

00162

**MOLINOS HIDRAULICOS HARINEROS
MOLINOS DE XUCHIMANGAS**

Tesis para obtener el grado de
Maestro en Arquitectura

Presenta
Arq. Tarsicio Pastrana Salcedo

Programa de maestría y doctorado en arquitectura
Campo de conocimiento
Restauración de monumentos.

México D.F.
2005

MI 347558



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Director de Tesis:

Mtro. José Manuel Mijares y Mijares

Sinodales:

**Dr. Luis Arnal Simon
Mtra. Diana Ramiro Esteban
Mtro. José López Quintero
Dr. Guillermo Boils Morales**

A:

Tarsicio Pastrana Novoa
Adela Salcedo Ruiz
Adela Pastrana Salcedo
Daniel Pastrana Salcedo

INDICE

INTRODUCCION	1
CAPITULO I: UN TEMA SOBRE HISTORIA Y EVOLUCION	4
CAPITULO II: UN TEMA SOBRE LA INGENIERIA DE LOS MOLINOS	25
A. Sistema hidráulico: <i>La sangre y las venas.</i>	25
B. La Maquinaria: <i>Los músculos y tendones.</i>	41
a. Maquinaria inferior.	43
b. Maquinaria superior.	54
C. Espacios arquitectónicos: <i>La piel y los huesos.</i>	70
D. Proceso de Molienda	75
CAPITULO III: UN TEMA SOBRA UNA REGION MOLINERA JESUITA	80
A. Sobre Tepotzotlán y unos molinos que ahí se encuentran.	80
B. Los sistemas de haciendas jesuitas	91
C. Las haciendas de los colegios de Tepotzotlán entre ellas la de Xuchimangas	98
CAPITULO IV: UN TEMA SOBRE LOS MOLINOS DE XUCHIMANGAS	104
A. El camino del agua: <i>El sistema hidráulico del molino de arriba</i>	105
B. El camino del trigo: <i>Los espacios arquitectónicos del molino de arriba</i>	119
C. Una mención al molino de abajo: <i>Descripción del molino de abajo</i>	133
D. El segundo camino del agua: <i>El sistema hidráulico de los colegios y sus molinos</i>	138
CAPITULO V: UN TEMA SOBRE NUEVOS USOS PARA LOS ESPACIOS DE ARQUITECTURA PREINDUSTRIAL (Propuesta para los molinos de Xuchimangas)	147
A. Consideraciones sobre los molinos hidráulicos y su impacto en el espacio arquitectónico generado.	147
B. La relación entre maquinaria y espacio arquitectónico. Lenguajes generados.	153
C. Impacto en una región de los molinos hidráulicos.	154
D. Deterioro y desaparición de los espacios preindustriales, maneras de abordar su análisis.	157
E. Un museo de tecnología hidráulica virreinal.	160
F. Métodos de integración del Museo de Tecnología Virreinal con el Museo Nacional del Virreinato y Esquemas de funcionamiento.	164

CONCLUSIONES

176

GLOSARIO

179

BIBLIOGRAFIA

INTRODUCCIÓN

Cuando asistía al curso propedéutico previo al ingreso a la maestría en restauración los expositores nos plantearon una necesidad que hasta ese momento no era muy clara para muchos de los asistentes: la elección de un tema particular materializado en un edificio a restaurar y un tema general del cual este edificio debería ser claro exponente.

En ese momento pocos sabíamos de la importancia de esta elección, sería el tema que nos acompañaría a lo largo de 2 años de maestría, se desarrollaría en los 4 talleres y al final la investigación y el caso de estudio se convertirían en una tesis que nos permitiría obtener el grado de Maestros.

Para mi en particular había otras inquietudes, yo estaba trabajando en una empresa que hacía la iluminación de los retablos del ex templo de San Francisco Javier, en Tepotztlán entre este punto y la ciudad universitaria existe una distancia de 70 km. que yo tendría que recorrer casi todos los días, atravesando la ciudad de México; el tiempo que yo iba a perder en el tránsito lo tenía que recuperar eliminando traslados, la elección del caso de estudio tendría que estar en uno de los puntos a los que acudiría frecuentemente.

De esta forma elegí los molinos de Xuchimangas, era frecuente la mención a los molinos que ocupan el lado norte de la huerta del conjunto jesuita, a simple vista era un edificio sujeto de restauración, (el 75% del conjunto está en estado ruinoso) podía entrar las veces que yo quisiera, las visitas obligatorias por cuestiones de trabajo las podría aprovechar para entrar al edificio; sin conocimientos previos, opte por los molinos.

Ya en la Maestría comencé a profundizar en el tema, mi primera reacción fue de sorpresa, no era un tema muy estudiado a pesar de contar con todos los elementos necesarios para serlo.

La tecnología hidráulica está relacionada con todas las máquinas que eran accionadas por el agua y que ayudaban al hombre con diversas tareas, para mí lo más interesante era la adaptación del espacio arquitectónico a la maquinaria, el espacio se configura en función de la máquina y sus procesos.

Para entender el espacio en función de la máquina tenía que entender dos cosas fundamentales, ¿cómo trabajaba la maquinaria de molienda? y ¿cómo era el proceso de molienda? responder estas dos preguntas me llevó parte de los 2 años de la maestría, al terminar el proceso, el espacio arquitectónico de los molinos adquirió significado, con la investigación realizada aprendí el lenguaje arquitectónico de los molinos, ahora entendía lo que querían decir.

Otro aspecto importante fue el sistema jesuita en el que estaban insertados los molinos, la manera de trabajar y la distribución de espacios hablaban de una organización meticulosa, producto del extraordinario sistema organizacional de los jesuitas, la operación y funcionamiento así como los probables volúmenes de producción nos hablan de un espacio con organización y operación preindustrial.

Conforme avanzaba descubría que esos Molinos que tan azarosamente había elegido representaban un edificio único en su género de los cuales quedaban pocos exponentes.

Para desarrollar el trabajo elegí el método que estaba siguiendo para la investigación, el proceso de encuentro fue muy sencillo, primero profundice en la historia de los molinos, después en como funcionaban, lo siguiente fue la historia en particular de los molinos de Xuchimangas, con estas tres partes cubiertas entre al análisis particular del edificio, finalmente con las 4 partes precedentes desarrolle mi propuesta. Este procedimiento fue muy útil porque derivo en 5 capítulos que son los que componen el trabajo.

En el primer capítulo explico de manera breve la historia de la molienda que al ser el edificio producto de una función específica nos deriva en la historia de los molinos, entender el proceso es entender el espacio. Algunas menciones al modo en que se operaban y controlaban los molinos a través de la historia nos expresa la importancia que estos tuvieron, los molinos producían principalmente harina, que se utiliza en la fabricación de pan, este ha sido y sigue siendo uno de los alimentos básicos del hombre, y en este hecho radica la importancia política y cultural que tuvieron los molinos a través de la historia.

El segundo capítulo habla sobre la ingeniería de los molinos, desde los sistemas hidráulicos en los que se insertaban pasando por el manejo del agua, la maquinaria, el proceso de molienda el manejo de los espacios, este fue un capítulo muy importante para mí, por el conocimiento que me dejó el desarrollarlo, en este capítulo se explica cada parte de la máquina, además de todo el proceso de molienda y los espacios arquitectónicos que este proceso genera. Los espacios generados por la máquina y por el proceso, eso al final nos produce un molino hidráulico, con un lenguaje espacial propio que es desglosado en el segundo capítulo.

En el tercero, ya estaba en condiciones de entrar al tema particular y repetí el proceso pero ahora de manera específica, en el capítulo uno trate la historia de los molinos de manera general, ahora en el tercero entraría a la historia de los molinos de Xuchimangas, su contexto su manera de funcionar. Al ser este un edificio anexo a la huerta de los excolegios jesuitas de Tepetzotlán, la historia de estos colegios tendría que ir ligada con los molinos y así fue, los molinos significaron la independencia económica de los colegios en los difíciles inicios a finales del siglo XVI gracias a los molinos los jesuitas de Tepetzotlán iniciaron una expansión que solo fue frenada por la expulsión en el siglo XVIII.

El cuarto capítulo habla de los molinos en particular, descripciones y análisis de espacio y funcionamiento de los molinos de Xuchimangas, tomando en cuenta todo lo analizado en los 3 capítulos precedentes, con ese bagaje de conocimientos previos fue más fácil la lectura de los molinos, encontrar las analogías arquitectónicas fue una tarea que requirió de observación, para confirmar o refutar algunas de las ideas que se expresan en este capítulo sería necesario una investigación en sitio más profunda, con calas arqueológicas y constructivas que nos enseñaran más datos, desgraciadamente esto no fue posible limitando la observación a lo que se pudo observar a simple vista.

El quinto capítulo es la propuesta, los espacios de arquitectura preindustrial son parte de la historia económica de las regiones, los 4 capítulos anteriores nos llevan a entender la importancia de este espacio y lo grandioso de su conservación, es importante entender que no solo es la conservación del espacio el punto de importancia, este debe ir acompañado de la difusión del mismo, el conocimiento general de cómo se hacían las cosas en este lugar es fundamental para el desarrollo de una cultura de más respeto al pasado y a la historia de las regiones.

Otra situación que me gustaría mencionar son las técnicas que utilice para el entendimiento de los espacios, como ya he mencionado a lo largo de la investigación

era fundamental para mi comprender el funcionamiento de los molinos, para lo cual desarrolle modelos virtuales en computadora, estos fueron de mucha utilidad a lo largo de la maestría porque me permitieron entender y explicar. Aparentemente cuando cumplieran su fin tendría que olvidarme de ellos, pero les encontré una utilidad mas, los modelos virtuales en 3d eran una manera clara y fácil de leer, los tendría que transformar en dibujos, un lenguaje arquitectónico que apoyara las explicaciones que siendo sinceros si carecian de dibujos esquemas y diagramas serian muy dificiles de digerir.

El proceso fue muy laborioso pero se convirtió en algo mecánico, de cada modelo virtual, se sacaban imágenes, las imágenes que yo necesitaba para explicar algunos conceptos, cabe aclarar que se desarrollaron mas de 10 modelos virtuales de diferentes zonas, la maquinaria, el molino mínimo, los molinos de Xuchimangas, regiones hidráulicas, el proyecto final, molinos históricos etc.

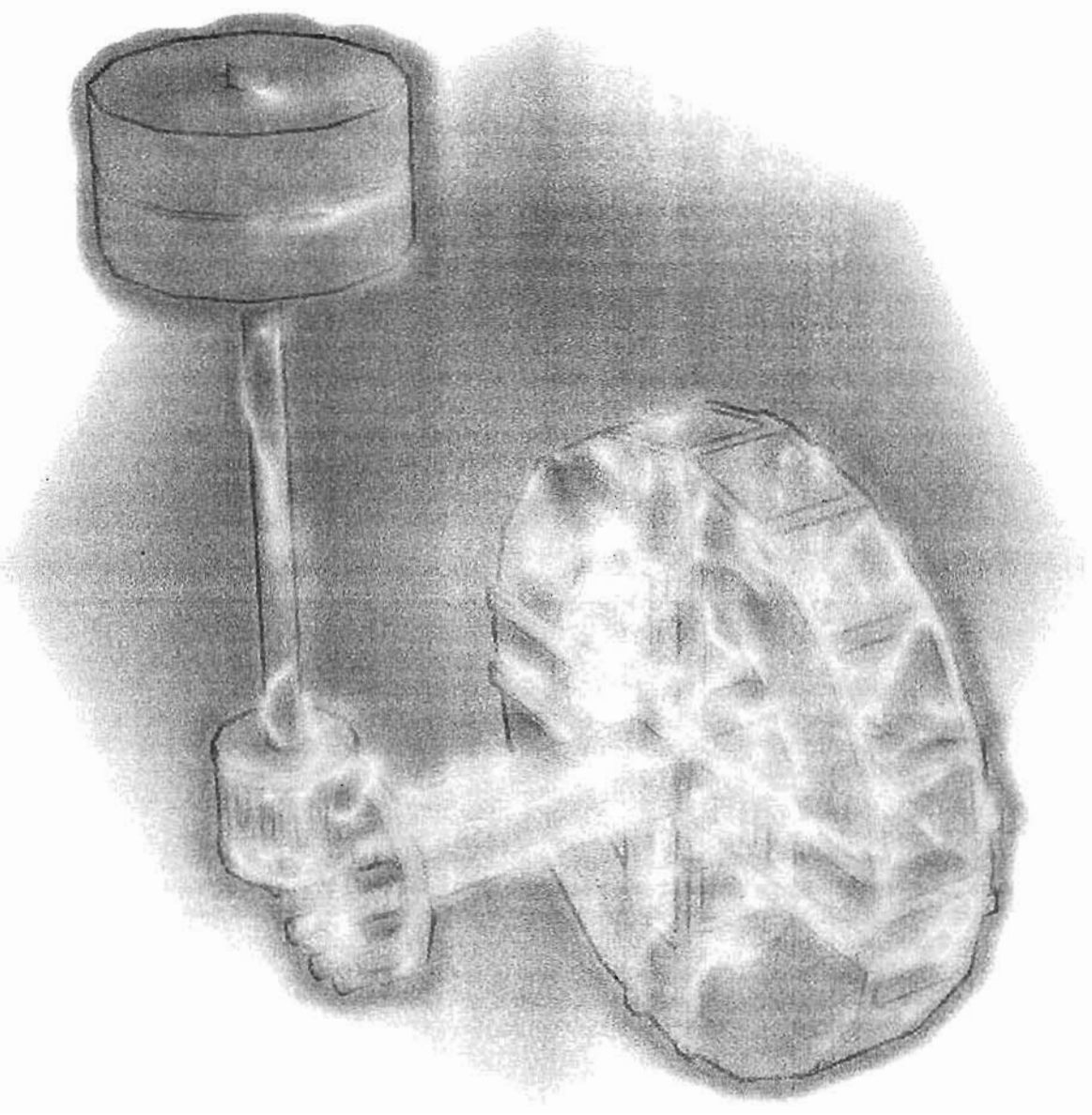
La imagen obtenida se trabajaba en un programa de edición, el primer paso era encontrar los bordes, con esto la imagen que tiene colores sólidos se transforma en un dibujo lineal, el segundo era pasar este a blanco y negro, se imprime esta imagen en borrador y se obtienen dibujos con líneas claras que son retocados a mano con lápiz.

Posterior a esto se escanean o saca una fotografía para meterlos de nuevo en el programa de edición de imágenes y agregar los textos, de esta forma se trabajaron los dibujos y esquemas de este trabajo, es muy fácil identificar los dibujos realizados por mi de los que no. Los que no tienen la fuente son todos realizados de la manera expuesta con anterioridad.

El glosario fue otra anexión interesante, a lo largo del capitulo 2 se colocaron palabras en gris que podrán ser encontradas en este glosario es una manera de complementar la información sobre la terminología de los molinos.

Si tenemos que hablar de los descubrimientos, tendría que mencionar que al final de todo el proceso quede gratamente impactado con lo que yo descubrí, el camino de la maestría es un constante descubrimiento de nuevos temas, técnicas de trabajo, de historias, de evoluciones, pero además están los propios encuentros con espacios olvidados en el tiempo que uno trata de descifrar, de entender, de leer, este proceso sucede de manera particular en el tema de cada alumno, y de manera general al compartir los temas de los demás.

Después de los motivos iniciales tan prácticos que tome en cuenta para la elección de mi tema tengo que reconocer que mi camino de descubrimientos fue sumamente grato y me enseñó un aspecto olvidado de la arquitectura: los espacios generados a partir de la tecnología hidráulica en el virreinato



CAPITULO I: UN TEMA SOBRE HISTORIA Y EVOLUCION

*No se tomara en prenda el molino ni la muela de piedra del molino
porque ello seria tomar en prenda la vida misma.*

Deuteronomio 24:6

I. UN TEMA SOBRE LA EVOLUCION DE LOS MOLINOS

A. ORIGEN DE LOS MOLINOS

Una maquina es un conjunto de objetos que sirven mediante la aplicación de una fuerza para facilitar un trabajo, el molino es una maquina que sirve para reducir un material a polvo, la menor o mayor complejidad de esa máquina y las diferencias en el tipo de fuerza aplicada son las que determina los tipos de molinos.

El molino mas sencillo se encuentra en la boca del ser humano, el hombre al ingerir un alimento lo muele con los molares, no es casualidad que los objetos de la maquinaria que sirven para triturar y las piezas dentales ya mencionadas tengan la misma raíz etimológica y en algunos casos se denominen igual; en México muelas son las piezas dentales que muelen el alimento y muelas son las piezas de un molino que trituran el material. Los primeros molinos debieron surgir de la observación de este proceso y la intención de reproducirlo de manera mas controlada fuera de la boca.

Las semillas, alimento básico de la humanidad, necesitaban ser molidas y mezcladas para facilitar su consumo; algunas de las semillas tienen cáscaras duras que hacen difícil su ingesta en especial para personas con pocos dientes (ancianos y niños) la necesidad de facilitar el alimento eliminando las cáscaras duras y mezclando en pasta los polvos obtenidos de la molturación llevó al hombre a utilizar las piedras para este fin. Este proceso controlado permitió producir excedentes mas allá del autoconsumo que eran facilitados a los miembros del grupo que no podían alimentarse por si solos. Así el primer molino de la historia fabricado por el hombre consistió en un par de piedras a las que este aplicaba su propia fuerza, cumpliendo con las dos condiciones descritas anteriormente, la máquina es el par de piedras, la fuerza que acciona la maquina es proporcionada por el hombre.

Las primeras comunidades comenzaron a evolucionar a partir de la diversificación en los alimentos que consumían, las nuevas sustancias hicieron evolucionar sus cerebros y crearon nuevas necesidades que fueron cubiertas con la elaboración de herramientas, las primeras fueron los objetos tomados directamente de la naturaleza, el segundo paso fue la transformación de estos objetos para facilitar las tareas y este desarrollo de nuevas herramientas ejerció la mente de los hombres; lo que hizo evolucionar al hombre fue el trabajo¹, el trabajo como una actividad que generó satisfactores, este circulo de relación trabajo satisfactor, acompaña al hombre en su evolución y continua hasta nuestros días, las herramientas y maquinarias sufren transformaciones que tienen como único fin optimizar el trabajo y obtener mejores resultados, ayudar al hombre en sus actividades. Este fue el caso del molino.

Dentro de este proceso de búsqueda de satisfactores por medio del trabajo diferentes necesidades hacen evolucionar a los molinos, primero necesidades de producción; el crecimiento de la población demanda mayores volúmenes del producto, segundo necesidades de tiempo, este producto se debe obtener en menores periodos para hacer mas rentable la actividad y tercero liberación de mano de obra, los recursos humanos o animales empleados para la molienda deben de ser los mínimos; en resumen la evolución se regirá a través de la historia por la búsqueda de mayores volúmenes de producción en menores periodos, liberando al hombre del arduo trabajo de moler.

¹ ENGELS, Federico, *El Papel del trabajo en la transformación del mono en hombre*, México Ediciones Quinto sol, México, 1988.

B. EVOLUCION DE LOS MOLINOS.

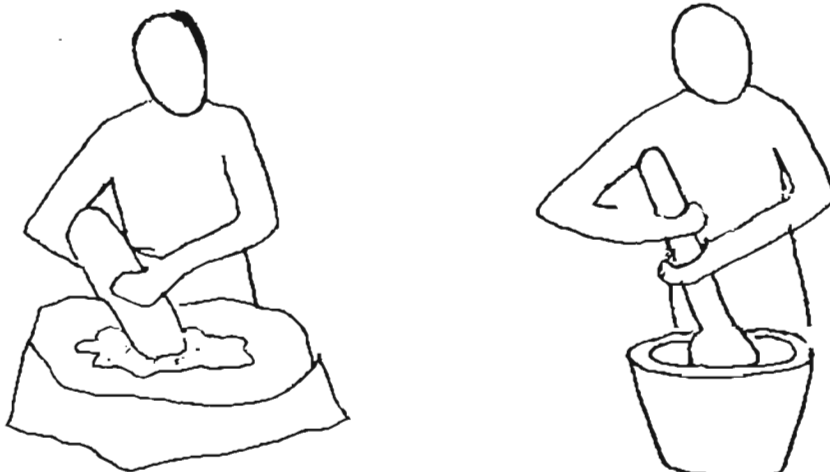
El primer salto evolutivo de los molinos tiene que ver con el modo en que trabajarán las muelas, es decir las piedras de molienda, una funcionando como base permaneciendo fija, la otra como elemento móvil, en este momento se divide el sistema de molienda en dos caminos que tienen que ver con el modo de aplicar la fuerza para la molturación.

EL primero es la molienda por percusión, utilizando la técnica de golpear con un objeto pesado el material sobre una superficie resistente provocando que el material se fragmente en pedazos mas pequeños hasta llegar al polvo este tipo de molinos se refiere a los primeros morteros y pilones

El segundo es la molienda por fricción que consiste en rodar una piedra trabajada sin aristas sobre una superficie resistente y plana el material se fragmenta por el peso de la piedra que se mueve sobre él, de esta técnica nacerán los primeros molinos con una piedra móvil sobre una fija.

Este par de técnicas genera molinos muy diferentes, la diferencia en la técnica obliga a que las piedras que constituyen el molino tengan diferentes formas; en el caso de los morteros la muela base es ahuecada para evitar que el producto de la molienda se disperse por el golpeo, al ahuecarse permite una mejor aplicación de fuerza por parte de la otra muela, la cual debe ser una pieza manejable con las manos. En el sistema por rodamiento la muela base debe ser plana, y la muela móvil de formas redondeadas y tamaños adecuados para su manipulación, para su funcionamiento el hombre hace rodar una pieza sobre la otra y por medio de fricción y peso se muele el grano, El tipo de molinos que se estudian mas ampliamente en este trabajo tienen su origen en este sistema de rodamiento

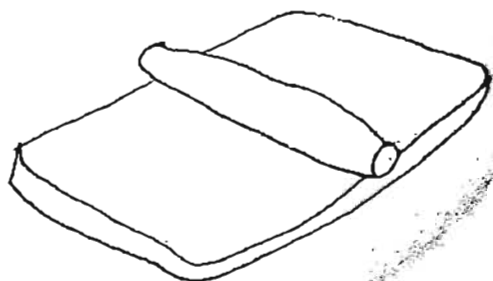
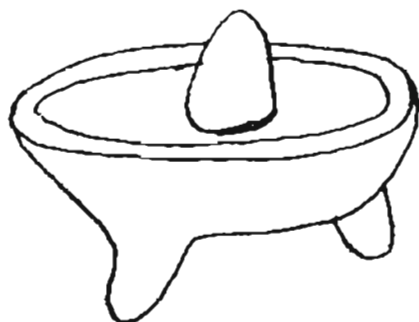
En muchos países se utilizan molinos pequeños que no han tenido cambios en miles de años, en México encontramos los dos casos arriba explicados, el molcajete que trabaja por percusión, formado por una piedra base ahuecada con tres patas y la piedra para moler que cabe en la mano con forma cónica, y el segundo conocido como el metate, formado por una plataforma de piedra con 4 patas y un rodillo de piedra que se destiza sobre la base. Ambos continúan en uso.



La técnica de golpeo en la molienda evoluciona hacia los morteros y pilones, el golpeo provoca que los granos salgan disparados para subsanar esto se ahueca la piedra base, el elemento con el que se golpea adquiere formas mas adecuadas para realizar esta función. Ambos cuenco y pilón se comienzan a hacer de madera para aligerar el peso y canalizar mejor la fuerza del que lo utiliza



La técnica de fricción o rodamiento necesitaba de trabajar la piedra móvil para liberarla de las aristas, este tipo de molino fue cambiando hasta llegar a las piedras circulares del mismo tamaño una sobre otra, desde los primeros intentos de fabricación o adaptación de las muelas para este fin se adquirieron roles fundamentales, una permanecerá fija y servirá de base, la otra será móvil y hará el trabajo sobre la fija.



Molino Manual. En México el molcajete es un molino manual que utiliza la técnica de percusión, se fabrica en piedra y últimamente en plásticos, su piedra fija es al mismo tiempo el recipiente en el que se deja el producto de la molienda, comúnmente salsas. El metate se fabrica en piedra, muele por el principio de rodamiento, este es más utilizado para la masa del maíz, se muele y al mismo tiempo se amasa.

Con el nacimiento de los molinos la molienda se convirtió en una actividad que ha perdurado hasta el día de hoy. El hombre de cromagnon molía en morteros las diferentes sustancias para la obtención de la pintura con la que decoraba las cuevas². Desde las sociedades primitivas hasta nuestros días los productos que se necesitan moler son muchos, (materiales para construcción, minerales etc.) pero de todos esos productos el que le dio su carácter de actividad primordial y con esto lo encadenó a una carrera evolutiva que no se ha detenido fue la molturación de granos; la obtención de harinas con las que se podía fabricar pan fue la actividad fundamental que unió la historia de ambas actividades, la molienda y la fabricación de pan.

El molino nace en el ámbito de la producción alimenticia esta es la razón principal de la existencia y transformación de los molinos, si pensamos en la importancia del pan en la dieta del hombre a través de milenios podemos imaginar la importancia de la molienda desde los años en que solo se utilizaban dos piedras levantadas del suelo.

Una siguiente división en la evolución de los molinos tuvo que ver con el volumen que se necesitaba producir. En primera instancia la molienda se hacía en casa, esta labor diaria era ardua sobre todo cuando se necesitaba, mayor volumen de harina, pero mientras la molienda permaneció doméstica los molinos solo crecieron en tamaño. Cuando las sociedades empezaron a dividir el trabajo y surgieron las especialidades, que implicaban la dedicación de una persona durante fue posible obtener excedentes de un solo producto con el consecuente nacimiento de intercambios de unos excedentes por otros (trueque).

La necesidad de una producción mayor obligo a la implementación de nuevas tecnologías que contribuyeran a facilitar el trabajo. En el caso de los molinos se aumentó la producción haciendo crecer las muelas pero al mismo tiempo se hizo más ardua la labor para moverlas, se hicieron entonces adaptaciones para facilitar este movimiento, fabricando ambas muelas de forma circular y mismo tamaño. Los nuevos molinos se resolvieron montando la muela móvil en un eje sobre la fija y por medio de barrenos en su canto se adaptaron barrotos de madera que permitían el giro de la superior sobre la inferior, uno o dos hombres tomaban los barrotos y empujaban, haciendo girar la muela. Este trabajo era extenuante, por lo que la molienda se transformo en un trabajo de castigo, realizado por esclavos.

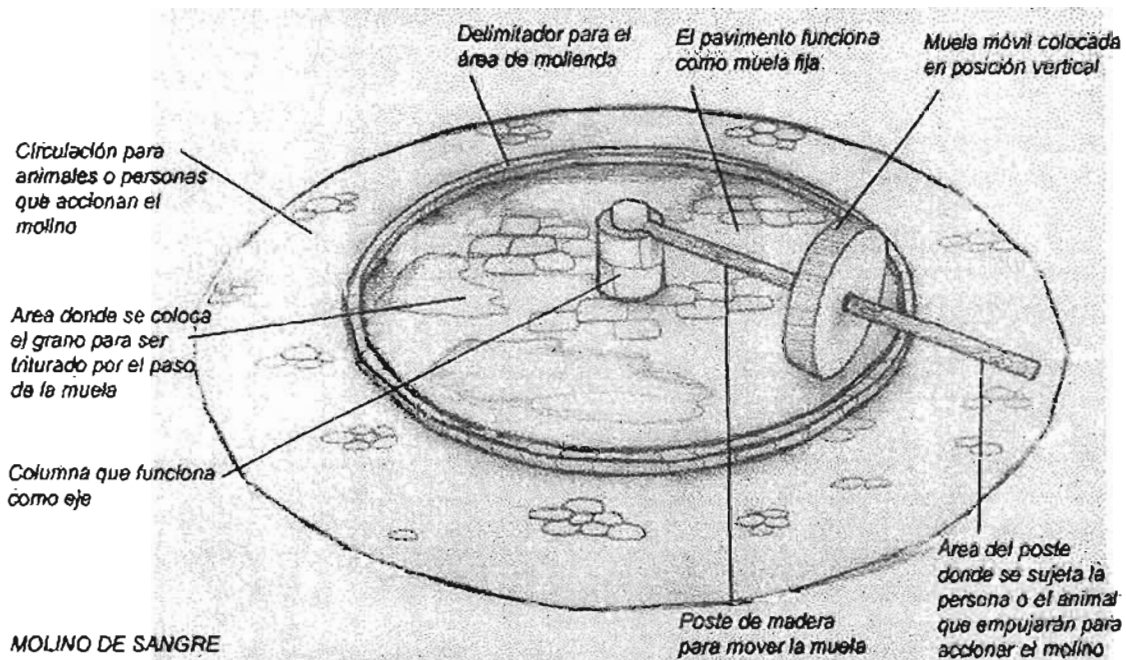
Las necesidades de producción dividen la molienda entre la doméstica que se siguió practicando en casa y la comercial que necesitaba volúmenes mas grandes de producción, esta última es el nuevo aliciente en la evolución de los molinos, mientras que la doméstica por cubrir la necesidad de producción a nivel casero, sigue sin variaciones encontrándose en muchas regiones principalmente rurales de muchos países sin ningún cambio desde hace miles de años.

La molienda comercial demandaba mayores volúmenes y solo podrían ser obtenidos si se mejoraba el molino, los molinos crecieron tanto que se hizo difícil su manejo por el hombre, resolviendo el problema con la adaptación de mecanismos para colocar animales de tiro, siendo estos llamados molinos de sangre. Un molino de sangre es aquel cuya fuerza motriz es el ser humano o los animales.

² En los registros arqueológicos de hace 30000 años, se encuentran pequeños morteros utilizados en la mezcla de pigmentos naturales para la decoración de cuevas. SYSON, Leslie, British Water Mills, BTBatsford LTD, Great Britain, 1965.

La división entre molino de sangre y molino manual es muy endeble, ya que ambos pueden ser operados por una persona, para efectos de este trabajo denominaremos molinos de sangre aquellos que son accionados por animales o personas y que su producción excede el ámbito doméstico, por lo tanto los molinos de sangre serán grandes molinos de producción comercial cuya demanda requiere el trabajo constante durante toda la jornada.

El molino de sangre más típico se realiza con una gran muela de piedra colocada de canto a través de la cual se coloca un barrote o poste de madera, un extremo del poste es sujetado por un eje en posición vertical que permite el giro, el otro extremo es en el que se colocan los animales o los humanos, al empujar el barrote de madera la piedra rueda sobre su canto, mientras que el piso tiene que funcionar como la gran muela fija colocándole un pavimento que permite que se trituren los granos, o cualquier mineral grano o material entre la piedra móvil y la superficie dura del pavimento.



Molino de sangre que utiliza el pavimento como muela fija. El uso de este molino era muy común, se utilizaba en procesos de molienda muy variados, en la actualidad encontramos su aplicación en procesos de tipo artesana a pequeña escala, como la elaboración de mezcal y tequila.

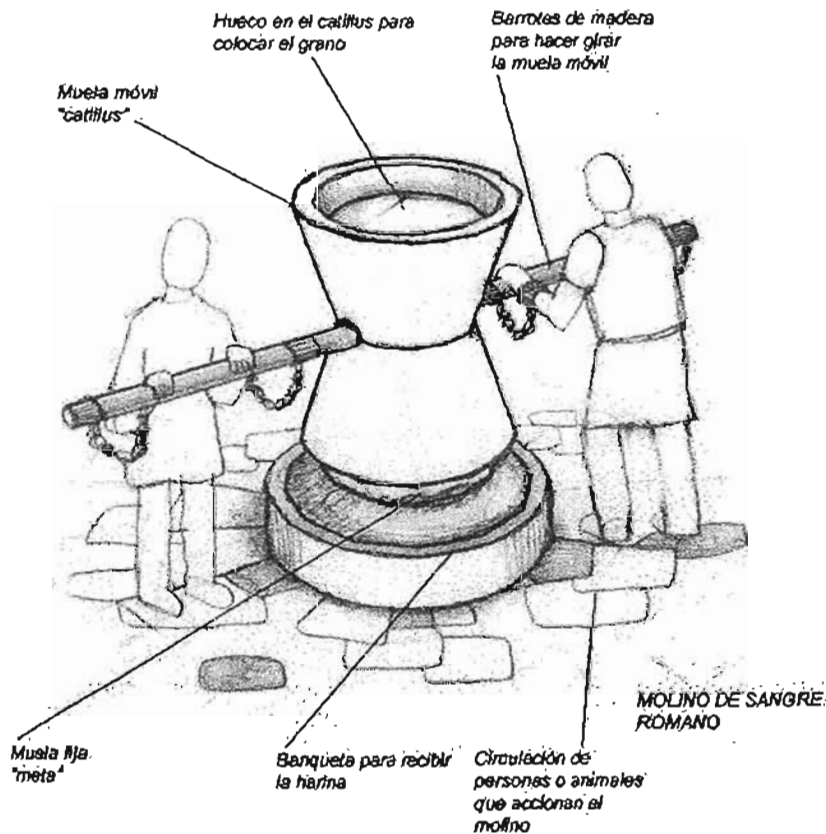
Existe otro tipo de molino de sangre, que fue muy utilizado en la época romana se le denomina de tipo pompeyano por haberse encontrado los modelos más conservados de ellos en la ciudad romana sepultada por las cenizas del Vesuvio. En este tipo de molino ambas muelas adquieren formas complementarias, la muela fija con forma cónica, la muela móvil con un hueco al centro que recibe el cono de la muela fija, *La muela inferior de estos molinos pompeyanos recibe el nombre de "meta" y consiste en una piedra muy robusta y de gran peralte, sobre la que descansa la muela móvil o "catillus"*³ el catillus tiene orificios perimetrales en los que se insertan barrotos de madera que facilitan el giro,

³ GONZÁLEZ TASCÓN, Ignacio, "Los Molinos Hidráulicos en el Mundo Antiguo" en *Los Molinos y Las Aceñas diversidad tipológica y criterios de emplazamiento*, España, 2004, p. 1

el grano es colocado en el orificio superior y se tritura entre ambas muelas, para salir convertido en harina por la junta entre ambas. Estos molinos podían ser accionados por personas o animales, pero dada la gran población esclava que tuvo Roma fue muy común encadenar a los esclavos al molino.

En el caso de los molinos pompeyanos se puede prescindir de un eje que sujete las dos piedras para evitar desplazamientos, la misma forma los impide, se cubren otras necesidades, el manejo del grano en el hueco dejado en la parte superior del catillus y la recolección de la harina en la parte inferior de la meta de esta transformación derivada de optimizar la molienda de esta evolución natural se dice:

De este modo se lleva a cabo el aumento del tamaño de las piedras: la superior adquiere forma troncocónica, con un rehundimiento en su base superior que servía como tolva para el grano; la piedra inferior presenta su superficie de trabajo en forma convexa y la superior cóncava con el fin de mejorar la molienda y facilitar la evacuación de la harina⁴

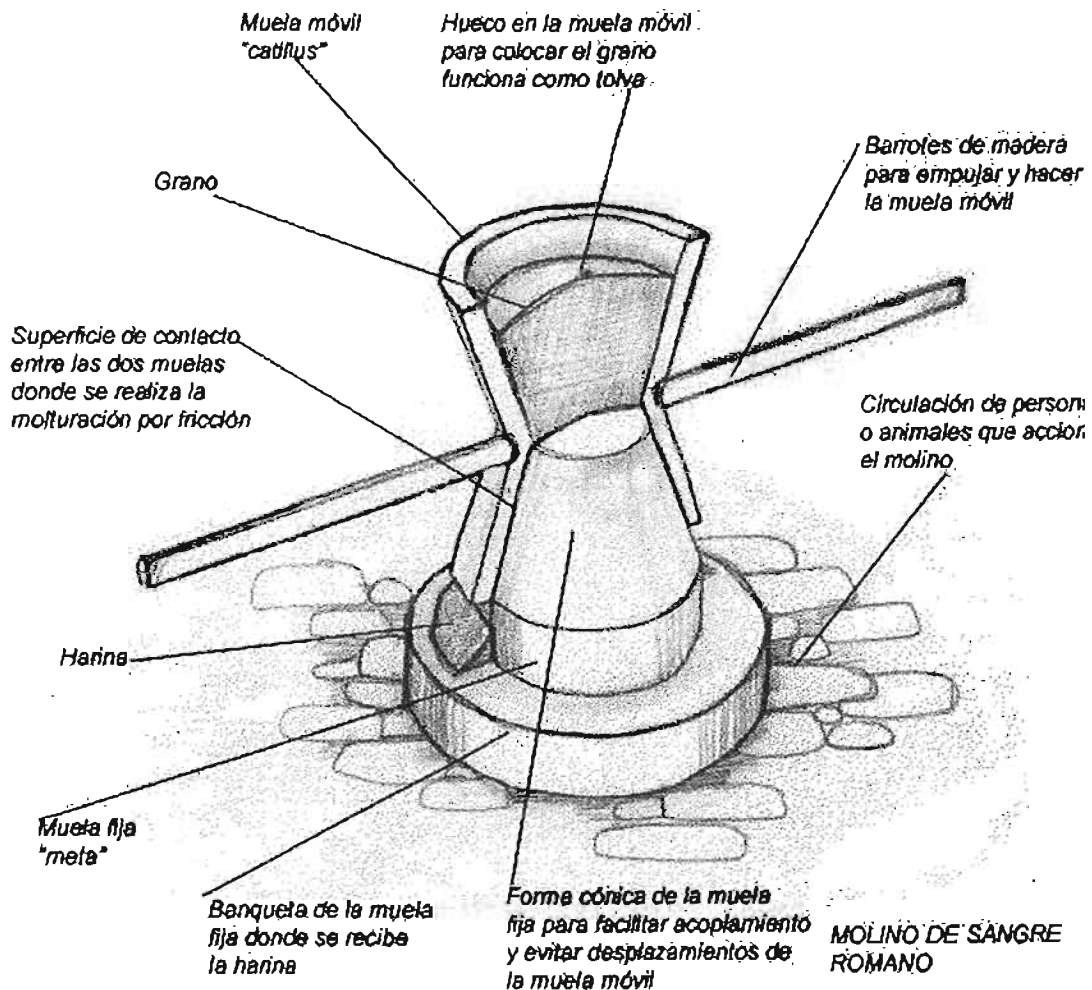


Molino de sangre romano, los esclavos eran encadenados a los postes con los que se hacía girar la piedra móvil, el trabajo requerido era arduo y agotador, el movimiento de estas muelas se convirtió en un trabajo no deseado, otro factor importante para la utilización de esclavos era la abundancia de mano de obra esclava consecuencia de la expansión territorial romana.

⁴ ESCALERA, Javier, VILLEGAS, Antonio, *Molinos y Panaderías Tradicionales*, Editora Nacional, Madrid 1983, p. 22-23

La transformación que se dio entre ambos sistemas el de dos muelas circulares colocadas una sobre otra y el que tiene muelas que se complementan en forma fue paulatina. Era común tratar de que el ensamble entre ambas fuera lo mas exacto, ya que a menor separación entre piedras mas finura en la harina y mejores panes.

Los molinos de sangre a diferencia de otros mas tecnificados que se explican mas adelante requerían de una inversión inicial menor, se podían adaptar diferentes espacios para su instalación y su operación dependía de tener animales que ya hablan sido retirados de otras actividades. La fabricación y operación de los molinos comerciales de sangre debió de generar una serie de especialistas, principalmente en el caso de los molinos de tipo romano arriba descritos; en ellos, la manufactura de las muelas demandaba de técnicas muy particulares , así como la fabricación de la maquinaria y su consecuente operación.



Es común que se ligara la actividad de la molienda con los panaderos para lo que se requería de un solo tipo de molino, las grandes factorías podían utilizar varios molinos manuales o incluso los morteros "Fueron estos instrumentos los empleados por los primeros panaderos griegos y romanos; incluso en Roma existía un grupo de especialistas en su manejo, los "pinsores" o "pistores"⁵ Como la actividad de la molienda estaba acompañada de la factura del pan, muchos de los establecimientos de molienda se encontraban anexos a las panaderías, la molienda acompañaba al panadero y el panadero se encargaba de toda la cadena de producción desde la compra del grano hasta la venta del pan.

La evolución tecnológica de los molinos se dio básicamente para resolver dos cuestiones: producción y fuerza motriz. Cuando un nuevo tipo de molino era adaptado, no sustituía a los anteriores, más bien se incorporaba a los ya existentes y aumentaba la diversidad de opciones. Al ser la molienda una actividad vital para la producción de alimentos los molinos alcanzaban todos los estratos sociales naciendo así las adaptaciones a las diferentes necesidades, el usuario implementaba el molino de acuerdo a sus recursos, por consiguiente cada nuevo tipo de molino coexistía con los otros. Los adelantos tecnológicos permeaban las diferentes categorías, los engranes que facilitaban el giro y lo magnificaban se podían colocar en cualquier tipo de molino independientemente de la fuerza aplicada a ellos, los molinos romanos se hacían de diferentes tamaños, los mas pequeños podían ser operados con facilidad por una sola persona, mientras los mas grandes que requerían de animales o esclavos estaban ubicados en las grandes factorías.

EL siguiente paso en la evolución de los molinos fue la incorporación de la rueda hidráulica, la cual por si sola fue uno de los grandes inventos de la humanidad. Los pasos que siguió el hombre para la invención de ella no debieron ser muy diferentes a los necesarios para la creación de los molinos, pero la diferencia se dio en que la rueda impactó de manera significativa a otras maquinas (incluido el molino) transformándolas y optimizándolas. La rueda y los engranes estuvieron ligados a los molinos, pues la innovación verdaderamente valiosa consistía en encontrar una fuerza capaz de hacer girar la rueda para liberar al hombre de esa tarea y esta fuerza fue el agua

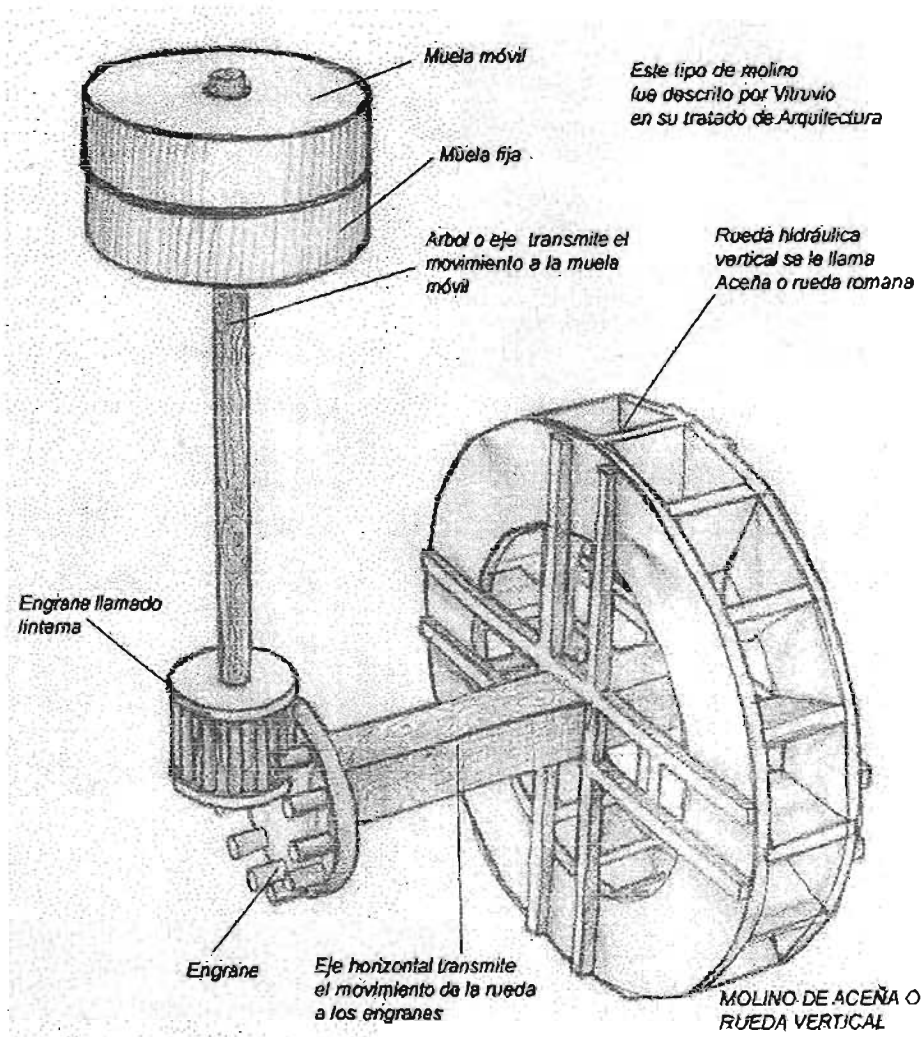
No se sabe exactamente cuando se comenzó con el uso de las ruedas hidráulicas, se cree que ya era conocida en Sumeria desde 3000 AC no se popularizo por diferentes causas una de ellas era la necesidad de contar con el recurso hidráulico cercano al sitio donde se deseara establecer el molino, esto limitaba los entornos urbanos, otra causa era la complejidad de la maquinaria, que requería de mas elementos que los que se usaban en un molino de sangre.

Los molinos hidráulicos utilizaron la rueda hidráulica de dos maneras, la horizontal, conocida como rodezno, y la vertical conocida como aceña⁶, en la primera la transmisión del movimiento es directa, el eje que gira en la rueda es el mismo que hace girar la muela móvil, en la aceña debe de existir un sistema de engranes que transmita el giro del eje debido a que este no es el mismo que el de la muela, en estos juegos de engranes se podía aumentar la fuerza y velocidad del giro, la pieza mas importante que permite esta transmisión de movimiento se le conoce como linterna, colocada entre ambos ejes de manera fija a uno de ellos. Según Gonzalo Moris Menendez la rueda horizontal era

⁵ *Ibidem.*, p. 21.

⁶ La palabra Aceña (del árabe *as-saniya*, noria) se incorpora al castellano con la dominación árabe en España.

conocida como la rueda griega, y la rueda vertical era la romana, la segunda una clara evolución de la primera.



Molino de aceña o rueda vertical, la operación y mantenimiento de este tipo de molino era muy compleja, requería de cauces de agua constantes, un mantenimiento recurrente sobre todo en el engranaje, su producción era muy alta pero su operación requería de amplios recursos. Este tipo de molino fue descrito por Vitruvio en su tratado de arquitectura.

Referencias escritas nos hablan del uso de la rueda hidráulica Antipater de Tesalónica menciona en una poesía en el 84 AC la rueda hidráulica y esta a su vez ligada a un molino.

*Dejad de moler, oh mujeres que trabajáis en el molino.
seguid durmiendo, aunque los gallos canten la llegada del alba
Demeter a ordenado a las ninfas del agua
que hagan ellas vuestra tarea.
Saltando en la rueda, hacen girar el eje
que hace moverse las grandes piedras trituradoras"*

Antipater de Tesalónica

Vitrúvio⁷ en su tratado de arquitectura describe un molino hidráulico:

**"CAPITULO X
DE OTRO TIMPANO; Y DE LAS HACEÑAS**

Del modo mismo se hacen también azudas en los ríos, acomodando las voladeras en la circunferencia exterior, las cuales impelidas al ímpetu de la corriente, giran perennemente la rueda, que tomando el agua con los caxoncillos, y llevándola a lo alto, hacen el efecto deseado, sin impulso humano, y solo con a corriente misma.

