el término municipal de El Algar al que se le instaló un motor semidiesel para su accionamiento.

Este molino era de madera excepto el arbolete o eje vertical que era de acero y la linterna mixta de madera y acero. Sobre esta se acoplaba una corona o

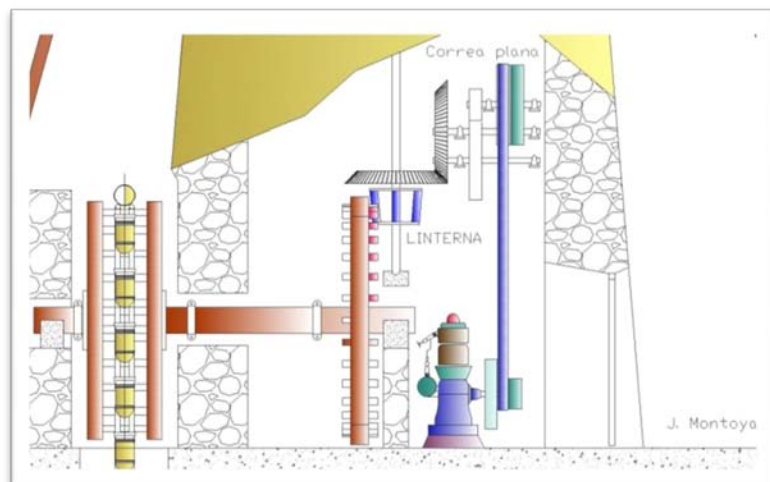


Molino con motor en su interior

engranaje cónico de acero que transmitían el movimiento a la rueda catalina o rueda del infierno. Como siempre la desmultiplicación del número de revoluciones del motor llevaba aparejado la instalación de una serie de ruedas dentadas de acero para que el tambor o noria quedase limitada a no más de 3 o 3,3 vueltas por minuto. En este molino como en el caso anterior había que desconectar la linterna del aire de la rueda superior del mismo nombre.

En la sección siguiente del dibujo anterior se pueden observar con más detalle la disposición de los engranajes.

Se puede decir que los molinos con motores tenían el corazón



Engranajes de transmisión en interior del molino

trasplantado

NORIAS MOTORIZADAS

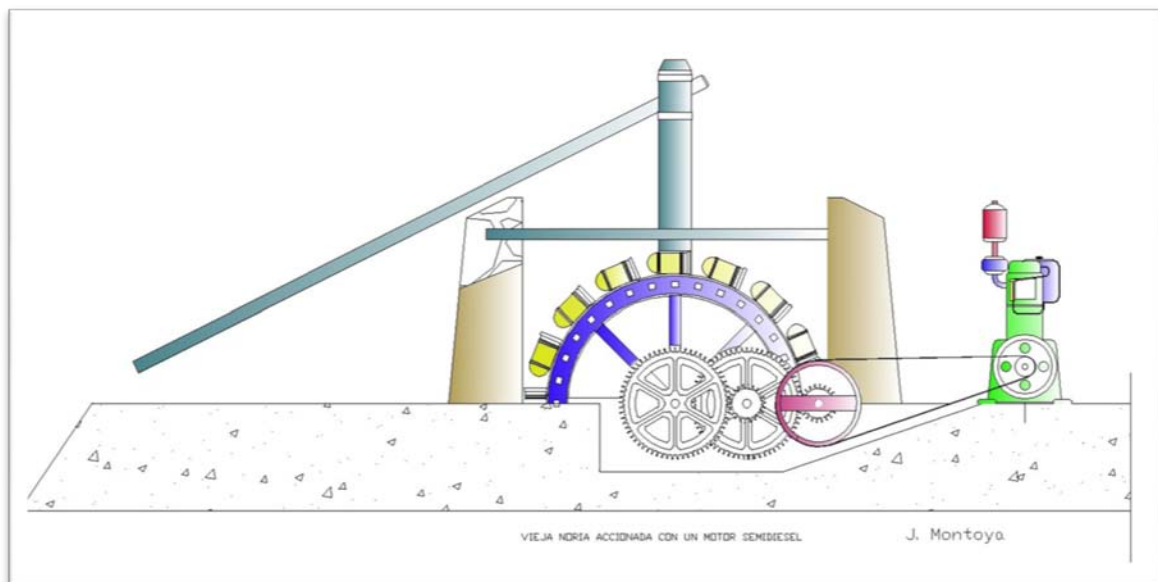
A las norias también se le acoplaron motores para su accionamiento, dado que los niveles freáticos descendieron tanto que el esfuerzo de los animales para elevar el agua depositada en los arcaduces era tan elevado, y las frecuentes paradas, que la cantidad de agua elevada era insuficiente para cualquier riego que fuera necesario.