También giran así las ruedas en las haceñas, las cuales en nada se diferencian de estas excepto en que a un cabo del eje llevan unido un timpano dentado, puesto verticalmente, que gira con la rueda: junto a este timpano dentado se coloca horizontalmente otro mayor, cuyo eje tendrá en su tope superior la grapa de hierro que rige la muela. De esta forma los dientes del timpano que tiene el eje, mordiendo los del horizontal, hacen girar la muela; y suministrando la tolva templadamente su cibera, el giro mismo despide la harina"

La inclusión de un molino de fuerza hidráulica en el libro de Vitruvio así como su mención en la poesía de Antipater deja ver la utilización de este tipo de molinos, sin embargo no eran muy utilizados en parte por la ingeniería que requerían, impidiendo su alcance en todos los estratos sociales; además se necesitaba un curso de agua del cual tomarla para mover la rueda. Esto limita el uso de los molinos hidráulicos a instituciones o personas con amplios recursos para hacer una inversión inicial mucho mayor que la que se requería para poner en marcha otro tipo de molinos, un ejemplo fue el imperio romano que contaba con molinos imperiales "los molinos del Janicullo en la colina del mismo nombre adosados al Aqua Trajana con varias ruedas hidráulicas que después de utilizar el agua la reincorporaban al acueducto.

El rendimiento de los molinos hidráulicos podía aumentar en 30 veces la producción de uno molino de sangre según datos de Gonzalo Moris Menendez

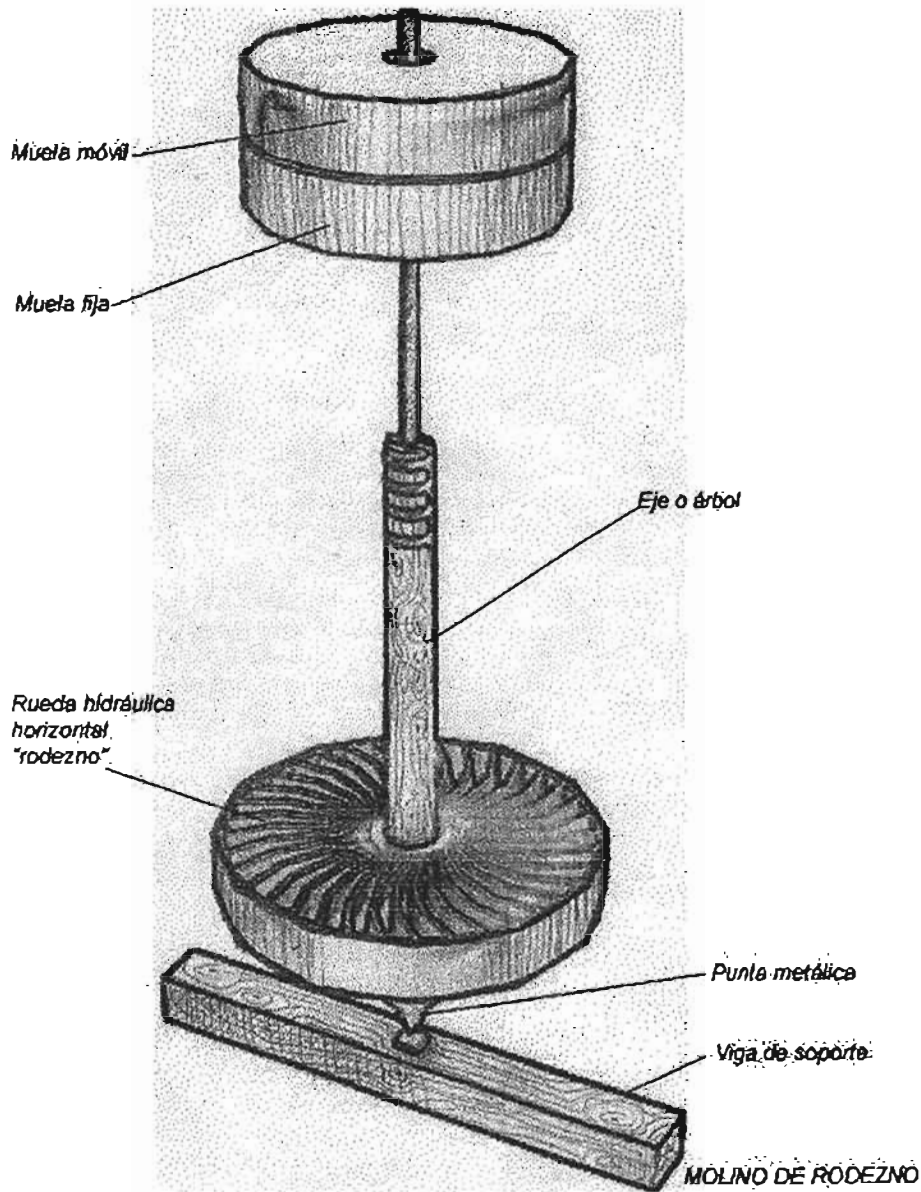
Para darnos cuenta de la importancia que supuso la aplicación de la rueda hidráulica diremos a título de ejemplo que, un molino movido por dos personas podía moler unos 5 hilos/h, en cambio uno movido por rueda hidráulica molía unos 180 Kilos/hora.⁸

La pregunta obligada sería ¿Por qué no se hicieron las sustituciones hacia molinos hidráulicos? Si estaba comprobado que eran mucho más productivos, recordemos que la población urbana aumentaba considerablemente la demanda de harina para la fabricación de pan debió de aumentar al mismo ritmo que la población, la tecnología era conocida y en algunos sectores sociales los recursos eran amplios; si tomamos en cuenta la importancia de la actividad molinera y lo impactante que era en la sociedad

⁷ VITRUVIO, Marco, *Los 10 Libros de la Arquitectura*, Ediciones Akal, Fuentes de arte, España, 2001.p. 248

⁸ MENÉNDEZ VALDEZ, Gonzalo Moris, *Ingenios hidráulicos históricos: molinos, batanes y ferrerías*. Universidad de Oviedo, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Gijón España, 2004

encontraremos razones de diversa índole para incentivar o bloquear la instalación de diferentes tipos de molinos.



Molino de rueda horizontal, su operación y mantenimiento eran menores en relación con los que requería un molino de aceña, los causes de agua podían ser irregulares, generalmente estos molinos eran acompañados de obras hidráulicas de conducción y almacenaje.

En el siglo II antes de cristo la república romana estaba consolidándose como potencia mundial el crecimiento poblacional y algunos otros factores intervinieron en la instalación de factorías y panaderías

Cayo Graco inicia en 122AC la distribución de grano a mitad de precio en el 57AC el grano se distribula de manera gratuita a 300 000 personas esto incentiva la utilización de molinos⁹

Estos establecimientos urbanos utilizaban los molinos anexos a panaderías como los ya descritos en Pompeya, varios autores coinciden en que la implementación de los molinos hidráulicos se retrasó por diversos factores, entre ellos

la utilización de mano de obra esclava y libre¹⁰, mientras el periodo de expansión de Roma estuvo en su apogeo cada victoria militar significaba la llegada de nuevos esclavos que eran puestos a trabajar en diferentes actividades entre ellas los molinos, la sustitución de molinos de sangre por molinos hidráulicos eliminaría las fuentes de trabajo para personas libres y eliminaría sitios de trabajo para los esclavos, esta situación no fue ajena a los gobernantes *Vespasiano 69-79 DC se opuso a la introducción de la rueda hidráulica por proteger a los trabajadores empleados en los molinos¹¹*.

La difusión de los molinos hidráulicos tuvo que esperar otros tiempos en que los factores externos fueran mas propicios, este periodo llegó con la decadencia del Imperio romano, desde el final del siglo II DC en que la expansión Romana tuvo su final con la disminución del flujo de esclavos y de mano de obra para los molinos, los escenarios para la instalación de estos cambiaron, los establecimientos mas comunes fueron los ámbitos rurales, a orillas de los ríos, sin alejarse mucho de los centros urbanos que eran los consumidores del producto final. La elección entre un molino de rueda horizontal o uno de rueda vertical tenia que ver con el flujo de agua que se tendría, las ruedas horizontales (rodeznos) eran mas aptas para ríos de menor tamaño que podían utilizar los desniveles del terreno para generar la presión necesaria, la rueda vertical (aceña) requería de mayor fuerza y constancia en el flujo del agua, la rueda podía ser de mayor tamaño y por medio de los engranes mover con mayor velocidad las muelas, la aceña debía estar ubicada sobre la circulación del agua, a diferencia del molino de rodezno que se podía ubicar fuera del cauce, en la orilla del río

⁹ SYSON, Leslie. *Op. Cit.*, p.19.

¹⁰ Para Gonzalo Moris, la instalación de molinos hidráulicos se retrasa debido a la eliminación de mano de obra: *Este ingenioso mecanismo supuso la primera liberación del hombre, con respecto al trabajo bruto, sin embargo y por su papel sustitutorio de mano de obra, su implantación estuvo muchas veces rodeada de controversia y retrasos en su aplicación*, Escalera y Villegas comentan lo mismo: *Sin embargo, debido a la gran masa de mano de obra esclava, cuya existencia y renovación constante debido a la expansión imperialista, había inhibido la realización práctica de intentos de innovación tecnológica y de aprovechamiento de nuevos recursos energéticos, los molinos hidráulicos —es decir, los que aprovechan la fuerza producida por una rueda hidráulica o de corriente (horizontal o vertical) que es impulsada por una corriente o salto de agua, no fueron aplicados de forma práctica.*

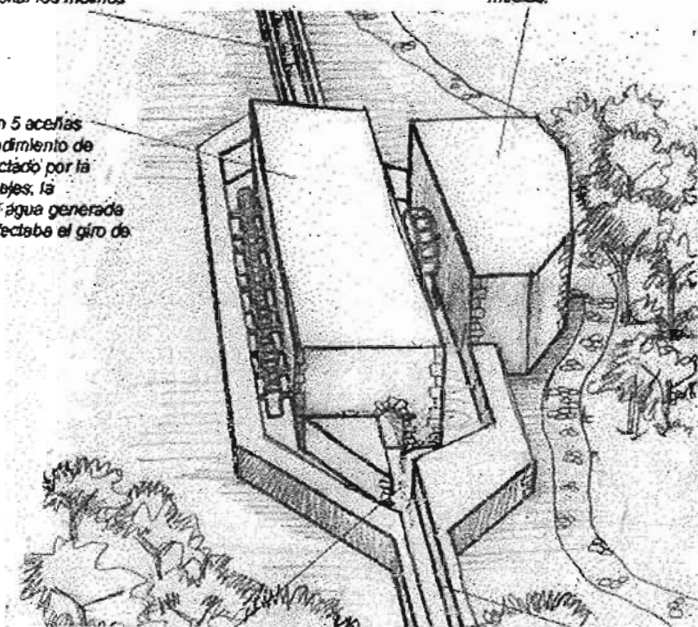
¹¹ SYSON, Leslie, *Ibid.*, p.19.

Al final del imperio romano las grandes factorías dedicadas exclusivamente a la producción de harina estaban operando con volúmenes de producción muy grandes¹², en este escenario de usos mixtos, con molinos caseros, molinos de sangre y molinos hidráulicos instalados en grandes edificios de organización preindustrial llegó la edad media, en la que los establecimientos de molienda urbanos caen en desuso para ser sustituidos por los grandes molinos en manos de instituciones muy fuertes como la iglesia y los señores feudales que consideraban parte de sus privilegios la explotación de los molinos.

Aqua Trajana, el acueducto continuaba después de accionar los molinos

Edificio sur, con una sola aceña de tamaño grande, es posible el movimiento por medio de engranes de varias muelas.

Edificio norte con 5 aceñas pequeñas, el rendimiento de ellas se veía afectado por la cercanía de sus ejes, la turbulencia en el agua generada por una rueda afectaba el giro de la siguiente.



Por medio de compuertas desviaban el agua hacia los canales norte y sur o permitían que el agua continuara sin pasar por los molinos.

Aqua Trajana, el acueducto se dividía para llevar agua a los canales norte y sur y de esta forma accionar los molinos. El ducto principal continuaba por el interior del edificio.

MOLINOS IMPERIALES EN LA COLINA DEL JANICULUM

Reconstrucción hipotética de los molinos imperiales en la colina del Janicullo en roma, el agua trajana es el canal que pasa por el centro de la construcción, del lado izquierdo se observan 5 ruedas y en el derecho una de mayor tamaño el canal se dividía en 3, el acueducto continuaba al centro, el lado derecho alimentaba la rueda mayor, el izquierdo a las ruedas menores. después de ser utilizada el agua se reintegraba al acueducto.

¹² En el libro *British Water Mills*, se menciona una factoría en la Galia: *Fabrica de harina en Barbegal cerca de Arles en el sur de Francia entre el 308 y el 316 DC tenía una caída de 20 metros acondicionada para caer en 8 ruedas cada una de 210cm cada una moviendo pares de muelas de 90 cm. este sitio se estima podía trabajar eficientemente grano para una población de 80 000 personas con un estimado de 28 toneladas al día. Otro ejemplo ya comentado son los molinos imperiales del Janicullo con un sistema de aprovechamiento del agua que lo regresaba al acueducto Aqua trajana.*

En la temprana edad media, antes del siglo VIII d.C. en España se escriben legislaciones que protegen a los propietarios de los molinos, una de ellas es el *Código Visigótico*¹³ en el libro VIII título IV el artículo XXX habla de los molinos:

Concerniente a los que dañen molinos y estanques.

Si alguien provoca daño a un molino con violencia, el debe de reparar el daño en un periodo de 20 días y en adición debe de pagar 20 solidi. Si el no hace la reparación en el periodo establecido deberá pagar 20 solidi adicionales y el recibirá 100 latigazos, la misma ley debe aplicarse a los daños en molinos de estanque y todo cuerpo artificial en el agua, si un esclavo comete estas ofensas el debe de reparar los daños y recibir 100 latigazos.

En el mismo código en el artículo XXXI se habla de los pagos por agua recibida en un periodo y los castigos para los que dañen las instalaciones de conducción del agua, otras legislaciones son mencionadas por Ignacio González Tascón *el Fuero Juzgo*²¹ cuya legislación se compila a mediados del siglo VII. En el Libro VII, se castiga duramente a los que hurtan los hierros del molino (es decir la lavija, el parafuso, la cruz y la rangua) y en el octavo se legisla contra quienes desvían las aguas de su cauce habitual, y contra los que destruyen los molinos, obligando en este último caso a rehacer la obra quebrantada en un plazo máximo de treinta días.¹⁴

Ambas legislaciones nos hablan sobre la importancia que habían adquirido los molinos hidráulicos en periodo comprendido desde el ocaso del imperio romano hasta la edad media en el siglo VIII, lo que antes era poco común (un molino hidráulico) se transforma para ser el molino mas popular, una vez mas la construcción de molinos hidráulicos no sustituye a los anteriores, seguían existiendo los molinos manuales y los molinos de sangre, principalmente en regiones que carecían del recurso hidráulico y cuyos propietarios no contaban con los recursos suficientes para construir uno.

Comentamos que la propiedad y manera de operar de los molinos fue cambiando a lo largo de la edad media, los molinos siempre habían sido negocios muy rentables, los señores feudales poseían la concesión de operar los molinos de su región, teniendo derechos sobre toda la actividad, era obligatorio el uso de los molinos y hornos del señor feudal, el pago se hacía en especie, quitando un porcentaje del grano que se llevaba a moler¹⁵, estos porcentajes eran muy altos y en este punto radicaba la ganancia del propietario del molino, como los señores feudales u ordenes religiosas, que con el establecimiento de estos negocios obtenían altas ganancias además de la necesaria producción de alimentos para los siervos que vivían bajo su tutela.

El molino fue vital en el desarrollo de regiones enteras, se consideraba un establecimiento de primera necesidad, era parte del equipamiento básico de cualquier región, las órdenes

¹³ *The Visigothic Code: (Forum judicum)*, Book VIII: Concerning Acts of Violence and Injuries, Title IV: Concerning Injury to Animals, and Other Property, Ed. S. P. Scott, The Library of Iberian Resources Online, p.9

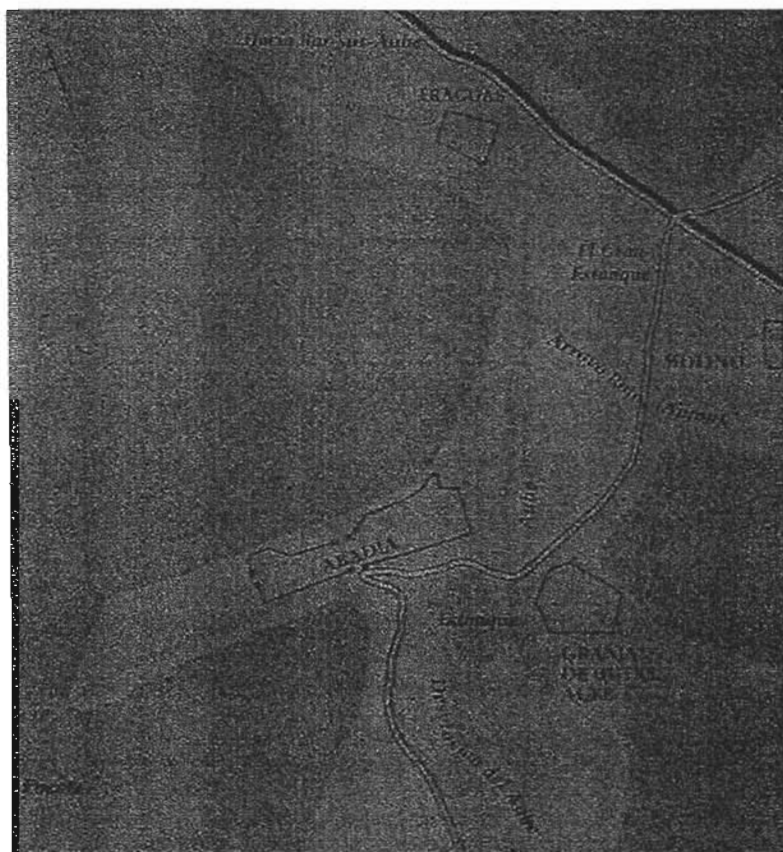
¹⁴ GONZÁLEZ TASCÓN, *Op Cit.*, p.

¹⁵ El porcentaje variaba desde un 3% hasta un 5% del grano que llevaban a moler, REPRESA PÉREZ, Fernando, "El Molino de Villandiego" en

religiosas lo incorporan en sus programas arquitectónicos. Por ejemplo la regla de San Bernardo para la construcción y operación de abadías cistercienses especifica la instalación forzosa de un molino en los monasterios así como su ubicación

El monasterio se construirá de tal manera que todo lo necesario, es decir, el agua, el molino y el huerto se encuentren en el interior del monasterio y allí se ejerzan los diferentes oficios Regla C. 66.6¹⁶

La instalación de estos monasterios cerca de un curso de agua era vital para su buen funcionamiento cubriendo así el regadío de los huertos, la alimentación de los estanques en los que se criaban truchas, la limpieza de alcantarillas y letrinas, así como el aseo personal de los monjes; sin embargo, entre las más importantes se encontraba el canalizar el agua debidamente para accionar los molinos hidráulicos y otros ingenios localizados en el interior del monasterio *esta agua alimento un vivero de peces limpio las alcantarillas de cocina y letrinas, y movió el molino harinero que la regla de San Benito impone a cada monasterio, un molino de paños y sin duda un molino de fierros¹⁷.*



Mapa de la abadía de Clairaval en Champaña. Se aprecia la ubicación de las diferentes obras hidráulicas, del lado derecho un molino y del izquierdo una fragua, de todas las construcciones que utilizaban agua del río el molino era de las primeras en tomarla su operación no la ensuciaría y al incorporarla podía ser utilizada en otras zonas, caso contrario si el molino estaba ubicado después de la abadía donde el agua se utilizaba para limpieza de alcantarilla, la regla de San Bernardo para la construcción de abadías exigía un molino hidráulico, como parte del programa.

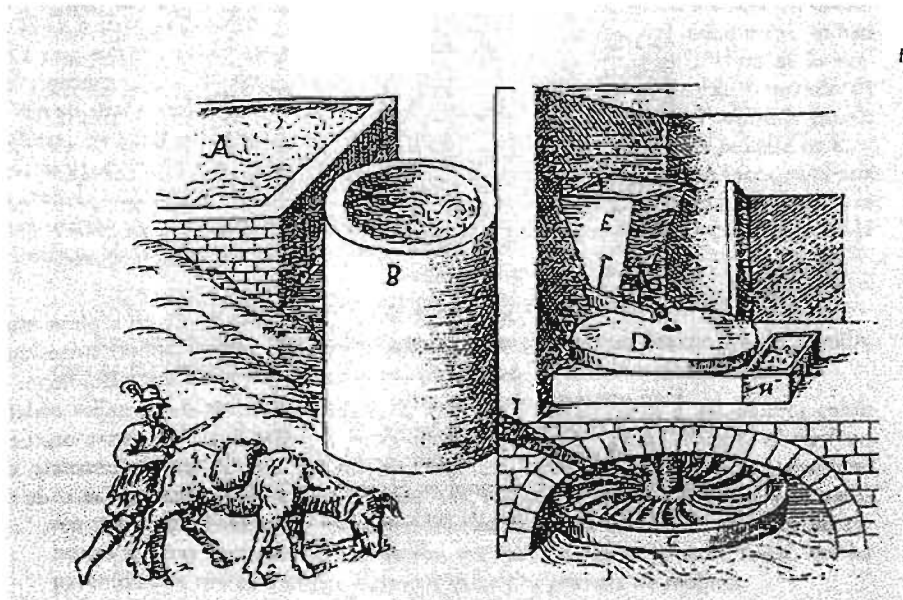
Los propietarios más comunes de los molinos eran los señores feudales y las instituciones eclesiásticas un tercer modo de propiedad durante la edad media lo constituían las zonas

¹⁶ LEROUX-DHYS, Jean Francois, Las Abadías Cistercienses, Historia y Arquitectura, Ed köneman, España, 1999, p. 46

¹⁷ A mi parecer, el molino de paños se refiere a un batán y el de fierros a una ferrería, ambos accionados por ruedas hidráulicas. *Ibid.*, P. 47

urbanas donde el poder del municipio era muy importante, en estos casos se actuaba de manera similar a los dos anteriores, estableciendo un monopolio en la molienda, los habitantes tenían que acudir a los molinos para moler su grano y el municipio se quedaba con un porcentaje de este grano, el control que ejercían era total debido a que los gobiernos municipales tenían los derechos de autorizar la construcción de los molinos y el suministro del agua, de esta forma el único autorizado para la construcción y operación del molino hidráulico era el mismo gobierno de la ciudad.

Los molinos permanecieron sin cambios desde el periodo final del imperio romano hasta la llegada de los árabes, con la dominación árabe en España, los molinos de rodezno son transformados para agregarles el cubo. Es importante enfatizar que los molinos de rodezno eran más usados en los lugares donde el curso y el flujo del agua eran irregulares. El cubo es un depósito generalmente cilíndrico que se alimenta por la parte superior y en cuya base esta la salida del agua para accionar el rodezno. Cumple con 2 funciones almacenar agua suficiente para asegurar la operación del molino en periodos más largos y genera la presión necesaria para que el agua salga con más fuerza a mover el rodezno. Los cubos fueron anexados a los molinos de rodezno y a otras factorías que utilizaban este tipo de rueda hidráulica. Los árabes contribuyeron también en la creación de obras hidráulicas para el manejo y almacenaje del agua que alimentaría los molinos, las presas, estanques y canales permitían la creación de sistemas hidráulicos en los que se colocaban más de un molino y se adaptaban diferentes usos.



Esquema de un molino del s XVI de rueda hidráulica horizontal (rodezno) con estanque y cubo. El cubo es la construcción cilíndrica, ubicada entre el estanque y el edificio del molino, almacenaba el agua y le proporcionaba presión adicional al agua imagen tomada de los 21 libros de los ingenios y las maquinas de Juanelo Turriano.

Al finalizar la edad media, los sistemas de propiedad comunal sobre los molinos proliferan, los pueblos se reunían para construir un molino y se trabajaba por periodos de tiempo iguales entre los propietarios, existieron propietarios individuales que ostentaban el oficio de molinero y trabajaban durante toda la jornada en el, regularmente vivían en el

edificio o en algún local cercano, la manera de subsistir era cobrando la maquila porcentaje sobre el grano que se llevaba a molturar, este sistema de pago sobrevive desde la época feudal hasta bien entrado el siglo XX variando los porcentajes de cobro, a lo largo de la historia.

Para la llegada del renacimiento los molinos son plasmados en diferentes obras de tratadística, en España uno de los tratados mas importantes es de Juanelo Turriano *Los 21 libros de los Ingenios y las Maquinas* este fue escrito en el siglo XVI, los temas que trata van desde la elección del sitio y el tipo de agua hasta las calidades de la harina, este documento recoge la tradición de construir molinos que en algunos casos no había cambiado desde la época de los romanos; este documento nos habla del tipo de molino que llega a construirse en México en aquella época, la mayoría de los ríos eran de cauces pequeños e irregulares los molinos que se construyen en Nueva España son molinos de rodezno.

En nueva España se construyen molinos siguiendo las técnicas y costumbres tradicionales en España, el modo de administrarlos y otorgar las concesiones fue similar a los ya descritos, solo el virrey podía conceder permiso para la construcción de un molino, se otorgaba el herido de molino con una dimensión especificada en el documento (surco, buey etc.) y el sitio en que debían de tomar el agua, también en Nueva España los propietarios de los molinos eran nobles o personas de gran riqueza y el clero, solo ellos tenían los recursos necesarios para mantenerlos en operación.

Las ordenes mendicantes y los institutos religiosos fueron grandes constructores de molinos, al igual que en los monasterios cistercienses los conventos en Nueva España establecían panaderías y molinos en su Interior, ejemplo de esto es el molino de cubo localizado en el convento Dominico de Cuilapan en Oaxaca un pequeño molino que evidencia como propósito de construcción el equipamiento del convento, caso contrario los molinos de Xuchimangas anexos a los colegios Jesuitas de Tepetzotlán, construidos además del autoconsumo para comerciar con los excedentes, mientras en Cuilapan es de un solo cubo con un par de muelas, en Xuchimangas son dos molinos, uno de 4 y otro de 2 cubos que en conjunto tenían 6 pares de muelas.

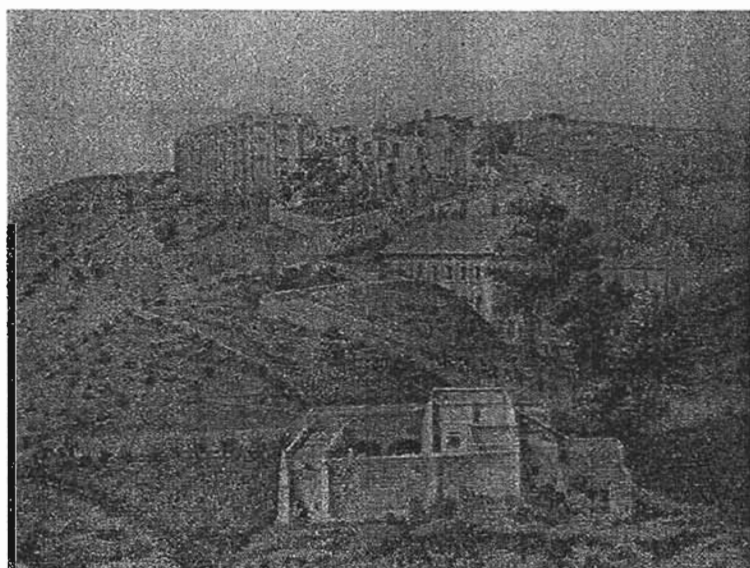


Molino hidráulico de cubo con un solo rodezno, hoy solo queda el pequeño edificio del molino en estado ruinoso Convento de Cuilapan en Oaxaca.

La molienda seguía siendo uno de los negocios más rentables y el estado analizaba y determinaba a quién otorgaría este poder, la concesión que hace el Virrey para los jesuitas en el siglo XVIII que deseaban llevar agua hasta Xalpa en el Estado de México especifica un surco de agua tomado en el río el oro después de que el agua haya sido utilizada por el molino del oro, la concesión de un herido de molino otorgada por el virrey de Mendoza para el pueblo de Tepotzotlán se hace sobre un canal prehispánico de este herido de molino surgirán después los primeros molinos de Xuchimangas, la autoridad esta muy involucrada en la concesión y revisión de los molinos, otros casos de la intervención del gobierno en los asuntos relacionados con los molinos se describe en el libro de Gloria Artis Espriu habla del un litigio establecido por Felipe Verasmendi propietario de la hacienda de Guadalupe en la que se encuentra un molino contra Andrés de Salcedo que solicita permiso para establecer un molino en Zinacantepec, Verasmendi reclama por la proximidad del supuesto molino con el suyo argumenta que esto afectara la producción del suyo y que se debe de reconsiderar el otorgar el permiso¹⁸.

Tecnológicamente los molinos no habían sufrido transformaciones substanciales y siguieron así hasta finales del siglo XVIII, en que a consecuencia de la revolución industrial las piezas metálicas empiezan a sustituir a las piezas de madera, piezas como la rueda hidráulica se fabrican completas en metal; en esta etapa la rueda hidráulica fue un elemento incorporado a las nuevas industrias.

En México en el siglo XVIII los molinos incorporan elementos físicos y administrativos de la etapa industrial que se estaba viviendo, se convierten en verdaderos monopolios que abarcan todas las etapas de la cadena productiva, adquieren el grano lo maquilan, los almacenan y lo distribuyen; en algunos casos incluso se contaba con panaderías en las que la harina era transformada en pan, es el caso de la panadería propiedad de los jesuitas del colegio máximo de San Pedro y San Pablo, la harina llegaba de las haciendas cerealeras y molineras al almacén del colegio máximo, de ahí se distribuía y vendía en diferentes lugares, uno de estos era la panadería de su propiedad.



Litografía de Casimiro Castro que muestra las lomas de Tacubaya con el molino de Belem en la parte alta de la loma, el molino de Belem perteneció a los jesuitas, fue uno de los más productivos en el siglo XIX, litografía de 1856 tomada del libro México y sus alrededores

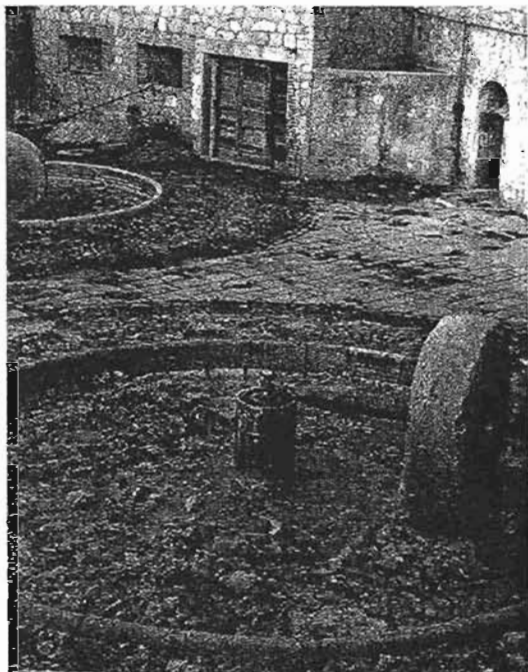
¹⁸ ARTIS ESPRIU, Gloria, *Regatones y Maquileros, el mercado del trigo en la ciudad de México en el siglo XVIII*. Colección Miguel Othon de Mendizábal, Ediciones de la Casa Chata, México, 1986, P. 19.

En el siglo XIX en los alrededores de la capital de México existían los siguientes molinos: Santo Domingo y Valdez en Tacubaya, del Rey en Chapultepec, Blanco y Prieto en los Remedios, Río Hondo y Santa Mónica en Azcapotzalco, Del Moral y Socorro en Chalco, la blanca en Texcoco y Zavaleta en Ameca¹⁹, algunos de estos como el de Belem con toda la maquinaria metálica obteniendo con esto mejores rendimientos.

La rueda hidráulica estuvo presente en muchas fabricas generalmente textiles; en México, en la fabrica de la trinidad en Tlaxcala se construye un pozo para provocar la caída de agua que movía las turbinas, este giro era transmitido por medio de una banda a un eje que atravesaba la nave en el sentido longitudinal, los obreros "conectaban" sus telares por medio de otra banda que se pasaba alrededor del eje principal, de esta forma tenían control sobre la maquina, podían "desconectarla" cuando lo desearan.²⁰

Otras unidades productivas fueron las haciendas que vivieron una época de auge económico a finales del XIX y principios del XX, en las haciendas se utilizaban distintos tipos de molinos, las haciendas de beneficio utilizaban molinos de sangre para el triturado de las rocas que contenían el mineral, Ricardo Rendón Garcini menciona sobre las haciendas de beneficio

La amalgamación se llevaba acabo por medio de trituración y pulverización de los metales en grandes patios de la hacienda sobre los que se hacia circular innumerables veces pesados molinos de piedra tirados por mulas y hombres.²¹



Patio de beneficio de la hacienda Saldaña, en Zacatecas. Se observan los molinos de sangre para el triturado del mineral, en el molino del fondo se observa el cambio de pavimento en la circulación donde irían los animales

¹⁹ COSSIO, José L. Guía Retrospectiva de la Ciudad de México, Espejo de obsidiana, México, 1990, p.115

²⁰ Otra fábrica con el mismo sistema esta en Metepec, cerca de Atlixco en Puebla; Las obras hidráulicas necesarias para almacenar el agua que accionaría la fabrica, están diseminadas por los alrededores del edificio principal, estanques, canales y tanques de almacenamiento.

²¹ RENDÓN GARCINI, Ricardo, *Haciendas de México*, Fomento Cultural BANAMEX, México, 2001, p.194

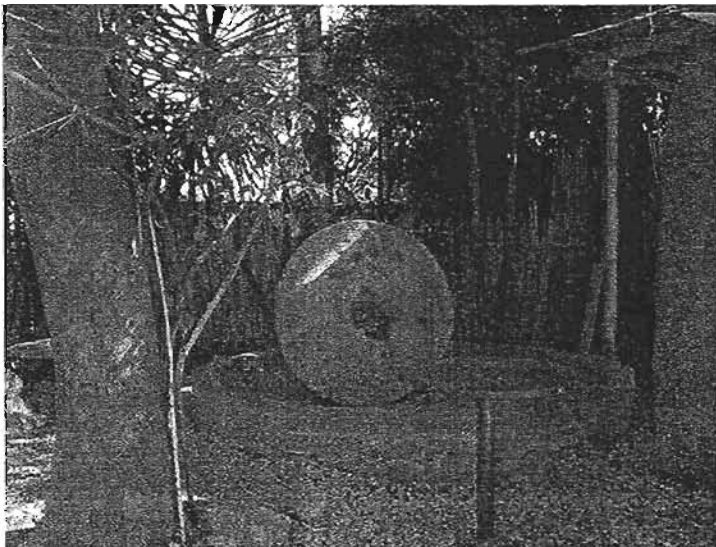
Las haciendas cerealeras incorporaban molinos para transformar los granos en harina, desarrollando con esto sistemas productivos muy completos, la hacienda de Xuchimangas propiedad de los jesuitas era una hacienda con una producción de cereales menor a otras de la región ,pero como complemento tenia varios molinos en los que se convertía en harina el grano propio y el de las haciendas que estaban alrededor, todas pertenecientes al colegio de Tepetzotlán, se ampliara el tema en otro capitulo del presente trabajo.

Las haciendas azucareras eran las mas complejas requerían de instalaciones muy especificas entre las que se encontraba un molino para la caña

*Debía de edificar grandes y numerosas instalaciones, tanto para irrigar los campos (presas, acueductos, canales) como para elaborar azúcar en los trapiches (cuando la fuerza motriz era animal) o ingenio (cuando esa fuerza era hidráulica); esas instalaciones constaban de molinos, calderas, chimeneas o chacuacos, asoleaderos y talleres*²²

En la etapa posrevolucionaria el sistema de haciendas fue desarticulado y con ello uno de los usuarios mas importantes de los molinos hidráulicos, la creciente Industrialización de México y los adelantos tecnológicos provocaron que este tipo de molinos desapareciera, los molinos actuales son grandes industrias que trabajan con otros tipos de energía como la eléctrica, y en las que se muelen toneladas de grano, su característica arquitectónica principal son los silos de almacenamiento, grandes cilindros de concreto que son visibles en el conjunto.

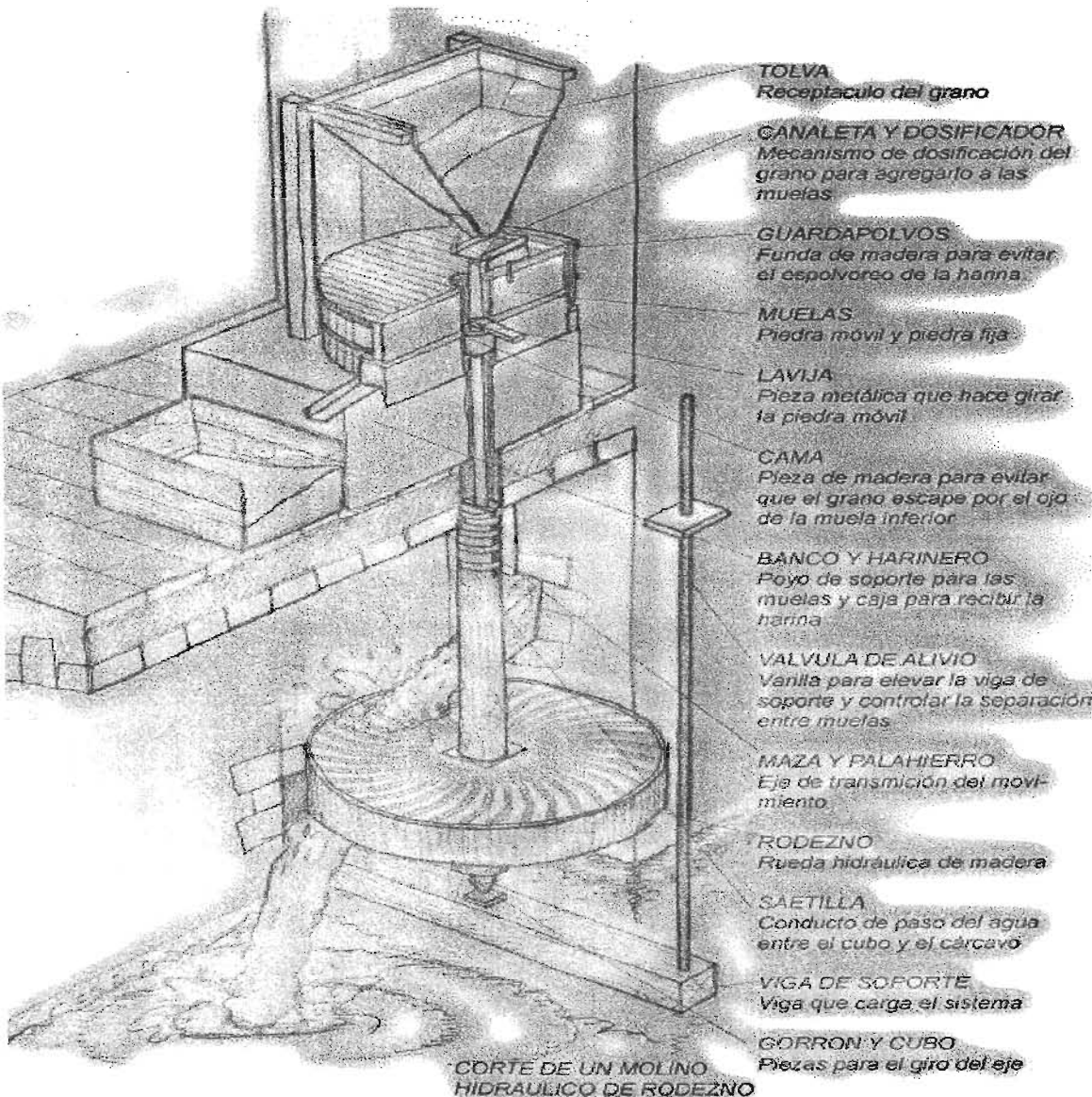
Los molinos hidráulicos no sobrevivieron a las transformaciones tecnológicas y a una demanda creciente, las grandes ciudades actuales requieren de volúmenes de harina proporcionales al numero de habitantes la tecnología hidráulica no subsanaba estas necesidades, de todas las transformaciones que han afectado la evolución de los molinos uno de los mas significativos en el siglo XX es la necesidad productiva, los molinos actuales son establecimientos industriales con organización de tipo empresarial que producen la harina de manera industrial se distribuye a diferentes sitios (panaderías, tiendas de autoservicio, tiendas locales) se envasa con diferentes capacidades y presentaciones.



Molino de sangre.
Utilizado en la
fabricación de
mezcal Santa María
del Tule Oaxaca.
Fotografía tomada
en Noviembre del
2004

²² *Ibidem*,. P.154.

A pesar de este alarde tecnológico incorporado a la molinería encontramos actividades que utilizan molinos mas antiguos, la fabricación del mezcal en Oaxaca utiliza molinos de sangre similares a los que se utilizaban en las haciendas de beneficio pero de menor tamaño, con esto se reafirma la idea de la subsistencia de los distintos tipos de molinos, mientras algún tipo de molino cumpla con las necesidades productivas del que lo construye este no cambiara y se seguirá utilizando aunque pasen los siglos.



CAPITULO II: UN TEMA SOBRE LA INGENIERIA DE MOLINOS.

Los molinos es cosa antiquisima entre las gentes, de modo que el moler del trigo y otras simientes es cosa muy común. Y antiguamente los hombres molian con mucho trabajo, a causa que lo hacian a fuerza de brazo, de modo que la necesidad ha causado haber de buscar modos nuevos para huir del trabajo corporal

Los 21 libros de los ingenios y las maquinas siglo XVI

Capítulo II: INGENIERIA DE MOLINOS

El análisis de la ingeniería de un molino parte de la división de los elementos de participación, la hidráulica, la mecánica y la arquitectura de esta forma veremos sus tipologías empezando por el sistema hidráulico "la sangre y sus venas"

La construcción y operación de un molino hidráulico, implicaba la utilización de conocimientos adquiridos en diferentes ramas a través del tiempo, en hidráulica, en mecánica y en arquitectura; Esta es la particularidad del espacio generado, el equilibrio entre las 3 ramas, ya que si alguna fallaba el molino no funcionaría.

El molino necesitaba de obras hidráulicas para la conducción y almacenaje de agua, el espacio arquitectónico, estaba adaptado a las necesidades de la maquinaria y al funcionamiento del molino. El procedimiento de la molienda determinaba el espacio o áreas que podían variar desde los molinos mas sencillos en áreas de un mismo espacio o en molinos mas complejos tipo factorías con construcciones específicas para cada necesidad y finalmente la maquinaria, calibrada y adaptada para el funcionamiento adecuado y por consiguiente la molienda, la maquinaria se distribuye por diferentes secciones del edificio y formaba parte de él.

Son los molinos hidráulicos un ejemplo de arquitectura adaptada perfectamente a una función específica, los espacios generados por estas funciones son particulares y son parte de un tipo de arquitectura.

A. SISTEMA HIDRAULICO

El agua genera la energía que mueve los molinos, sin agua la molienda no podía llevarse a cabo, esto propicio que se trabajara en la construcción y diseño de sistemas para tener control sobre el agua.

Primero recordemos que el molino de rueda horizontal estaba localizado en regiones donde los cursos de agua podían ser irregulares, esta irregularidad tanto de cantidad de agua como de flujo de la misma afectaba considerablemente la producción, los molinos podían formar parte de sistemas hidráulicos mas complejos donde el agua también se aprovechaba para el riego, para alimentar otros molinos, para el consumo o para otros ingenios hidráulicos.¹ Un lugar con este tipo de recursos daba pie a fundaciones de poblados o regiones productivas basadas en sus recursos hidráulicos² El equilibrio en el manejo y distribución del agua era muy importante.

¹ "El arroyo de Marchenilla constituye el conjunto más acabado de sistema de molinos hidráulicos. Su elevado caudal y su estabilidad permiten un aporte regular de agua a los molinos y su escasa pendiente una disposición adecuada del molino en la rivera", NAVARRO DOMÍNGUEZ, José Manuel, "MOLINOS HIDRÁULICOS EN LA COMARCA DE LOS ALCORES" se mencionan dos características naturales necesarias para el establecimiento de regiones molineras, el flujo de agua y las pendientes del terreno.

² "Molinos y norias estructuras esenciales para el abastecimiento y el devenir de la comunidad, forman parte como la fragua, de aquel patrimonio constructivo que con las transformaciones del siglo XVI ha determinado la persistencia de una función y tal vez la persistencia de un tejido social mínimo ligado a los causes de agua y a los contextos productivos como sucedió también en el caso de los ingenios". SARTOR, Mario Pág. 83

Tomemos como primer elemento la "toma" de agua que se hacía en el río, a esta se le denominaba "herido"³, en algún punto se tomaba el agua del curso y se canalizaba hacia el complejo hidráulico. Con el simple hecho de tomar el agua surgen dos necesidades importantes: la canalización y el almacenaje, para no depender de los ciclos de la naturaleza los cuales variaban desde las temporadas de sequía hasta temporadas de exceso de agua, en cualquiera de los dos casos el flujo se vería afectado repercutiendo en el funcionamiento del molino.

El agua es el elemento motriz en este caso, pero también el agua está ligada a otras actividades esenciales en la vida humana, el riego, el consumo, incluso la recreación, por lo que el diseño y canalización tenía su propia ingeniería desarrollada a través del tiempo por el ser humano.

La toma en el río se hacía a través de un canal principal, el herido se efectuaba en algún embalse natural o por medio de una compuerta colocada junto al río⁴ que permitía la entrada de agua, la colocación de rejillas de madera en sitios estratégicos impedía que al sistema de canales entrara basura, madera o ramas que suelen flotar en los ríos.

El canal principal podría estar formalmente construido, utilizando la forja en piedra junteada y la utilización de arcos de piedra formando acueductos para salvar los desniveles, recorrer distancias considerables utilizando elementos de ingeniería hidráulica para manejar los recorridos de agua, también el canal podía ser una zanja en el terreno que necesitaba un mantenimiento muy específico para impedir su azolve.

Sobre Xuchimangas

LA PRESA DE LA CONCEPCION

Por el camino a Villa del Carbón se encuentra la presa de la Concepción, por los rumbos de la hacienda del mismo nombre, desde esta presa se construyó una zanja que atraviesa los campos y llega a Tepetzotlán, los canales de distribución existían desde la época prehispánica, los jesuitas perfeccionaron el sistema además de construir el embalse de la presa, de esta forma garantizaban el agua en los colegios. A menos de un kilómetro de los molinos pasa un río cuyo flujo no subsanaba las necesidades de los colegios y molinos, los jesuitas mejoran el sistema existente, alimentando los molinos con agua de la presa de la Concepción.

³ Los heridos eran concesiones que tenían que ser otorgadas por el gobierno, se dimensionaban de acuerdo a las medidas existentes en cada época. Algunas de las manejadas durante el virreinato son las siguientes: el buey era de 36 pulgadas cuadradas y tenía un flujo de 9331.2 litros por segundo, el surco 6 pulgadas cuadradas y tenía un flujo de 194.4 litros por minuto. Datos obtenidos en: SANTACRUZ F, Iris y JIMÉNEZ-CACHO GARCÍA, Luis "LAS PESAS Y MEDIDAS EN LA AGRICULTURA" en "SIETE ENSAYOS SOBRE LA HACIENDA MEXICANA 1780-1880"

⁴ Sobre el herido para la construcción del acueducto de Xalpa: "En el año de 1706 el excelentísimo señor Don Francisco Fernández de la Cueva Enríquez, Duque de Alburquerque, visorey de esta Nueva España hace merced de 32 surcos de agua de que se compone el río llamado del Oro para beneficio de la hacienda de Xalpa perteneciente al colegio Noviciado de la compañía de Jesús del pueblo de Tepetzotlán" se agregan otros datos como el costo de la merced 300 pesos oro y la ubicación de la merced, "abajo del molino de tablas sobre el río del oro". NERI VARGAS, Gaudencio Pág. 85



ESQUEMA DE UNA REGION
HIDRAULICA

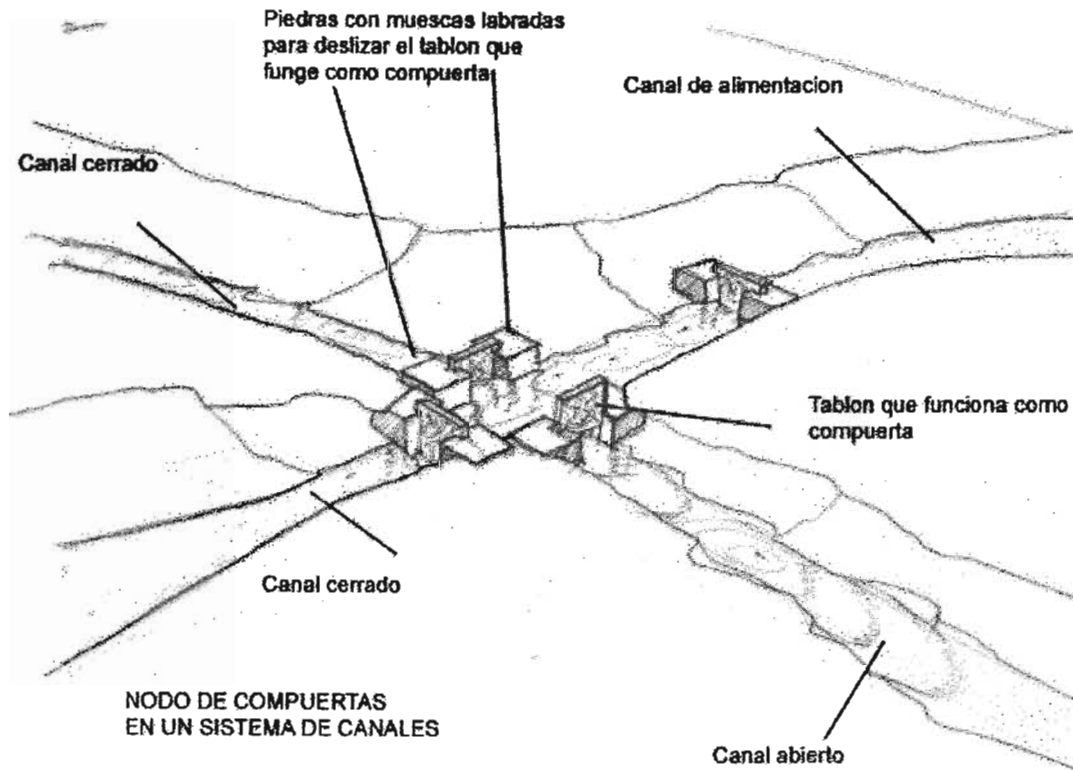
En este esquema se muestra una zona donde se plasman los diferentes usos que puede tener el agua en una zona hidráulica, en este dibujo se observan los canales, embalses, acueductos, presas y en general las canalizaciones que distribuyen el agua por toda la región. También se observan diferentes puntos de uso, como el convento, el pueblo, las haciendas, los ingenios, los molinos, las huertas y los sembradíos.

Se ha mencionado que los molinos podían formar parte de sistemas hidráulicos más complejos por lo que a lo largo de este canal de acceso existían compuertas hacia otros canales que distribuían el agua en otras zonas principalmente para riego.

Estos usos conjuntos del abastecimiento del agua eran muy comunes⁵, incluso a otras escalas, cuando los molinos hidráulicos se vuelven más populares es muy usual su construcción en sitios anexos a estos conductos de agua que ya existían, principalmente en zonas en las que los ríos no estaban habituados o no se podían utilizar, como es el caso de los ya mencionados molinos del Janicullo en el bajo imperio romano, construidos anexos al aqua Trajana⁶

⁵ Los sistemas hidráulicos conjuntos eran pequeñas unidades alimentadas por el mismo sitio, con un sistema de canales y depósitos que permiten su funcionamiento, similar a una red vial actual, con calles y avenidas de diferente jerarquía. Los canales cambiaban de fábrica y de tamaño, existían depósitos e ingenios colocados estratégicamente a lo largo de estas rutas de agua que podían ser de piedra o simples surcos en el terreno. La interrupción del flujo hacia ciertas zonas podía provocar que una zona entera dejara de funcionar, en la huerta de los excolegios jesuitas de Tepetzotlán se encontraban compuertas que interrumpían el flujo de agua hacia el edificio y más adelante a todos sus afluentes.

⁶ Ampliando los comentarios de la construcción sobre las vías de agua de los complejos hidráulicos, retomaremos el caso de los molinos del Janicullo en Roma, construidos sobre la aqua trajana, era tal la importancia de los molinos y del aqua trajana para la ciudad de Roma que al ser asediada por los godos en el 540 DC una de las acciones a tomar por ellos fue el bloqueo del aqua trajana antes de que esta pasara por los molinos, los godos interrumpieron el trabajo del molino que repercutiría en la producción de harinas y por consiguiente de alimento, y también suspendieron el flujo de



En el dibujo se puede observar un cruce de canales en el que se aprecian los bloques de piedras con muescas en las que se deslizan los tablon que obturan el agua, en la imagen el canal hacia la derecha es el que esta abierto, estos sistemas eran muy comunes para distribuir el agua hacia diferentes zonas de una región hidráulica.

Los molinos para su funcionamiento necesitaba agua de manera constante, esta necesidad no siempre podía ser cubierta, se aprovechaba el curso del agua y se dependía totalmente de la situación natural de abastecimiento. Para tener una reserva de agua estable y constante independientemente de los cambios en el río se construían depósitos y presas⁷.

agua. Los molinos y su relación con el agua Trajana son descritos en: WILSON Andrew, "Janiculum Mills Excavations, Results of the 1998 season" y "result of the 1999 season"

⁷ Juanelo Turriano en su tratado habla de las irregularidades en el suministro de agua, siendo esta la causa de la invención de diferentes tipos de molinos, "Así que la necesidad ha causado hacer diversas invenciones o maquinas de molinos. Por razón de la mucha o poco agua así se acomoda el artificio para que puedan moler. A elegir el molino que se hace de balsa y cubo, el cual molino muele mucho más que no hacen los molinos de aceña o de bomba. Estos molinos tiene rodete y no rueda grande, el cual rodete anda llano y no derechos. Estos molinos muelen mucho por razón de la mucha agua que tienen la balsa y el cubo y porque estos molinos se suelen hacer en esta manera: porque donde hay poco agua para que se vaya recogiendo en el cubo."

Las presas se hacían directamente sobre el río construyendo un muro que alteraba y estancaba el cauce natural, para permitir que el río siguiera su curso, se construía sobre el dique compuertas que podían ser accionadas a voluntad o rebosaderos que consisten en muescas en el barda para permitir la acumulación de agua solo hasta el nivel deseado.

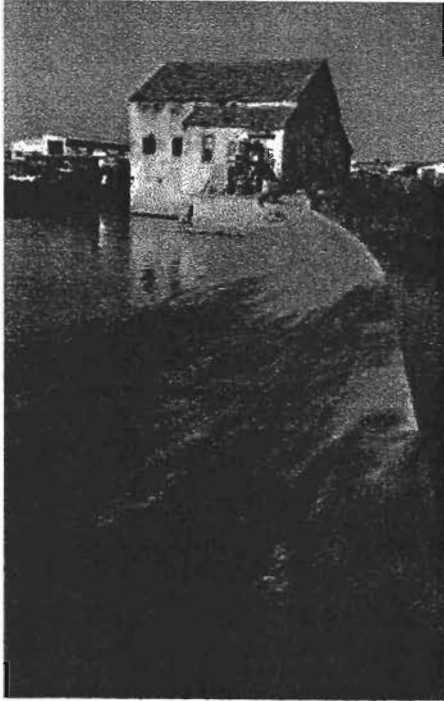
La presa o embalse cumplía una doble función, podía genera el desnivel necesario para aumentar la presión del agua en cuyo caso se podía mandar el agua directamente a los molinos los cuales estaban contruidos junto al río cerca de la presa o en otros casos los molinos eran contruidos sobre la presa aprovechando el mismo muro del estanque. Las salidas de agua eran ubicadas en la parte inferior y la presión necesaria se obtendría de todo el acumulado de agua en el estanque, el molino estaría ubicado en las compuertas de salida, posterior a la molturación el agua se incorpora hacia el cauce original.

Si el molino no esta contruido directamente sobre el muro de la presa y se ubica cerca de una de las márgenes o a una distancia mayor del río, el canal principal saldrá de la presa será controlado por medio de compuertas y llegara a los molinos cambiando la disposición mencionada para los canales principales como los primeros elementos de este sistema hidráulico.

Cuando el almacenaje de agua no se hacia directamente sobre el río se construía un depósito artificial su construcción podría estar anexa al cauce aprovechando las condiciones del terreno, cerrando algunas secciones con muros o construyendo totalmente el depósito.

Los depósitos podrían estar lejos del río, siendo alimentados por el canal principal y estando ubicados a diferentes distancias de la alimentación, estos incluso podrían localizarse anexos al molino antes del acceso a los cubos.

Todos estos elementos de almacenaje incluidos los cubos de los que se hablara mas adelante eran elementos que principalmente garantizaban control sobre la reserva del agua, que se traduce en garantizar el abastecimiento de la fuerza motriz del molino; situación indispensable para el uso constante del ingenio, sin agua o con variaciones en su flujo la producción se veía impactada.

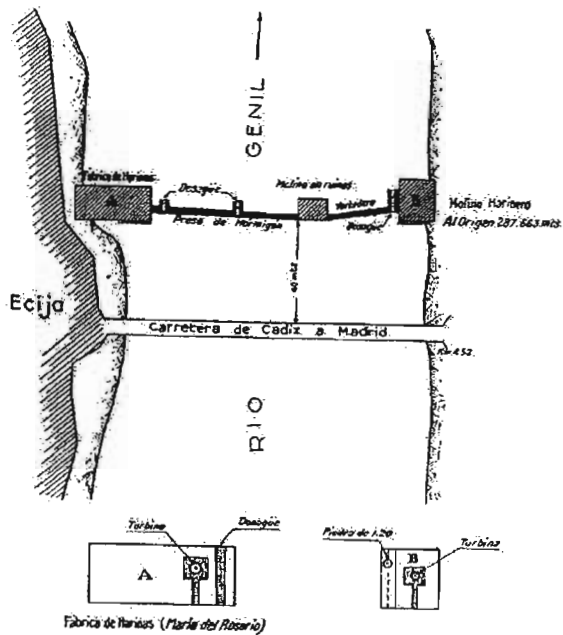


Molino montado sobre una presa en el río, se observa la diferencia de nivel en el agua entre los lados, el desagüe debe de encontrarse en la parte no visible del edificio

**MOLINO DEL PUENTE,
RIO GENIL, ECIJA**

"ARQUITECTURA RURAL EN ANDALUCÍA
SEVILLA DOCUMENTOS MOLINOS"

http://club.telepolis.com/nachoben/TrydacnaTelepolis/arquitectura_rural/FTP



Planta del molino anterior sobre la presa se construyeron diferentes ingenios, la fabrica de harina a la izquierda, un molino en ruinas al centro y el molino de la foto anterior del lado derecho, los desagües están marcados tanto en la presa como en las plantas de la fabrica y el molino en la parte baja, también aparecen las piedras y en el caso del molino el diámetro de esta.

**MOLINO DEL PUENTE,
RIO GENIL, ECIJA**

"ARQUITECTURA RURAL EN
ANDALUCÍA SEVILLA
DOCUMENTOS MOLINOS"

http://club.telepolis.com/nachoben/TrydacnaTelepolis/arquitectura_rural/FTP

Sobre Xuchimangas CANAL PRINCIPAL

EL sistema de canales de acceso al conjunto de los colegios era parte de los canales que recorrían el pueblo para sembradíos y molinos, el canal de entrada es muy importante, era la entrada de agua para todo el conjunto, (molinos y colegios), esta agua no solo movía molinos, regaba la huerta y se usaba al interior del edificio para recreación y para alimentación en diferentes ramales el canal se iba dividiendo hasta llegar al patio de las cocinas y al patio de los naranjos.

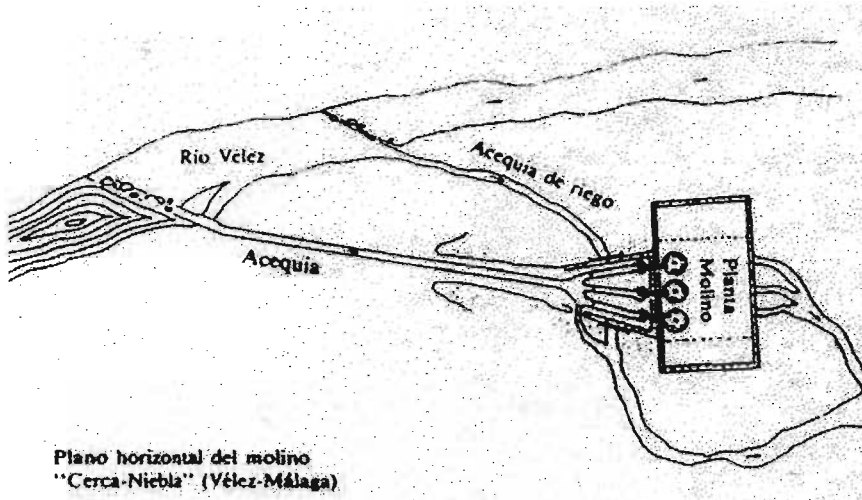


Después del sitio de almacenaje y en caso de que los molinos o los sitios que necesitaran el agua se encontraran distantes de él, se construía otro sistema de canales para distribuir el agua entre los diferentes puntos que así lo requirieran.

Los canales que salen de la presa, distribuían el agua hacia los diferentes sistemas del complejo, a lo largo de sus recorridos los canales estaban jerarquizados esto también ayudaba a la conducción del agua el canal tenía en sus trayectos piedras con muescas para la colocación de compuertas que desvían el curso del agua a otro canal secundario o para colocar rejillas que retienen la basura a lo largo del trayecto⁸

La pendiente de estos canales y los sistemas de compuertas eran cuidadosamente diseñados y estudiados previo a su construcción para favorecer siempre el flujo del agua y evitar estancamientos en el canal, la jerarquización de estos canales y su sistema de compuertas hacía llegar el agua a cualquier sitio.

⁸ En el sistema hidráulico de Tepotzotlán los canales cuentan en sitios estratégicos con piedras labradas en canal, para recibir compuertas de madera, o rejillas, que se deslizaban hacia arriba; las rejillas detenían la basura que pudiera entrar en el sistema, alguna de la cual podía llegar a trabar la maquinaria, "En muchos molinos se suele colocar una rejilla en la boca de los cubos o en el cao, pocos metros antes de ella, con el fin de impedir la introducción de cuerpos extraños que podrían producir la obstrucción del saetillo y el atasco del cubo. ESCALERA Y VILLEGAS
"Entre la canal y el cubu se coloca la resa o reja de madera, con el objeto de evitar la entrada en el molino de hojas, ramas, raíces y piedras que si pasasen al cubu podrían crear problemas"
MENÉNDEZ-VALDÉS, Gonzalo Morís

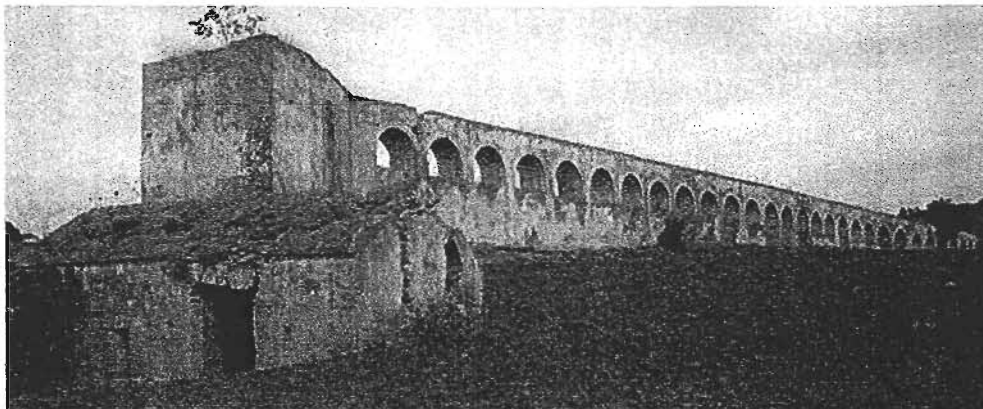


Planta de molino de 3 cubos con el sistema de canales desde el río, algunas secciones para riego y los canales para desagüe

MOLINO CERCA NIEBLA VELEZ-MALAGA

"ARQUITECTURA RURAL EN ANDALUCÍA SEVILLA DOCUMENTOS MOLINOS"
http://club.telepolis.com/nachoben/TrydacnaTelepolis/arquitectura_rural/FTP

Como hoy en día, los diámetros de tubería nos permiten manejar la presión y cantidad de agua en diferentes zonas, en los sistemas de canales sucede algo similar, podemos encontrar que el canal principal era de piedra y con taludes, y un canal al final del sistema que podía llevar el agua a un sembradío, se limitaba a ser una zanja hecha con el azadón en el campo y abierta a voluntad del campesino.⁹



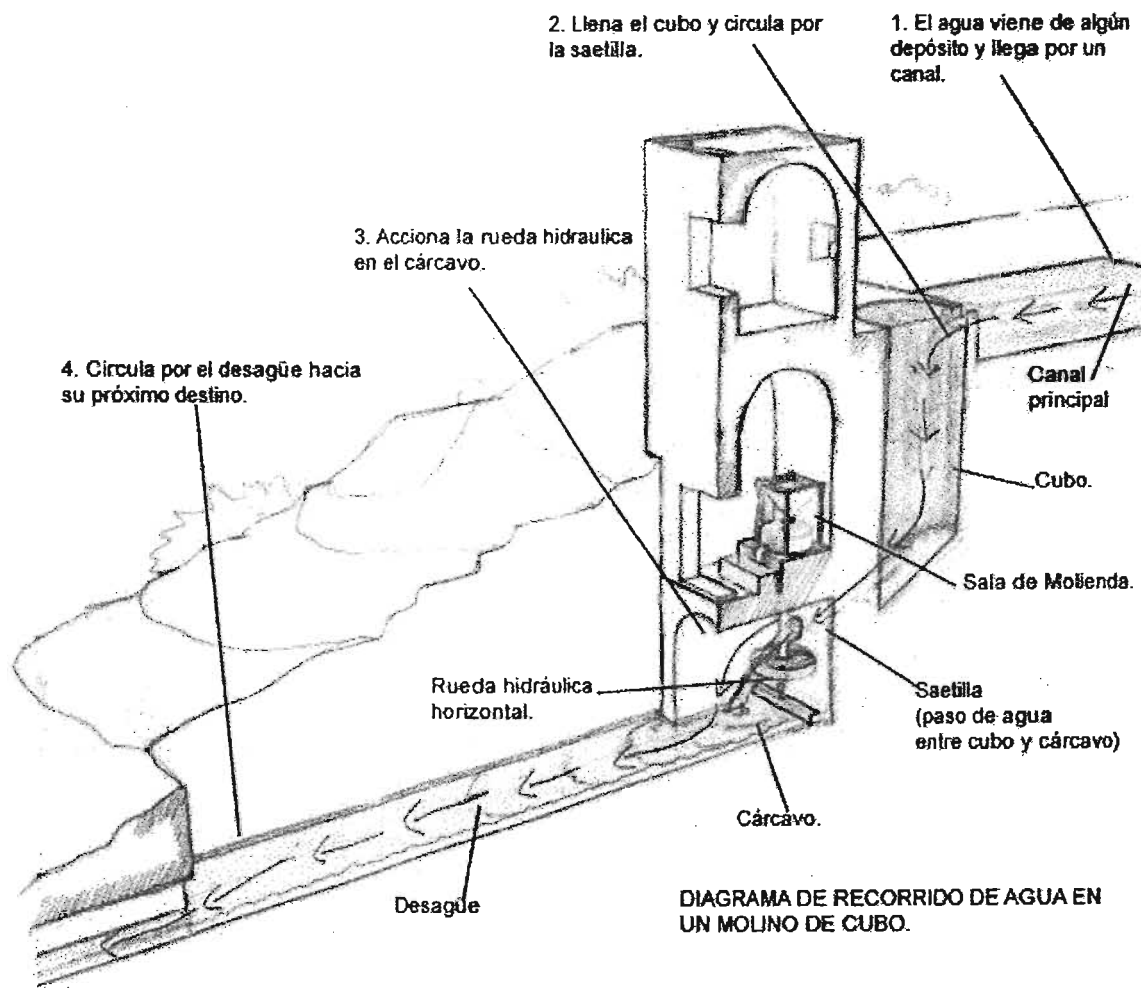
En este molino la construcción del acueducto y del cubo demandó más recursos que la construcción del edificio del molino

MOLINO DE LOS ARCOS, MAIRENA DEL ALCOR, SEVILLA

"ARQUITECTURA RURAL EN ANDALUCÍA SEVILLA DOCUMENTOS MOLINOS"
http://club.telepolis.com/nachoben/TrydacnaTelepolis/arquitectura_rural/FTP

⁹Thomas F.Glik menciona sobre los sistemas hidráulicos, "Las redes de irrigación servían como ligas físicas entre el pueblo y la huerta, los canales servían a ambos, necesidades urbanas y rurales" F. GLICK, Thomas "Irrigation and Society in Medieval Valencia, the huerta environment" en esta compleja red el sistema repetía el modelo, un canal distribuidor mejor formado, y canales secundarios que podían ser no permanentes hacia los puntos de interés ya sea rurales o urbanos.

El siguiente paso en el recorrido del agua es ya un elemento particular del molino, hasta este momento los que se han descrito pueden formar parte de un sistema de molino sencillo o de un sistema de varios molinos, de otros ingenios o de sistema hidráulicos mixtos.



Corte en el que se muestra el recorrido de agua a través de un molino de rodezno, se puede observar del lado derecho la llegada del agua, el cubo y el desnivel que este genera, la entrada al cárcavo y el chorro de agua que golpea el rodezno para hacerlo girar, posteriormente el recorrido de agua se va al desagüe y al túnel de salida, las flechas nos muestran el sentido y la dirección del agua.

El cubo es un elemento particular de los ingenios que utilizan rueda hidráulica horizontal como es el caso de los molinos de rodezno. El cubo es un elemento arquitectónico incorporado por los árabes a la tecnología de los molinos¹⁰ este funge como depósito de agua y genera la presión necesaria para que el chorro de agua accione la rueda hidráulica, por lo general construidos al costado del embalse o del canal principal se controlaba su llenado por medio de compuertas.

Su construcción debía de ajustarse a ciertas reglas que de cumplirse garantizaban el correcto comportamiento del agua. Los muros eran de piedra de considerable anchura dependiendo de las dimensiones del cubo y de su capacidad de almacenaje.

Existían cubos que podían ser cuadrangulares o cubos construidos de ladrillo los más comunes son los cubos de sección circular con disminución de su diámetro en la parte inferior.¹¹

En la parte final del cubo se colocaba el paso del agua denominado saetilla, este era un conducto que en el lado de alimentación (lado del cubo) empezaba considerablemente mas grande que en el lado de salida (lado del cárcavo)¹².

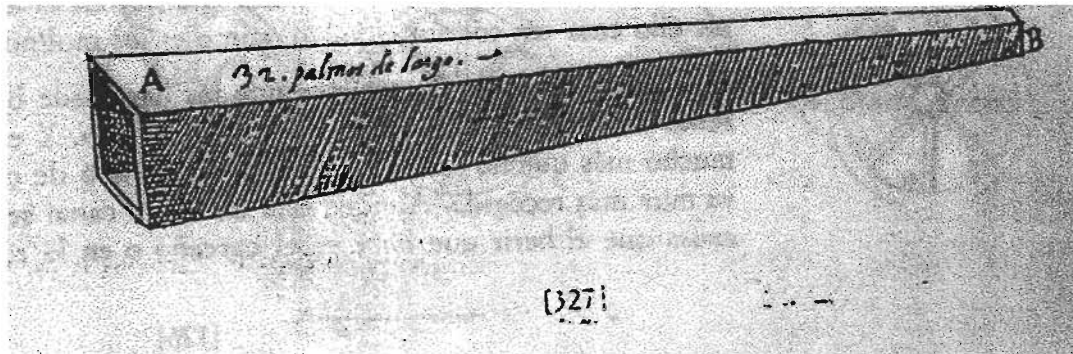
La base del cubo presentaba una inclinación hacia la boca de entrada de la saetilla el cual presenta un recorrido casi vertical, esto favorecía la presión del agua que aumentaba su fuerza al llegar al cárcavo.

La salida de la saetilla contaba con una válvula que se podía accionar desde la sala de molienda para regular el flujo del agua que pegaba en el rodezno, esta válvula contaba con dos posiciones, una de ellas permitía la salida del agua sin que esta pegara en el rodezno, esto con el fin de vaciar el agua sin accionar el mecanismo y la otra totalmente abierta para que el agua llegue de lleno haciendo funcionar el rodezno.

¹⁰ "Parece derivar, según el historiador de la técnica británico Alex Keller, del antiguo Arubah o chimenea árabe, de cuyo tipo de molino con un depósito cilíndrico se han encontrado muestras en Israel. Posteriormente, los Árabes lo traerían a España en la Edad Media, donde se desarrollaría extraordinariamente" TASCÓN GONZÁLEZ, Ignacio "Los molinos y las aceñas, Diversidad Tipológica y criterios de emplazamiento"

¹¹ Sobre los cubos González Tascón dice: *sí, en los molinos de rodezno hacen su aparición los cubos, y en los ríos caudalosos se generalizan las grandes aceñas de recia cantería. Los primeros molinos dotados de cubo, se detectan en la documentación medieval ya a principios del siglo XIII y su uso allí donde el agua escasea:*

¹²: *"en el fondo del cubo existe un orificio cuadrangular generalmente, donde conecta el saetillo, conducto que forma y dirige un potente chorro de agua, el cual es el que hace girar el rodezno El saetillo es una pieza de forma troncopiramidal que se acopla por su base al hueco situado en el fondo del cubo, comunicándolo con la bóveda. Su función es la de producir, concentrar y dirigir un chorro de agua que incida sobre el rodezno para hacerlo girar"* ESCALERA Y VILLEGAS página 79



*Saetilla con dimensiones en el tratado de los 21 libros de los ingenios y las maquinas
SXVI Juanelo Turriano*

Antes de la incorporación de los cubos a los molinos, el agua entraba directamente hacia la zona de la maquinaria, para obtener la presión y velocidad necesaria en el agua se construyen rampas de esta forma el agua llega con la fuerza necesaria al cárcavo. Esta alimentación del agua hacia el rodezno anterior a la existencia de los cubos también podría hacerse directamente sobre la pared del canal o sobre la pared de un depósito de agua, la presión y velocidad del agua eran controlada por el tamaño del orificio por el que se hacia pasar el agua, si se colocaba junto a un depósito los orificios estarían en la base del muro para aprovechar el peso generado por el agua que se encontraba aun en el depósito en el caso de la alimentación directa desde un canal, las rampas eran muy importantes para la generación de esta presión¹³.

La incorporación de los cubos en los molinos proporciono un depósito adicional que al llenarse también otorgaba presión adicional a la salida del agua colocada en la parte inferior del cubo.

Los cubos, podrían estar enterrados, semienterrados o totalmente sobre el terreno, para este ultimo tipo se cubos se requería de estructuras adicionales que le daban rigidez, la construcción y sus contrafuertes podían llegar a ser mas voluminosos que la construcción del molino en si.¹⁴

¹³ Los molinos de rampa no tenían cubos, por lo que la alimentación de agua se hacia directamente desde la presa o incluso desde el río, recordemos que el cubo cumple la doble función de almacenar y generar la presión necesaria para que el agua haga girar el rodezno, en el caso de los molinos con rampa la presión es generada en la rampa, el agua llega a herir el rodezno con velocidad y fuerza debido a su recorrido por la rampa.

¹⁴ Los molinos de Xuchimangas (cuyo caso se analizará mas adelante) utilizan la construcción de los cubos como muro de contención para el terreno, en algunos casos descritos en el presente capítulo se puede ejemplificar que la construcción del canal y el cubo eran incluso mas importante que la del edificio del molino, en la pagina se puede ver una foto del molino de los arcos en Mairena del Alcor en Sevilla

Sobre Xuchimangas CUBOS

Los molinos de arriba tienen 4 cubos que presentan en promedio un diámetro de 3.20 y una altura de 7 metros, cada cubo corresponde a un rodezno en 4 cárcavos, la estructura de piedra que corresponde a los 4 cubos servía también como muro de contención debido a que el edificio del molino estaba enterrado en el piso para crear este desnivel necesario. La entrada del edificio es por el nivel 0.00 que es el nivel 3 de abajo para arriba



Una de las soluciones empleadas para darle estabilidad al cubo cuya construcción era totalmente sobre el terreno era la edificación de una pirámide escalonada truncada, en cuyo centro se hallaba el deposito cilíndrico, la parte de abajo era mayor que las siguientes, en el caso de los molinos encadenados la salida de agua podría ser la alimentación del cubo del siguiente molino, siempre aprovechando los desniveles naturales del terreno.

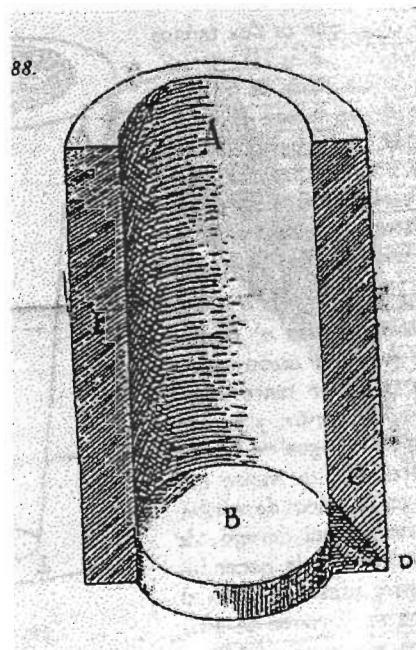
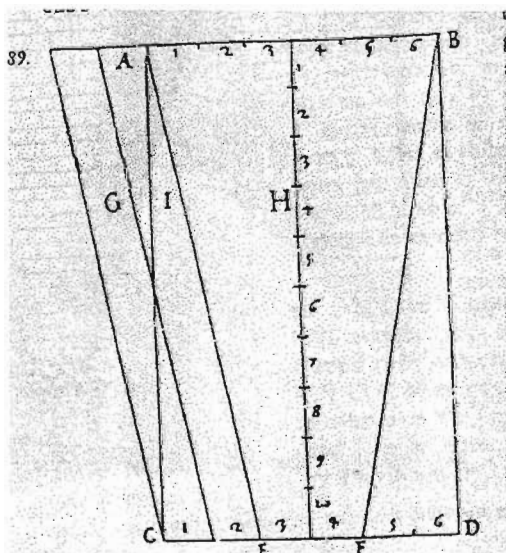


Diagrama para la construcción de un cubo y esquema de un cubo con su saetilla en la parte baja SXVI los 21 libros de los ingenios y las maquinas Juanelo Turriano

Los cubos variaban en dimensiones, en promedio podían andar entre los 2 y 3 metros de diámetro y los 5 y 8 metros de profundidad, las dimensiones suelen ser muy variables dependiendo de las necesidades requeridas en el molino donde se construían los cubos. Si el cubo es mas estrecho y mas profundo la velocidad y fuerza del chorro puede ser mayor, por lo general las proporciones eran muy estudiadas para tener un flujo fuerte y constante.

Parte fundamental de la presión generada en el agua es el llenado completo del cubo, si se desea un funcionamiento constante se buscara que el agua entre de manera regular para mantenerlo lleno, las compuerta ubicadas en la parte superior de alimentación del cubo juegan un papel muy importante, si se suspende el flujo de entrada al cubo la presión ira disminuyendo conforme el agua vaya descendiendo pero si se mantienen abiertas, el agua estará entrando constantemente y el flujo permanecerá de igual manera constante.

El numero de los cubos generalmente llevaba relación directa con el número de pares de muelas, a cada par de muelas correspondía un cubo, el molino mínimo y uno de los mas comunes sobre todo en ámbitos regionales es el molino con un par de muelas y por consiguiente un cubo.¹⁵

Existían molinos de un par de muelas con 2 cubos que ambos tenían la ubicación de su saetilla para permitir (siempre uno a la vez) el herido del mismo rodezno, esta disposición se utilizaba para llenar un cubo mientras el otro estaba en operación, sobre todo para almacenaje extra.¹⁶

Los molinos de dos pares de muelas y dos cubos o tres pares de muelas y tres cubos eran molinos pensados en producciones mayores, molinos con 4 cubos ya podrían entrar en la categoría de ingenios, si nos basamos en su producción recordemos que un par de muelas podría moler unos 150 kilos por hora, 2 pares de muelas rondarían los 300 kilos la hora en un periodo de 4 horas estaríamos hablando de 1.2 toneladas.¹⁷

¹⁵ Un molino podía tener diferentes niveles de producción, esta capacidad de producción se media según el numero de piedras, los molinos unitarios eran para autoconsumo, como el que ya se analizo en el convento de Cuilapan (un solo par de muelas), los molinos preindustriales como el de Xuchimangas (4 pares de muelas en el molino de arriba y dos en el de abajo) distribuían su producto en diversos mercados

¹⁶ El tratado de Juanelo Turriano ejemplifica con esquemas diversos tipos de molinos como el descrito

¹⁷ Según Gonzalo Moris, la diferencia entre el molino hidráulico y el manual era abismal, mientras que en uno manual se molían 5 kilogramos la hora en uno hidráulico se llegaba a los 180 kilogramos la hora, para el calculo mostrado tomamos en cuenta medias jornadas y bajamos en 30 kilogramos el rendimiento, para considerar los factores como mantenimiento, ajuste de la maquina, picado de las piedras, variaciones en el flujo de agua, todos estos factores alteraban la productividad. MENÉNDEZ-VALDÉS Gonzalo Moris "INGENIOS HIDRÁULICOS HISTÓRICOS: MOLINOS, BATANES Y FERRERÍAS" Otro cálculo se obtiene en las entrevistas a los molineros realizadas por Pilar Ordóñez: "El tiempo que se empleaba en moler una fanega dependía de la cantidad de agua que circulase por el caz. Cuando la acequia iba llena, era de tan solo 45 minutos

Sobre Xuchimangas
CARCAVOS

Para cada cubo existe un cárcavo, el edificio esta montado sobre estas 4 bóvedas que se clavan en el terreno, hoy en día debido al abandono del edificio los cárcavos tienen un azolve de hasta 1.5 metros, en la fachada que da al desagüe se puede observar claramente las 4 bóvedas de los cárcavos.



Siguiendo con el recorrido del agua el siguiente elemento arquitectónico se encuentra en el sitio donde se instala el rodezno (rueda hidráulica en posición horizontal), por lo general este lugar es una bóveda de piedra en la que se montaba el rodezno y se le denomina cárcavo; la saetilla salía en el muro testero de la bóveda y hacia girar el molino, este espacio requería por su naturaleza húmeda de mantenimiento de diversas índoles. Por ejemplo el desazolve, para que el fondo del cárcavo no se acercara al mecanismo de giro y le impidiera su libre accionar, el limpiado de los conductos (saetilla, desagües etc.) para garantizar el flujo del agua sin obstrucción, la eliminación en muros y bóveda de los depósitos calcáreos que provoca el agua, la revisión estructural de la bóveda, debido a que esta carga la maquinaria superior formada por las muelas¹⁸. Precisamente por el peso de las muelas, es por lo que creemos que la forma mas común para el cárcavo es la bóveda de cañón corrido, las piedras dependiendo su tamaño podían andar en 1500 a 2500 kilos el par, mas el peso de la maquinaria y el peso propio de la bóveda, esta es el elemento arquitectónico que podría soportar tanto el trabajo como el peso.

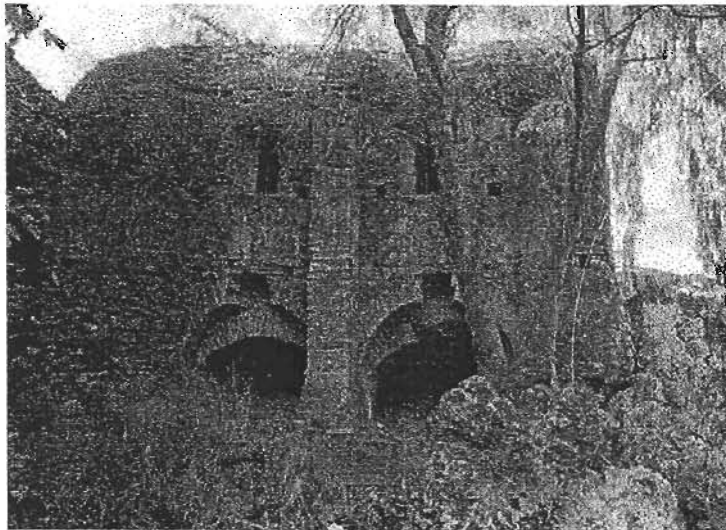
Posterior al paso del agua por la rueda, estaba el desagüe, este elemento podía ser un espacio en el que se recibía el agua de los diferentes cárcavos y se canalizaba hacia su próximo destino, también dependiendo de la situación de emplazamiento del molino el desagüe podía ser un túnel que desalojara el agua del sitio¹⁹, por su naturaleza el agua en

a 1 hora. Si no, podía prolongarse por dos o tres horas" ORDÓÑEZ VERGARA, Pilar "LOS MOLINEROS DE LA ALPUJARRA"

¹⁸ El mantenimiento de los cárcavos incluía tareas como el desazolve, para mantener el nivel de agua por debajo del rodezno, el picado de las bóvedas, las cuales acumulaban residuos calcáreos y según Escalera y Villegas llegaba a obstaculizar el correcto giro del rodezno.

¹⁹ En los molinos de Xuchimangas en Tepotzotlán existe un túnel para desalojar el agua ya utilizada, este pasa por debajo del estanque de la huerta y en algún punto (hoy este es

este sitio es corriente, no debe de estancarse en el interior de los cárcavos, esta es la razón por la que el agua sale y se acumula en un área enfrente del molino de la que es tomada o canalizada para ser regresada al río o llevada a otros sistemas dentro del sistema hidráulico general.



Molino con dos cárcavos el desagüe del molino se hacía a través de estas dos bóvedas en las que se alojaba la maquinaria inferior **MOLINO ABANDONADO EN ARROYO MOLINO EN LA VEGA DEL GUADALQUIVIR**

En el Tratado de Juanelo Turriano se observa en uno de los grabados que el mismo depósito que funcionaba para alimentar a los molinos también era utilizado para regar una huerta, la utilización del agua en otros sistemas de tipo hidráulico era muy común, en riego en almacenaje, en otros molinos cuando estos eran encadenados; los sistemas hidráulicos para la conducción del agua una vez realizado el procedimiento de la molienda formaban en conjunto sistemas hidráulicos en los cuales los molinos solo eran una parte²⁰.

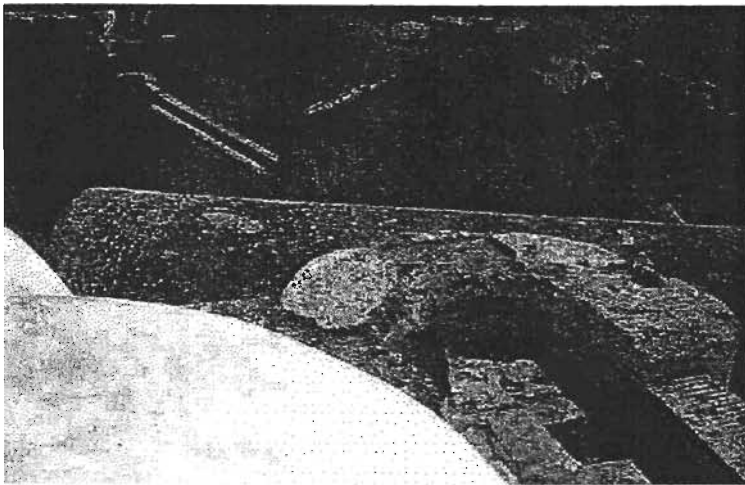
Se podían localizar mas de un molino en una pendiente o en un cause, en estos casos el desagüe de un molino se podía convertir en el embalse del otro. Para la construcción de estos sistemas encadenados de varios molinos, se aprovecha el agua que salía de uno para alimentar los que seguían, todo esto era posible solo si las pendientes del terreno lo permitían.

Las laderas que contaban con ríos de caudal constante podían albergar sistemas de molinos, en Xuchimangas en Tepotzotlán México se conocen 2 molinos uno terreno arriba del otro y se menciona la existencia de un tercer molino mas hacia el oriente donde el

desconocido por el abandono al que se encuentra sometido el sistema) se une con el sistema hidráulico general, la información será ampliada en capítulos subsecuentes.

²⁰ “Los molinos de cubo, se encontraban insertos en un sistema que buscaba la adecuación entre los recursos hídricos disponibles y las necesidades agrícolas de la población campesina, gozando de preferencia el riego sobre los molinos”. REPRESA PÉREZ, Fernando “El molino de Villandiego”

terreno continua bajando la región descrita contaba con varios molinos que se encontraban bajo la influencia de la hacienda de Xuchimangas perteneciente a los colegios de Tepetzotlán.



Molinos encadenados se observan 3 molinos, sus cubos y sus canales de alimentación
MOLINOS ENCADENADOS DE LA MUELA VEJER DE LA FRONTERA

Este tipo de conjuntos tenían capacidades productivas impresionantes, en los casos en que los molinos dependieran del mismo dueño. La producción en conjunto en el caso de la hacienda de Xuchimangas a la que pertenecían los molinos que se estudiarán más adelante se comercializaba a través del almacén general del colegio máximo de san pedro y san pablo. Los manejos de esta comercialización serán comentados en el capítulo 3 de este trabajo.

Los alcances de estos niveles de producción eran conocidos, este tipo de regiones eran prosperas y desarrollaban tejidos urbanos y funcionamientos sociales muy específicos, recordemos que una región hidráulica de estas características contaba con más de un tipo de ingenios, lo que diversificaba los usos de la zona.

B. MAQUINARIA

Para efecto de este análisis, dividiremos la maquinaria en dos partes, la inferior y la superior. En el caso particular de los molinos de rodezno horizontal, la maquinaria inferior es la que se encontraba en contacto con el agua y esta alojada en su totalidad en el cárcava; la maquinaria superior es la que se encuentra en la sala de labor donde se realiza la molienda, es la maquinaria superior la que tiene menos variaciones en los diferentes tipos de molinos: Aceñas, molinos de rueda hidráulica horizontal, molinos de viento y molinos de sangres, siendo la otra la que cambia dependiendo del tipo de fuerza empleada y la posición de la rueda.

Hablaremos de la maquinaria en los molinos hidráulicos de rodezno, hablemos ahora de los músculos del molino.

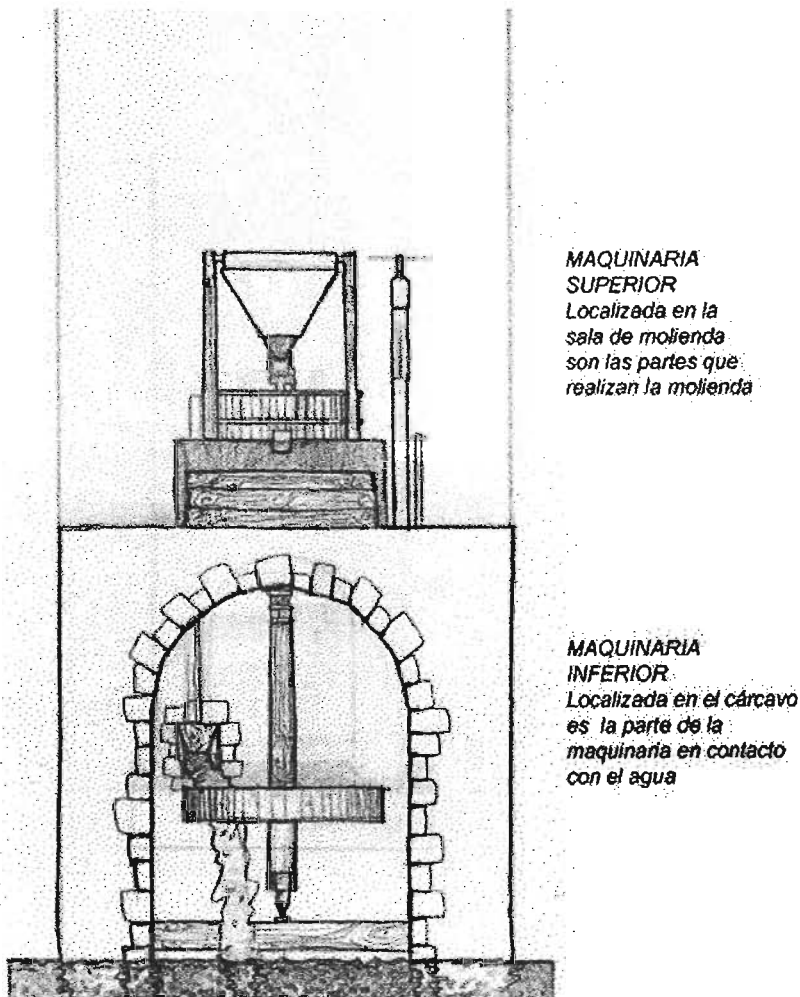
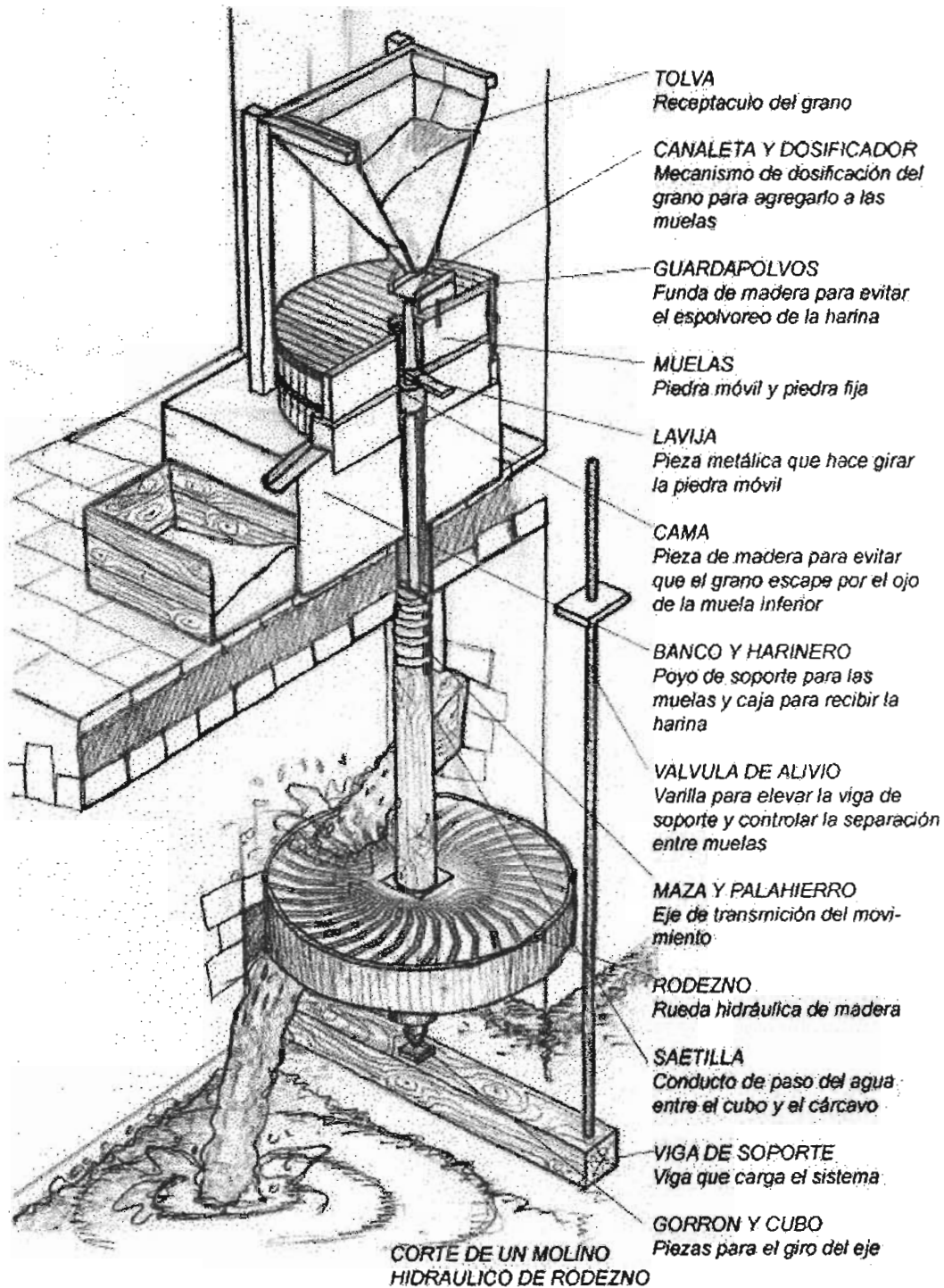


Diagrama en el que se explica la división de la maquinaria en inferior y superior así como los criterios utilizados para efectuar esta división. Ambas maquinarias se ubicaron en un modelo arquitectónico básico para un molino de rueda horizontal, la bóveda abajo es el cárcava y la zona superior, la sala de molienda.