Para el acoplamiento de motores a las norias era imprescindible que el eje del tambor fuese metálico y montado sobre cojinetes a fin de asegurar la buena rotación de las ruedas dentadas montadas sobre dicho eje.

También se eliminaba la rueda del aire pues ya no tenía sentido utilizar la noria con el esfuerzo o tracción animal. El accionamiento de la noria con motor aseguraba un caudal de agua constante con la ventaja añadida de extraer el agua tanto de día como de noche.

En las norias, como en los molinos, las vueltas de la rueda de arcaduces no debían ser superiores a 3.3 rpm., condición impuestas por el tiempo de evacuación del aire llenado de agua de los arcaduces.

Además de la motorización en este tipo de instalaciones también se recurría al accionamiento de grandes norias sobre pozos hechos en lugares donde podían haber embalsamientos de agua subterránea previo informe y asesoramiento de los zahories de la zona.



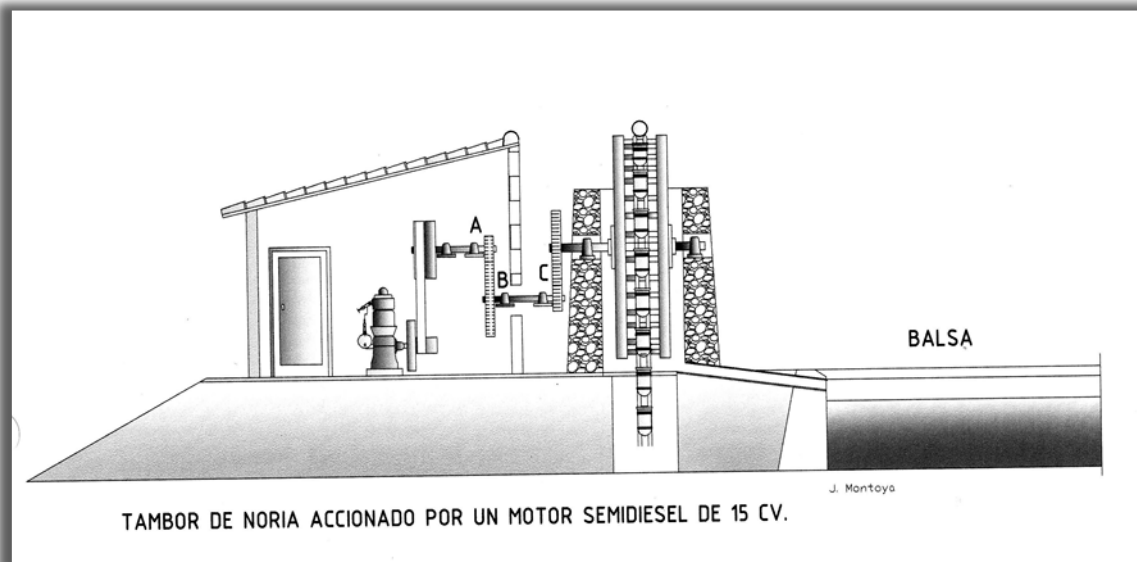
Noria accionada con motor semidiesel

El siguiente dibujo o representación corresponde a la instalación de una rueda o tambor de noria de 3.10 m de diámetro, (construido por el aperador Salvador Montoya

Garcerán), accionada por un motor de combustión interna para la extracción de agua en la finca de los Pardos del término municipal de Torre Pacheco.

Tambor de noria accionado con motor

En la representación se pueden observar las tres transformaciones del número de vueltas (A, B y C) que fueron necesarias realizar partiendo de las 800 rpm., del motor hasta



llegar a las 3.3 rpm, exigidas por la noria.

Bibliografía

Domingo Támara, “La carburación carburadores y gasógenos”.

Juan Montoya Inglés, “Viejas artes de sacar agua en el campo de Cartagena”.