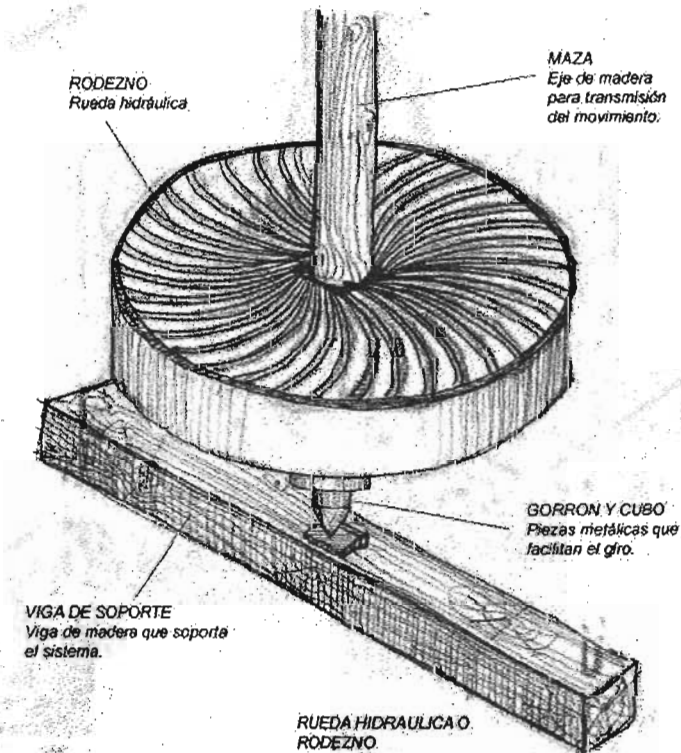


Maquinaria inferior y superior con la denominación de todas sus partes. La maquinaria inferior se encuentra en la parte baja, en el cárcavo, la maquinaria superior en el piso de molienda, para facilitar la vista, se cortaron la mitad de los muros y bóveda, así como la mitad de los elementos de la maquinaria superior

a. Maquinaria inferior

La parte mas importante de la maquinaria inferior es el rodezno que consiste en la rueda hidráulica colocada de manera horizontal, el rodezno es el corazón del sistema motriz de un molino hidráulico, ésta rueda, a través del tiempo se fue adaptando a las necesidades requeridas, en este caso a reaccionar de una manera mas eficiente a la fuerza del agua.

Las primeras ruedas eran paletas de madera incrustadas en un tronco que era el eje de movimiento, estas paletas, al estar empotradas, tenían un juego vibratorio que amortiguaba el golpe del agua, el giro resulta menos eficiente debido a esta amortiguación. Para evitar el movimiento de las paletas, se crearon dos anillos de madera, uno al centro directamente sobre el eje motriz y otro en el extremo, las palas tendrían un movimiento mínimo y la mayoría del esfuerzo aplicado en el golpe de agua se transformaría en movimiento.



Rodezno con alabes. Las cucharas se sujetaban en el anillo del extremo y al centro, cuando una se rompía se podía cambiar sin desmontar las demás.

Rodezno de alabes. Tratado de los 21 Libros de los Ingenios y las Máquinas SXVI



Una incorporación hecha por los árabes a los rodeznos, fue el cambio de las paletas por alabes o palas en forma de cucharas¹, que podían ser cambiadas sin necesidad de desarmar toda la rueda estas cucharas optimizaban el esfuerzo aplicado a las ruedas desarrollando mayor oposición y por consiguiente, giros mas rápidos. Contaba con un sistema de sujeción entre ambos anillos, el interior y el exterior, algunas otras variaciones inclinaron estas paletas hacia delante, todo con el fin de aumentar la oposición de las cucharas a la fuerza del agua, las cucharas se colocaban en secciones, según la dimensión del rodezno, la longitud de las cucharas y la frecuencia de colocación variaba, a mayores tamaños mayor longitud de piezas y mayor numero de estas.

El material con el que comúnmente se hacían los rodeznos era la madera, esta tenía que ser muy resistente a la humedad, el rodezno era una pieza que estaría en uso constante y este uso requería un contacto con el agua permanente, los materiales alternativos además del ensayo con diferentes tipos de madera fueron dos: el metal y la piedra.²

Las ruedas metálicas fueron mas populares en la segunda mitad del Siglo XIX y a principios del Siglo XX, su desventaja era la corrosión, su ventaja el funcionamiento mas "ágil", si se le da un mantenimiento correcto, el ajuste de este rodezno proporciona un mejor funcionamiento, el ajuste de las piezas suele ser mas constante a través del tiempo a diferencia de las piezas de madera que pueden sufrir deformaciones en largos periodos.

El otro material utilizado era la piedra, toda la forma del rodezno se hacia en piedra, incluidas las palas, al centro del rodezno se dejaba el paso del eje. La apariencia del rodezno de piedra era similar a una muela, pero con las horadaciones necesarias para que el agua pegara y lo hiciera girar, las desventajas eran 2: El peso excesivo, que dificultaba el mantenimiento y los depósitos calcáreos, que se acumulaban hasta cerrar los espacios entre paletas y dejar el rodezno inservible.³

Los depósitos calcáreos tenían que retirarse periódicamente de los rodeznos, actividad muy fácil en rodeznos de madera y metálicos porque con golpes sencillos se votaban estos agregados, en la piedra la adhesión era mayor y el problema con el golpeo era que al aplicar fuerza excesiva se podía tronar el rodezno.

¹ *"El diseño de estos rodeznos de madera es de gran interés, pues al ser desmontables permitían que una cuchara rota pudiera ser sustituida manteniendo el conjunto. Las cucharas se elaboraban utilizando un patrón que se conservaba siempre como modelo"* REYES MESA, José Miguel "Tecnología y arquitectura popular, los molinos hidráulicos en la provincia de Granada"

² Los materiales para hacer rodeznos eran variables, tanto Escalera y Villegas como José Miguel Reyes Mesa mencionan otros materiales como el metal y la piedra.

³ *"Según nos informa Francisco Martín, último molinero de Albuñol en abandonar su oficio, se dejaron de utilizar porque, además de ser muy pesados, presentaban el grave inconveniente de la formación de toba caliza que el agua depositaba sobre ellos, muy difícil de eliminar y que llegaba a cerrar los huecos dejándolos inservibles; en cambio, la toba era fácil de eliminar en los rodeznos de madera o metálicos, pues saltaba al golpearlos con un pequeño mazo de madera."* REYES MESA, José Miguel "Tecnología y arquitectura popular, los molinos hidráulicos en la provincia de Granada"

Las dimensiones mas comunes de los rodeznos variaban desde los 60 cm. hasta los 2 metros, a mayores tamaño de rodezno mayor tamaño de las muelas y mayor proporción; tamaños menores de 60 cm. no funcionaban y rodeznos mayores de 2 metros provocaban problemas de torsión en el eje motriz, con estas características se podía obtener hasta 110 revoluciones por minuto.

En su libro *British Mills*, Leslie Syson ejemplifica la operación y funcionamiento de los molino horizontales describe un molino pequeño y su producción, la rueda mide 180cm en ella están 19 paletas curvadas distribuidas en toda la circunferencia, desarrollaba 50 RPM y su producción era mas bien baja, de 20 a 30 Kilos por hora. Con este ejemplo y comparándolo con un molino mas eficiente, podemos ver la importancia de un rodezno bien construido y bien ajustado, un molino con una rueda del mismo tamaño 180cm pero con mas paletas 50 a 70, desarrollaba el doble de revoluciones por minuto (100) y molía hasta 150 kilos por hora, la comparación de los 2 es abrumadora a favor del segundo, que produce 5 veces mas.⁴

El rodezno fabricado, se debía colocar en la construcción primero que cualquier otro elemento de la maquinaria, era muy importante garantizar su giro antes de fijar las piedras en la parte superior. El rodezno se montaba en el cárcavo y se dejaba circular agua por el cubo, cuando el giro se comprobaba visualmente, se ajustaba el rodezno a la línea de agua, se podía colocar la muela fija en la parte superior y después ajustar la muela móvil al eje motriz.

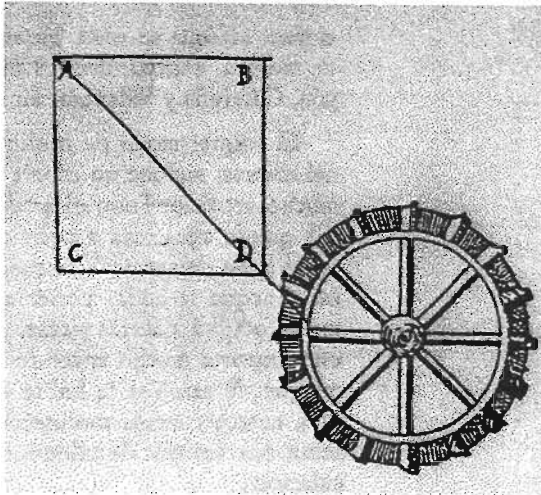
Este ajuste inicial era el mas importante en la puesta en marcha de un molino, si el rodezno quedaba mal montado se podría estar desaprovechando parte de la fuerza del agua. Juanelo Turriano en su tratado, explica con diagramas que se trazaban de manera geométrica el sitio exacto en que una rueda debe de ser herida, muy cerca del centro el giro, se efectuaría con menos fuerza y muy al extremo, el agua no tendría la fuerza para hacer gira el rodezno, parte del agua se desperdiciaría al no dar de lleno en las cucharas.

El número de rodeznos coincidía en la mayoría de los casos con el número de cubos, no así con el número de pares de muelas. Cuando el recurso hidráulico era abundante, un rodezno podría mover por medio de engranes dos pares de muelas, a cada cubo, aunque también podrían existir dos cubos para un rodezno como ya se ha descrito.

Escalera y Villegas menciona la colocación de más de un rodezno por cárcavo, el segundo rodezno podría ubicarse a diferente altura y ser de menor tamaño, este rodezno serviría para mover otras maquinarias como los cernidores, en épocas mas tardías, el segundo rodezno que no pasaba de los 60 cm. movía un generador que abastecía de energía eléctrica al molino.⁵

⁴ El comparativo se realiza en varias fuentes, ya se ha mencionado a Gonzalo Morís con su rango de 180 kilos por hora, Leslie Syson menciona 150 kilos por hora, en las entrevistas a molineros Pilar Ordóñez habla de una fanega cada 45 minutos, la fanega rondaba los 50- 60 kilos de grano este último es un dato muy confiable por ser una fuente directa.

⁵ Escalera y Villegas pagina 98



Angulo correcto para
herir un rodezno. **Los 21
libros de los Ingenios y
las Máquinas S XVI**

La rueda horizontal se adaptó muy bien a las necesidades del molino, una vez efectuado el giro, el agua no se detenía en la rueda y caía, esta es la razón por la que la rueda debe de estar elevada del suelo del cárcavo. Si la rueda no tiene una buena altura cualquier acumulación de agua en esta zona impedirá que gire libremente, por el contrario, si la rueda quedaba sumergida, el giro se vería frenado por el agua, de la misma manera en que una mano se mueve con dificultad dentro de una alberca.

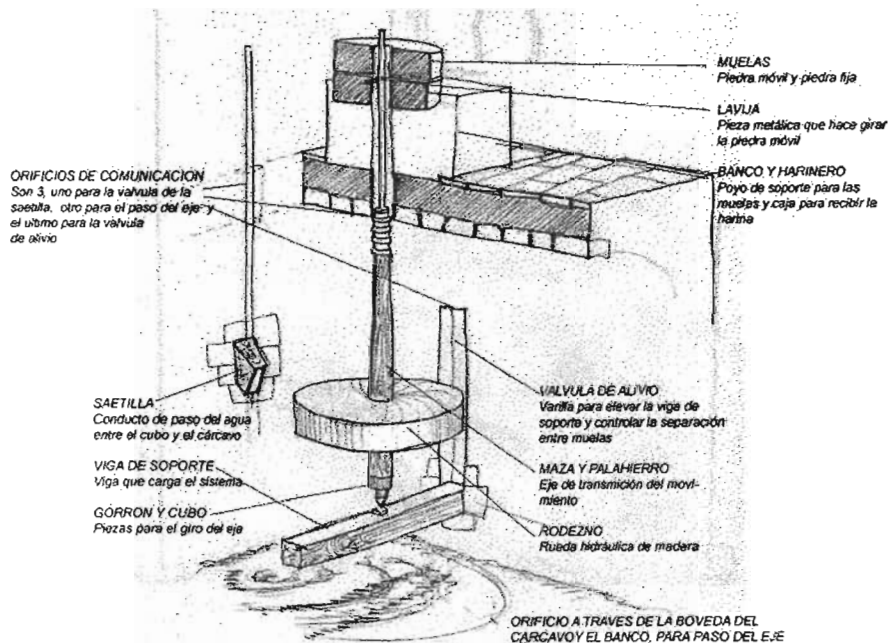
El rodezno debe estar por encima de la línea de agua del cárcavo y esta altura debía de estar ajustada a la saetilla para que el agua que salía hiriera la rueda y después corriera hacia el desagüe.

La construcción de un rodezno era en sí, un trabajo de mucha precisión. Los conocimientos que se debían de tener para realizarlo eran muy particulares, el rodezno tenía que ser fabricado por un carpintero que tuviera esta especialidad o por el mismo molinero, el cual heredaba este conocimiento de generación en generación. La madera se elegía entre los encinos y el eucalipto según Escalera y Villegas o entre los robles según Leslie Syson, la madera elegida, se debía de tener a lo largo de todo el proceso en condiciones de humedad a diferencia de otro tipo de carpintería en la que se cuida que la humedad no invada la madera, en este caso las condiciones se invertían y la madera debía de permanecer húmeda a lo largo de todo el proceso de construcción, incluidos los trayectos.

Ya durante la operación el molinero no debía de permitir que el rodezno estuviera inactivo durante largos periodos de tiempo, ya que esto podía secar la madera. Al cambiar las condiciones de trabajo del rodezno, este comenzaba a desquebrajarse y se pudría la madera; la mayoría de los rodeznos de molinos abandonados entraban en este periodo y terminaban desbaratándose, el mantenimiento en dicho rodezno se limita al cambio de cucharas y a la eliminación de residuos calcáreos, Escalera y Villegas mencionan que un buen rodezno podría llegar a funcionar en óptimas condiciones hasta 20 años.

El rodezno debía de estar por encima del nivel de agua en el cárcavo, esto se lograba con la prolongación del eje motriz por debajo de la rueda y apoyado en el suelo del desagüe.

El eje o árbol, se compone de dos piezas, el palahierro y la maza. La maza era una pieza cilíndrica de madera que disminuía ligeramente su diámetro en la parte superior, en esta pieza se colocaban refuerzos metálicos para garantizar su funcionamiento, en la parte baja se colocaba una punta metálica que se llama gorrón, esta se montaba sobre un cubo de metal ambas piezas son de hierro, cumplirán un doble trabajo, soportar el peso de la maquinaria y en ocasiones el de la piedra móvil y facilitar el giro del rodezno.



CORTE DE UN MOLINO
HIDRAULICO DE RODEZNO

Eje completo con todas sus partes.

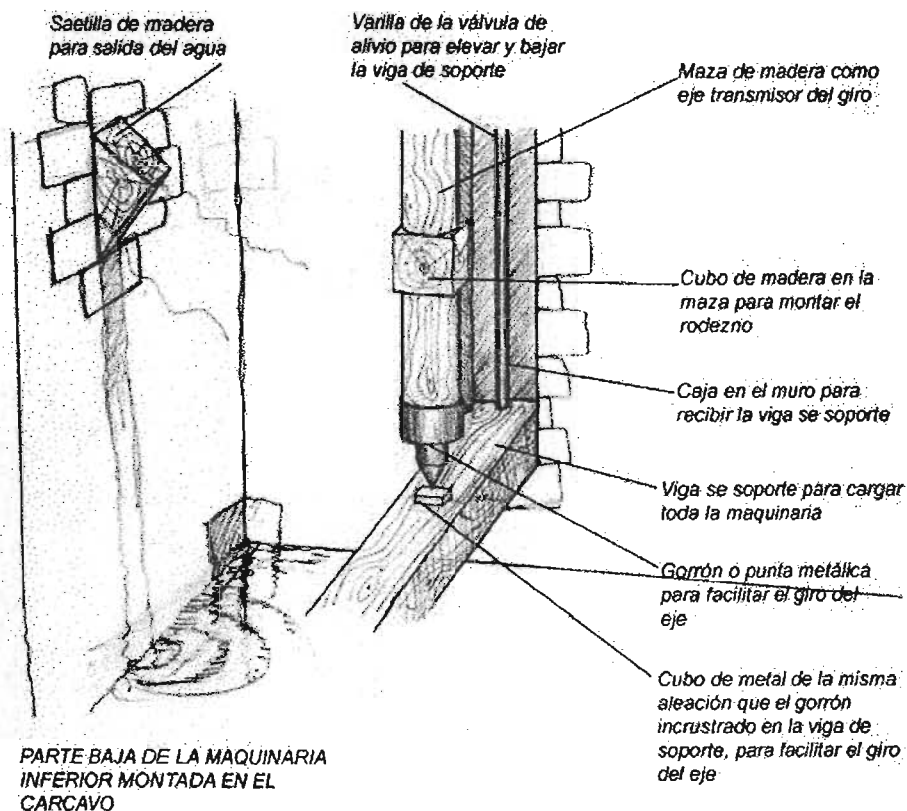
Arriba, el palahierro, al centro, la maza; En esta imagen el rodezno está montado y se puede observar la viga de soporte en la parte baja. Se eliminó la mitad del banco y de las muelas para observar el orificio por el que pasa el eje para mover la muela superior.

Después de estas piezas colocadas en la parte baja, aproximadamente unos 75 cm. de el gorrón la sección del eje se vuelve cuadrada, en este cubo se montaba el rodezno, lo que nos proporciona una altura de 80 cm. aproximadamente sobre el nivel del gorrón, las dimensiones recomendadas en el libro de *los 21 libros de los Ingenios y las Maquinas* eran 25 cm. de ancho para el diámetro mas grueso, 75 cm. desde el gorrón y hasta el rodezno 300cm desde el gorrón hasta donde la pieza deja de ser de madera (coincide mas o menos con la bóveda del cárcavo), después de esto la pieza tiene en el centro un canal donde se inserta la palahierro un eje metálico de 150 cm. en cuya punta estará la pieza metálica llamada lavija que mueve la muela móvil,⁶ después de que el eje es introducido en la madera, la parte que se introduce en la madera es plana y a esta parte le debe su nombre (palahierro), entra en una incisión practicada especialmente para ello en el centro de la maza de madera, alrededor de ella y sobre la maza se le colocan unos cinchos metálicos para apretar el eje de madera.

Es importante que el eje de madera y el metálico giren céntricamente, la transmisión del movimiento será de esta forma adecuada y girarán sin excentricidades. La punta de la

⁶ Las medidas proporcionadas en el tratado de Juanelo Turriano viene en palmos y varas, para transformarlas a cm. utilizamos 83 cm. para la vara y 25cm para el palmo.

varilla metálica deja de ser cilíndrica y se transforma a un prisma en el que se inserta una placa con forma de moño o alguna otra que se ajusta a unas muescas, hecha para este efecto en la parte superior de la muela móvil, de esta forma el giro se transmite hacia la piedra móvil a esta pieza se le llama lavija.

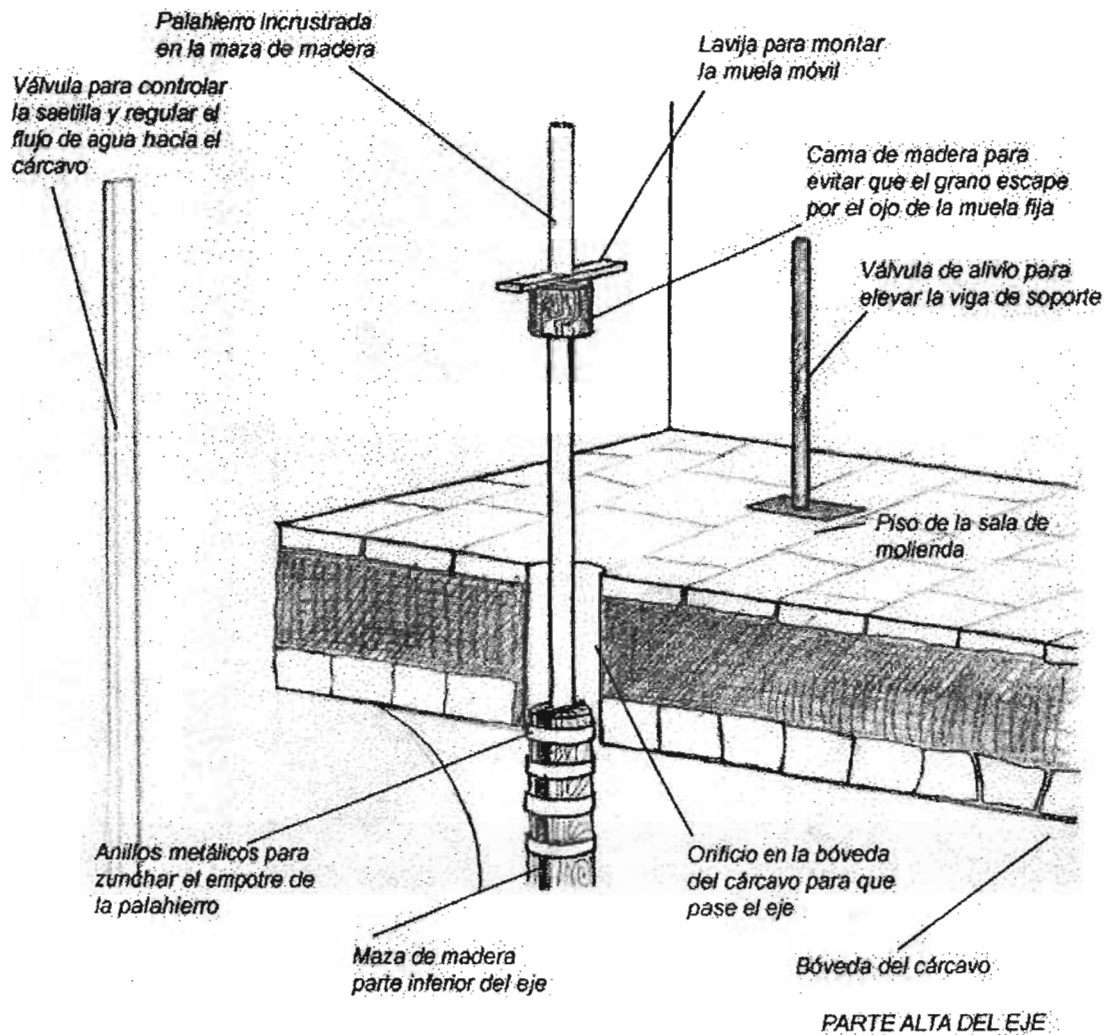


Parte Baja del Eje. En esta imagen se puede apreciar el punto donde el gorrón hace contacto con el cubo, estas piezas metálicas facilitan el giro del eje, debido a que la fricción entre ambas es mínima. La fabricación de un eje requiere de procesos muy exactos para asegurar la verticalidad y evitar excentricidades cuando el eje gire, el rodezno se coloca en la zona del cubo de madera, sobre la maza.

Para la fabricación de el eje, se debía de seleccionar el árbol de entre las especies ya mencionada generalmente se utilizaba una pieza casi completa para mejorar la resistencia ocupando el tronco con su núcleo, se hacia el trabajo de darle forma y adaptarle las muescas necesarias para cargar el rodezno y para la introducción del palahierro.

El trabajo con las piezas metálicas era muy importante, el palahierro tenía que ser equilibrado de manera vertical para que su giro no presentara problemas de excentricidad. Ya que esta pieza estaba equilibrada de manera adecuada, se le daba forma en su tercio inferior, se aplanaba para que ésta fuera la parte de la pieza que se introduciría en la madera. La parte superior se adaptaba con el prisma para recibir la placa, cambiando la sección del palahierro en 3 ocasiones de aplanado a cilíndrico y de cilíndrico a prismático

en la punta. Los cinchos que la sujetaban se podían complementar con cuñas que se introducían en la incisión y fijaban la pieza al centro de la maza.⁷

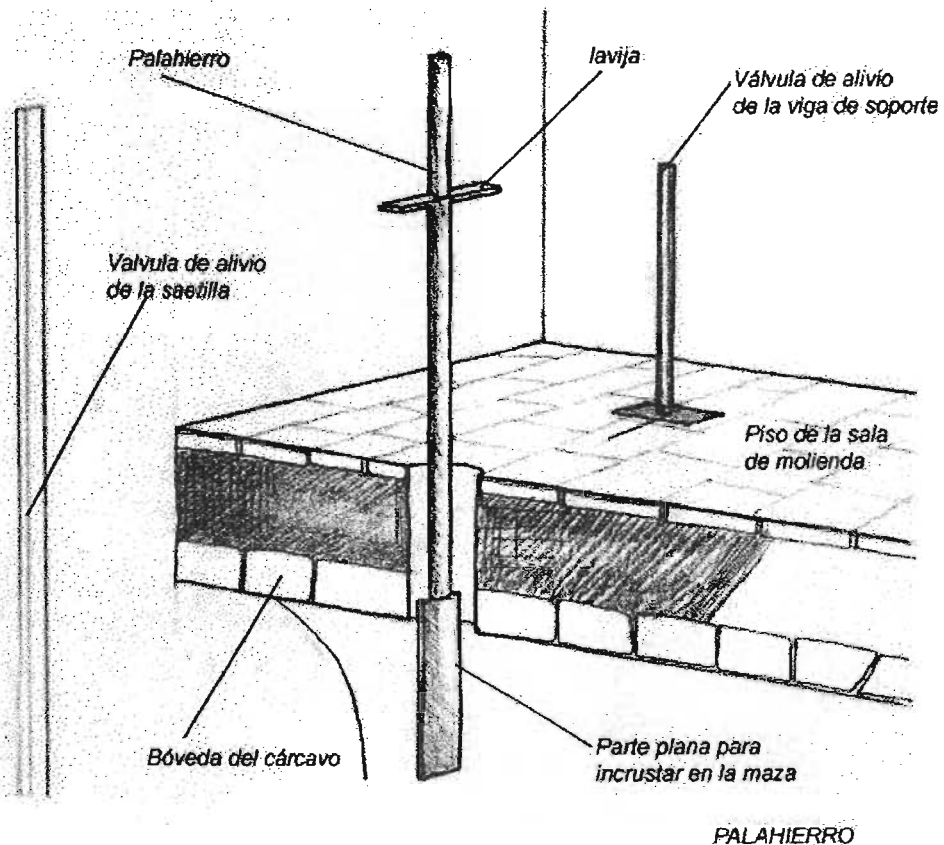


Parte superior del eje, se observa el palahierro en la parte de arriba el tapón del ojo de la muela fija llamado cama, en la lavija que es la pieza perpendicular al eje se monta la muela móvil, se observa el empotre del palahierro en la maza y los anillos metálicos que la sujetan.

Otra pieza de refuerzo la mencionan Escalera y Villegas como una serie de anillos concéntricos que disminuían su diámetro y que se introducían en la maza el inferior iba

⁷ El eje descrito es un sistema ya depurado, la situación de muescas y ensanchamientos de piezas para lograr los empotres y colocación sin movimiento de las piezas debió de darse con el tiempo, debido a su complejidad no era aplicado en todos los molinos; algunas de las fotografías de molinos analizadas muestran rodezno en operación con troncos de árbol sin ramas como eje, al que se le incrustaba el rodezno en la parte baja, recordemos que otro nombre del eje es precisamente "árbol"

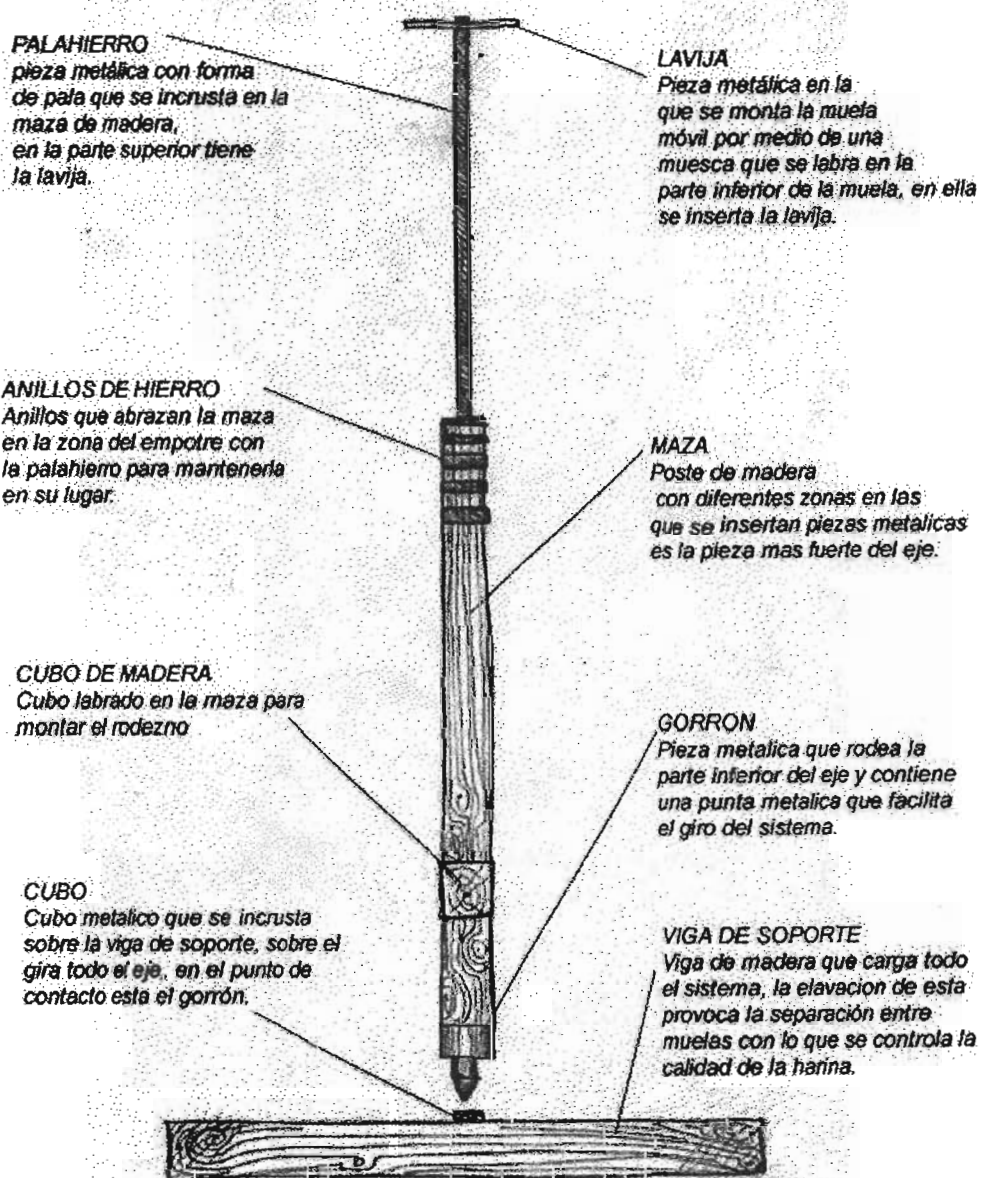
directamente sobre el rodezno y el superior en el final de la maza, estos anillos se remachaban para ser fijados.⁸



Palahierro. Esta imagen es igual a la anterior, pero se ha eliminado la cama y la maza, lo que apreciamos es el palahierro en la posición que ocupa en la parte alta del eje, podemos ver su forma característica y debido a su similitud con una pala se le puso el nombre de palahierro.

En el caso del gorrón y el cubo, eran dos piezas sujetas a movimiento y esfuerzo, de la misma forma que para el palahierro, los materiales empleados tenían que ser muy resistentes, acerado o adicionado para mejorar su resistencia, el gorrón era una punta parecida a las actuales puntas de las plomadas, que se colocaba en el extremo inferior de la maza, este gorrón se apoyaba en un cubo metálico de unos 5 a 10 cm. del lado que tenía que ser fijado a la superficie que lo iba a recibir, comúnmente esto se hace sobre una viga, en la que existía una muesca para introducir el cubo, este cubo se fijaba al centro del lugar por medio de cuñas.

⁸ Escalera y Villegas pagina 100 y 101



ARBOL O EJE Y SUS PARTES

Eje completo. Los elementos de arriba hacia abajo son: Lavija para insertar la muela móvil, Palahierro, maza, en la parte superior de la maza, los cinchos para fijar el palahierro, en el tercio inferior, el cubo de madera donde se fija el rodezno, en la parte final el gorrón y el cubo de soporte, este último ya sobre la viga de carga.

El centro del cubo era también el centro del eje y el centro de todo el molino, en el momento en que este cubo se gastaba y se cambiaba se fijaba una nueva posición por medio de una plomada que tenía que hacer coincidir este eje con el centro del cubo.⁹

Además de los elementos ya descritos, existía en el cárcavo otros accesorios que tenían que ver con el control y operación del molino. El primero de ellos era la saetilla, ya se describió cuando se habló de los cubos, que la saetilla era un conducto que partiendo del cubo llegaba al cárcavo y que su forma era piramidal. El conducto se empequeñecía para aprovechar la presión del agua y dirigir un chorro con suficiente fuerza hacia el rodezno, este conducto forjado con piedra y aplanado llevaba un recubrimiento, generalmente se hacía de madera, las tablas de los 4 lados tenían forma de trapecios, que al colocarse en el sitio daban la forma necesaria, estos se cinchaban con marcos de madera o también se podían cinchar con soleras metálicas, para apretar las maderas y no permitir la fuga de agua a través de las juntas, después de fabricado se colocaba en el orificio practicado en el cubo y se rellenaba con piedra y mezcla, los huecos entre la "caja" y el muro de piedra.

Esta saetilla tenía en su otro extremo, una compuerta para obturar el paso de agua, generalmente de dos posiciones, con lo que el agua podría detenerse totalmente o podía salir sin tanta fuerza para no hacer funcionar el rodezno, este mecanismo también era útil en los periodos en que el molino no funcionaría, pero un molino más abajo necesitaba el agua que salía del desagüe, con este mecanismo el agua fluía sin accionar el rodezno, esta compuerta por lo general era una tabla colocada en la boca de salida del saetillo que se podía accionar desde la sala de molienda subiendo o bajando para regular el paso del agua.¹⁰

Se podían colocar marcas en la pared para que se indicara la altura a la que debía de estar la compuerta y de esta manera se manejaba la velocidad del rodezno que repercutía en la cantidad de grano que se podía moler.

Otro elemento que afectaba a la molienda era la finura de la harina; se podían obtener harinas con diferente calidad dependiendo de el uso al que se destinaría, una harina más fina, necesitaba que el espacio entre muelas fuera menor y una harina más gruesa con granos a medio moler, se obtenía con un mayor espaciado entre las muelas. El sistema empleado en los molinos para este control era la válvula de alivio.

La válvula de alivio era una varilla metálica fijada a un extremo de la viga de soporte, esta llegaba a la sala de molienda a través de un orificio en la bóveda y terminaba en una manivela que al ser accionada movía hacia arriba o hacia abajo de manera muy ligera la viga de apoyo, esta al subir levanta el rodezno, el eje y después la muela móvil que se

⁹ El gorrón y el cubo metálico eran la pieza más importante del molino de rodezno, en este lugar se efectuaría el giro, cualquier variación en la colocación derivaría en mal funcionamiento y esto por consiguiente en detrimento de la productividad. Su ajuste y colocación eran muy cuidados por parte de los molineros

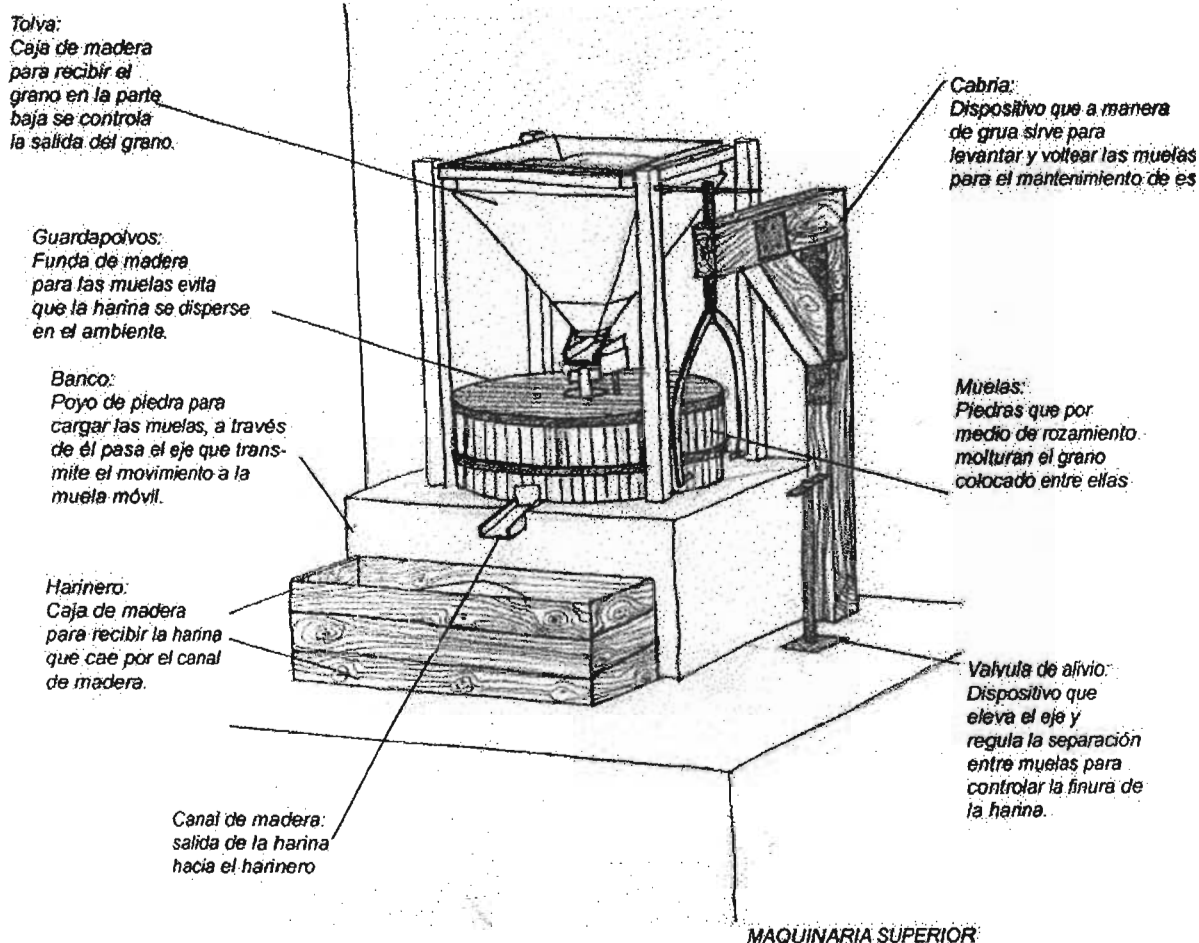
¹⁰ Esta situación era de vital importancia para labores de limpieza, si se requería de dar mantenimiento al cárcavo se suspendía el flujo de agua, de igual forma si el mantenimiento se tenía que efectuar en el cubo se vaciaba el cubo sin que el rodezno girase. Como ejemplo se puede mencionar la liberación de depósitos calcáreos que se acumulaban en los cárcavos estos tenían que ser liberados por medio del golpeo.

alejaba o acercaba a la muela fija. Controlando el espacio entre ellas, se obtenían harinas de diferente calidad.¹¹

La transición entre maquinaria inferior y maquinaria superior es marcada por la bóveda del cárcavo, en ella se tenían que hacer 3 orificios, uno para que pasara el eje, el otro para la válvula de alivio y el tercero para la tabla que servía de compuerta en la boca de la saetilla, uno era para transmisión de movimiento (el eje) y los otros dos para regular y accionar los mecanismos.

¹¹ Sobre el modo de controlar la separación entre muelas y por consiguiente la calidad de la harina se dice lo siguiente: *“De este modo, y sin gran esfuerzo, se puede levantar la muela volandera para controlar la velocidad y la molienda, tan sólo con girar una pequeña rueda o tornillo metálico, conocido con el nombre de tornillo o volante de alivio”*. REYES MESA, José Miguel “Tecnología y arquitectura popular, los molinos hidráulicos en la provincia de Granada”
“A partir de ahí, el resto es arte y saber hacer, tacto –literalmente–, para conseguir una harina de calidad. Con el alivio se regula la altura de la piedra volandera de manera que haya más o menos espacio entre ésta y la sofera. Así se puede obtener una molienda «más recortá» o menos –esto es, en la que se muela también la cascarrilla o no” ORDÓÑEZ VERGARA, Pilar “Los molineros de la alpujarra”

b. Maquinaria superior.



La maquinaria superior. Es la que esta ubicada en la sala de molienda, en esta parte es donde la molienda se realiza, en la tolva se coloca el grano que pasa por las muelas y sale convertido en harina al frente de la maquinaria se ubica el harinero, que recibirá el producto final del proceso, la harina podía pasar a un tamiz para obtener diferentes calidades de ella.

La maquinaria superior es la que se encuentra en la sala de molienda o sala de labor, en ella se realiza la molienda del grano, esta maquinaria no esta en contacto con el agua, se encuentra separada del resto de la maquinaria por la bóveda del cárcavo que constructivamente es la que soporta su peso.

Los elementos de mayor importancia en la maquinaria superior son las muelas, hablaremos primero de los dispositivos que las rodean y para que sirven, posteriormente se ampliara el tema sobre las muelas en particular.

Primero hablemos de la manera de colocarlas, de la correcta colocación de las muelas depende el adecuado funcionamiento de ellas, enfocado a la producción de harina, esta colocación podía hacerse de diferentes maneras, siempre tomando en cuenta independientemente de la manera de colocarlas, las muelas tenían que estar directamente sobre el eje, haciendo coincidir su centro geométrico con el del eje para que este le transmitiera su movimiento y el giro se realizara sin excentricidades.

La muela fija no presentaba movimiento, se podía colocar directamente al piso, era muy importante que la vibración del movimiento no se transmitiera a esta muela por lo tanto su fijación era igualmente importante, esta se lograba con el propio peso de la muela o con un empotre en la superficie en que se asentaría, de colocarse en el piso.

La piedra no sobresalía en toda su altura, en algunos casos se tenía que confinar el espacio en el que se recibiría la harina, con unos tablonces formando una especie de corral que impedía que la harina se regara, de este espacio el molinero la recogía. Si no existían los tablonces, se colocaban unos paños alrededor de la piedra fija y la harina que era expulsada por todo el perímetro era recogida en estos paños.

La harina caía de las piedras por la "juntura" o borde exterior de contactos entre ellas, sobre unos esterones o paños colocados a su alrededor en el suelo.¹

La colocación de las piedras se hacía también sobre un banco o poyo que podía ser de diferentes materiales, los había de madera que permitían un espacio en la parte inferior donde era visible el paso y el giro del eje, se colocaba algún mecanismo adaptado al mismo palahierro que movía una máquina secundaria como alguna criba, este sistema de poyo de madera, tenía la desventaja de la vibración que se transmitía a la muela fija, esto repercutía en menores rendimientos en la molturación.

Por el contrario el banco de piedra, permitía que la piedra fija no se moviera, gracias a esto el control sobre las calidades de la harina era mayor, generalmente se construía de piedra y no era hueco. La altura podía ser de 50 cm. a 1 metro, en el se hacía un paso para el palahierro y se fijaba la muela empotrándola de similar manera que cuando se colocaba en el piso, la altura de este empotre variaba llegando en algunos casos a contener casi en su totalidad la muela fija o solera, la harina era expulsada de manera radial en todo el perímetro.

El alfanje es un poyete de obra o también caballete de gruesos tarugos de madera que soporta el peso del juego de piedras. En el caso de que sea de obra puede ser macizo o estar hueco y abierto para permitir la utilización del eje del rodezno para mover alguna máquina mediante el acoplamiento de una polea al mismo por debajo de las piedras y transmitiendo su giro a través de una correa.²

Cualquiera que fuera el tipo de banco, este tendría un hueco para el paso del eje, este hueco coincidía con los ojos de las muelas, un objeto arrojado desde la tolva podía descender a través de estos orificios hasta el cárcavo y por consiguiente terminar en el curso de agua.

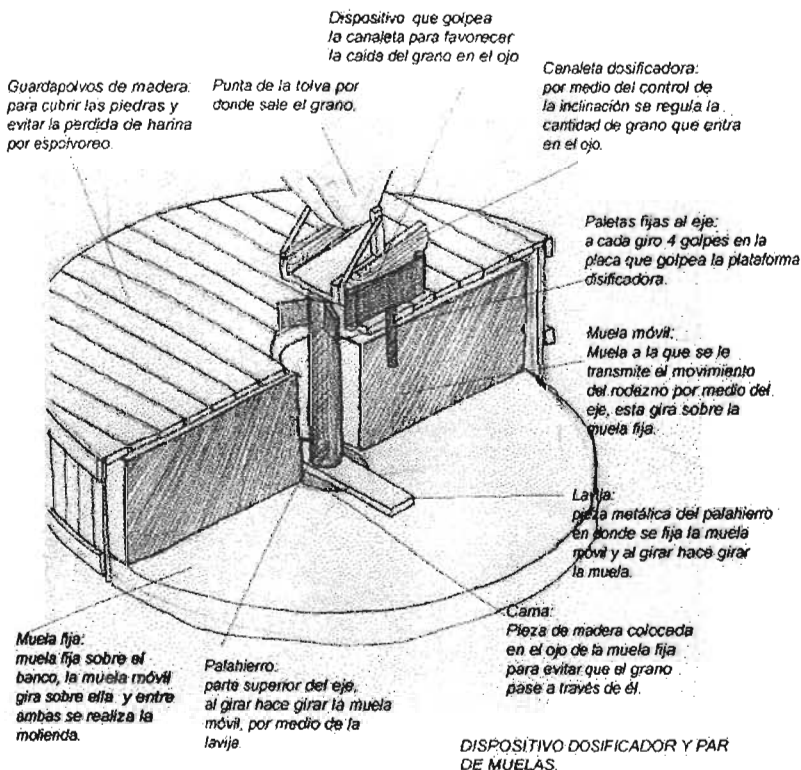
¹ NAVARRO DOMINGUEZ, José Manuel, "Molinos Hidráulicos en la Comarca de los Alcores", en Actas de los IX Encuentros de Historia y Arqueología, San Fernando, Cádiz, 1994.

² ESCALERA y VILLEGAS, *Op cit.*, p. 108

Para impedir que el grano se fuera por estos orificios y terminara en el río, se construye una pieza llamada cama que tapa este orificio, se podía construir de madera o metal, tiene forma de cilindro con un paso al centro apenas mayor que el diámetro del palahierro, su altura era variable dependiendo del material, se alineaba con la parte superior de la muela fija, de lo contrario si se alineaba con la parte inferior se crearía un espacio en el que se podía alojar el grano y al acumularse dificultar el giro del eje, colocándola en la parte superior, se crearía una superficie uniforme con la muela fija, el giro distribuiría el grano por la piedra para que comenzara su viaje y saliera molida.

Una cama de madera se trabajaba en dos piezas que unidas formaban el cilindro ya descrito, el círculo era en medida igual al ojo de la muela fija para poder colocarlo en ella sin que se deslizara hacia el cárcavo, el ensamble de todas las piezas era cuidado de manera especial, cualquier variación en el ajuste provocaba que rozara el palahierro en su giro con estas piezas y disminuía la fuerza del giro.

La cama cuando era de madera estaba sometida a fricciones por el giro de la pieza metálica, en algunos casos de buscaba lubricarla con algún aceite, incluso se empleaba tocino para reducir la resistencia de la madera al giro, la tira de tocino se fijaba con trapos rodeando el eje metálico: *y el engrase del palahierro para que no tuviese un roce demasiado seco con la cama se hacía mediante un trozo de tocino asegurado con un trapo*³



Dosificación del Grano. Una serie de accesorios permiten la dosificación del grano, la canaleta que se ubica en la parte baja de la tolva y que es la que recibe el grano, puede cambiar su inclinación para disminuir o acelerar el deslizamiento hacia el ojo, un accesorio agregado a la parte alta del palahierro golpea la canaleta y provoca la caída del grano en el ojo.

³ *Ibidem*, p.110

Esta pieza podía ser metálica, en este caso se hacía con forma de plato y un orificio al centro, cubría el hueco permitiendo el paso del palahierro, Hemos vistos otros casos en que se realizaba a modo de platillo metálico, cuya finalidad es la misma, impedir la pérdida de grano a través de los posibles orificios existentes entre el palahierro y la embocadura.⁴

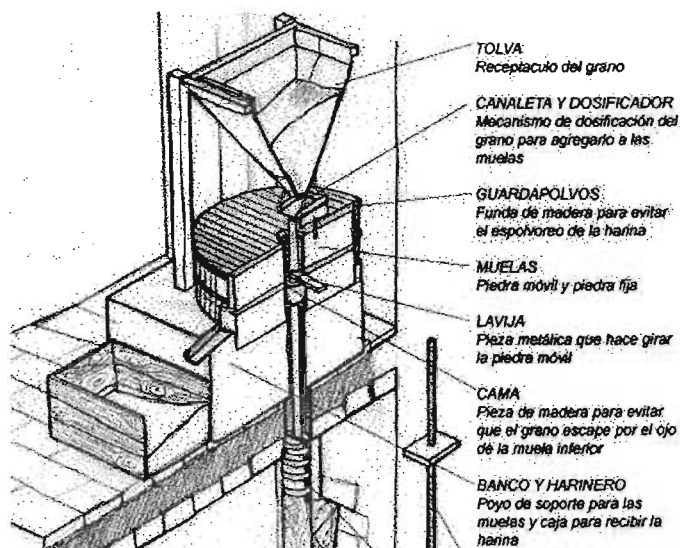
Otra variante era la construcción dentro del mismo banco y hacia el frente, de un harinero, si las piedras tenían guardapolvos y un canal para la expulsión de la harina por un solo sitio, al frente en este harinero frontal se acumulaba la harina y de este el molinero recogía el producto.

Como ya se ha mencionado, la harina era expulsada por todo el perímetro de las muelas, este recorrido que era propiciado por la fuerza centrífuga empezaba en el centro donde caía el grano y terminaba después de recorrer la superficie de las muelas con la harina saliendo entre ambas.

Las pérdidas podían ser muchas, especialmente con ciertos tipos de harina, para atenuarlas se ideaban métodos para recibirla y facilitar su recolección. Los diferentes métodos que ya se describieron abarcaban los paños de tela y los cajones, sin embargo estos no impedían que la harina siguiera volando.

El guardapolvo nace cuando se comienzan a cubrir el par de muelas con enramados o cestos tejidos para contener la mayoría de la harina en el interior, este procedimiento fue cambiando a través del tiempo hasta convertirse en un guardapolvo hecho de madera.

Este dispositivo no garantizaba el 100% de recolección, pero de todos los existentes era el que mejor impedía el espolvoreo. El guardapolvos cubría las 2 piedras, sus dimensiones eran mayores que el conjunto de las piedras en unos 5 cm., en la parte superior se ubicaba una tapa de madera que tenía un hoyo circular y que coincidía con el ojo de las muelas en este punto se alimentaba el sistema con el grano.



Corte por la mitad de toda la maquinaria superior y parte de la inferior. El guardapolvo es la funda de madera que cubre las dos piedras, la piedra fija esta empotrada en el banco y la piedra móvil esta montada sobre la lavija metálica de la cual se observa la parte correspondiente a la mitad borrada

⁴ REYES MEZA, José Miguel, "Los molinos hidráulicos en la provincia de Granada" en *Tecnología y Arquitectura Popular*, Universidad de Granada, España, 2004, p.4

La harina se depositaba en el espacio existente entre las muelas y el guardapolvos y era arrojada hacia el frente por la vibración y la fuerza generada en el giro de la piedra móvil; al frente el guardapolvos tenía una salida en la que se encajaba una pieza de madera con forma de canal, la harina salía por este hueco y caía en la caja al frente que fungía como harinero.

Esta canal de madera también se incrustaba en una muesca que se practicaba en la parte superior del banco. Para hacer avanzar la harina más rápido se colocaban fijas a la muela móvil, paletas de madera denominadas rastas, con estas en cada giro la harina era empujada al hueco frontal de salida, otra variación era amarrar a la piedra móvil escobillas que al girar empujaban la harina hacia el harinero.

En algunas ocasiones puede adosarse a los flancos de la corredera una o más chapas, denominadas rastas, cuya misión era la de empujar la harina que se acumula en el espacio existente entre las piedras y el guardapolvo, conduciéndola hasta la piqueta o salida hacia el harinal. Esta misma función es desempeñada en los molinos de otros lugares, por ejemplo, en los de Bretaña, por unas escobillas que se adosan a los flancos de la corredera.⁵

El roce de las muelas generaba calor y los ambientes húmedos del interior del guardapolvos podrían provocar que la harina se amasara y se pegara a las piedras o al guardapolvos, para evitar el sobrecalentamiento de las muelas, se idearon sistemas de enfriamiento, el más elemental de ellos era haciendo hoyos en la parte superior del guardapolvos, así el aire caliente podría escapar hacia arriba y aire fresco entraría para sustituir al aire caliente. Esta circulación de aire enfriaría parcialmente las muelas otro más elaborado era fijar pedazos de madera al eje acomodados en forma radial que al girar provocaban el efecto de un ventilador.

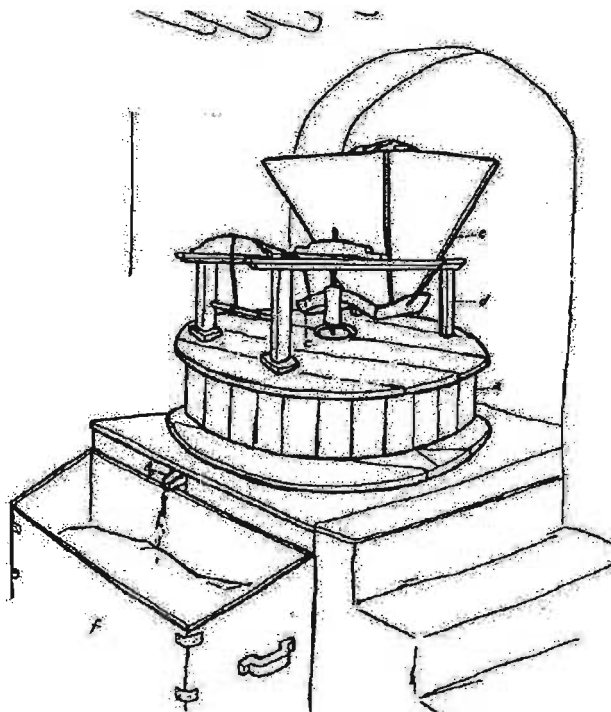
La harina recién hecha salía caliente por la canal del guardapolvo, el molinero esperaba unos minutos con la harina en el harinero para fomentar su enfriamiento antes de guardarla en los costales o llevarla a la criba: *después de 15 ó 20 fanegas a pleno rendimiento, la temperatura que alcanzan las piedras por efecto del rozamiento puede llegar a quemar la harina.⁶*

El harinero era una caja colocada en la parte frontal del banco, esta caja recibía la harina que el molinero podía llevar a la criba o envasarla en los costales; el harinero cumplía una doble función, acumular la harina que salía por el canal frontal del guardapolvos y permitir que la harina se enfriara ya que en el proceso de molienda salía caliente, si el molinero no permitía las pausas adecuadas en periodos de tiempo definidos la harina salía quemada.

Los harineros podían ser exentos contruidos en otro material o estar contruidos al frente de los bancos, en el segundo caso la caja no se movía del sitio era un hueco hecho en el banco hacia el frente con un canal realizado en el mismo banco, la harina se acumulaba en este espacio y el molinero después de un tiempo, comenzaba la recolección. También es el lugar donde se podía apreciar, mediante una inspección manual, en que estado estaba la molienda; con esta inspección el molinero regulaba y controlaba el proceso de molturación.

⁵ ESCALERA y VILLEGAS, *Op Cit.*, p. 110

⁶ ORDOÑEZ VERGARA, Pilar, *Los molineros De La Alpujarra*, Centro de Investigaciones Etnológicas Ángel Ganivet, Granada, España, 2004, p.3



En esta imagen se puede observar el harinero con forma de caja al frente del poyo de soporte, este harinero presenta manijas para facilitar su transporte, lo que significa que podía llevarse a otro sitio para envasar la harina. La tolva esta apoyada sobre el guardapolvos y para acceder a ella se construyeron unos escalones en el lateral del banco. El canal que saca la harina de las piedras esta empotrado en el banco. **Catálogo de Molinos de Sevilla**

La tolva es el recipiente en el que se coloca el grano para que se agregue a la maquinaria, generalmente la tolva era de madera, tenía forma de pirámide truncada invertida funcionando como embudo; la entrada del grano era por la parte superior y la salida por la inferior que es también la parte más pequeña. Debajo de esta salida se colocaba un mecanismo para la dosificación del grano, a mayor cantidad de grano la harina es más gruesa, a menor cantidad harina más fina, independientemente del control de separación de las muelas que repercutía también en la calidad de la harina.

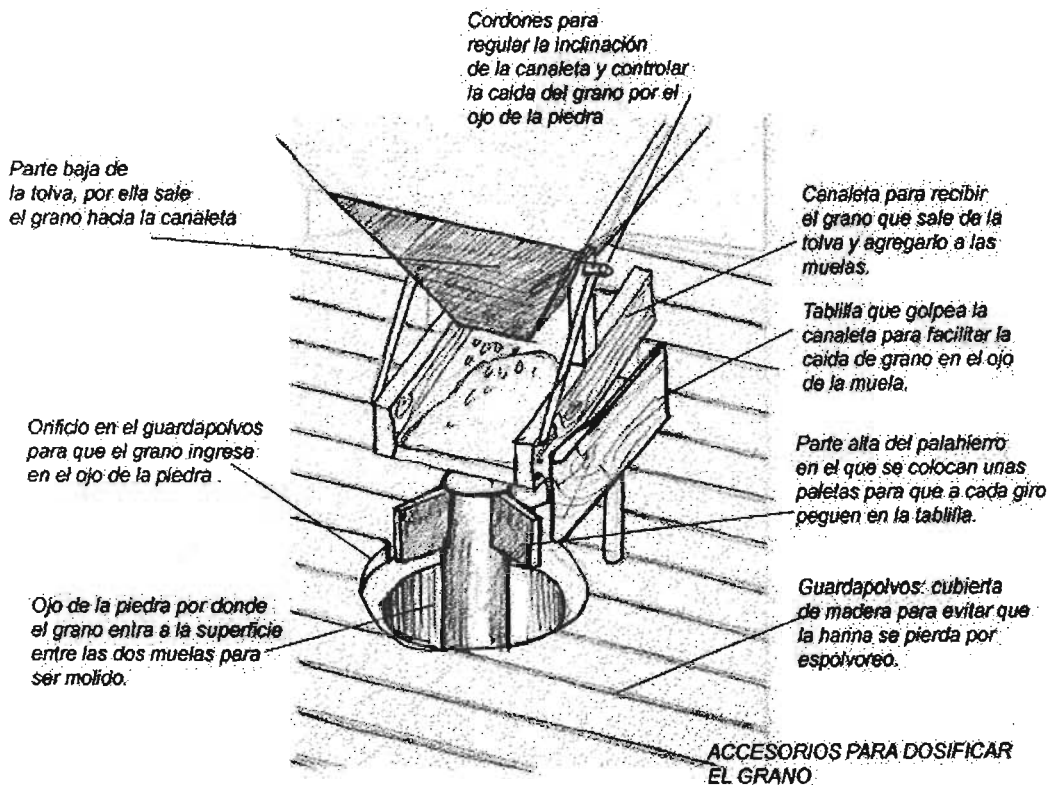
Uno de los dosificadores era un listón de madera atravesado en la zona más estrecha de la salida de la tolva, que por medio de un control podía subir o bajar: Si el listón subía, el espacio entre este y los laterales de la tolva era mayor, con lo que se permitía el paso de mayor cantidad de grano, si este se bajaba el espacio era menor y pasaba menos grano.⁷

⁷ "Esta canaleta se sostiene mediante unas cuerdas arrolladas a un pequeño torno fijo en el soporte de la tolva, cuya disposición posibilita inclinarla más o menos, según se quiera aumentar o disminuir la caída del grano. Además, este canal lleva suspendido un pequeño bastoncito de madera, conocido con el nombre de caillo o tarabiya, que descansa sobre la muela corredera, cuya rotación le imprime unas pequeñas y regulares sacudidas que transmite a la canaleta, lo cual determina la caída dosificada del grano" REYES MEZA, José Miguel, "Los molinos hidráulicos en la provincia de Granada"

"Después se echa en la tolva, de donde va cayendo a la canalilla, y de ahí, por efecto del roce de la manecilla sobre la piedra, se precipita poco a poco por el ojo de la piedra volandera. La inclinación de la canalilla se puede regular, de manera que caiga más o menos cantidad de grano" ORDÓÑEZ VERGARA, Pilar, *Los molineros De La Alpujarra*,

Otro sistema que no requería de partes metálicas era una canaleta que se colocaba colgada de la salida de la tolva, el control era mas sencillo: Por medio de un tornillo colocado en la lateral de la tolva, se giraba y se elevaba por medio de una cuerda la canaleta, esta inclinación era la que dosificaba el grano, a mayor inclinación mayor descenso del grano, a menor inclinación menos grano entraba por el ojo.

Para hacer descender de manera mas fácil el grano, existía un elemento que se fijaba a la parte superior del palahierro, este brazo a cada giro le daba un golpe al dosificador y por medio de las vibraciones el grano iba cayendo por el ojo, a consecuencia del ruido rítmico que producía se le pone el nombre de Trique-traque, el ruido era rítmico y dependía de la velocidad a la que estuvieran girando las muelas.⁸



Salida de la tolva con la canaleta dosificadora. También está el mecanismo del trique-traque que por medio de las palas fijadas al eje golpeaba la placa que a su vez daba golpes rítmicos a la canaleta y provocaba la caída del grano en el ojo

⁸ En todas las fuentes consultadas el dosificador aprovecha el giro del eje para golpear la canaleta y de esta manera ayudar a la entrada del grano en el ojo. La reconstrucción hecha para el dibujo es basada en las descripciones.

Otro elemento que esta asociado a las tolvas es una alarma que ponía el molinero en el interior de estas para que le notificara que el grano se estaba acabando, consistía en una tabla en la que colgaba una cuerda con un cascabel o una campana, este dispositivo quedaba inmerso en el grano al ir descendiendo la cantidad de grano el cascabel o campana quedaba al aire y por la vibración empezaba a sonar, en caso contrario si el grano se terminaba, las muelas se gastaban mas rápido porque rozaban unas con otras.⁹

Para soportar las tolvas se recurría a diferentes métodos, uno de los mas comunes es la construcción de un banco de madera con 4 apoyos y un marco en la parte superior sobre el que se montaría la tolva, dependiendo del tamaño de esta, el banco de madera podía ir apoyado sobre el guardapolvos o sobre el banco que cargaba las piedras, también se podía colgar del techo o de los muros con cuerdas.

Existen también estructuras de madera que se empotraban en los muros, de estos largueros se colgaban las tolvas. Un factor a tomar en cuenta era la independencia de movimiento entre la tolva y el guardapolvos, si la tolva se iba a apoyar sobre el guardapolvos, su retiro tenia que ser una operación fácil, esto en función de operaciones de picado y mantenimiento.

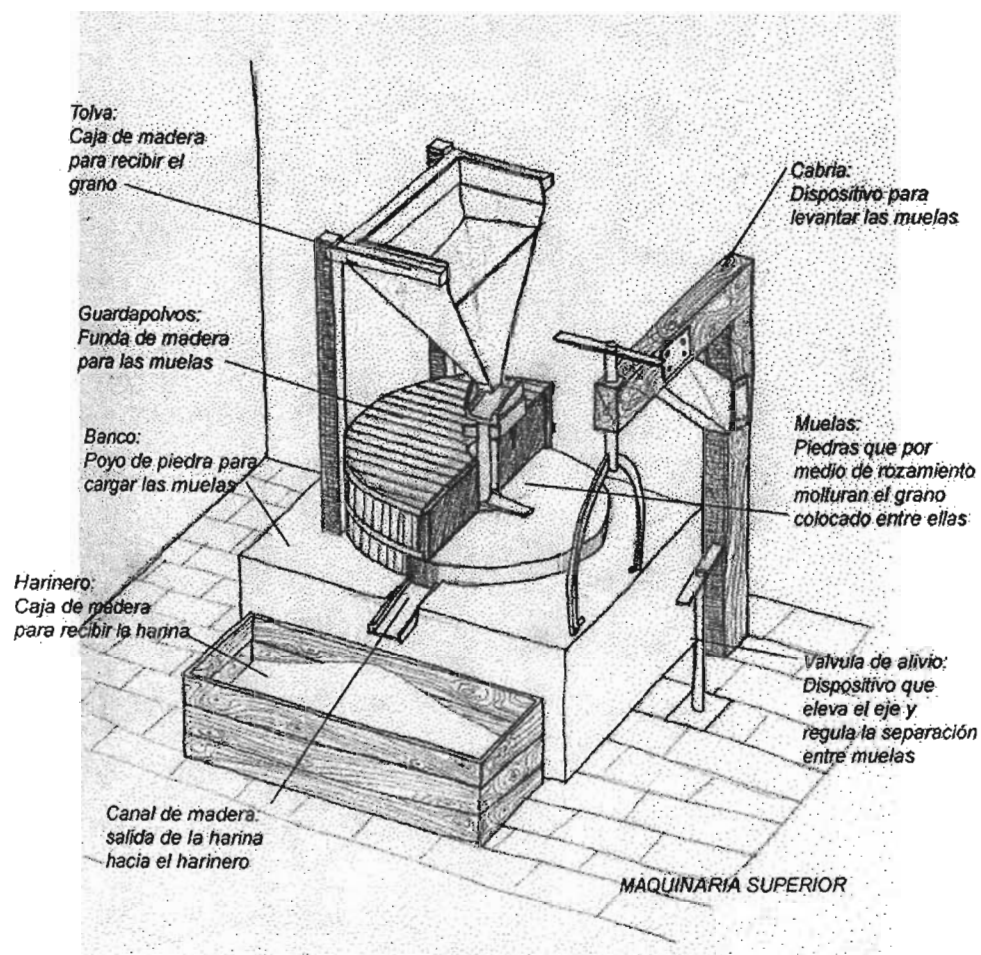
Generalmente las tolvas se alimentaban de manera manual, vaciando sacos de grano en su parte superior, en otros casos en la sala superior a la sala de molienda se acondicionaba un área en la que se hacia la preparación del grano y por medio de unos orificios en la bóveda se alimentaban las tolvas en la sala de molienda, a estos orificios se les acondicionaba un marco de madera del que colgaba un conducto flexible de tela que guiaba el grano hasta la boca de la tolva.¹⁰

El banco que soporta el mecanismo puede tener escalones para que el molinero pueda subir a el y de esta forma vaciar el grano en la tolva.¹¹

⁹ *"Sin embargo, algunos molineros a la hora de realizar esta labor utilizaron cencerros o campanillas, que colgaban de una cuerda atada a una tabla cruzada sobre la parte superior de la tolva. Colocados próximos a la boca de salida de la misma, estaban cubiertos por el grano vertido en su interior, impidiendo éste su sonido. Cuando la cantidad de grano era de unos pocos kilos, quedaban al descubierto, comenzando a tintinear y avisando al molinero de la inmediata falta de grano en la tolva"* DÍAZ GARCÍA, Miguel Sabino "La molinería tradicional en el País Vasco"

¹⁰ Es posible que los molinos de Xuchimangas tuvieran un sistema similar al descrito, en 3 de las 4 zonas donde se encontraban las tolvas existen unos orificios en la bóveda, que comunican este nivel con el superior. La función posible de estos orificios seria la alimentación desde el nivel superior de las tolvas.

¹¹ En imágenes encontradas en Internet sobre molinos en otras partes del mundo se observaron diferencias en la zona donde se desplantan las piedras, en algunos molinos de Perú las piedras van sobre el piso, para evitar la dispersión de la harina se colocan tablonces a manera de artesa y de este sitio es tomada la harina, en Portugal el harinero estaba incorporado al banco de piedra, otro caso en el mismo país mostraba un banco realizado en madera, como si las piedras estuvieran montadas sobre una mesa, en varios sitios en España el banco es de piedra y su acabado es de la misma manera que los muros.



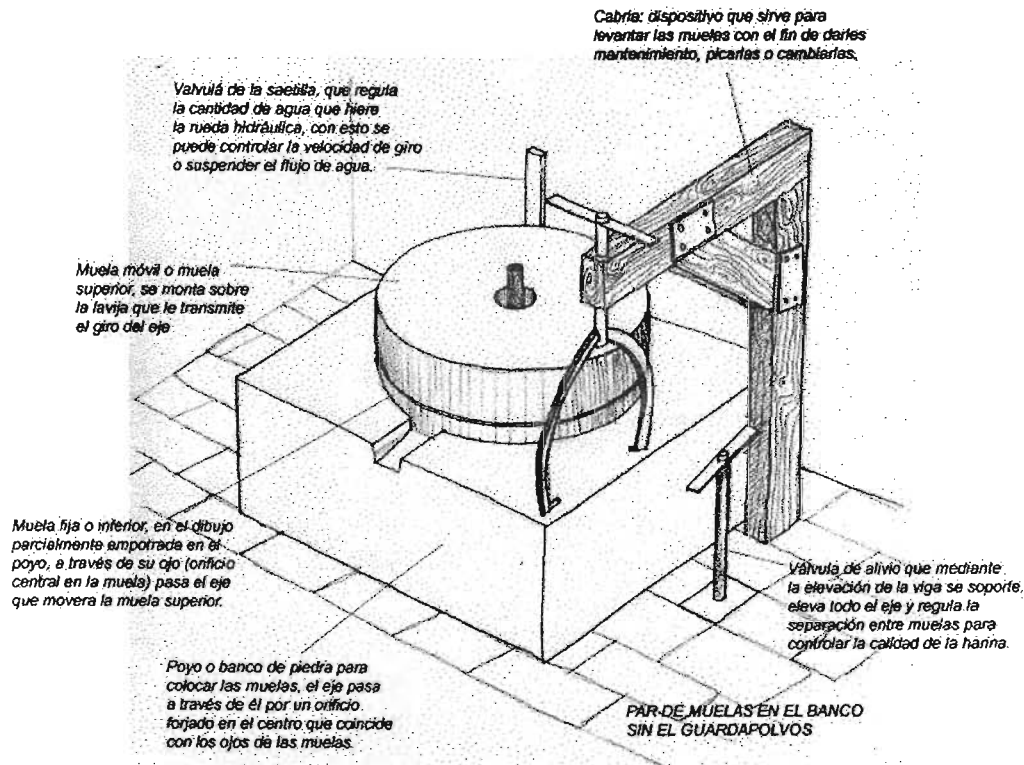
La **maquinaria superior** no estaba en contacto con el agua, la única comunicación entre el cárcavo y la sala de molinda eran 3 orificio que permitían el paso de dispositivos mecánicos, 2 de ellos el control de válvulas una para la separación entre muelas, el otro para el paso del agua, el tercer orificio era para el paso del eje que transmitía el movimiento.

Las muelas son como ya se menciona la parte más importante de la maquinaria superior, estas requerían de una elección cuidadosa su labrado no era encomendado a cualquier tipo de cantero, generalmente era personal capacitado que dentro del mismo gremio se consideraba una especialidad.

El proceso empezaba desde la elección de las canteras en donde se obtendría la piedra para hacer las muelas la elección era muy importante porque repercutía en la duración, el mantenimiento y la calidad de la harina que se produciría.

Las piedras más duras resistían más la abrasión a la que se sometían por el trabajo de molinda pero al dificultarse el picado, la harina era de menor calidad, caso contrario, las

piedras mas blandas producían mejores harinas pero se acababan mas rápido. La dureza era reconocida por el color de la piedra, las piedras mas claras eran las mas blandas, las piedras medias en tonalidades representaban el problema de no ser homogéneas en su composición con lo que las partes mas duras se desgastaban con menor velocidad y tenían que ser rebajadas para no afectar la molturación, finalmente las piedras mas oscuras duraban mas pero no se podían picar lo suficiente como para que la harina saliera fina, la harina producida era similar a la harina integral de nuestros días.¹²



Par de muelas colocadas sobre el banco: la fija esta parcialmente empotrada en el banco, la móvil se observa completa. Parte del eje sobresale por el ojo de la muela móvil, en esta zona es donde se adaptan los mecanismos que ayudan a la dosificación y que aprovechan el giro del eje (trique-traque). Del lado derecho esta la cabria y la válvula de alivio.

¹² Reyes Meza se refiere a los diferentes tipos de harinas obtenidas "Algunos historiadores han interpretado la expresión "pan baxo", que aparece en algunos documentos de los siglos XVI y XVII, como el pan poco cocido o con poca altura; cuando en realidad hay que interpretarla como el pan elaborado con la "harina baxa", es decir, producida mediante la molturación del trigo con "piedras baxas". La textura rugosa de estas muelas provocaba que el trigo fuese triturado de tal forma que hacía difícil la separación del salvado y la harina, dando lugar a un pan de aspecto moreno, similar al color de las piedras; de ahí que por comparación del aspecto del pan con las piedras molturantes, se les diera el mismo nombre." REYES MEZA, José Miguel, "Los molinos hidráulicos en la provincia de Granada"

El trabajo para fabricar una muela empezaba por darle la forma circular a la piedra y hacerle el ojo, después de lo cual, se tenía que transportar hacia el molino, tarea difícil a consecuencia del peso de las muelas: Dependiendo de su diámetro podía llegar a los 1500 kilos.

El manejo requería de técnicas y procedimientos que se adaptaran al movimiento de piezas muy pesadas similar al transporte de sillares o bloques de piedra para las grandes construcciones, cuando los caminos no eran aptos para el transporte en carreta y la distancia entre el molino y el lugar de fabricación no era mucha, las muelas se llevaban rodando sobre su canto metiendo un palo por el ojo a manera de eje para evitar que en el camino la piedra se volteara.

El transporte de las piedras desde la cantera al molino, se realizaba generalmente a brazo, debido a la inexistencia de carriles o caminos que permitiesen el empleo de carros u otros vehículos. Se utilizaban para ello rodillos y cuñas, o se llevaban rodando sobre su canto, introduciéndoles un tronco por el ojo con objeto de que no volcase.¹³

La piedra fija se montaba sobre el banco de piedra o el lugar en el que fuera a estar ubicada, la móvil se colocaba encima con la lavija incrustada a ella, esta era la diferencia básica entre ambas piedras, la superior tendría el lavijero y la de abajo no lo tendría.¹⁴

El lavijero era una muesca que se hacía en la parte inferior de la piedra móvil para que en ella se incrustara la lavija, esta se podía fijar con un poco de plomo para evitar que se moviera de su lugar. Cuando la piedra tenía que ser movida de su lugar se le colocaba una cuerda que se sujetaba con la lavija para que esta no se moviera.¹⁵

Era muy importante que ambas piedras fueran del mismo diámetro para que el desgaste fuera parejo, si alguna de las dos era menor provocaría un desgaste diferencial en la mayor y este obstaculizaría la salida de la harina que se quedaría atorada en este borde.

En cuanto a las dimensiones de las muelas estas dependían de la maquinaria y el flujo de agua, los rodeznos de mayor tamaño podían mover piedras de mayor peso, igual pasaba con el flujo del agua, si había un flujo constante, las piedras podían ser mayores.

¹³ ESCALERA y VILLEGAS. *Op Cit.*, p. 113

¹⁴ El lavijero es una muesca forjada en la piedra en torno al ojo, para incrustar la placa metálica (lavija) que se encontraba en la parte superior del eje y que servía para detener la piedra móvil y hacerla girar como se menciona en el texto este es un elemento que nos permite diferenciar la piedra móvil de la fija en caso de no encontrarse estas montadas.

¹⁵ En el libro de Escalera y Villegas se menciona la colocación de las piedras francesas por gravedad sobre el eje, estas piedras ya tenían incorporado la lavija, la nivelación de la piedra se hacía con la colocación de contrapesos en los espacios que para tal efecto se forjaban sobre el lomo de la piedra. En el caso de las piedras comunes en el mismo libro se menciona la fijación de la lavija con plomo, para evitar en los procesos de picado que esta pieza se desprendiera de la piedra. Mas adelante en el texto se amplía la información.



Fotografía de una muela móvil. Se aprecia el ojo de la piedra al centro, también al centro la muesca para introducir la lavija, el cincho metálico que rodea la piedra facilitaba su manejo con la cabria, de este cincho se sujetaba para elevarla. **Desagüe de los Molinos de Abajo, Piedra en los Molinos de Xuchimangas, Tepotzotlán, Estado de México**

El diámetro de las piedras era variable, desde un metro hasta 130 cm., tamaños mayores serían utilizados en molinos de aceña, porque su peso impediría que un rodezno las movilizara, los ojos de las muelas eran de entre 15 y 30 cm. dependiendo del tamaño de la muela, a mayor tamaño de la muela, mayor tamaño del ojo. Con el espesor pasaba algo muy curioso, cuando eran nuevas, rondaba los 30 o hasta 50 cm. Posterior a su vida útil, la piedra podía estar en los 10 cm. o menos.

El periodo de duración podía ser de hasta 2 años dependiendo del tipo de piedra y su dureza en este caso se sustituía por una nueva y la piedras que se retiraba, se desechaba o usaba para otras funciones, (cimentaciones pavimentos etc.) ¹⁶

La velocidad de giro era muy importante, este era otro de los factores que repercutía en la calidad de la harina a velocidades lentas la harina era mas gruesa y oscura; Una velocidad excesiva quemaría la harina, la velocidad de giro debía andar entre las 100 y

¹⁶ ESCALERA y VILLEGAS, *Op cit.*, p. 108

las 120 revoluciones por minuto para obtener una harina de buena calidad con un buen rendimiento en relación con el tiempo para molturar.¹⁷

Es importante mencionar que la producción no era constante, se debe de analizar los factores externos a la operación, por ejemplo el llenado de los cubos o el picado de las piedras, operaciones que requerían de la suspensión de los trabajos en el molino.

Existen otros tipos de muelas que se conocen como piedras francesas, estas se popularizaron en el Siglo XX y se les denominaba así porque las primeras se fabricaban en Francia: La primera diferencia era que las piedras francesas se fabricaban con la lavija incorporada, su colocación era un poco por equilibrio, a consecuencia de esto se tenía que nivelar la piedra para que el giro de una sobre otra no fuera diferencial y provocara desgastes desiguales, en la parte superior de la muela móvil se ubicaban huecos en los que el molinero colocaba pesos con los que nivelaba la muela superior.

Las piedras Francesas no eran monolíticas y les conferían a diferentes partes de la muela grados distintos de dureza, la forma de su superficie era ligeramente cóncava para proporcionar mejor adherencia entre las muelas, el picado seguía una técnica particular para guiar la harina rápidamente hacia el extremo.

Debido a su naturaleza no homogénea, podían ser muelas mas grandes, hasta de 2 metros y su duración era mayor, al ser mas duras pero con la posibilidad de ser trabajadas, la harina era de mejor calidad y el trabajo de picado se hacia con un periodo de tiempo mas largo que con las piedras normales.

El picado era el trabajo más arduo en un molino: Para picar una muela se requería moverla de donde estaba y en el caso de la muela móvil voltearla, las estrías que se labraban tenían que estar encontradas, en la muela fija iría hacia arriba y en la muela móvil hacia abajo.

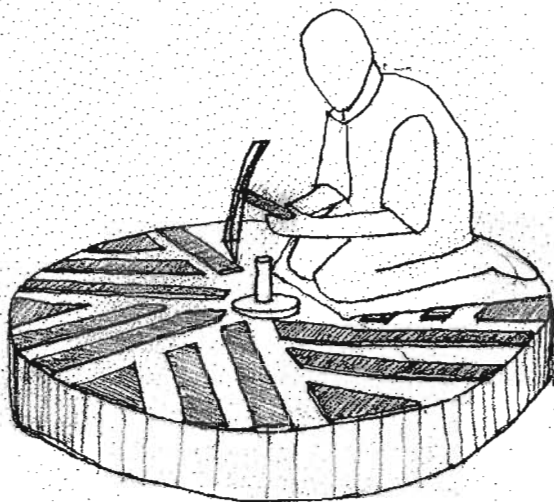


Imagen que muestra a un molinero picando la piedra fija, colocada directamente sobre el suelo. Se puede ver la cama que tapa el ojo y sobresale un poco del eje en el que se monta la lavija y la piedra móvil. El molinero esta utilizando un saco para hincarse sobre la piedra, y protegerse las rodillas.

¹⁷ Este dato se ha mencionado en otras partes de este trabajo a 110 revoluciones por minuto se podía moler 150 kilos de grano por hora.

Los canales cumplían con una función muy importante, la molturación del grano y la separación del mismo, de no triturarse el grano en las estrías, la harina tendría mayores contenidos de piedra molida que la que habitualmente tenía, las piedras durarían mucho menos y las calidades de la harina se verían limitadas a harinas gruesas y oscuras. En esta tarea se emplean unas 2 ó 3 horas, para solera y volandera.¹⁸

La manera de picar las muelas tenía una lógica muy particular, el picado era igual en ambas piedras pero en una de ellas iría en sentido contrario, al encontrarse los surcos machacarían el grano actuando de manera similar a la de unas tijeras:

*La picadura de las piedras blancas se componía de cuatro a seis rayones o canales, surcos mayores que recorren toda la superficie de la piedra desde el ojo al borde y en forma no radial, sino excéntrica, oblicua o tangencial, con el fin de que cumplan mejor su misión de evacuar la harina hacia el guardapolvo, aprovechando para ello la fuerza centrífuga desarrollada por el giro de la corredera. Si, por el contrario, fuesen radiales, la harina sería evacuada mucho más lentamente, corriéndose el riesgo de que se amase o aglomere entre las piedras y se quemase por abrasión.*¹⁹

Estos canales generales se unían entre si con canales mas pequeños en forma de espina de pescado, que llevarían el producto hacia los canales generales, todo el sistema se componía de surcos principales y surcos secundarios y la fuerza centrífuga desarrollada por la piedra, mas el roce entre ambas, era lo que producía la molturación.

El material se machacaba entre surcos y era evacuado por los mismos surcos hacia el perímetro. El trabajo sobre la muela se podría dividir en tercios, en el primer tercio se rompía el grano y se separaba de la cáscara, en el segundo se molía y en el tercero se afinaba la harina.

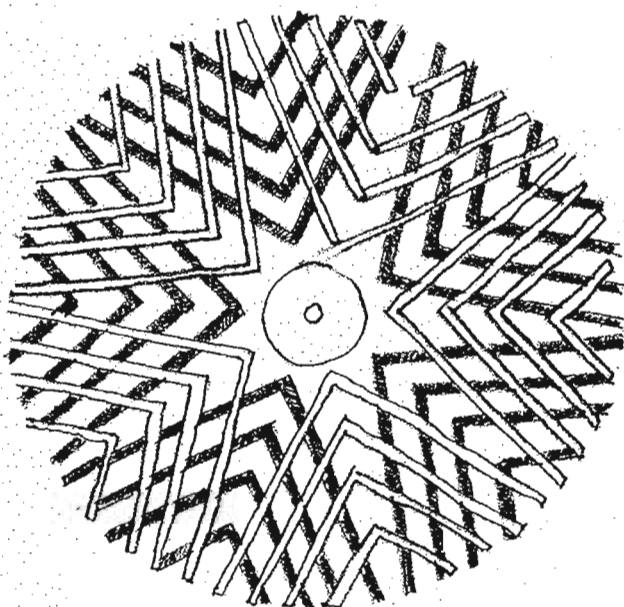
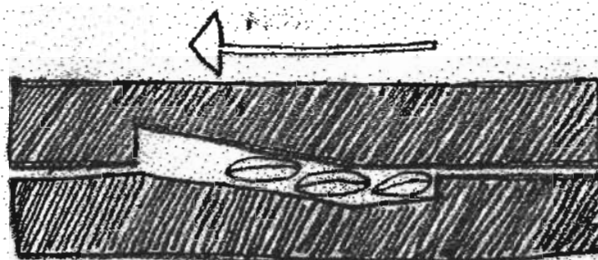


Diagrama sobrepuesto de las estrías mayores en ambas piedras. El giro de la muela móvil (cuyas estrías se representaron en blanco), provocaba un efecto de tijera entre las estrías, con el cual se podía tronzar el grano y convertirlo en harina; Este mismo movimiento empujaba la harina hacia los extremos. Entre estas estrías mostradas en la imagen existían otras más pequeñas con forma de espina de pescado que llegaban a las que aquí están representadas

¹⁸ ORDOÑEZ VERGARA, Pilar, "Entrevistas a molineros" en *Los molineros de La Alpujarra*, Centro de Investigaciones Etnológicas 'Ángel Ganivet', Granada, España, 2004, p.6.

¹⁹ ESCALERA y VILLEGAS, *Op Cit.*, p. 110

Esquema que muestra la función de las estrías en las muelas. La muela fija es la inferior, la superior es la móvil, la flecha indica la dirección del giro



La frecuencia con la que se picaba la piedra dependía del uso los tiempos mencionados, varían de acuerdo a diferentes autores²⁰. En el caso de las piedras comunes podía llegar a ser una tarea muy frecuente, ya que el desgaste era mayor, en algunos casos se habla de que este trabajo tenía que ser cada dos días, en el caso de las piedras francesas el periodo de tiempo era mucho mayor.

La piedra móvil se volteaba por medio de cuñas de diferentes tamaños que se iban introduciendo en las juntas, esto provocaba que se levantara por uno de los extremos, cuando ya estaba libre, en el ojo se introducía una barra metálica; Utilizando esta barra como palanca, se volteaba sobre un potro de madera que se colocaba a un lado de el banco de soporte. Ya con la piedra colocada boca arriba el molinero hacía el picado de la muela con herramienta metálica, la piedra fija se picaba sobre su soporte original debido a que la parte con las estrías quedaba hacia arriba.²¹

Las herramientas para el picado son similares a las que utilizan los canteros para trabajar la piedra, el cuidado de estas herramientas se tenía que hacer en el interior del molino o en áreas cercanas, en algunos casos se colocaba una rueda para afilar que era movida por la fuerza hidráulica, derivando de alguno de los ejes una polea para mover esta rueda.

Cuando el mantenimiento de la piedra requería de alisar completamente las muelas para iniciar con el trabajo de picado, el molinero podía accionar el mecanismo de molturación pero sin grano, agregando agua entre las muelas para que se alisaran una con otra, también se podía colocar arena entre las muelas, después de un periodo de tiempo la piedras estaban lisas y se podía proceder al picado.

²⁰ Diferentes autores hablan de distintos tiempos, Gonzalo Morís Menéndez-Valdez en su trabajo *Ingenios Hidráulicos Históricos* menciona 9 ó 10 días, Escalera y Villegas mencionan que el trabajo en la piedra móvil era bastante frecuente cada 2 días, Pilar Ordóñez recaba en sus entrevistas a molineros la cantidad en Fanegas: la piedra móvil cada 10 ó 12 fanegas (la fanega era de entre 50 y 60 kilos) la piedra fija se tardaba mas en desgastar 230 fanegas.

²¹ El trabajo de picado era uno de los mas complicados del molinero, en las entrevistas a molineros de Pilar Ordóñez, después de la descripción del trabajo de picado se concluye lo siguiente: *El conocimiento de la técnica del picado de la piedra es lo que da en la práctica la condición de molinero* recordemos que el trabajo descrito esta elaborado en base a la opinión de molineros retirados que habitaron el la alpujarra

Las muelas francesas venían incorporadas con un anillo metálico que tenía orificios en extremos opuestos, esto también se empezó a popularizar en las muelas comunes, este elemento permitía girar la muela, la cabria que era una especie de grúa se ubicaba en una lateral del banco y con ella el volteado de la piedra era más sencillo.

La cabria era una grúa hecha con dos vigas de madera que se colocaban de manera perpendicular con un refuerzo a 45 grados de en la zona de esfuerzo, la viga era de 25 a 30 cm. de ancho y los dos soportes se adaptaban a las dimensiones del cuarto de molienda.²²

El soporte vertical se adaptaba para ser sujetado por su base y en ciertas ocasiones por el otro extremo hacia el techo y poderlo hacer girar, el soporte horizontal tenía un tornillo en cuyo extremo se ubicaban dos brazos metálicos móviles con forma curva y unos pivotes en el extremo de cada brazo, con el tornillo se hacía bajar los brazos, los pivotes se introducían en cada extremo de la piedra en los oficios que se practicaban para este fin. Por el peso de la piedra al ir subiendo los brazos, estos se ajustaban y se cerraban, una vez levantada la piedra podría girarse y colocarse en el soporte de madera.

De esta forma podía ser picada la piedra, la cabria le ahorro mucho tiempo de trabajo a los molineros el movimiento de las piedras fue considerablemente más fácil que con las cuñas y las palancas de madera.

Siendo el picado de las piedras una labor fundamental en muchos molinos donde la producción era vital y el picado de las piedras representaba suspender el trabajo de molturación, por ello se tenían juegos adicionales de muelas, mientras unas trabajaban las otras se picaban y viceversa con lo que la molienda se suspendía solo en el cambio de piedras.²³

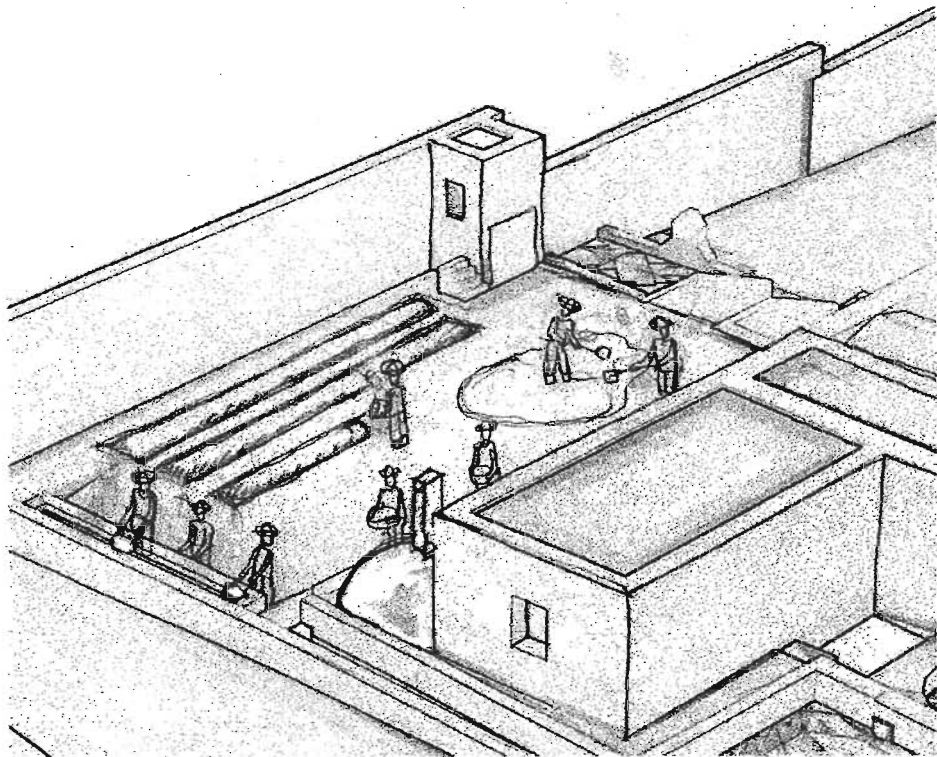
²² Diferentes fuentes hablan de diversos tipos de cabrias, en el caso de los molineros de la alpujarra se habla de madera de castaño o de ciruelo, tomando en cuenta los aditamentos de hierro que facilitan el trabajo, en Escalera y Villegas se menciona que la cabria fue introducida a principios del siglo XX, lo que nos indica que ya se utilizaba la cabria serán unos cinchos metálicos que abrazan las piedras o unos orificios en el canto de la misma ambos elementos para facilitar el manejo de las muelas, antes de la cabria ambos elementos no existían.

²³ MORÍS MENÉNDEZ-VALDÉS, Gonzalo "Ingenios hidráulicos históricos: molinos, batanes y ferrerías" Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Gijón España 2004

C. ESPACIOS ARQUITECTONICOS

Los molinos hidráulicos generaron todo un conjunto de tipologías arquitectónicas muy específicas y particulares, utilizando la frase funcionalista de la forma sigue a la función, podemos mencionar que este sería un ejemplo típico de aplicación de esta frase. Los espacios arquitectónicos que generaron los molinos solo respondían a la función, a la molienda, circulaciones útiles, bodegas y demás elementos necesarios y puestos al servicio y obtención de un bien, en este caso las harinas y sus diferentes tipos y productos.

Estos espacios generados no siempre eran los mismos, dependiendo de la complejidad del edificio, una bodega podía ser un área en la esquina de una sala de molienda o tener un local adjunto o incluso aislado del núcleo de construcciones, la producción y la cantidad de muelas en el interior del edificio determinaba la importancia del molino y por consiguiente el grado de complejidad y especialización de sus espacios arquitectónicos. Hablaremos ahora de la piel y los huesos.

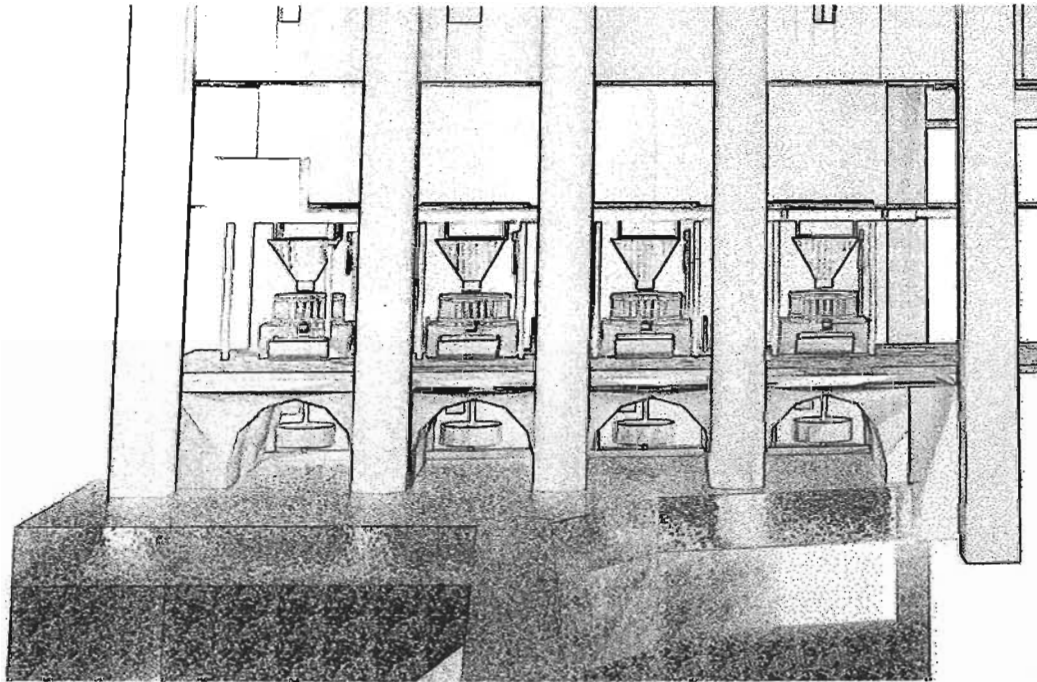


Reconstrucción hipotética del patio de trabajo de los molinos de arriba en Tepetzotlán. Se puede observar las actividades básicas que se realizaban en él: La separación del grano sobre el pavimento por medio del aventado, actividad que también se realiza en las eras; El lavado que se efectúa en el canal que corre en la parte baja de la imagen, donde el grano se mete en cestos para evitar que se pueda perder con el agua corriente; Finalmente el oreado y secado del grano en las tiras que se ven al fondo, donde después de lavado se ponía a que el viento y el sol lo dejaran en óptimas condiciones para el proceso de la molienda.

El molino mínimo requería de 2 áreas: El cárcavo y la sala de molienda, menos que esto no podía ser y aquí es donde encontramos la primera características que define a los molinos con respecto a la ubicación de estas áreas, una va sobre la otra, la maquinaria inferior se ubica en el cárcavo y la maquinaria superior en la sala de molienda, debido a que el eje comunica el movimiento entre ambas la sala de labor siempre ira sobre el o los cárcavos.

Lo que define a un cárcavo es la salida, podemos identificar que el edificio es un molino porque presenta en su parte mas baja vanos que coinciden con las ventanas para la iluminación y ventilación de la sala de molienda.¹²

Los cárcavos pueden ser de dintel recto (situación muy rara) o con una bóveda que era lo mas común, cada cárcavo nos determina un eje de trabajo y por consiguiente un par de muelas, en el piso de molienda, coincidente con cada cárcavo y al frente de la ubicación de las muelas, estaría un vano que iluminaba de frente a cada unidad de maquinaria superior, sobre un cárcavo encontraremos una ventana aún cuando, como en todas las generalidades existen excepciones.



Esquema típico de un molino de rodezno horizontal. En la parte inferior, el cárcavo con el rodezno, en la parte de en medio, la sala de la maquinaria directamente sobre los cárcavos, a cada conjunto de cárcavo y rodezno un par de muelas. En molinos mas especializados un tercer espacio en la parte superior con dependencias del molino, el acceso era por el espacio de en medio o en este caso (molino de arriba), por las salas del tercer nivel de abajo hacia arriba.

¹² El cárcavo es la bóveda donde esta el rodezno, este sitio necesita una salida de agua que es característica arquitectónica de los molinos hidráulicos, se deberá encontrar en la parte mas baja de la construcción y con salida directa a un cause de agua o a un almacenamiento.

De esta forma existe una correspondencia entre número de rodeznos y cárcavos; Si el molino tiene 2 rodeznos seguramente tendrá 2 cárcavos y si tienen 4 serán 4 cárcavos.

Algo similar pasa con los cubos, los cuales en una generalidad son coincidentes con el número de cárcavos, aunque ya se describió que si el recurso hidráulico era abundante un solo cubo podía alimentar 2 rodeznos y la regla se rompería, para un cubo habría dos cárcavos.

Desde la sala de molienda o desde algún nivel superior se podía encontrar una ventana mas pequeña que correspondía con cada cubo, esta ventana se le denomina ventana vigía y tenía como función el observar el llenado de cada cubo.¹³

La estructura de un molino permite el acomodo de todo el sistema de trabajo en ejes verticales que coinciden con el eje de la maquinaria, en la parte baja el cárcavo con el rodezno, en la parte media las muelas con la tolva en la parte superior podía existir otro nivel con el trabajo de grano y la alimentación sobre la tolva.

Los molinos tenían comúnmente dos niveles: Uno de ellos para la maquinaria inferior y el siguiente para la maquinaria superior. Abarcando a todo lo largo del área de rodeznos, esta sala de labor se llamaba sala de molienda, en ella se hacia el trabajo mas pesado la molturación.

La arquitectura de los molinos comenzó a utilizar modelos muy definidos, cada maquinaria creaba un eje de composición, a cada eje un modulo de los ya descritos cárcavo y sala de molienda, un área de servicio o área de trabajo, en la que el espacio se encuentra libre de maquinaria.

También encontramos los molinos con mas de 2 niveles, en el tercer nivel (construido encima de la sala de molienda) se ubicaban los espacios para el trabajo del grano, almacenes áreas de limpieza y bodegas de herramienta. En los molinos que poseían esta área por encima de la sala de molienda, se comunicaba por pasos en el techo, la sala donde se almacenaba el grano con la sala de molienda, para acelerar la llegada del grano a estos sitios. Es importante mencionar que estos pasos podían coincidir con la ubicación de las tolvas en la parte baja con lo cual, la alimentación de las tolvas se hacia desde la parte de arriba.¹⁴

Los ejes verticales se repetían según el número de muelas, por ejemplo 4 pares de muelas representaban 4 cárcavos, 4 cubos, 4 tolvas y así sucesivamente este eje vertical se puede leer en toda la arquitectura del edificio.

¹³ Los molinos de abajo en el conjunto de Xuchimangas en Tepetzotlán, cuentan con una sola ventana para vigilar los dos cubos, colocada de tal forma que es posible observar desde ella a ambos

¹⁴ En la bóveda de molienda de los molinos de arriba en Tepetzotlán, encontramos pasos que coinciden con el lugar donde se encontraban las tolvas de las maquinarias, estos orificios pudieron haber funcionado para la alimentación desde el nivel superior de las tolvas en la planta de molienda.

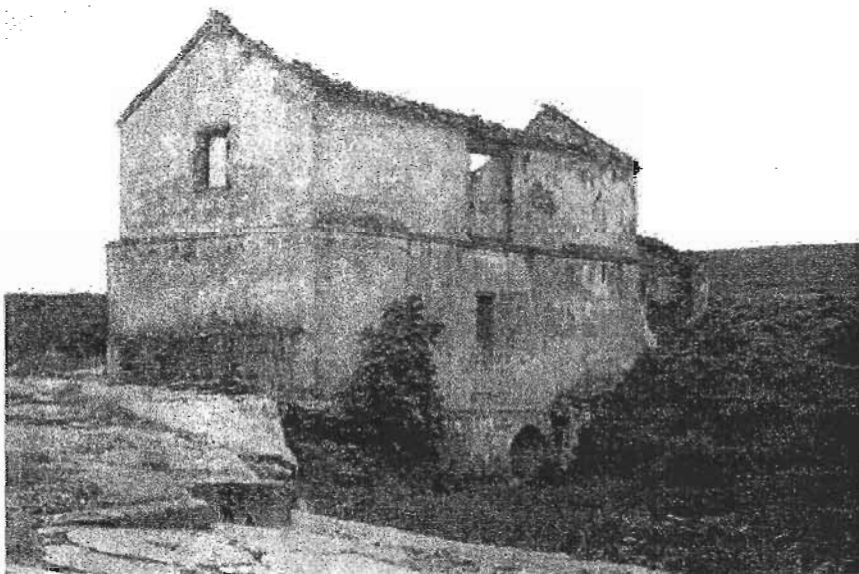


Imagen del molino de Pelay Correa Río Guadaira Sevilla, Catalogo de Molinos de Sevilla. En la parte inferior se observan 2 cárcavos, los cubos o el embalse deben de estar en el lado opuesto de la construcción, la parte de en medio tiene la sala de molienda y en la superior un local que pudo ser habitación o bodega, en este caso el acceso es por el nivel de la sala de molienda.

Alrededor y dentro del edificio principal de los molinos encontramos los espacios para el trabajo del grano, estos se repartían entre espacios interiores y exteriores, afuera debía de existir un patio o espacio abierto con pavimento en el que el grano era puesto a secar y a orear, este patio tenía que estar cerca de las áreas de almacenaje del molino para que no se perdiera tiempo en los traslados.¹⁵

Otro elemento necesario era el espacio para el lavado del grano, un molino podía tener lavaderos especiales que se alimentaban desde el mismo canal de acceso o se podía lavar el grano en alguno de los canales de entrada o de salida para lo cual la arquitectura del espacio le debía de facilitar estos fines.

La separación del grano se podía hacer en eras, estos espacio abiertos igualmente con un algún tipo de pavimento y confinados por algún elemento físico para marcar este lugar. En las eras el grano se aventaba al aire para que el viento se llevara la paja y en este aventado las piedras y otros elementos se podían ver claramente en el piso de la era.¹⁶ No todos los molinos tenían espacios de este tipo, ya que en molinos de uso comunitario, porque los clientes hacían el trabajo de preparación del grano en sus casas y llevaban el

¹⁵ A mayores tamaños en las áreas mayores capacidades de producción, esto va directamente relacionado con el número de maquinarias, si existen varias maquinarias pero no hay suficientes áreas de trabajo se puede suponer que en el sitio se maquilaba mucho pero no se almacenaba. El tamaño de las áreas nos sirve para darnos una idea de los niveles de producción y el número de procesos que se llevaban acabo en ellas.

¹⁶ Pagina 336 libro de haciendas mexicanas, Terán Bonilla José Antonio **“LA CONSTRUCCION DE LAS HACIENDAS DE TLAXCALA”** México 1998 Colección científica Instituto Nacional de Antropología e Historia pagina 253

grano listo para molerse, en cambio en los molinos con organización preindustrial si tenían esta diversidad de espacios.

El molinero necesitaba almacenaje de herramientas y accesorios, las esteras para el lavado y transporte de grano, las herramientas para el picado de las piedras, las piezas de repuesto, etc. Muchos de estos elementos eran ubicados en una bodega que debía encontrarse con una comunicación cercana a la sala de molienda y las áreas de servicio al grano. Como ya se menciona este espacio podía ser delimitado totalmente con muros y una puerta, podía ser una área dentro de la sala de molienda en la que los accesorios eran depositados o podía ser una bodega aislada del conjunto, pero ubicada en cercanía de los molinos para que la comunicación entre esta bodega y los lugares donde se requería lo que en ella era guardado, fuera rápida y podrá contar con todos los objetos de manera rápida.

Existieron molinos con la fabricación de pan incorporada, para lo cual un área se destinaba a panadería y horno. El espacio una vez mas podía formar parte del conjunto o estar separado, los molinos mas grandes tenían su homo y su panadería para ofrecer toda la cadena productiva en el mismo sitio, en Xuchimangas existe un horno en la parte de afuera del molino que esta adosado a la fachada norte con una habitación contigua que posiblemente fue la panadería.¹⁷

Otros espacios complementarios eran los de habitación, la familia completa del molinero podía habitar en el mismo molino, para lo cual se hacía un cuarto en los niveles superiores alejados del ruido de la molturación y en muchos casos con entradas independientes, cuando el molino era administrado por ordenes religiosas o instituciones fuertes, se dejaba una habitación para el molinero de manera que estuviera en contacto con el edificio y fungiera como velador.

Otros espacios se dividían entre corrales, patios de maniobras y caballerizas, pero estos espacios no se presentaban en todos los molinos, sobre todo en los que dependían de una sola persona o eran para servicio comunitario.

Unos molinos que funcionaban con una división más amplia de sus espacios, eran molinos con producciones muy altas y bajo la administración de instituciones religiosas o empresarios que no veían al molino como su único modo de subsistencia.

La fábrica de los edificios generalmente era piedra, especialmente los cárcavos que debían de soportar el peso de la maquinaria superior y los cubos, que en muchos casos servían como muros de contención, lo demás podía ser hasta de madera o barro.

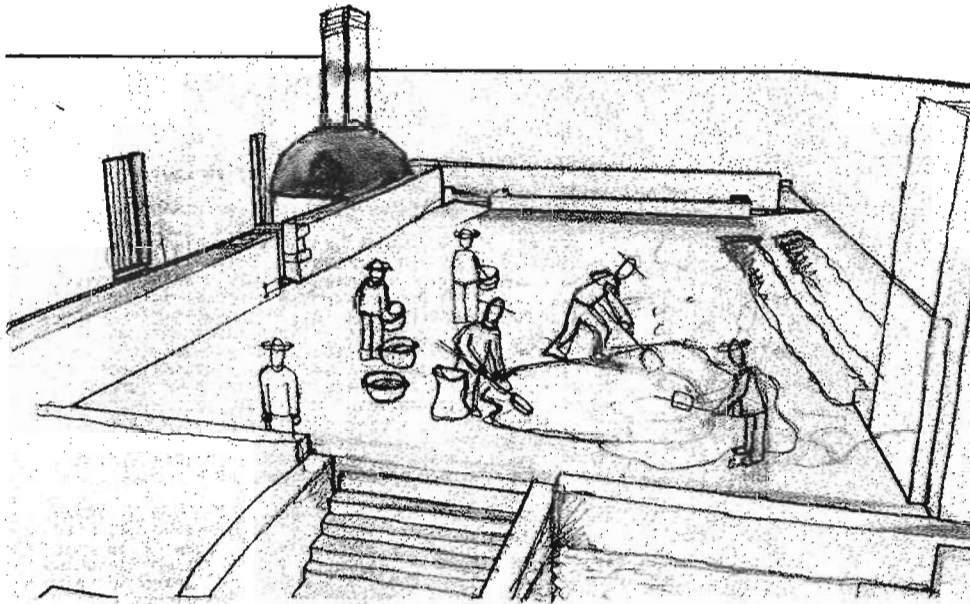
Los cárcavos, muros y la bóveda se construían en piedra, estos cárcavos marcaban ejes (esto ya se describió) y los ejes se convertían en ejes de carga; La sala de molienda era libre completamente y el piso podía o no, contar con algún recubrimiento pétreo

¹⁷ En la ciudad romana de Pompeya, se encontraron panaderías con molinos de sangre adjuntos esta actividad era muy común, la transformación del grano en harina tiene como función primordial la obtención de pan.

D. PROCESO DE MOLIENDA

Para describir un proceso de molienda se puede tomar el camino del grano desde que entra en el espacio arquitectónico del molino, hasta que sale del mismo convertido en harina.

EL grano debía de tener una preparación especial, esta se hacía o no en el espacio arquitectónico del molino, cuando los molinos eran edificios que daban servicio al público en general, el que llevaba su grano a moler lo podía llevar ya preparado. En primer lugar el grano tenía que limpiarse, normalmente los granos llevaban paja piedritas y algunos otros efectos ajenos que tenían que ser retirados; Si por error el grano no era limpiado la molturación parcial o total de estos cuerpos extraños provocaba alteraciones en el sabor y en la calidad de la harina.

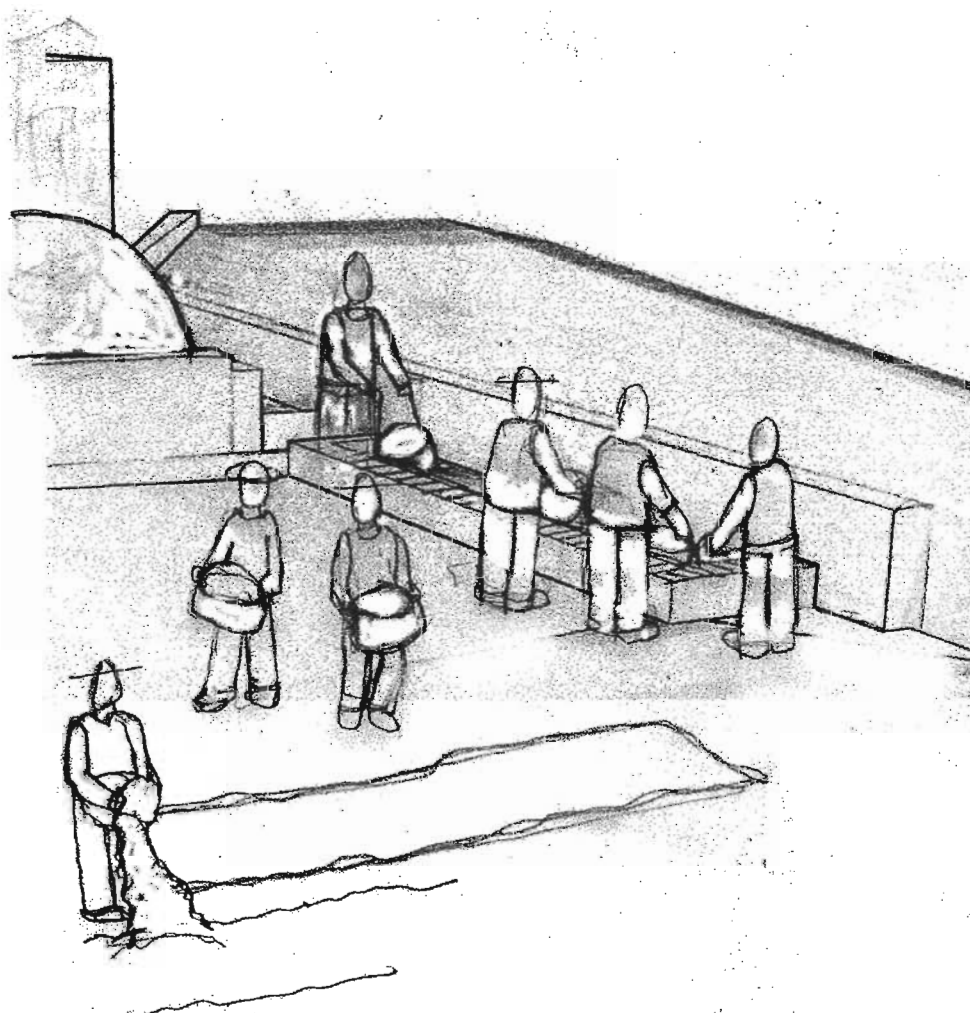


Reconstrucción hipotética del patio de trabajo de los molinos de arriba en Tepetzotlán. En el dibujo se observa el trabajo de aventado en un área del patio para separar el grano de la paja y basura que pudiera llevar. El grano ya separado se coloca en los recipientes para su lavado en cuyo caso se llevaba al canal en el fondo o en sacos para almacenarlo, estos eran llevados a una bodega. Para la separación y el secado, se necesitaba que este patio tuviera algún tipo de pavimento de manera que se evitara la pérdida del grano en la tierra.

El ingreso del grano en el molino no se hacía sin pesar ni registrar la cantidad, después se tenía que proceder al lavado, se colocaba el grano en unas canastas de mimbre con los espacios de la malla abiertos a la medida justa para funcionar como criba, estos se introducían en los canales de acceso o en los de salida y por medio de movimientos se

retiran los cuerpos extraños algunos de los cuales flotan al contacto con el agua y otros se desprendían por gravedad.¹⁸

Este periodo de lavado era variable, si se conservaba en agua el grano mucho tiempo, la cascarilla comenzaba a separarse, la separación también se podía hacer en una era ubicada en las instalaciones del molino, el grano se aventaba y de esta manera se separaban las pajas y las piedrecillas, así como trozos de madera o tierra.



Lavado del grano en el canal de agua. El grano se colocaba en unos cestos o en algún tipo de cedazo y se metía en la corriente de agua, la materia mas ligera flotaba, las más pesadas se asentaban en la parte baja o se iba a través de la malla. El agua también quitaba la tierra y la mugre que pudiera traer el grano, posterior al lavado el grano era llevado a otra área donde se ponía al sol para que se seicara. El secado podía hacerse sobre tela, petates o directamente sobre el pavimento del patio. **Reconstrucción del canal de acceso de los molinos de arriba Xuchimangas Tepotzotlán**

¹⁸ ORDOÑEZ VERGARA, Pilar, *Los molineros De La Alpujarra*, Centro de Investigaciones Etnológicas Ángel Ganivet, Granada, España, 2004, p.3

Posterior al remojo, el grano tenía que secarse al sol y orearse, no podía ser introducido en el molino con un contenido excesivo de humedad, porque se apelmazaría en las estrías de las muelas y las muelas tendrían que ser picadas parando la producción.

Los molineros decían que el sabor de la harina sería mejor si el grano era asoleado y oreado, para este efecto el molino tendría un área con pavimento de algún tipo sobre el que se extendería el grano para que recibiera el aire y los rayos de sol.¹⁹

Pasado un tiempo el grano es recogido y puesto en sacos para ser llevado a una bodega, hasta este momento se tienen dos clasificaciones de grano, el que llega sin preparación y el que ya está preparado para la molienda.

Existen menciones en relación con el maíz que se molía en algunos molinos, al parecer esta operación necesitaba de un secado perfecto del grano para poderlo agregar en el molino:

Una labor temida por el molinero, la provocaba el maíz que los clientes llevaban al molino sin curar. Cuando éste recibía el grano se cercioraba que estaba bien seco, de no ser así, lo rechazaba. Si por un descuido el molinero echaba a moler el maíz un poco verde, el grano se pegaba a las piedras, formando una pasta que impedía el normal funcionamiento del molino, debiendo de pararse la labor de la molienda para evitar posibles desperfectos en la maquinaria de rotación.²⁰

En otros textos se hace referencia a que en los molinos hidráulicos se molía también maíz y que la introducción del maíz en España provocó un auge en los molinos hidráulicos.

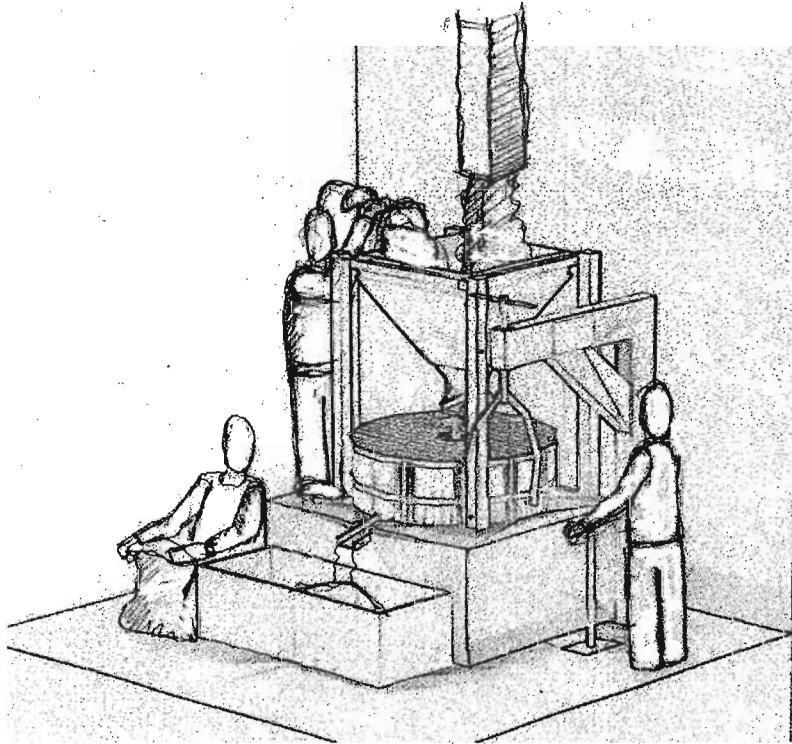
Con el grano almacenado y listo para moler, se hace un recorrido desde la zona de almacenamiento hasta las tolvas, este recorrido se podía hacer con los sacos o con cestas fabricadas para este fin.

En muchos casos desde la zona de almacenaje hasta las tolvas existían conductos por los que las tolvas podían ser alimentadas desde la zona de almacenaje por lo general ubicada en la sala superior a la de la molienda.

Al estar el grano en la tolva comienza la labor de ajuste que realizaba el molinero, para controlar la calidad de la harina, tenía diferentes medios: El primero era regulando la cantidad de grano que entraba entre las muelas, esto como ya se escribió se hacía con un dispositivo fijado en la parte inferior de la tolva; Podía regular la cantidad de agua que entraba en el rodezno y de esta manera hacer girar más rápido o más lento las muelas, en este punto tenía que ser muy cuidadoso, si hacía girar las muelas demasiado rápido, el calor generado por fricción podía quemar la harina; Finalmente como tercer recurso, empleaba la llave de alivio con la que controlaba la separación de la muela móvil y con esto el grueso de la harina.

¹⁹ ORDOÑEZ VERGARA, Pilar, *Los molineros De La Alpujarra*, Centro de Investigaciones Etnológicas Ángel Ganivet', Granada, España, 2004, p.3 y escalera y villetas

²⁰ DÍAZ GARCÍA, Miguel Sabino *La molinería tradicional en el País Vasco*



Trabajo de molienda en la maquinaria. Uno de los personajes vertió el grano en la tolva, este grano también podía agregarse por medio de un conducto de tela o de palma tejida a través de un orificio en la techumbre desde la sala de arriba, otro más regula con la válvula de alivio la separación de las muelas para controlar la calidad y el tipo de harina. El tercero recoge la harina del harinero y la coloca en un saco para almacenarla o llevarla a cribar

Se obtenían diferentes tipos de harina: Las integrales, que incluían la cascarilla molida y eran más oscuras, las gruesas que eran utilizadas para alimentar a los animales y dentro de las finas, las que poseían distintos grados de finura, estas se usaban en la alimentación diaria para hacer pan y como ingredientes de otros platos.

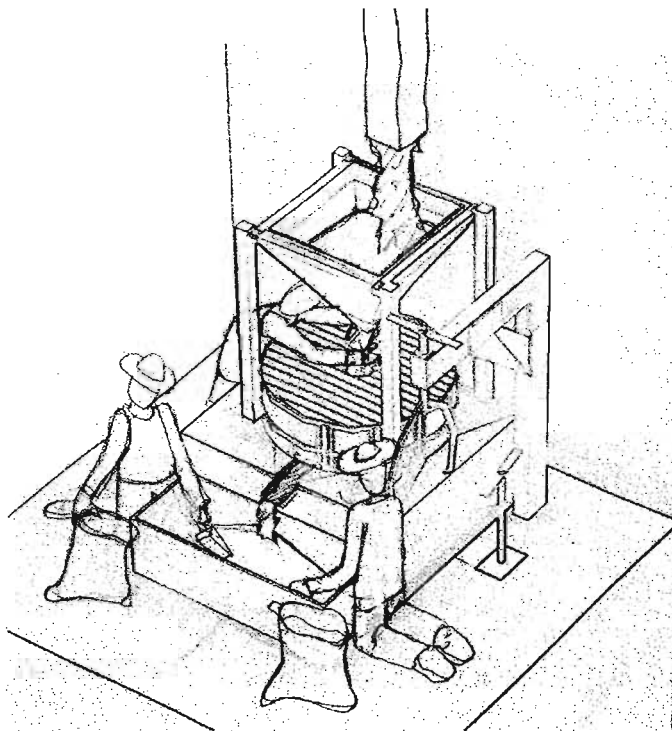
La harina caía en el harinero al frente del alfarje, el molinero dejaba que la harina reposara para que se enfriara y poder envasarla, con una pala llegaba y colocaba en los extremos la harina que se entregaba enfriando y al centro caía la que estaba recién hecha. De los harineros el molinero la envasaba en sacos que tenían generalmente una fanega de capacidad, esta harina podía ser cernida con algún cernidor manual o con uno mecánico movido por los mismos rodeznos.

El cernidor se componía de diferentes tambores de malla que separaban la harina en diferentes tipos, después se colocaba en los sacos y se llevaba a una bodega; aquí se puede mencionar que los molinos necesitaban áreas distintas de almacenaje: en primer

lugar, como se menciona mas arriba, el grano sin preparar y el grano preparado, después la harina cernida y la harina sin cernir y de las harinas los diferentes tipos.²¹

De no contar con diferentes áreas dentro de las bodegas, la separación por zonas debía de ser muy importante para evitar la confusión entre tipos de harina o tipos de grano. En el punto final de almacenaje las harinas estaban listas para ser distribuidas.

La harina no se puede guardar mucho tiempo porque se pudre y sirve como cultivo para animales que se alimentan de ella y pueden vivir en la humedad que genera. La harina espolvoreada que cubría todo el interior de la sala de molienda era recogida por el molinero y la utilizaba para darle de comer a los animales, los subproductos de la molienda, generalmente servían para este fin.²²



Trabajo de molienda en la maquinaria. Uno de los personajes regula la inclinación del dosificador para controlar la cantidad de grano que entra en las muelas, este era uno de los medios para obtener diferentes calidades en la harina, los otros dos recogen harina del harinero y la colocan en sacos para llevarla a la criba o a almacenar. La alimentación de la tolva se hace desde la sala superior por medio de un orificio y el conducto de diversos materiales.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

²¹ ESCALERA y VILLEGAS, *Op cit.*, p. 132 y 133

²² REYES MEZA, José Miguel, "Los molinos hidráulicos en la provincia de Granada" en *Tecnología y Arquitectura Popular*, Universidad de Granada, España, 2004, p.4



CAPITULO III: UN TEMA SOBRA UNA REGION MOLINERA JESUITA.

Era Tepotzotlán un lugar salubre y ameno, distante unas siete leguas al norte de la ciudad de Mexico, en la jurisdicción de coatotlan. Se hallaba entre hermosas praderias y magueyales, circunscrito por varios rios, lagunillas y arroyos (y que siempre ha sido lugar de agua lo prueban los toponimos nahuas del lugar : Atlahua, Atlacoya); al sur lo bordean el rio chico y la laguna; alnorte limita el pueblo la calle de la columna y el antiguo camino de las animas; y al oeste el rio Hondo de tepotzotlán y el camino real a Queretaro

CAPITULO III. UN TEMA SOBRE UNA REGION MOLINERA JESUITA

A. PEQUEÑA HISTORIA SOBRE TEPOTZOTLAN Y UNOS MOLINOS QUE AHÍ SE ENCUENTRAN

Tepetzotlán fue un señorío prehispánico que a lo largo de su historia tuvo alternativamente periodos de esplendor y de olvido; lo más relevante y que determinaría la fundación de colegios en la zona, eran los centros de educación que los Mexicas tenían en Tepetzotlán.

Cuando los españoles marchaban hacia el norte, después de la derrota en la noche triste, pasan por Tepetzotlán y aprovechando que los pobladores estaban en medio de una fiesta religiosa, pelean con ellos. Durante la batalla destruyen diversos edificios, entre ellos los dedicados a la educación.

Posterior a la conquista Tepetzotlán y sus pueblos tributarios, fueron entregado en encomienda a Juan de Ortega, al morir en 1546, la corona mantuvo la encomienda en calidad de tierras realengas. La cercanía con Cuautitlán determino que administrativamente Tepetzotlán estuviera ligado constantemente a este núcleo de población, Tepetzotlán pertenecía al corregimiento que tenía su sede En Cuautitlán.

Los primeros evangelizadores en venir a este lugar fueron los Franciscanos quienes acuden a este lugar por encontrarse cerca de la capital y porque algunos de los hijos de Moctezuma habitaban esta región, los caciques deseaban que asistieran y la zona era menos peligrosa que otras.

Los Franciscanos construyen un templo en 1524 en Cuautitlán y lo convierten en convento en 1532, Tepetzotlán era visita de Cuautitlan. Los franciscanos llegan a Tepetzotlán y sobre las ruinas de la ciudad (que ya había sido destruida por los españoles en su huida de la ciudad de México en la noche triste) construyen una capilla de visita, la población estaba dispersa en diferentes pueblos aledaños a Tepetzotlán, (Xoloc, Cuauhtlalpan, Tepoxaco).

En 1547 Tepetzotlán se convierte en parroquia y los pueblos aledaños en sus visitas, en 1569 solo unos años antes de que llegaran los Jesuitas, en una memoria de la parroquia realizada por Francisco Román se describe lo siguiente:

719 hombres casados y tributarios; 68 mancebos, 68 doncellas y 750 menores de 14 años, refiere también que en la región habla 5 estancias, San Mateo, San Andrés, San Martín, San Francisco y Santiago,¹

Esto da una población de alrededor de 2300 personas que estaban diseminadas entre los núcleos de población mencionados (incluido Tepetzotlán), los que vivían en la sierra y asistían a la parroquia del pueblo.

El sitio tenía tradición en cuanto a las obras hidráulicas desde la época prehispánica, en la monografía municipal Gaudencio Neri Vargas menciona:

¹ VALLE RAFAEL, Heliodoro, *El Convento de Tepetzotlán*, Talleres gráficos del Museo Nacional de Arqueología, Historia y Etnográfica. México, 1924, p.11.

Consumadas las hostilidades asumió el gobierno Tecocohuatzin distinguiéndose como un magnífico constructor de pueblos, una de sus mayores empresas fue la desviación del río Cuautillán que tenía su caída natural en medio de la ciudad provocando la caída de muchas casas cuando este se salía de su cauce, su gobierno abarco de 1430 a 1433²

La zona donde se establece el poblado de Tepotzotlán es la parte baja de una sierra. Unos kilómetros hacia el oriente del actual núcleo de población, empezaban los lagos que ocupaban la cuenca, todos los escurrimientos de agua en forma de ríos que se dirigían hacia estas lagunas pasaban por la zona, la manera en que los viejos y nuevos pobladores de Tepotzotlán aprovechaban estos recursos, construyendo canales para llevar el agua hasta donde ellos querían, utilizándola después para riego o consumo.

Los canales perduraron aun después de la conquista, cuando los jesuitas llegan a los terrenos que se encontraban en torno al curato, tenía canales hidráulicos que son aprovechados por ellos en diferentes obras.

En el siglo XVI fueron muchas las voces que pidieron la llegada de los Jesuitas a la Nueva España, una de las más celebres la de Vasco de Quiroga que deseaba que vinieran a fundar colegios y se encargaran de la educación en estas nuevas tierras; diversas razones retrasaron su llegada hasta la segunda mitad del XVI.

En 1572 arribaron los primeros Jesuitas a Veracruz después de un largo y penoso viaje hasta la capital del virreinato, al que no sobrevivieron algunos de ellos, llegaron a la ciudad de México para hospedarse temporalmente en el Hospital de Jesús. Los primeros años no fueron fáciles, a su llegada, el país y la ciudad estaban divididos entre las órdenes religiosas que los habían precedido, estas cuidaban sus territorios con demasiado celo lo que provocaba conflictos que llegaron a resolverse en los tribunales.

Su llegada no fue bien recibida por todos y sus primeros tiempos fueron errantes entre un lugar y otro, tenían que esperar para establecerse en algún lugar y comenzar a fundar colegios, que era la principal razón de su llegada a la Nueva España.

Después de hospedarse en diferentes lugares, entre los que estuvo el hospital fundado por Vasco de Quiroga en San Fe al poniente de la ciudad de México, Alonso de Villaseca que a la postre se transformaría en su benefactor más importante, les dono unos terrenos de su propiedad que el utilizaba para el estacionamiento temporal de mercancías y carretas de sus haciendas en la ciudad de México, estos terreno se encontraban al nororiental lo que suscito que los dominicos consideraran que se invadían sus territorios.

La situación fue salvada favorablemente para los jesuitas que se establecieron en el lugar y comenzaron a construir lo que mas adelante se convertiría en el colegio máximo de San Pedro y San Pablo a la postre, casa principal de los jesuitas en la nueva España. Los principios de pobreza y austeridad fueron totales:

² NERI VARGAS, Gaudencio, *Tepotzotlán, Monografía municipal*, Instituto Mexiquense de Cultura, México, 1999, p.25.

Relataremos que el lugar era tan poco apropiado a sus necesidades que el altar de su capilla vino a quedar debajo de una escalera, el cáliz y la patena eran de estaño y tuvieron que llamar a misa con una campana prestada... Las madres de la Concepción les llevaban la comida y muchos vecinos los proveyeron de ornamentos de altar, manteles y otra indumentaria para el culto divino³.

Para la construcción de su primera iglesia, Antonio Cortés cacique de Tacuba envió a trabajar 3000 indios, que la construyeron en tres meses, el templo era de 3 naves con techo de madera y paja con 50 varas de fondo⁴. Para la construcción de la casa Profesa, el ayuntamiento de la ciudad de México, les proporciono terrenos y dinero. Francisco Rodríguez les dono otra cantidad que fue utilizada para la fundación del colegio de Santa María, el virrey Martín Enríquez les dio una cantera y Lorenzo López una finca.

Finalmente Villaseca, que les había donado los terrenos que ocupaban al oriente de la ciudad y que había sido de los principales promotores para apoyar su arribo, decidió constituirse como su benefactor. La primera acción fue la fundación del colegio máximo donando a la compañía, 20000 pesos con lo que se inicio la construcción del colegio.

En la siguiente etapa de consolidación, los jesuitas fundaron varios colegios en el interior de la Nueva España, Patzcuaro, Puebla y Oaxaca entre otros; con donaciones de todo tipo los jesuitas comenzaron a consolidarse y a conformar el imperio económico que después mantendría toda su labor educativa y evangelizadora en la Nueva España.

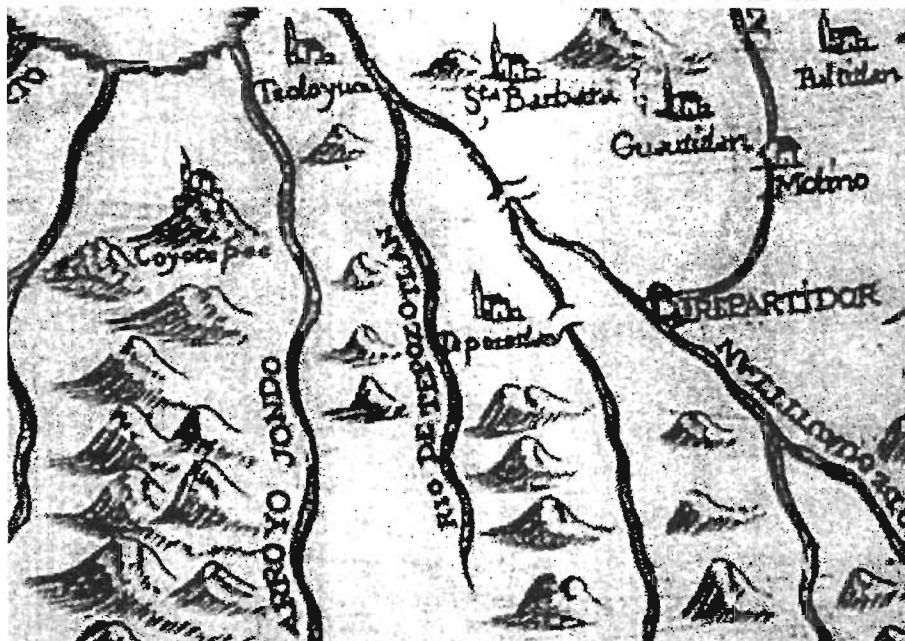
Para 1580 los jesuitas ya estaban consolidados y habían fundado colegios que estaban en pleno funcionamiento, la siguiente inquietud de los jesuitas fue la evangelización, para lo cual decidieron constituir un seminario de lenguas indígenas en Huixquilucan, donde desarrollaron tanto sus conocimientos sobre algunas de las lenguas nativas, que escribieron diccionarios y tratados gramaticales, que después ayudarían a formar más fácilmente a los jesuitas que aprenderían las lenguas.

En Huixquilucan se hicieron cargo de la parroquia, administrando los sacramentos sin recibir pago alguno a cambio para no contravenir sus constituciones. Después de unos meses de radicar en Huixquilucan, muere el sacerdote que tenía a su cargo la parroquia en Tepetzotlán, el arzobispo D. Pedro Moya de Contreras, le pide al provincial de la orden Dr. Plaza, que traslade el seminario de lenguas a este poblado.

Los jesuitas aceptan el traslado, los primeros padres que llegan a la zona en diciembre de 1580 son Hernán Gómez, Diego Torres, Juan Díaz y Juan de Tovar, este último se haría cargo del curato temporalmente, los demás estudiarían lenguas y costumbres indígenas.

³ C. DE GANTE Pablo, *Tepetzotlán*, México, 1958, p.17

⁴ Por muchos años este templo tuvo el nombre de Xacalteopan que significa Templo de Jacal su dedicación fue en 1573 un año después de la llegada de los jesuitas y su ubicación estaba donde ahora se encuentra la iglesia de Loreto. *Ibid.*, p.18



Sección del Mapa de las aguas que por el círculo de 90 leguas vienen a la laguna de Tescuco y de la extensión que esta y la de Chalco tenían sacado del que en el siglo antecedente delineo Don Carlos de Sigüenza, realizado por Antonio Moreno siglo XVIII. Se observa al centro el pueblo de Tepozotlán entre 2 ríos, el río Tepozotlán y una derivación del río Cuautitlán, los puentes marcados sobre el río todavía existen. Al norte de Teoloyuca se observa la rivera poniente del lago de Zumpango, entre los pueblos que están cercanos se puede ver Cuahuitlán, Tultitlán, Coyotepec Sta Bárbara y Teoloyuca, a la derecha del mapa al sur de Tultitlán se registra un molino el cual se representa sobre el río.

El inicio de los trabajos en Tepozotlán requirió de congregar en la cabecera a toda la población dispersa, iniciaron un trabajo sistemático de visita en las rancherías y estancias de los alrededores.

A cada una de ellas iban a diario a decir misa y predicar la doctrina cristiana. La bondad y paciencia de los misioneros hizo que muchas familias se concentraran allá⁵

Para 1582 los padres se habían ganado el respeto y cariño de la población, gracias al seminario de lenguas se podía predicar en las lenguas Otomí y Náhuatl lo que permitía que los jesuitas tuvieran un mayor alcance con los pobladores, esto incluía a las esferas del poder regional, llevaban una buena relación con los gobernadores de indios y con los caciques, uno de ellos Martín Maldonado, sería de suma importancia para la permanencia de los jesuitas en Tepozotlán.

Una de las preocupaciones principales sería la subsistencia de las casas; Desde que habían llegado habían tomado posesión del curato esto les proporcionaba una fuente de ingresos que la parroquia generaba, el otro ingreso importante lo proporcionaba el

⁵ VALLE RAFAEL, *Op Cit*, p.9

colegio máximo. En los inicios de su existencia las casas de los jesuitas en Tepetzotlán no eran independientes.

Los pleitos con el clero secular empezaron unos años después de la llegada. El principal motivo para que los jesuitas estuvieran en el sitio era la fundación del seminario, al ser Tepetzotlán un pueblo en plena región otomí, presentaba muchas ventajas para el aprendizaje de esta y otras lenguas, la administración del curato era por petición expresa del arzobispo, posterior a estos inicios el clero empezó a reclamar el curato, lo que representó un problema para los planes de la compañía ya que ellos habitaban en el curato y hacían uso de la parroquia. La llegada de un nuevo cura representaría que ellos se quedarán sin casa para vivir y sin capilla para sus oficios.

El padre general de la orden dispuso que se abandonara el beneficio para ser entregado al clero secular y que los padres que ya sabían las lenguas se fueran a enseñarlas a los colegios que existían, al enterarse de esto los pobladores dirigieron una carta al arzobispo para que permitiera que los jesuitas se quedarán, para lo cual donarían la huerta y las casas que habitaban, además de proporcionar al nuevo cura, una casa que se encontraba cerca de la iglesia, varios autores coinciden en que debido al estilo y redacción de la carta, es muy probable que los mismos padres jesuitas hayan participado en su escritura:

Y ahora hemos sabido que nos quieren dejar diciendo que no pueden ser curas de almas de lo cual a todos nos ha resultado gravísimo desconsuelo, viendo que si nos desamparan cesaran y perecerán tantos y tan buenos ejercicios como para la doctrina de los adultos...por reverencia de Jesucristo nuestro señor sea parte para que dichos padres de la Compañía no nos desamparen aunque V.S. provea beneficiado en el dicho pueblo, y para ellos y el daremos casa en que vivan, Y así siendo V.S. servido, señalamos para los padres de la compañía las casas y huerta en que al presente residen, por estar ya acomodados al modo que es necesario para sí y para ayudarnos; y al beneficiado que fuere señalamos una casa del pueblo que esta cerca de la iglesia.⁶

La respuesta positiva del arzobispo está fechada el 22 de Junio de 1582, año y medio después de la llegada de los jesuitas, el nuevo cura fue nombrado y según el propio arzobispo fue especialmente escogido para que pudiera convivir con los jesuitas sin tener problemas con ellos: *Entre muchos opositores al beneficio Don Pedro Moya de Contreras escogió con mucho tino al párroco que pareció pudiera llevarse en mejores termino con los de la compañía⁷*

A pesar de esta elección tan cuidadosa los párrocos que iban a Tepetzotlán terminaban renunciando por diferentes causas, entre ellas el poder que ostentaban los jesuitas entre la población y el cariño que estos les profesaban. Los padres a partir de 1582 entran en posesión de las casas que ocupaban, aunque dejarían de tomar los ingresos del curato.

Para 1584, Martín Maldonado hace una nueva donación con el fin de que se funde en Tepetzotlán un colegio para niños indígenas, aludiendo a los centros educativos que existieron antes de la conquista, para este efecto les dona terrenos y casas de su

⁶ Carta de Martín Maldonado al Arzobispo, NERI VARGAS, *Op Cit*, p. 27

⁷ C. DE GANTE, *Op cit.*, p. 30

propiedad en zonas cercanas al templo. Esto unido a la donación anterior, debió configurar los terrenos donde tiempo después se construiría todo el conjunto de los colegios.

Martín Maldonado también junto niños, muchos de ellos hijos de gobernadores indios, para que fueran los primeros alumnos del nuevo colegio que en honor a su promotor se le puso por nombre el colegio de San Martín.

Los molinos aparecen en escena unos años después, hacia principios de la década de los 90 del Siglo XVI. Nuevamente por medio de donaciones los jesuitas se hacen de 2 heridos de molinos que los indios tenían en el pueblo. Es importante mencionar que estos molinos no habían sido construidos, la razón seguía siendo que los padres pudieran mantener el colegio que se había fundado en 158.

Los indios estaban muy contentos con la educación que los padres proporcionaban a sus hijos, de este colegio pasaban a colegios en la capital y proseguían con la formación. Pablo C de Gante menciona que los egresados de este colegio de San Martín eran excelentes músicos, que eran solicitados en diferentes lugares, además de que continuaban sus estudios en los colegios de la ciudad de México, muchos de ellos llegaron a ser gobernadores de indios. Se observa lo que les daría tanto poder a los jesuitas: Educaban a los que posteriormente tendrían el poder, se ganaban el respeto desde la época de la formación.

La donación de los dos heridos fue en 1591

Dos heridos de molino que el común deste dicho pueblo tien y posee, el uno de ellos, de que se le hizo merced por el visorrey don Antonio de Mendoza en una acequia de agua antigua con que riegan sus heredades, y el otro en términos deste dicho pueblo, en el calce viejo, en un heriázo que está en una ladera, en las tierras (que) se llaman Xoloc, por bajo de un cu viejo, y por la otra parte, el camino que viene a los aposentos del dicho pueblo..., y ansimismo, hazen la dicha donación de un pedazo de tierra quadrada que se llama Amanalco, que en todo él están unos árboles de sauces y se llama el Alamedilla.⁸

Es importante resaltar dos situaciones, que nos permiten relacionar el primer herido de molino descrito, con el que sirvió para alimentar los molinos de Xuchimangas anexos a la actual huerta: La primera, la ubicación del herido en un canal antiguo en el interior del pueblo, la segunda, en referencia a la mención del uso que se le daba, "para regar sus heredades". El canal del que se toma el herido de molino, podría ser el que regaba las tierras de Martín Maldonado que después dona a los jesuitas.

Con esta donación los jesuitas ven la oportunidad de independizarse económicamente del colegio máximo, inmediatamente comienzan con la construcción de un molino de 4 muelas del que podrían obtener hasta 3000 pesos anuales de renta.

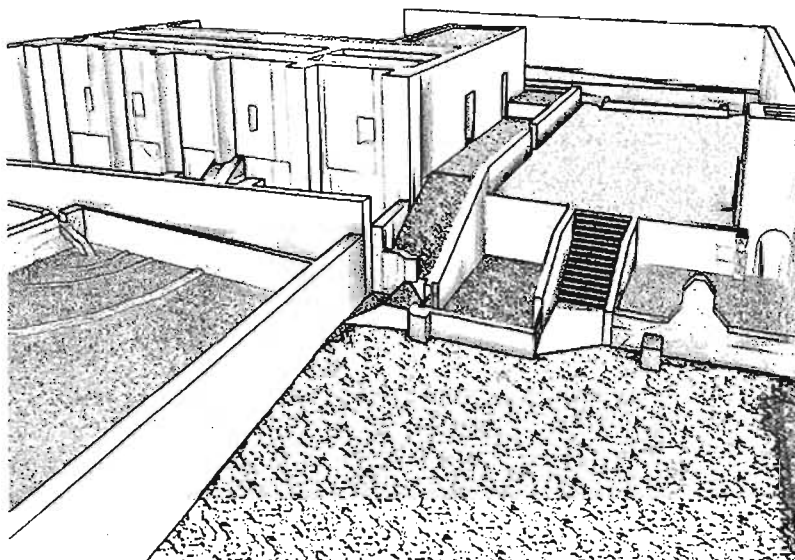
⁸ ZUBILLAGA, Félix, "Donaciones y venta al colegio de Tepotzotlán 1591-1595" en, *Monumenta Mexicana V, 1592-1596*, Institutum Historicum Societatis Iesu, Roma 1973, p. 637-638.

Todas ellas casi están en ejecución; porque el seminario de letras humanas estará en Tepetzotlán, por el mes de agosto, en que el molino estará acabado, una obra muy fundada y provechosa y moliente y corriente como dicen; que, para todo, tien especial destreza el buen padre Nicolás de Araya; y con la renta dél sustentarse los dichos y las lenguas.⁹

El molino fue terminado en Agosto de 1592, se habla de un molino de 4 muelas que podría ser el molino de arriba, aunque no con su forma actual, a partir de esta fecha los molinos proporcionarían su renta a los colegios lo que permitió su consolidación y expansión.

El siguiente cambio importante en la historia de los colegios fue una donación que recibieron en 1606 de 34000 pesos, por parte de Pedro Ruiz de Ahumada. En su testamento divide el dinero para diferentes fines, entre ellos 28000 para comprar propiedades que les proporcionen rentas por 2000 pesos anuales con los cuales mantener los colegios; con los 6000 restantes se construye el colegio de novicios y casa de probación.

La construcción comienza en 1610 y concluye en 1640, se edifica el claustro bajo de los aljibes, la capilla domestica y la portería. Entre las adquisiciones que se hacen con los 28000 se encuentra la hacienda de San Pedro Xalpa, en esa época considerablemente más pequeña que al momento de la expulsión cuando llego a ser la cabecera de todas las haciendas jesuitas que mantenían a los colegios de Tepetzotlán.



Reconstrucción hipotética de los molinos de arriba. Anexos a la huerta de los Ex Colegios Jesuitas en Tepetzotlán estado de México. El herido para construirlo les fue donado por los naturales en la octava década del siglo XVI. Para principios de la última década del XVI, los molinos estaban operando. Con los ingresos generados los colegios de Tepetzotlán se independizaron económicamente del Colegio Máximo de San Pedro y San Pablo.

⁹ ZUBILLAGA, Félix, "El Padre Diego de Avellaneda, visit. al padre Claudio Acquaviva, Gen. San Juan de Ulúa 5 de julio de 1592" en *Monumenta Historica Societatis Iesu, Monumenta Missionum*, Vol. 104, Institutum Historicum Societatis Iesu, Roma, 1971, p. 564.

El siglo XVII para Tepetzotlán, fue de consolidación y construcción, durante todo el siglo se hicieron obras que complementaban las anteriores y comenzaban a conformar la imagen actual de los colegios. Para la segunda mitad del XVII, reciben otra donación que les permite realizar la construcción del templo de San Francisco Javier, esta vez proveniente de la familia Medina Picazo uno de sus hijos entra a estudiar al colegio y como dote, sus padres le dan 350 000 pesos que entrega integros a la rectoría del colegio, con esto inician la construcción del templo en 1670 para terminarlo en 1682, 102 años después de su llegada a Tepetzotlán.

Las compras de tierras y haciendas continuaron a lo largo de todo el Siglo XVII, los jesuitas de Tepetzotlán consolidaron un conjunto de haciendas que en producción y en extensión solo fueron superadas por las del Colegio Máximo de San Pedro y San pablo cuya cabecera era Santa Lucia.

Tepetzotlán poseería ciertas ventajas sobre los colegios establecidos en las grandes ciudades: Estaba cerca de la ciudad mas importante del virreinato, su aislamiento era propicio para el retiro temporal y el descanso. Esta ubicación sobre una de las rutas de salida hacia el norte, le permitió ser el punto de partida de varias expediciones, sus aulas configuraban a los misioneros y les daban armas para su ardua labor hacia el norte.

Según el padre Alegre, Tepetzotlán se convirtió en un semillero de misioneros, los misioneros mas importantes partieron de este sitio, esta actividad empezó desde los primeros años de funcionamiento, todavía en el siglo XVI los jesuitas de Tepetzotlán acudieron a varios poblados a evangelizar Huayacocotla 1590, 1594 San Juan del Río, 1597 Zuampahuacan.

Si observamos las fechas de estas primeras labores evangelizadoras, veremos que el colegio tenía poco tiempo de funcionar como tal, cuando ya se le solicitaba que se hiciera labor misionera, el mismo virrey solicito jesuitas para evangelizar algunas regiones de Querétaro.

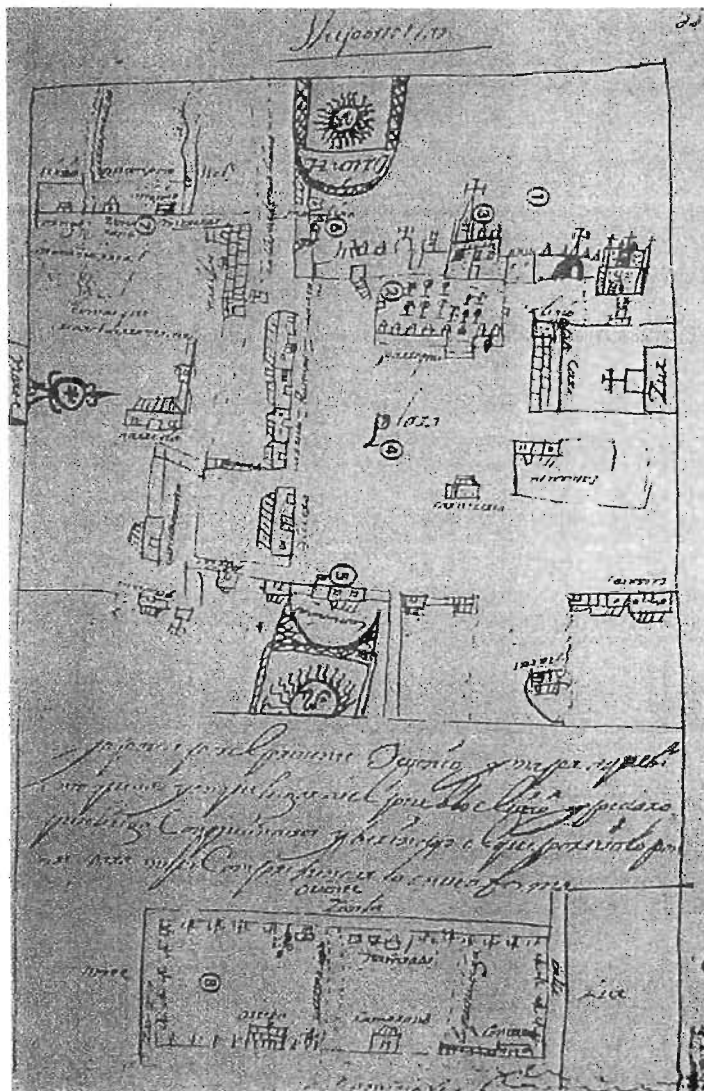
También se hizo tradicional que los padres que querían escribir alguna obra, se retiraran a este sitio para realizarla con tranquilidad, tal es el caso de Antonio Rubio que escribió su curso de Teología, que después fue utilizado en diversas aulas no solo de México, también en los colegios de la compañía en Europa.

Algunos de los jesuitas mas importantes que pasaron por este lugar fueron: Juan Maria Salvatierra que fue rector en 1696 antes de iniciar su labor en el norte, Francisco Javier clavijero, Carlos de Sigüenza y Góngora, Rafael Landivar, Francisco Javier Alegre, Andrés Calvo, Francisco Loaiza y Manuel Lobo.

El colegio era autónomo desde la ultima década del siglo XVI, gracias a los molinos que estaban adjuntos, se logro la autonomía económica del colegio máximo, otro factor que determino su fortaleza, fueron las haciendas que comenzaron a adquirir, de estas se hablara mas adelante, la primera de la cuales fue San Pedro Xalpa los ingresos generados por las propiedades mas los donativos permitieron la consolidación total y el esplendor de estos colegios, ambos factores reflejados en la arquitectura.

En 1685 los ingresos del colegio por todas sus propiedades ascendían a 70 000 onzas de plata acuñada al año¹⁰ la cantidad entregada a las fincas en el mismo periodo ascendía a 12300 onzas de plata. Las fincas y haciendas eran consideradas como elementos que permitirían mantener las cantidades de educación y evangelización de los colegios.

Los ingresos superaron con creces las necesidades iniciales y comenzaron a ser utilizados en las mejoras de los sistemas de haciendas y en la construcción y mejoramiento de los colegios, es decir que comenzaron a reinvertir las ganancias lo que repercutió en sistemas regionales y comerciales muy eficientes.



Dibujo de Tepotzotlán en la primera mitad del siglo XVIII, Plano Realizado por un litigio de tierras, Archivo General de la Nación. Del lado derecho marcado con el numero 1, los colegios Jesuitas, en el numero 2, el atrio de los olivos, en el 3, la parroquia de San Pedro, con el 4 la plaza, en el 6 están los molinos de arriba, el 5 es la casa de comunidad. Ocupando un sitio cercano al que hoy ocupa el mercado y en el 7 casas del pueblo. Las construcciones enfrente de los colegios fueron demolidas en los 60's para crear la plaza virreinal. Al centro de la plaza cívica se construyó en la misma década el palacio municipal.

¹⁰ En 1685, 100 años después de la llegada de los jesuitas a Tepotzotlán los ingresos por cosechas eran de 70000 onzas de plata acuñada, menciona que todas las fincas estaban si hipotecar y las deudas de los colegios ascendían a 35500 pesos, otros datos interesantes son los ingresos del colegio de indios de San Martín, el cual se valía de una "finquita y una industria de alfarería" lo que les proporcionaba 600 onzas de plata acuñada al año con lo que mantenían a los 2 padres a cargo y los estudiantes del seminario de indios. VALLE RAFAEL, *Op Cit*, p.27

Una descripción de aquellos años, nos habla de la autosuficiencia alimenticia, ya hemos hablado de la económica y de cómo los productos que tenían en la huerta era suficiente para subsistir.¹¹

En 1670 llega a México Juan Bautista Zappa, pasa por Tepetzotlán y hace amistad con Juan Maria Salvatierra, en sus pertenencias traía un busto de la virgen de Loreto que es copia del que se encuentra en Italia, además de las medidas de la casita de Loreto, por iniciativa del propio Zappa se construye anexo al templo que estaba en proceso de terminarse, una capilla, la primera capilla de Loreto, esta fue renovada en las primeras décadas del siglo XVIII y dedicada en 1733. Para 1738 se dedica el relicario de San José, y en 1756 el Rector Pedro Reales, inicia la construcción de los retablos interiores del templo de San Francisco Javier, en 1762 se inaugura la nueva fachada y la torre sur.

Para 1767 los jesuitas son expulsados de todas las posesiones españolas, tienen que abandonar Tepetzotlán y salir para el destierro, el lugar queda abandonado hasta 1774 en que es fundado un colegio para el clero secular por iniciativa del arzobispo Alonso Núñez de Haro y Peralta quien solicita al rey el permiso para esta obra.

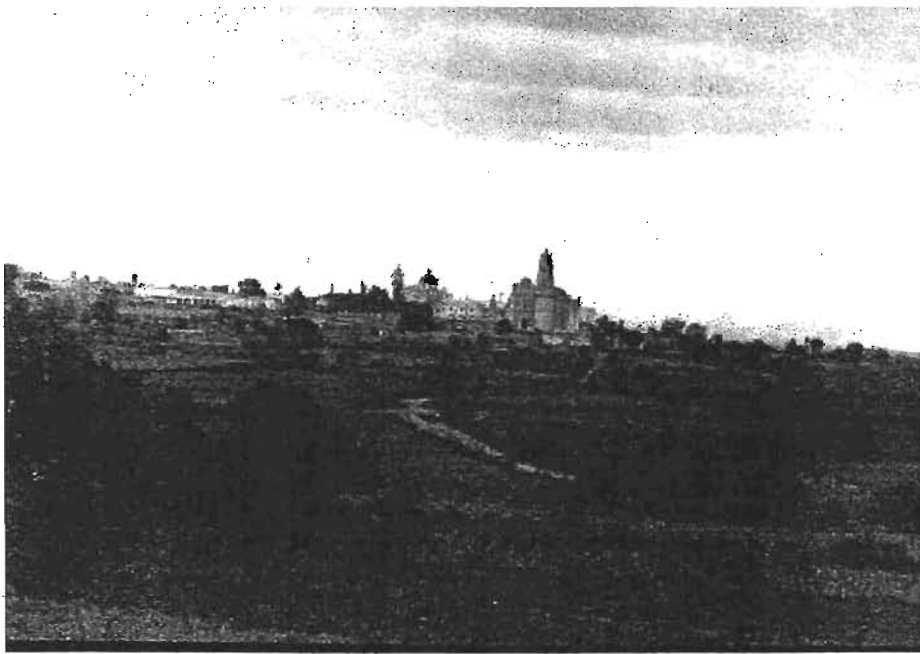
En 1777 se inician las labores y se crean las constituciones del nuevo colegio, el nombre de este era "Real colegio Seminario de Instrucción, Retiro voluntario y Corrección para el clero secular", en 1856 con motivo de las leyes de reforma se expropia el colegio y todas sus pertenencias.

Se debe de concluir que a pesar de no contar con todas las propiedades que llegó a tener bajo la administración jesuita, el colegio debió de conservar algunas de ellas, para manutención del mismo. En la época de la reforma estas propiedades deben de haber pasado a manos de particulares y los colegios vuelven a quedar abandonados.

En los siguientes 40 años, el destino del edificio fue incierto, un proyecto deseaba adaptarlo como penitenciaría de la ciudad e México, se iniciaron los trabajos de levantamiento y se realiza el proyecto a manos del arquitecto Manuel Rodríguez Arangoity, afortunadamente para el edificio, el gobierno decide construir nuevas prisiones (como Lecumberri) y destinan el edificio para otras funciones.

De haberse erigido como penitenciaría hubiéramos perdido el edificio, el uso y las adaptaciones a las que se iba a someter el edificio lo hubieran llevado con el tiempo bajo este uso a la ruina, otro factor a tomar en cuenta dentro de este proyecto es la exclusión de la huerta, con lo cual podemos imaginar que esta sería fraccionada para ser vendida a particulares.

¹¹ Solo recibían del exterior huevos, todo lo demás se producía en la huerta, habla del producto de los molinos anexos y comenta que poseían una fábrica de vino de consagrar y una prensa de aceite. *Ibidem.*, p.28



Fotografía de Tepotzotlán desde al camino a Villa del Carbón segunda mitad del XIX. Se puede apreciar el escaso desarrollo urbano del pueblo hasta esta fecha; el desarrollo principal se observa hacia el norte, el macizo de árboles enfrente de la parroquia es el atrio de los olivos

Los jesuitas regresaron a Tepotzotlán a principios del siglo XX para vivir otra etapa, deciden reabrir el colegio y comienzan actividades. El padre Carrasco fue el último rector de Tepotzotlán, a él le toca vivir otra época azarosa en al historia del edificio: La de la revolución. Carrasco era un egresado de la academia de bellas artes de San Carlos, el cuadro de la ultima cena que se encuentra en el refectorio es obra de el, su periodo fue de 1912 a 1914.

Cuando las tropas de Venustiano Carranza acuarteladas en Teoloyucan de disponían a entrar en la capital, posterior a la firma de los tratados que declaraban la derrota de Victoriano Huerta, el padre Carrasco previendo las situaciones que podría acarrear con los revolucionarios, despacho hacia la capital al alumnado y se quedo en el colegio con otros padres.



Fotografía de Tepotzotlán desde el oriente segunda mitad del siglo XIX.

Se observa el conjunto jesuita con la parroquia de San Pedro del lado derecho. Se aprecia el desnivel del terreno que permitía la instalación de molinos. La construcción apenas visible en el extremo derecho de la imagen son los molinos de arriba, finalmente del mismo lado, pero mas abajo la construcción blanca con los 3 contrafuertes puede ser otro de los molinos que estaban mas abajo y que al día de hoy no existen.

A la llegada del ejército, parte de la tropa acampo en el atrio de San Francisco Javier, el padre Carrasco y los otros que lo acompañaban, fueron hechos prisioneros, después de la firma de los tratados fueron liberados temporalmente para que se organizara un banquete en honor a Venusiano Carranza, el cual se realiza en el refectorio de los colegios.

Los gastos de alimentos de la tropa y forraje para los caballos corrieron por cuenta del colegio ya que este contaba entre sus propiedades con el mayorazgo de la hacienda de Xuchimangas y con el molino de trigo y oleaginosas anexo al colegio donde abundaban ganado, granos y forraje.¹²

Al parecer los molinos y la misma hacienda de Xuchimangas fueron conservadas dentro de las propiedades del Colegio o fueron asignadas al regreso de los jesuitas para la manutención del mismo, posterior a la cena los jesuitas, fueron llevados prisioneros a la capital quedando una vez más abandonado el edificio.

La última etapa del edificio, se divide en 2. Al triunfo de la revolución, el edificio fue entregado en custodia a la dirección de edificios históricos y artísticos que permitía visitas a sus interiores, para la década de los 60's es cerrado para someterlos a una intervención mayor y convertirlo en Museo Nacional del Virreinato que es como opera desde 1964 hasta la fecha.

Recientemente el MUNAVI celebró sus 40 años de existencia, en cuanto a los molinos de Xuchimangas, al parecer al triunfo de la revolución los molinos son invadidos y utilizados como vivienda en este estado permanecieron hasta 1998 en que fueron recuperados y entregados en custodia al INAH.

B. LOS SISTEMAS DE HACIENDAS DE LOS JESUITAS.

Por medio de donaciones y algunas compras con dinero igualmente donado, los jesuitas se hicieron de sus primeras propiedades, el objeto de acumular fincas y haciendas era poder mantener los colegios que fundaban por medio de la renta obtenida de las propiedades.

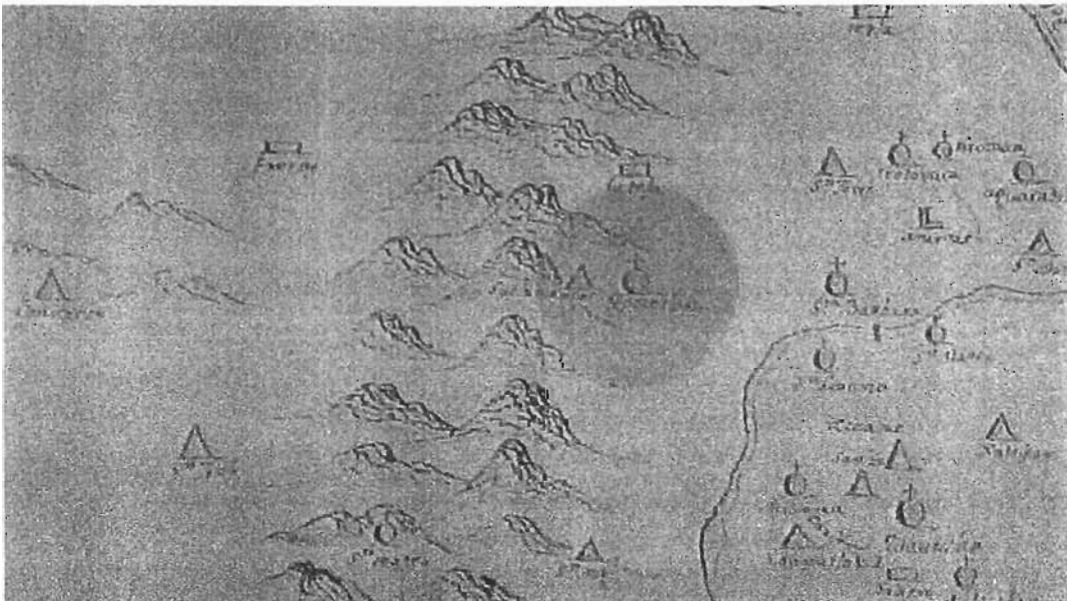
Esta práctica era extensiva a cualquier orden o institución religiosa, de esta manera un donativo servía para garantizar la operación de las instituciones y órdenes religiosas. La diferencia entre las demás órdenes y los jesuitas, era el modo en que organizaban y administraban estas propiedades.

Era muy común que las demás órdenes religiosas no administraran personalmente sus propiedades provocando con esto que las ganancias no fueran lo óptimas que podían ser; en realidad esto tampoco era de mucha importancia para ellos, en la mayoría de los casos las propiedades cumplían con la función de mantener sus actividades y nunca se preocuparon por acrecentar las ganancias, esta práctica era muy común entre las órdenes religiosas que se valían de prestanombres y pagaban administradores debido a que las reglas de las órdenes no permitían la acumulación de tierras.

¹² NERI VARGAS, Op Cit., p. 96

El problema al que se enfrentaban era precisamente en el arrendamiento de los administradores, que no siempre estaban totalmente interesados en la productividad de las haciendas. Para los jesuitas era importante la producción de las mismas, por lo tanto lo hacían ellos mismos, la estrategia de adquisición de los territorios se hacían bajo proyectos generales de consolidación y efectuaban una especie de estudios de mercado para desarrollar al máximo sus regiones.

La conformación de estos sistemas de haciendas era muy simple: Comenzaba como ya mencionamos con donaciones de tierras o fincas, las primeras donaciones tuvieron lugar en el siglo XVI algunos años después de la llegada de los jesuitas a la Nueva España, es mencionada la donación de la hacienda de Jesús del Monte para los padres que estaban en el colegio Máximo, con el tiempo esta que fue una de las primeras haciendas llegó a ser casa de retiro y descanso de los jesuitas del Colegio Máximo. Situación similar sucedió con la hacienda de Xuchimangas que pertenecía al colegio de Tepotzotlán, sin embargo estas haciendas nunca dejaron de operar de manera comercial.



Mapa obtenido del estudio de imagen urbana de Tepotzotlán, fracción del la jurisdicción de Cuahuttlán en 1790. Tepotzotlán esta marcado dentro del círculo mas oscuro, el triangulo hacia la izquierda es Xuchimangas, siguiendo en línea hasta el extremo izquierdo del plano, otro triangulo marca la Concepción, los rectángulos marcan los ranchos. En la parte inferior del lado derecho Santa Inés, en el mapa aparecen mas haciendas y ranchos, que no pertenecían a los jesuitas, o que a esta fecha ya no eran de su propiedad, varias de las que vemos en este plano, debían ser fracciones de las extensas propiedades que ellos tenían ya vendidas y algunas fraccionadas.

Uno de los factores que determinaron el éxito en la administración de las haciendas, fue la estructura que crearon para la administración de las mismas, jerarquizando la cadena de mando y respetándola con extraordinaria rectitud, la jerarquización permitía entre otras cosas, delegar responsabilidades y encontrar siempre al responsable de la operación de cada unidad productiva.

Las decisiones eran tomadas en cada esfera de influencia y siempre existía una persona a la que se podía acudir para consultar algunas de las decisiones, este sistema es similar al de las empresas actuales donde existen gerencias y jefaturas que controlan áreas específicas y que van respondiendo a sus jefes inmediatos.

Para el control de las haciendas jesuitas existían diferentes niveles que formaban una pirámide que se podría denominar de mandos: En la cúspide de la misma estaba el administrador general, en él recaían las decisiones de compra venta y las tendientes a la operación de los sistemas comerciales, su poder radicaba en que conocía todos los sistemas a su cargo y este manejo de información le permitían la toma de decisiones de manera global, también estaban 2 o mas viceprocuradores, otro puesto de mucha importancia era el encargado del almacén, este tenía control sobre la llegada de los productos de las haciendas y estaba al tanto de la venta de los mismos.

En el siguiente nivel se encontraba directamente en las haciendas, administrativamente existían diferentes tipos de haciendas, en las mas importantes que normalmente eran cabecera de otras mas, estaban los administradores, ellos controlaban la hacienda en la que estaba la sede, mas las que estaban adscritas a ella. Es el caso de Santa Lucia para el colegio Máximo y San Pedro Xalpa para Tepetzotlán, cada una de estas controlaba a otro grupo de haciendas con diferentes funciones y actividades que normalmente se complementaban entre si.

Un escalón mas abajo los mayordomos de las haciendas y fincas bajo el control de otra mayor, estos se encargaban del manejo y control de un rancho o finca su jefe inmediato era el administrador de la hacienda que fungía como cabecera de la región. La cadena de mando que se ejercía era respetada, se efectuaban auditorias y visitas constantes para verificar el estado de operación de las unidades de producción.

Establecida la cadena de mando en relación con el tamaño de las unidades de producción, el siguiente paso era la colocación en ella de gente de confianza, no solo se pensaba en el grado de conocimientos que debía tener un operador, era muy importante la lealtad que este podría presentar. El primer problema se subsano con la creación de manuales para la operación de las haciendas, además de un sistema de entrenamiento en el que se colocaban los prospectos en diferentes puestos y según su capacidad iban ascendiendo hasta llegar a ocupar cargos de administrador o algún cargo en a administración central. El segundo aspecto se manejaba con la colocación de un padre jesuitas en la administración de las haciendas, con esto estaba garantizada su lealtad y honestidad.

Existieron administradores seculares, conforme el cargo era de menor importancia esta excepción fue mas común, también se debe mencionar que los mayores casos de robo y malos manejos se dieron en unidades productivas donde los administradores eran seculares.¹³

¹³ DENSON RILEY, James, *Hacendados Jesuitas en México*, Melo, México, 1976. Se comentan los casos específicos de malos manejos en la hacienda de y en la de donde se robaron la producción y los informes que se proporcionaban eran falsos

Además del control y la disciplina para respetar los organigramas existió otro factor importante en la administración de los jesuitas: la vigilancia, cada operario llenaba 6¹⁴ libros que eran enviados al administrador general que los revisaba y le servían para tomar decisiones, este sistema de contabilidad mas las auditorias permitían detectar a los elementos ineficientes. Donde las operaciones era fallidas se analizaba la información plasmada en los libros y el administrador podría determinar las causas, si la causa era la mala operación de la hacienda el individuo que había sido culpable era reubicado o despedido según fuera el caso.

En algunos casos existía un límite para las operaciones en dinero que podía realizar un operario, si la operación excedía este monto tendría que pedir aprobación al administrador central u a otro administrador que tuviera un nivel jerárquico superior al que el tenía, este sistema se sigue usando todavía principalmente en lo referente al manejo de presupuestos, que al exceder ciertas cantidades en el gasto anual, tienen que someterse a las decisiones de alguna autoridad central que dependiendo de la tipología de la obra ejecuta una licitación pública para asignar el contrato.

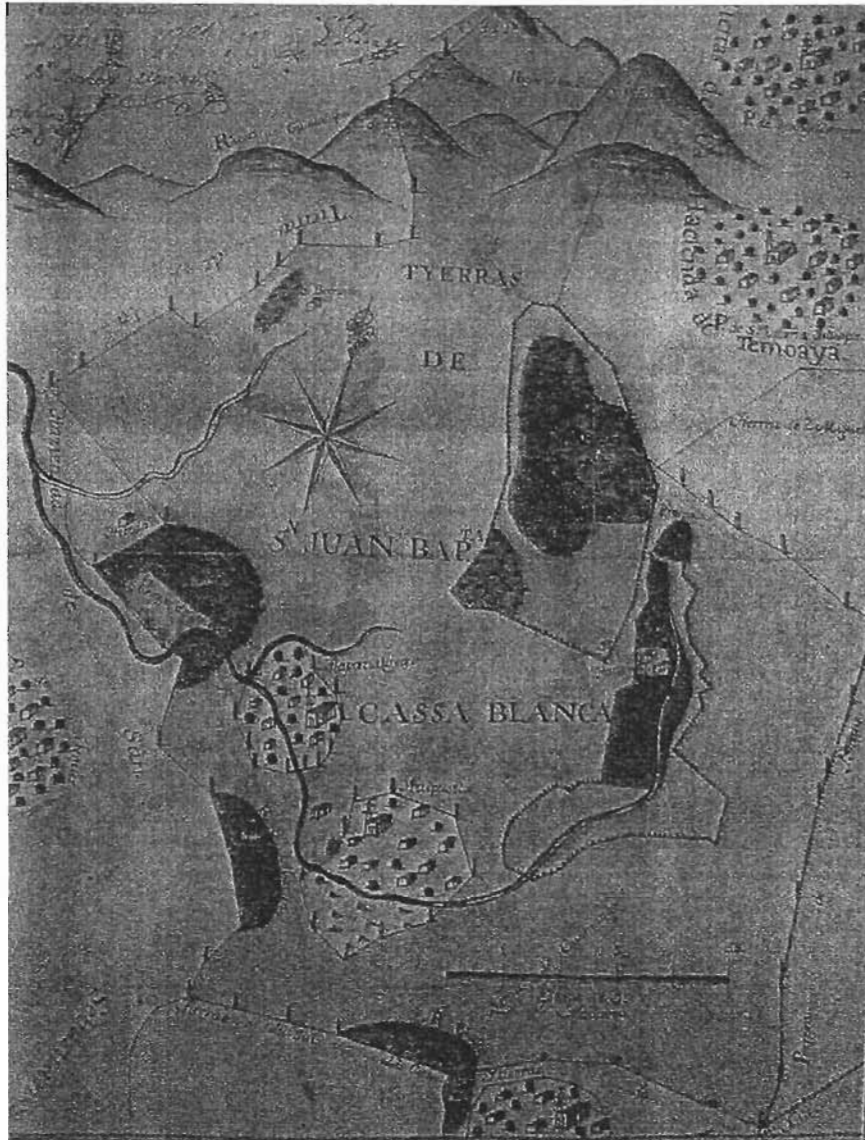
El administrador general evaluaba toda la información que recibía y planeaba estrategias de expansión, una de las practicas mas comunes era la adquisición de territorios poco productivos o abandonados a bajos precios para aumentar su valor por medio de obras de infraestructura, un territorio seco se volvía productivo con la construcción de obras hidráulicas canales, represas, acueductos etc.

Un sistema de haciendas funcionaba porque las actividades que se asignaban no eran en función de un solo territorio, al contrario se analizaban las haciendas que estaban en conjunción con ellas y se decidían por los productos que podían complementarse, su primer benefactor Villaseca les había recomendado que la compra de tierras fuera bajo estas condiciones y esta práctica la siguieron a lo largo de toda su estancia en el virreinato.

La administración contaba con personal establecido en diferentes partes del país que analizaban los mercados y las propiedades, esta función también la realizaban los colegios en provincia los cuales servían como intermediarios y enviaban reportes hacia la administración central, la eficiencia de los operadores abarcaba varios niveles por ejemplo en lo relativo al "papeleo"; cuando se trataba de pedir mercedes reales, la documentación solicitada siempre llegaba primero que los otros solicitantes.

Existe un caso que se menciona en el libro *Hacendados Jesuitas*, donde el administrador del Colegio máximo de San Pedro y San pablo, el padre Donazar estaba interesado en las tierras de la hacienda de San Pablo porque necesitaba aumentar la capacidad de pastos del sistema de haciendas de Santa Lucia, este interés lo llevó en 1731 a examinar los títulos de propiedad de las haciendas contiguas y descubrió 7 sitios que había reclamado el mayorazgo de Francisco Jerónimo López de Peralta y Murillo, en un estudio de deslinde que se hizo en 1716 se consideraban realengas.

¹⁴ En los libros se colocaba la siguiente información: 1. los recibos y gastos de la semana, 2. los recibos y gastos del mes, 3. las cosechas y su empleo al año, 4. la cosecha diaria y su costo, 5. las cuentas de los sirvientes, 6. inventario de los bienes de la hacienda, 7. los títulos y cualquier documento legal relacionado con la hacienda, 8. las deudas de la hacienda y las deudas a favor de la hacienda, 9 las cantidades adeudadas a los trabajadores por día. *Ibidem.*, p. 67



Mapa de las tierras de la hacienda de Casa Blanca, Estudio de imagen urbana de Tepozotlán.

Esta pertenecía al sistema de haciendas cuya cabecera se ubicaba en Xalpa. En el mismo mapa podemos ver un tramo de la hacienda de Temoaya que era del mismo sistema, ambas haciendas pertenecían al Colegio de Tepozotlán.

Se muestran terrenos adyacentes y sus funciones, potreros, estancias y otras haciendas, también se ubica el casco de la hacienda y las obras hidráulicas construidas, al norte una presa, así como los pueblos cercanos.

Peralta y Murillo sabía que eran realengas pero no hizo nada por reclamarlas tramite que si hizo Donazar. Para 1735 el Colegio recibió la cédula real adjudicándole los 7 sitios, la propiedad de Peralta y Murillo quedo dividida en dos porciones separadas entre si, el intento rentar las partes a los jesuitas pero hábilmente Donazar se negó y le ofreció la compra. Después de un tiempo la propiedad de Peralta se arruino y el decidió vender a precio bajo.

Donazar establece un patrón de compra en el que deseaba controlar todo el norte del lago de Zumpango uniendo todo el territorio a la hacienda de Santa Lucia, como ya se menciona los caminos más importantes surcaban estos territorios además de que la estrategia abarcaba las propiedades de Tepozotlán, ambas Santa Lucia y Xalpa formaban una franja en el norte de Zumpango que abarcaba extensiones de terreno hasta regiones de los actuales estados de Querétaro y Hidalgo, su control llegaba hasta las inmediaciones de Metztilan, La importancia de esta estrategia era muy amplia, el control

de toda la rivera norte del lago de Zumpango permitía un tránsito libre de mercancías entre las diferentes haciendas de ambos sistemas, se controlaban las dos salidas al norte, el camino a Querétaro y el camino a Pachuca, ambos inicio de caminos mas prolongados y que eran ejes comerciales entre las zonas productivas jesuitas y los centros donde se podrían vender los productos, los caminos hacia la ciudad de México también quedaban dentro de territorios jesuitas, la mercancía era enviada para su venta a las ciudades aledañas o al almacén del Colegio Máximo.

El tipo de producción era determinado por el administrador central, este obedecía a las fluctuaciones del mercado, los cambios de cultivos o de tipo de actividad eran comunes en las haciendas, esta situación no se podía aplicar a hacendados seculares debido a que el cambio de producción era muy caro, los jesuitas podían absorber perdidas en una o dos propiedades porque contaban con otras mas que eran altamente productivas.

Un cambio que fue costoso pero se pudo considerar a la larga como un éxito, fue en el ingenio de Jalmolonga que se encontraba en la región de Malinalco producía caña de azúcar, cuando la caña de azúcar comenzó a bajar de precio, los jesuitas advirtieron que esta tendencia seguiría a la baja, al mismo tiempo se acrecentaba la necesidad por el trigo, la decisión la tomaron y cambiaron el cultivo, con lo cual dejaron de perder dinero y se avocaron a un cultivo cuyo precio seguiría a la alza.

No es difícil imaginar que en estas especulaciones para que un precio subiera o bajara también tenían mucho que ver los jesuitas, recordemos que ellos también controlaban la distribución de los productos.

Pero toda la maquinaria y los elementos de ingeniería que se desecharon del ingenio de Jalmolonga fueron instalados en una finca cercana, la cual al principio reporto perdidas, a la larga funciono un tiempo en la producción de azúcar, para después seguir el ejemplo de Jalmolonga y transformarse en cerealera.

Las haciendas estaban diseñadas para proporcionarse bienes y servicios unas a otras, este aspecto cambiaba dependiendo de los factores ambientales y de la perdida de cosechas, normalmente Santa Lucia le proporcionaba a las demás haciendas animales, de carga y animales para la producción. Otra practica común era la de aumentar la producción de granos en algunas haciendas cuando en otras había perdida de cosechas, de esta manera se hacían fuertes unas a otras.

Las cadenas productivas se encontraban completas en el interior de las mismas haciendas, algunas de estas dedicadas totalmente a ser obrajes, por ejemplo la hacienda de Xuchimangas era una hacienda dedicada a la producción de harinas ya que contaba con varios molinos en su territorio entre los que se encuentran los adjuntos a la huerta de los colegios de Tepotzotlán, esta hacienda tenía producción de granos y algunos animales, pero su principal función era la producción de granos.

Otra cadena completa era la emanada de la crianza de ganado de diferentes especies, las haciendas de ganado menor producían aparte de la lana, sebo, velas, curtido de pieles y venta de ganado, esta producción era dividida entre las ventas a diferentes compradores y el autoconsumo, sus estrategias de venta incluían el abastecimiento de regiones mineras, como los poblados mineros al norte de Pachuca y la venta hacia las zonas productivas especializadas, como ejemplo, parte de la producción de lana se vendía directamente a los obrajes textiles en la región de Tlaxcala.

Las ventas era controladas por el almacén central ubicado en el colegio máximo, las mercancías eran enviadas a ese lugar, por necesidades de espacio y dificultad en el transporte las mercancías enviadas ya tenían comprador, era común que dependiendo de los movimientos del precio en el mercado las mercancías no fueran enviadas a las mismas ciudades, si en otra ciudad se podía obtener un mejor precio por un producto, este se mandaba hacia allá, los que servían de intermediarios eran los jesuitas de otros colegios.

Toda esta red de contactos estaba basada en la misma red formada por los colegios y los jesuitas establecidos en diferentes ciudades proporcionaban los servicios necesarios hacia el Colegio Máximo¹⁵.

Los productos de las haciendas tenían buena demanda por su calidad, esta razón obligaba a un control de calidad estricto, por ejemplo las harinas y el azúcar. El harina que se producía en los molinos propiedad de la compañía, tenía que ser limpia sin ninguna impureza, el azúcar tenía que estar seca y de buen color, la alteración de estas normas de calidad en los productos obligaba a que el precio fuera menor al establecido en el mercado y por lo tanto se obtenían menores ingresos.

Algunas haciendas cerealeras, principalmente las que producían trigo estaban acompañadas de haciendas molineras. La producción de harina y trigo era enviada al almacén y este a su vez ubicaba compradores en la ciudad de México, los volúmenes de producción se vieron afectados por los cambios de tipo de producción en algunos ingenios¹⁶ así la producción de trigo aumento y las cargas enviadas a la ciudad de México de ambos productos, harina y trigo.

El almacenista ubicaba los granos y la harina con los mejores compradores posibles, para colocar la harina se distribuía directamente en las panaderías una de las cuales era propiedad del colegio. Los cambios de producción incrementaron las cargas de harina, enviadas de 2000 y 3000 cargas al año hasta 4000 cargas en 1750 convirtiendo al colegio en uno de los principales vendedores de harina en el altiplano central. Este dato excluye la harina proveniente de otros ingenios de la misma compañía, como es el caso de Xuchimangas, la producción de este podría ser distribuida en diferentes mercados.

Las prácticas comerciales ejercidas por los jesuitas les permitían el control comercial en el mercado sobre los productos que producían, manufacturaban y vendían. Su eficiencia se basaba en el extremo orden y disciplina, características presentes en todas las actividades de la compañía de Jesús, estos factores no estaban solos, la vigilancia de los operarios y el análisis de los comportamientos de los mercados, así como el estudio y el manejo de la información les permitieron configurar los sistemas de haciendas que mantuvieron las actividades educativas y evangelizadoras, los excedentes que eran cuantiosos eran utilizados en inversiones en las mismas regiones y en las haciendas, inversiones en infraestructura que repercutía en mejoras en la producción.

¹⁵ En la década de 1740 la lana de Santa Lucia fue vendida en varias ocasiones en Puebla en lugar de la ciudad de México, el intermediario fue el padre Juan Bringas del Colegio del espíritu Santo en Puebla. DENSON RILEY, *Op Cit.*, p. 96

¹⁶ Se menciona anteriormente los cambios de producción en Jalmolonga y Santa Lucia Palapa de trapiches a haciendas cerealeras productoras de trigo

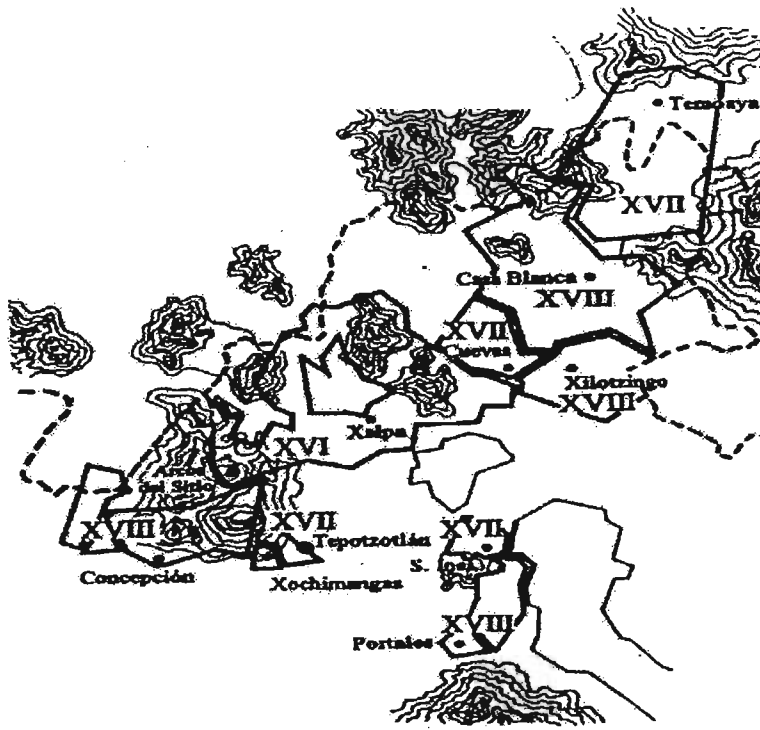
C. LAS HACIENDAS DE LOS COLEGIOS DE TEPOTZOTLAN ENTRE ELLAS LA DE XUCHIMANGAS

Las haciendas de Tepotzotlán tenían su cabecera en Xalpa, al norte del lago de Zumpango que coincidentemente fue una de las primeras adquisiciones que hicieron los jesuitas en su carrera de hacendados. Esta propiedad se adquiere en 1595 y en la época de la compra era una finca de poca extensión; por medio de las prácticas ya descritas. En el momento de la expulsión, llegó a tener un casco con 8000 metros cuadrados y una extensión de más de 14000 hectáreas.

En 1608 compran la propiedad de Santa Inés en Tultepec, en 1629 el Astillero cerca de Tepotzotlán que contaba con un batán, molino y astillero. Recordemos la importancia de los sistemas de tecnología preindustrial en las unidades productivas de los jesuitas. En 1639 adquieren Xuchimangas esta última por deudas adquiridas por los pobladores de Tepotzotlán que eran los dueños de la Hacienda al verse imposibilitados para pagar terminaron vendiéndola.

Xuchimangas adquirió importancia debido a la excelente ubicación y cercanía con los Colegios, en el casco de la hacienda construyen una casa de campo para los novicios en la cual pasaban temporadas de descanso. En 1664 se compra Temoaya, en 1732 Portales, en 1742 la concepción o una de sus adquisiciones mas grandes: La Gavia en Metepec. Para el momento de la expulsión en 1767 tenía 179 826 hectáreas.

La organización de estas haciendas siguió los lineamientos generales establecidos por los jesuitas, la organización era muy similar a la ya descrita, adaptándola a las unidades productivas que se encontraban.

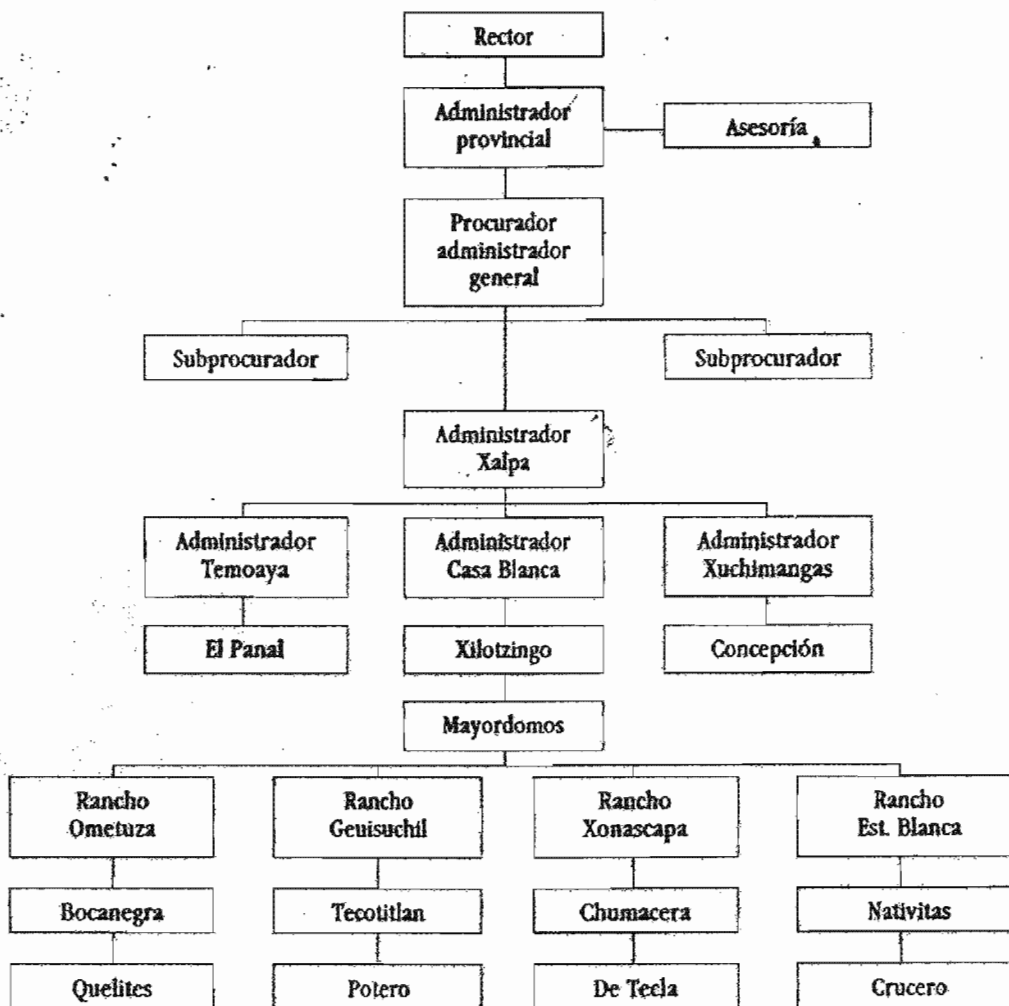


Esquema de las haciendas con cabecera en Xalpa pertenecientes a los colegios y la fecha en la que fueron adquiridas. Los bienes temporales Jesuítas en Tepotzotlán, Historia de las Haciendas del colegio y Noviciado de San Francisco Javier. Las extensiones territoriales no siempre fueron las mismas, observamos el sistema que se formaba y se unía con el de Santa Lucía perteneciente al Colegio Máximo, este anillo bordeaba la riera norte del lago de Zumpando y controlaba las 2 salidas de la capital de la nueva España hacia el norte.

En primer lugar estaba el rector del colegio, que estaba en la parte mas alta del organigrama pero que no se relacionaba demasiado con los aspectos operativos, el participaba de las decisiones, pero el administrador era en realidad el que desempeñaba las labores operativas, el administrador general se apoyaba en el procurador y en 2 sub procuradores que apoyaban este desempeño, en un nivel mas abajo se encuentra el administrador de Xalpa que controlaba la hacienda y todas las fincas y ranchos adscritos a la cabecera, luego tres administradores uno por cada una de las haciendas secundarias, Temoaya, Casa Blanca y Xuchimangas, finalmente los mayordomos colocados en los ranchos que estaban repartidos entre las haciendas secundarias.

ORGANIGRAMA ADMINISTRATIVO
DE LA HACIENDA DE XALPA Y SUS ASOCIADAS

SIGLO XVII



Organigrama de la hacienda de Xalpa, La Hacienda de Xalpa y sus asociadas. observamos la importancia que tenia Xuchimangas ubicada por debajo de Xalpa pero con una hacienda como la concepción como subordinada, los ranchos y estancias están ubicados en la parte inferior, este no fue el único sistema que tenían, tuvieron posesiones en el valle de Toluca (la gavia con alrededor de 180 000 ha) en el bajo y Zacatecas en Colima entre otros lugares. Xuchimangas era menor en tamaño que la concepción, poseía varios molinos, estaba cerca de los colegios y cercana a las vías de comunicación principales.

Los colegios de Tepetzotlán tuvieron haciendas que se encontraban lejos de la región principal, en Colima, en el valle de Toluca, y en Zacatecas. La mayoría de las haciendas que estaban fuera de su estrategia principal territorial eran donativos que hacía algún benefactor y que integraban al sistema, aunque no interactuaban como lo harían las otras.

Por esta razón no son incluidos en la descripción de organización, para estos ranchos y haciendas ubicados en tierras mas lejanas, se efectuaba una administración similar eligiendo una hacienda cabecera con algunas mas secundarias y los ranchos. Haciendo una comparación, el Colegio Máximo tenía varios sistemas de haciendas, entre ellos el ya analizado de Santa Lucía y entre otros el de la providencia en la región de Chapala en los actuales estado de Jalisco y Michoacán.

Al momento de la expulsión solamente el sistema de haciendas de Xalpa fue valuado en 709 691 pesos¹⁷ lo que significa que en 200 años de trabajo y mejoras aumentaron el valor de la propiedad considerablemente, las técnicas utilizadas y las estrategias de adquisición fueron muy similares a las utilizadas por el colegio máximo:

Una estrategia importante, utilizada por el colegio de Tepetzotlán fue la de adquirir grandes extensiones de terrenos áridos de poco valor porque no eran fértiles y luego habilitarlos para la cría de ganado¹⁸

Los ranchos que fueron configurando la extensión final de Xalpa se dedicaban entre otras cosas a la cría de ganado, las fincas ovejeras que como ya se describió comprendían toda la cadena productiva, también pertenecían a Xalpa, no obstante Xalpa era una hacienda de producción múltiple que ganadera y cerealera. Lo mismo sucedió con Xuchimangas que básicamente era un hacienda cerealera - molinera y con la concepción asignada a Xuchimangas que fue ganadera y cerealera.¹⁹

Un aspecto importante para mencionar, es el desarrollo regional que los jesuitas proporcionaban, no es difícil imaginar el análisis que hacían de sus propiedades, y elegían estratégicamente las obras que iban a desarrollar para contribuir a la producción de la región.

El sistema de haciendas de los jesuitas, desarrolla una interacción con los pobladores y con los trabajadores los cuales se veían beneficiados de vivir cerca o dentro de uno de estos territorios, al mismo tiempo un elemento de elección para la compra de nuevas tierras, era la ubicación de pueblos cercanos que les proporcionaran mano de obra para el trabajo en las haciendas, los trabajadores generalmente estaban a gusto trabajando para los jesuitas, esto determina relaciones muy importantes que van mas allá de lo estrictamente laboral.

Para Maria Elisa Velásquez la combinación de elementos espirituales y temporales les permitía ejercer un control ideológico que les permitía acrecentar su poder en las zonas que controlaban, si a esto aunamos la educación de los hijos de nobles y en el caso de Tepetzotlán la educación de hijos de caciques indígenas, obtendremos un acceso al

¹⁷ VELASQUEZ, María Elisa "Los bienes temporales Jesuitas en Tepetzotlán, Notas para la Historia de las Haciendas del Colegio y Noviciado de San Francisco Javier", *Boletín del Museo Nacional del Virreinato*, INAH - Nueva Época, México, Septiembre-Octubre, 1995, p.1

¹⁸ *Idem.*, p.3

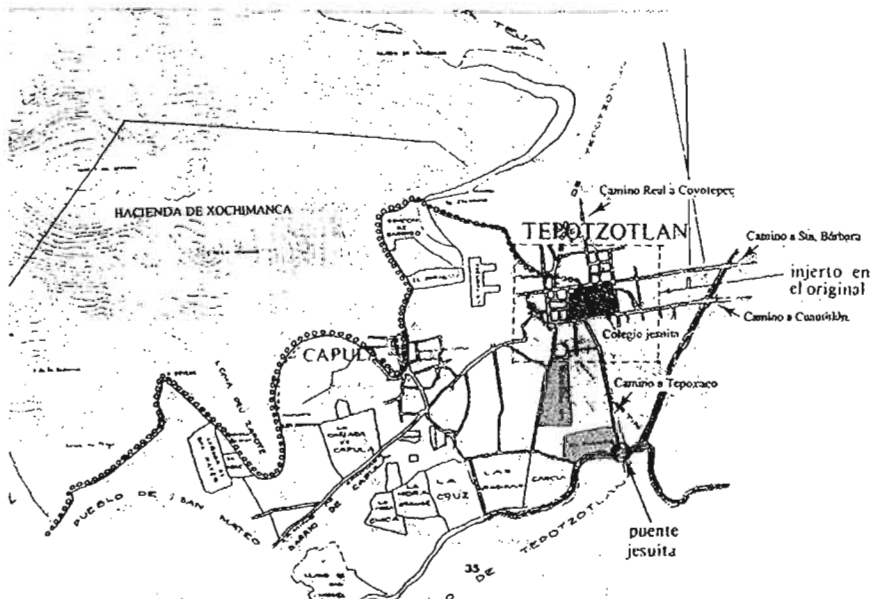
¹⁹ Se conoce el dato de la cría de ganado de lidia en la hacienda de la concepción. NERI VARGAS, *Op Cit.*, 95

poder en todos los ámbitos que les permitían configurar sin problemas sus regiones y obtener beneficios.

La hacienda de Xuchimangas es adquirida por una deuda que no pudieron pagar los naturales, este dato es importante porque los jesuitas prestaban dinero a los naturales que al no poder pagar tienen que entregar su hacienda, los jesuitas obtienen un beneficio muy amplio con esta hacienda que se convierte en una rama principal de su sistema.

Por su cercanía con la ciudad de México, las haciendas de Tepetzotlán enviaban sus productos al almacén del Colegio Máximo para su colocación y venta. Los productos y subproductos generados en Xalpa eran comercializados entre otros lugares en la ciudad de México, al igual que las cargas de harina provenientes de las haciendas de Chicomocelo y Jalmolonga que terminaban en diferentes panaderías de la ciudad e México incluida la que administraba el colegio, las cargas de Xuchimangas podrían ser distribuidas de esta forma por medio del almacén del Colegio Máximo.

La camicería del colegio en la ciudad de México vendía todo el año carne y ganado vivo, de Xalpa salían ovejas que se vendían en este lugar ganando 14 reales por oveja, se vendían miles de ovejas vivas cada año.²⁰



Estudio de imagen urbana de Tepetzotlán. Extensión de Xuchimangas con respecto al pueblo, los terrenos cuyo nombre está escrito pertenecían a los jesuitas, los puentes también son obra de ellos. Parte del límite de la hacienda lo marcaba la zanja real que venía de la presa de la Concepción. Están marcados los caminos y hacia donde iban, los ríos y los canales

La infraestructura era muy importante, en Tepetzotlán su configuración fue determinada por la ocupación y producción que los jesuitas hicieron durante 200 años, la hacienda más cercana era Xuchimangas cuya función principal era la de moler en sus molinos los granos enviados por las diferentes unidades productivas regionales, el control de la zona

²⁰ GOMEZ MORALES, Delia G, "Las Haciendas de Xalpa y sus asociadas", en *Boletín del Museo Nacional del Virreinato*, INAH - Nueva Época, México, 1995, p.3

dependía de el grado de infraestructura, para lo cual los jesuitas desarrollaban obras que les permitían distribuir los recursos y manejarlos.

Los caminos estaban en buenas condiciones, se construían nuevos todo en función de las vías de comunicación necesarias entre unidades productivas, en una región hidráulica, los diferentes cursos de agua y canales que surcaban la región impedían un tránsito adecuado, la construcción de puentes fue muy importante, uno de los más grandes se encuentran hacia el sur de Tepetzotlán sobre el río hondo, el otro hacia el norte sobre la cañada del arroyo, ambos caminos unían Tepetzotlán con el norte y el sur.

Lugares donde también se encontraban otras haciendas, que debían tener una comunicación rápida y adecuada con Xuchimangas se conectaban, el camino que unía los colegios con Xuchimangas sobrevive en una calle que sale de la parte lateral sur de los colegios, una línea recta une los dos puntos como ya mencione en la introducción, si uno como observador se coloca en el puente que salva la zanja real a la altura de Xuchimangas puede ver hacia el Oriente la fachada del ex templo de San Francisco Javier.

En arroyo cañada (uno de los puentes esta sobre esta) se construye una presa de piedra que captaba el flujo de agua de este arroyo y por medio de un canal que corría por la actual calle de Eva Sámano se unía con el sistema principal, la zanja real construida desde la presa de la Concepción en cuya zona de influencia se encontraba otra hacienda del mismo sistema (La de la concepción) es la zanja que alimentaba los molinos y los colegios con agua.

En el estudio de desarrollo urbano de Tepetzotlán se habla de que en la época de mayor esplendor Xuchimangas llego a tener más de 7 Molinos. También ya se menciona que la extensión de Xuchimangas era la menor de todo el sistema (1476 hectáreas), pero no su importancia, colocándola directamente por debajo de Xalpa y con varias haciendas y ranchos adscritos a ella, la razón más lógica es su papel como hacienda molinera donde se transformaba el trigo en harina.

No solo la producción de Xuchimangas era enviada a los molinos, de otras haciendas también se enviaba el trigo para transformarlo en harinas, los caminos entre haciendas debían de estar en buenas condiciones. También es importante la distancia entre las haciendas, las haciendas muy lejanas no podían enviar sus productos hasta los molinos de Xuchimangas, sería incosteable, de igual forma el camino entre los molinos y los posible destinos (la ciudad de México) debía de estar transitable.

Sería interesante la investigación de las rutas comerciales, recordemos que a pocos kilómetros al oriente se encontraba la rivera del lago de Zumpango que se conectaba con los lagos de Texcoco y la laguna de México, ¿pudo ser la ruta, embarcar la harina y enviarla por el lago hasta la ciudad?, es muy probable que este fuera el camino si los productos llegaban mas rápido seguramente los jesuitas así los habrían mandado.

Las zonas jesuitas dominaban toda la cadena productiva, es decir que producían materia prima, la procesaban, la transformaban y además la distribuían, un sistema de este tipo y tan bien administrado, solo podría proporcionar utilidades. Xuchimangas era una hacienda cerealera molinera con varios molinos, en este lugar se enviaba de varias haciendas el

grano para producir harinas que eran vendidas en las ciudades cercanas y que garantizaban el autoconsumo.

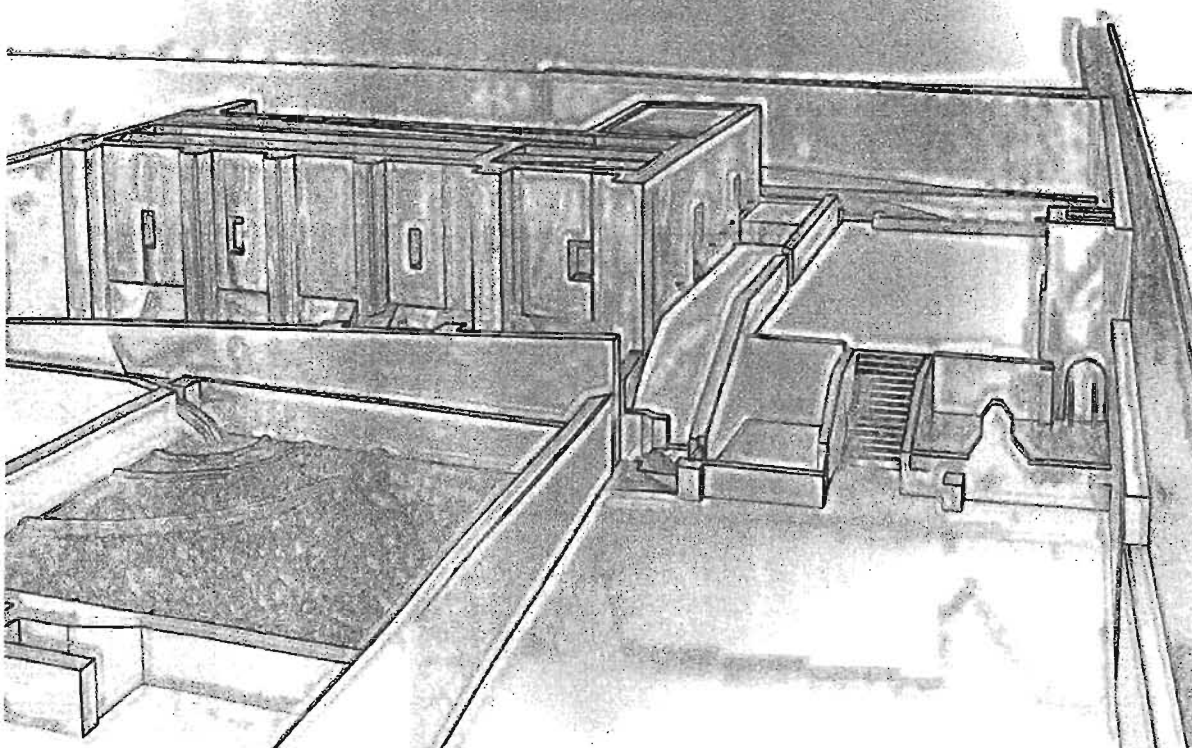
La producción de las diferentes haciendas era en primer lugar consumida en la misma zona, intercambiando entre ellas productos, por lo que en la asignación de producción los jesuitas buscaban que no hubiera competencia entre las unidades de producción de una sola zona, los excedentes (que eran cantidades importantes) se exportaban y se vendían.

Las huellas de su transformación en la región son visibles, los cascos de las haciendas están diseminados por toda la zona, sus obras hidráulicas todavía se utilizan, los caminos siguen siendo los mismos, ahora con carreteras construidas sobre los viejos trazos.

La obra más monumental de los jesuitas en la zona es una obra que ellos dejaron inconclusa, los ahora llamados arcos del sitio, este acueducto fue comenzado por ellos con el proyecto de llevar agua a la hacienda de Xalpa, para lo cual se les otorgo la posibilidad de tomar agua del río el oro posterior al molino del oro, el acueducto en su recorrido debía de salvar una barranca, la obra construida convirtió al acueducto en el mas alto del mundo, la expulsión de los jesuitas interrumpe la obra que es terminada por el nuevo dueño de Xalpa casi 100 años después



Fotografía actual del casco de Xuchimangas en el barrio de Capula en Tepetzotlan Estado de Mexico, tomada desde el Oriente.



CAPITULO IV: UN TEMA SOBRE LOS MOLINOS DE XUCHIMANGAS.

En lugar del dicho noviciado que estava en Tepotzotlán, se procure poner, allí, pro temporis oportunitate, el seminario de letras humanas, para que haga cuerpo de religión con las lenguas, y assí, guardarse mejor las reglas y, con este título, tener renta la dicha casa, como el virrey tiene ya dadas y confirmadas bastantes tierras para estancias y molino: que, de aquí a tres meses, estará ya corriente y moliente.

Ordenaciones del padre Diego de Avellaneda, Visit.
a la Provincia de Nueva España. Principios de junio 1592

Capítulo IV: LOS MOLINOS DE XUCHIMANGAS

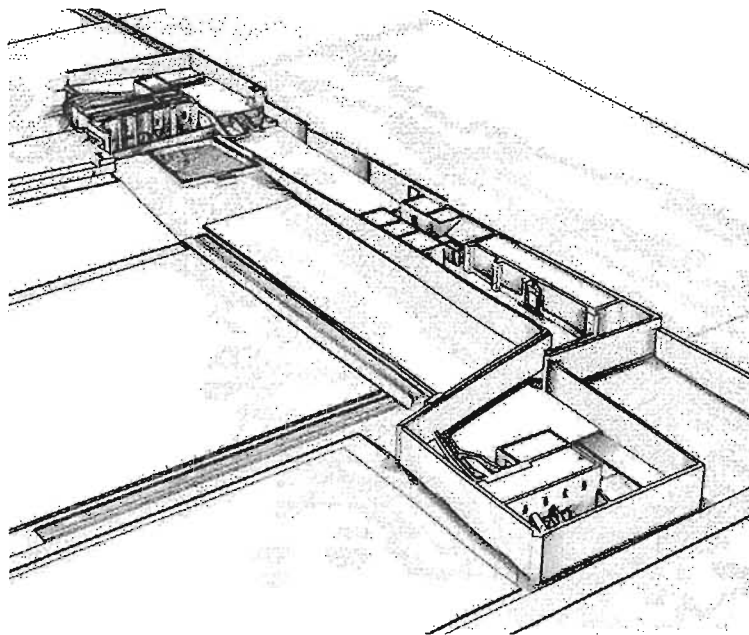
Los molinos de Xuchimangas se encuentran en un terreno de 4700 m², ubicado al norte de la huerta de los Ex Colegios jesuitas de Tepotzotlán. De todo el sistema de molinos que perteneció a la hacienda de Xuchimangas, solo 2 sobrevivieron hasta nuestros días, paradójicamente estos dos molinos son los primeros que construyeron los jesuitas, pertenecían a ellos aun antes de que adquirieran la hacienda lo cual hacen hasta el siglo XVIII.

Los molinos que están en la huerta sobreviven y conservan el nombre de la hacienda están repartidos en 3 secciones muy claras, los molinos de arriba (4 cubos), los molinos de abajo (2 cubos) y entre ambos una serie de construcciones y espacios abiertos que denominaremos áreas intermedias. El que mejor estado de conservación guarda es el conjunto de los molinos de arriba, el área de transición y los molinos de abajo están en estado ruinoso.

El sistema hidráulico que se diseñó para la región, abarcaba zonas de varios kilómetros cuadrados, haciendo una mezcla entre el sistema natural (cursos de agua) y obras hechas por el hombre (canales, presas, etc.) que permiten el mejor control de los recursos hidráulicos de la región. Los restos están diseminados y perdidos en todo el pueblo y territorios aledaños. Una muestra pequeña de este gran sistema, esta dentro del perímetro de los Ex Colegios jesuitas, podemos observar canales, acueductos, depósitos y fuentes aun funcionando de manera parcial, todo dentro de los terrenos del actual Museo Nacional del Virreinato.

Para describir los molinos hablaremos de sus propios espacios, pero no podemos olvidar su participación dentro de una escala mayor, debemos ubicarlos como parte de un gran sistema en el que la tecnología hidráulica jugó un papel muy importante y de la cual nos queda una pequeña muestra.

Para hablar de los molinos, usaremos los recorridos funcionales que participaron activamente en el, si seguimos el camino del agua, este nos guiara por los elementos hidráulicos de los molinos: canales, cubos, embalses, estanques etc. El camino del trigo nos llevara por los espacios arquitectónicos y sus usos teóricos: patios de trabajo, bodegas, sala de molienda, y al final regresando a los caminos del agua pero a una escala mayor, la descripción del sistema hidráulico general de los colegios.



Vista general de los molinos de Xuchimangas. En la parte del fondo esta el molino de arriba, enfrente los de abajo, entre ambos las áreas intermedias.

A. EL CAMINO DEL AGUA

El camino del agua empieza en la presa de la Concepción, a 10 kilómetros del pueblo hacia el poniente, un canal general serpentea por los terrenos salvando desniveles y avanzando hacia el centro de la población, en su camino se va dividiendo para terminar en diferentes destinos que de momento no tomaremos en cuenta. Gran parte de este canal y sus divisiones están a cielo abierto, el trayecto que corre por el pueblo es subterráneo pasando por debajo de calles ahora transitadas constantemente; nuestro canal de alimentación llega por el norte bajando por la calle de Benito Juárez, el agua vuelve a ver la luz en el interior del terreno de los molinos. Hoy todavía es posible observar en época de sequía el agua proveniente de la presa corriendo por los canales, llegar a los molinos actualmente abandonados llenando sus rincones para después terminar regando los pastos de la huerta.

El canal colector general que corría por la acera sur de la calle Benito Juárez fue entubado alterando el sistema, la consecuencia es visible, en la época de sequía cuando el agua busca sus caminos antes abiertos, los excedentes del agua salen por el muro norte y bajan por la calle en la que antes estaba el canal, para terminar en algunas casas en la parte baja de la vía con las molestias obvias de los vecinos.

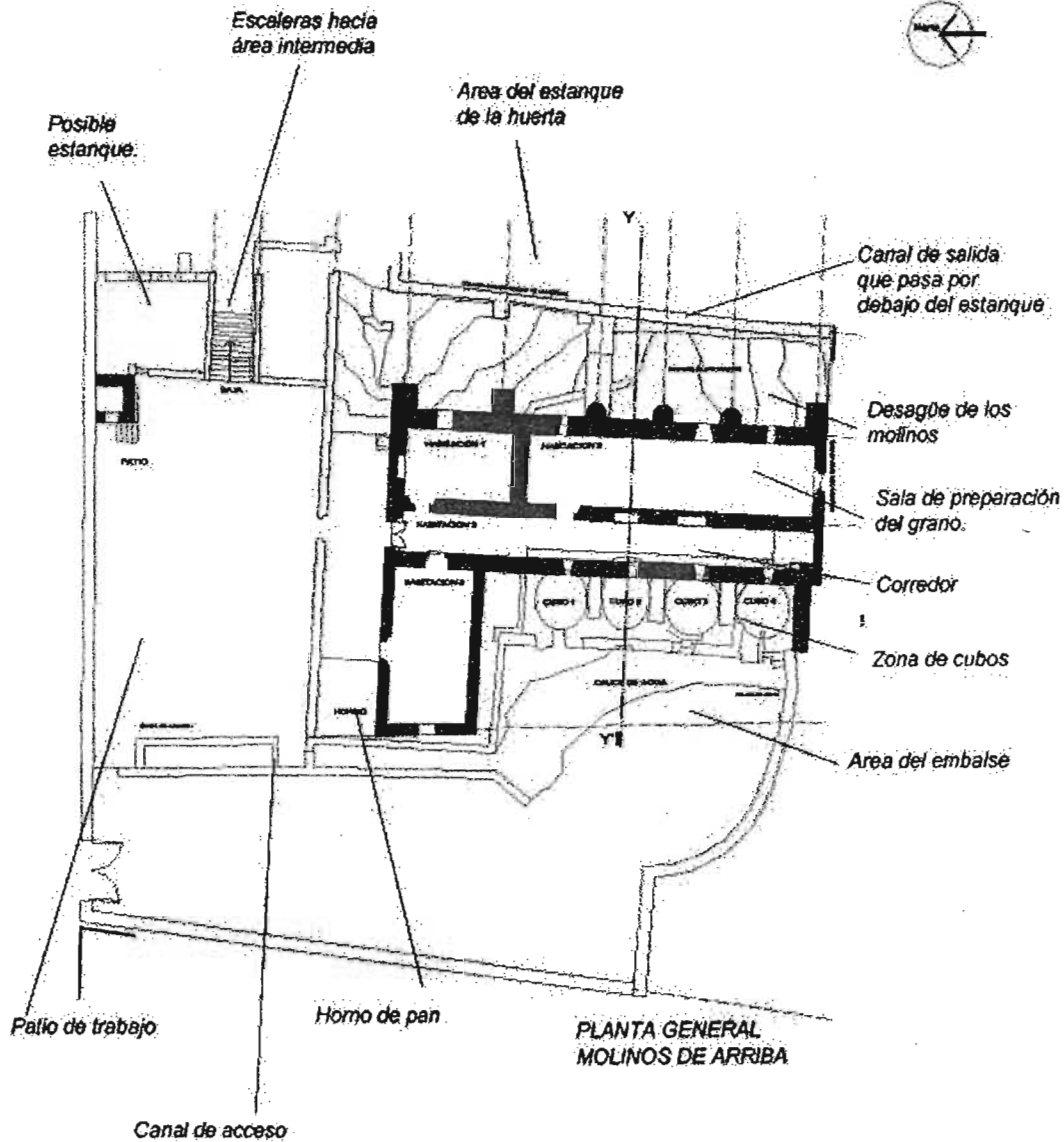
Arriba donde comenzaba la zanja, en la zona donde el canal de alimentación principal entra a los terrenos de los molinos, se encuentra una compuerta moderna señalada por unas tapas metálicas en la banquetta, marcadas con las siglas del municipio y el año en que se construyó, sustituye lo que en algún momento debió de ser la compuerta de entrada a los conjuntos, en algunos casos llamado tablón real, si levantamos esta tapa encontramos compuertas metálicas que dividían el agua en dos direcciones, (recordemos que el agua viene del norte) la que entra a los colegios continúa en la misma línea y se va hacia el sur y la que avanzaba sobre el canal colector que bajaba por la calle hacia el oriente. El cambio de uso de los terrenos hacia el esta dirección de agrícola a comercial y de vivienda ha provocado que esta compuerta se cierre para no volverse a abrir jamás.

Es importante resaltar que esta entrada de agua no solo alimentaba a los molinos (como se vera mas adelante) también proporcionaba agua a los colegios y a otras áreas afuera de los mismos. Había canales de salida hacia el oriente y hacia el sur, la obturación del agua en este punto cerraba el agua a los molinos, a los colegios y a todos los microsistemas que se encontraban al sur y al oriente hasta topar con el río chiquito o río Tepetzotlán que es el punto donde terminaban los canales.

Estos puntos que necesitaban el agua eran variados, principalmente fueron terrenos de uso agrícola que eran regados con el agua que salía por los canales que abandonaban la huerta en varios puntos y el edificio en otros mas, existieron molinos mas abajo (la pendiente del terreno así lo permite) todavía hace 10 años había terrenos hacia el oriente dedicados a la agricultura, de ahí la importancia de este canal de alimentación, el canal de entrada y su compuerta estaban bajo el control de los Jesuitas del colegio, ellos podían controlar o cerrar el flujo de agua hacia estas zonas descritas.

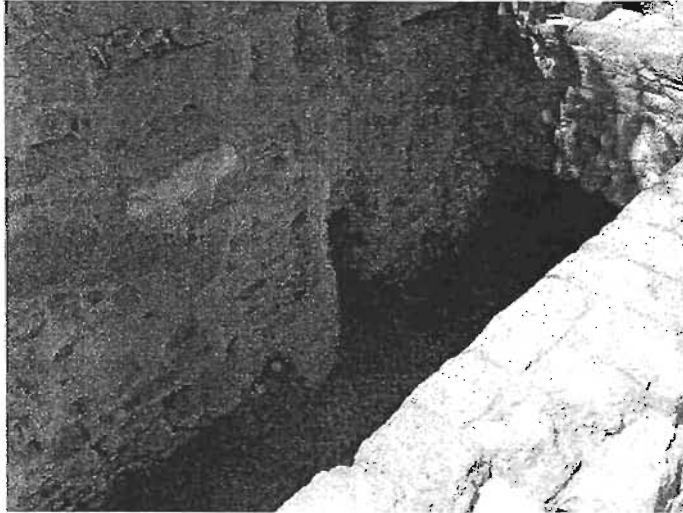
El canal de entrada fue forjado con piedra junteada con argamasa de cal arena, el piso tiene piedras lajas, y en varios puntos presenta restos del aplanado ahora desaparecido por la circulación de agua.

El canal recorre 20 metros en línea recta desde la compuerta de tapa metálica en la calle, hasta llegar a la zona donde se pierde el muro límite poniente del canal (en esta zona es posible que existiera un embalse), al inicio de su recorrido en el interior del terreno de los molinos avanza un metro subterráneo, después de salir a cielo abierto, dos metro después del muro que separa el conjunto de la calle



Los molinos de arriba. Conjunto muy conciso formado por áreas exteriores y el edificio que contiene 3 niveles, el acceso es por el nivel cero, en un nivel por debajo del de acceso esta la sala de molienda y un nivel debajo, las bóvedas de los cárcavos. Alrededor del edificio están las obras hidráulicas necesarias para conducir el agua, canales, estanques y desagües.

(muro que en el pasado no existía) encontramos unas piezas de cantera a ambos lados con una ranura de 10 cm. en la parte media de la pieza a todo lo largo en el sentido longitudinal, el uso de estas era para deslizar compuertas o rejillas. Era común la ubicación de rejillas de madera para contener basura que pudiera venir en el agua rodada y evitar que esta trabara la maquinaria de los molinos, también es factible la ubicación de una compuerta de acceso en este punto, es muy probable que la compuerta que suponemos existió en el lugar de la compuerta actual, pudo encontrarse en este punto ya en el interior del inmueble, lo que le confiere aun mas control al que la obturaba.



Molinos de Xuchimangas Tepetzotlán Estado de México, Canal principal de acceso. Antes de la bóveda va oculto, se observa la muesca en la cantera para introducir una rejilla o una compuerta Molino de arriba,

El canal circula de norte a sur en la zona poniente de un área abierta que por el momento llamaremos patio, hacia este da la entrada al edificio de los molinos. El canal tiene una sección de 1.10 m en el inicio de su viaje a cielo abierto y termina en la zona del estanque en 90 cm.

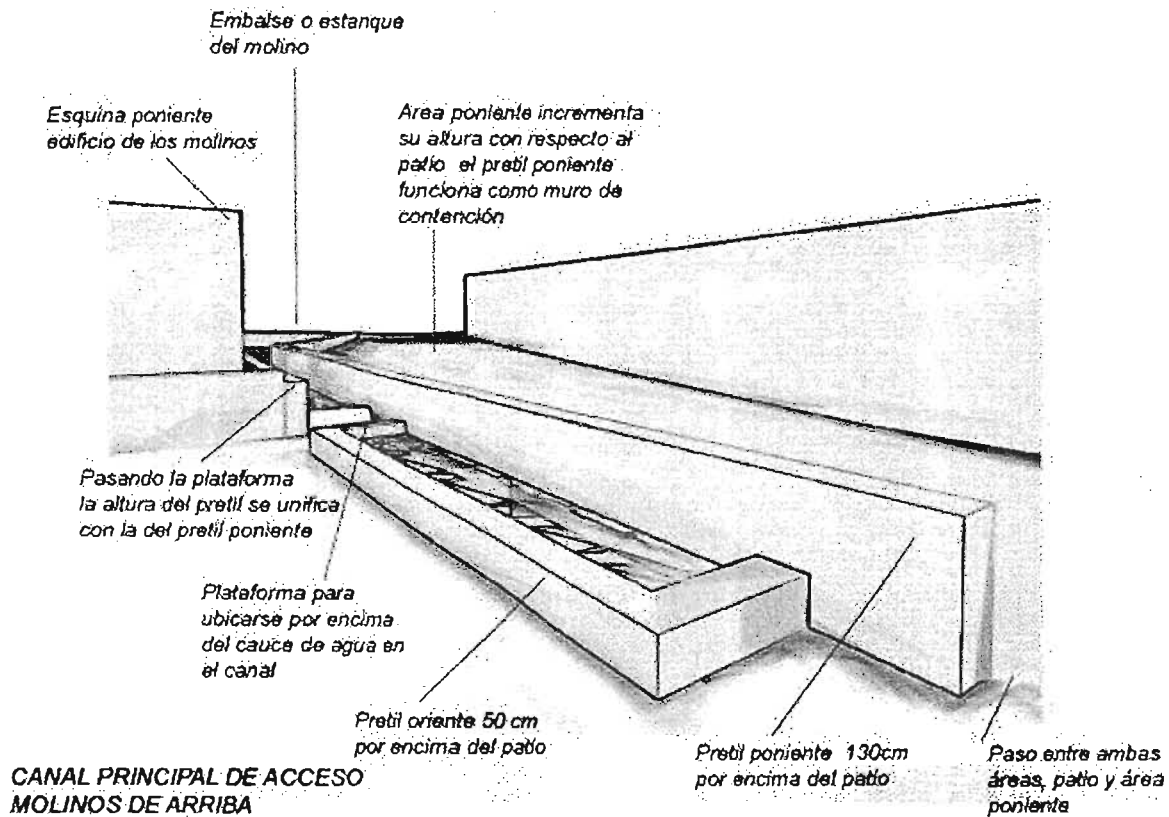
El recorrido del canal entre el muro de piedra que da a la calle y el área del embalse es de 21 metros, a lo largo de este recorrido encontramos 2 estructuras que lo cubren; la primera es un puente de un metro de ancho, entre la zona poniente del canal cuyo terreno es mas alto y el patio, este es el único lugar donde se puede cruzar entre ambas áreas debido a que el canal es una barrera física que atraviesa de norte a sur todo el terreno.

El segundo paso también de un poco menos de un metro, se encuentra a 7 m. de la entrada colindando con el inicio de la construcción del molino, no tiene función aparente debido a que el pretil poniente es continuo y mas alto por lo que no es posible cruzar por aquí hacia el otro lado del canal. Este segundo puente es en realidad una plataforma que se ubica sobre el cauce de agua, sirve para pararse encima del canal de agua, la posible función de esta estructura podría estar relacionada con el lavado de grano; ya colocado el grano en canastas podía bajarse a la corriente de agua parándose en este sitio.

Los pretiles que contienen el canal van variando a lo largo de su desarrollo, la primera zona contenida entre ambos pasos, presenta el pretil poniente mas alto por 80 cm. que el pretil oriente, el pretil oriente esta 50 cm sobre el piso del patio la tapa del pretil esta cubierta con piezas de barro de dimensiones variables y un espesor de 3cm en promedio.

El pretil Poniente esta terminado con una media caña del ancho del murete, recubierta con una mezcla de cal arena, aunque esta no es uniforme y en muchas zonas esta destruida. El piso del canal esta fabricado de piedras y lajas junteadas con mezcla de cal arena, el material es visible hasta la zona del embalse en la que no es posible observar si existió un piso o no, esto debido a que el agua circula y los sedimentos de tierra han cubierto los vestigios que pudieran existir.

Los anchos de los pretils que contienen al canal no son uniformes, el pretil oriente empieza con 42 cm. de ancho y termina en 33 cm. en el área del primer cubo, el pretil poniente presenta poca variación entre el comienzo y el final.



Sección del canal de acceso que cierra el patio de trabajo hacia el Poniente. Pudo funcionar como área para lavado de grano, después de ser lavado se ponía a secar en el suelo del patio contiguo. El pretil bajo y la plataforma sobre el canal al fondo, facilitan el acceso al cauce de agua.

Existe otra variación importante en cuanto a la altura, de los muros que contienen el canal, entre el paso en el inicio del recorrido y la plataforma a 5 m. el muro oriente esta solo 50 cm. por encima del nivel del patio, en este mismo trayecto el muro poniente esta 130 cm. por encima del mismo patio, al pasar la plataforma el pretil oriente se elevaba y corre al mismo nivel que en el poniente.

La diferencia de altura en los pretils así como la plataforma que ya se describió permitían un acceso cómodo al cause del agua, actividad necesaria para el lavado del grano, este patio y la sección del canal que da a él pudieron estar relacionados con esta función.

El recorrido del canal en línea recta desde el lindero actual del terreno es de 21 m en este punto se pierde el pretil oriente, la vegetación hace imposible observar si en este sitio se encuentran restos de este pretil o la zona se abre para contener un estanque anterior a los cubos.

Existían embalses previos o albercas, sobre todos en lugares donde el flujo del agua no era constante, esto garantizaba una reserva adicional; si consideramos que el sistema de alimentación era a través de canales de agua que venían de una presa, el sitio reúne las características para tener inconstancia de flujo y por lo tanto construcciones que garantizaran el suministro del agua.

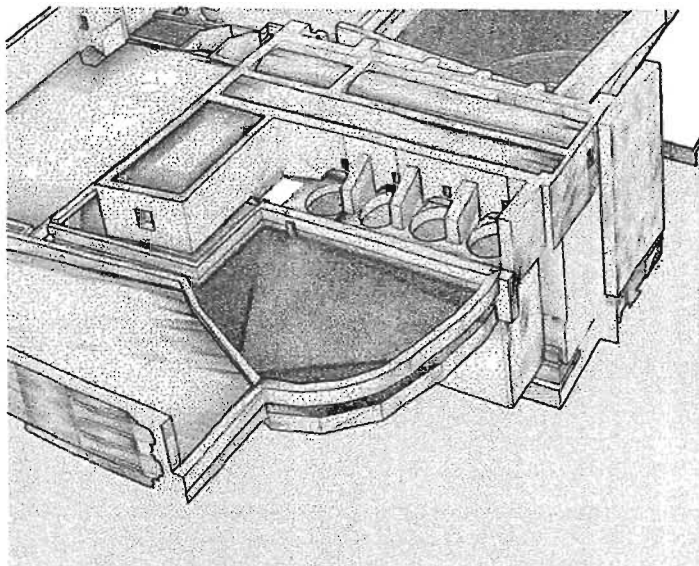
La única manera de corroborar o refutar la existencia de este estanque, es la investigación de continuidad en el muro poniente del canal, de encontrarse, este se podría determinar siguiendo su recorrido, si contenía un estanque abriéndose hacia el Poniente o seguía el contorno del edificio y solo era un canal de paso desde el que los cubos eran alimentados. Para continuar con la descripción y análisis del molino consideraremos que la existencia del estanque es factible.

Este deposito estaría contenido en el lado sur por un pretil que corre por la actual barda que divide los molinos del curato, en el oriente el muro oriente del canal que continua siguiendo el contorno del edificio y en la zona de los cubos presenta los rebosaderos y las compuertas para alimentarlos y finalmente hacia el poniente es el tramo de muro que se desconoce su ubicación por encontrarse en el área del estanque, en esta los niveles están alterados y la vegetación crece constantemente.

Cada año se realiza el desyerbe de la zona, pero el material es dejado en este lugar contribuyendo a la elevación del nivel a cada nuevo corte se acumula vegetación muerta sobre la que crece una nueva generación completando el círculo cuando esta es cortada, el terreno presenta una alteración de niveles que debe rondar el 1.5 m.



Estado actual del lugar donde estuvo el embalse. Del lado derecho sin salir en la foto, están los 4 cubos, al fondo se observan las construcciones que se han edificado en los terrenos aledaños a los molinos, también es posible observar el sitio donde el canal de acceso terminaba.



Vista posterior de los molinos. Se ha eliminado el piso de la huerta y del curato para observar el edificio, para construirlo se requirió de una excavación. En primer plano se observa el estanque de los molinos previo a los cubos, la estructura prismática de los cubos descende y sirve de muro de contención, el estanque que se observa al fondo, es el de la huerta, ubicado en un mismo plano con el de los molinos. Del lado

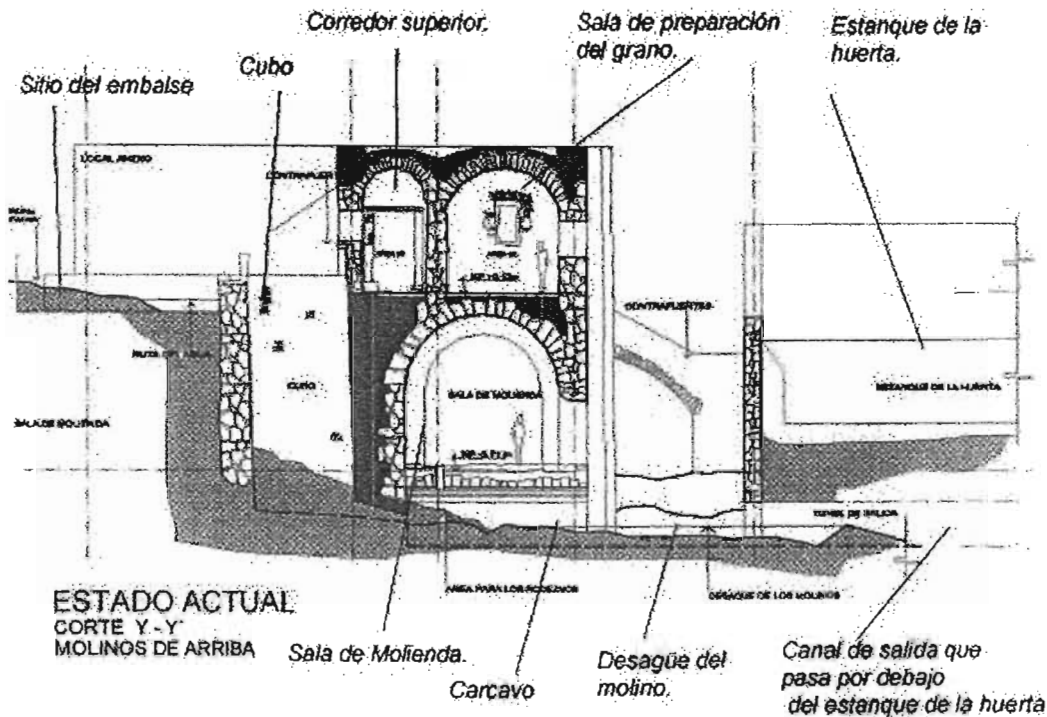
En la actualidad, la presa de la Concepción sigue proporcionando agua al Museo Nacional del Virreinato, la entrada de agua al museo es el canal ya descrito, pasa por el área de los molinos, atraviesa una compuerta que se ubica en la pared sur (que limita los molinos, del curato de la parroquia de San Pedro), entra al curato y dobla hacia el oriente entrando a la huerta del Ex Colegio atravesando otro muro limitrofe.

Para que el agua pase de largo y entre a la huerta en lugar de a los molinos los trabajadores han colocado sacos con tierra y maderas tapando las entradas a los cubos esto frena un porcentaje del agua porque otro tanto sigue entrando por los resquicios que las improvisadas barreras han dejado, si no existieran estas barreras toda el agua entraría al molino y no se aprovecharía en el riego.

En el camino del agua que hacia funcionar los molinos: Después del canal y el estanque seguían los cubos, ya se comentó que los cubos eran un sistema que servía para almacenar agua y generar la presión necesaria para que el chorro de agua que salía por la saetilla tuviera la presión suficiente para mover el rodezno con fuerza, los cubos de Xuchimangas tienen además otra particularidad, al estar excavado el terreno para generar el desnivel necesario¹ su estructura realizada en piedra sirve para contener el terreno por el lado poniente.

¹ El canal de alimentación estaba sobre el nivel 0.00 del terreno y eran canales que estaban en la zona antes de la construcción de los molinos. Para generar el desnivel necesario para construir los cubos, se excavo en el terreno unos 10 metros de profundidad y en esta zona se inserta el edificio, quedando por debajo del nivel de acceso y de la canal, la sala de molienda y los cárcavos, la estructura de los cubos sirven de muro de contención en este lado del terreno (lado Poniente).

Los cubos están contenidos en un gran bloque con forma de prisma rectangular construido en piedra al que en apariencia se le "extraen" 4 cilindros que en promedio tienen 3.20 de diámetro y 7 metros de profundidad², la manera en que se construyeron fue similar a la empleada para construir un muro, se fueron elevando los 4 muros en forma de círculo y se rellenaron los espacios entre ellos con la misma fabrica para llegar a los 7 metros de elevación (que coincide con el nivel 0.00 de nuestro terreno) y darnos la apariencia descrita.



Corte de los molinos. Arriba, la doble bóveda, la de la derecha para manejo del grano, en el nivel de en medio la sala de molienda, con mayor dimensión y altura y hasta abajo el cárcavo con el rodezno, del lado izquierdo el cubo y del derecho el desagüe con el contrafuerte.

Los 4 cubos presentan estructuralmente condiciones estables, los muros están realizados en piedra junteada con cal arena y debieron de contar en el pasado con un aplanado de cal bruñido para evitar que (como sucede en la actualidad) las juntas de la fabrica estuvieran expuestas a la circulación de agua.

Estos 4 cilindros presentan condiciones muy diferentes en varios aspectos en la manera de alimentarse, su actual estado de conservación y su ubicación, para identificarlos los numeraremos del 1 al 4 empezando con el que se encuentra más al norte.

² Esta medición no pudo realizarse en todos los cubos debido al azolve que presentan, incluso algunos con vegetación creciendo en ellos

El cubo 1 es el cubo que presenta áreas colapsadas, en esencia su estructura cilíndrica esta en buenas condiciones, el área de su alimentación se colapso siendo evidente que el pretil que contenía su alimentación (que pudo ser un rebosadero o una compuerta) desciende 50 cm. con respecto al recorrido normal, para después recuperar su nivel en el área del segundo cubo. En el fondo el sitio donde debió de estar la boca de la saetilla es un boquete sin forma en la pared de piedra, el nivel inferior del cubo no presenta alteraciones considerables, es probable que este cubo presentara circulación de agua tiempo después de que los molinos dejaron de funcionar, ha perdido totalmente el aplanado y en la zona de escurrimiento, las piedras del muro ya no tienen la junta.

El cubo que mas agua deja pasar es el 2, su alimentación se hacia a través de una compuerta que se localizaba hacia el lado del estanque, hoy se pueden observar las muescas realizadas en el muro para deslizar la compuerta, en estas muescas los trabajadores del Museo han colocado algunas tablas, la colocación de las mismas no es la adecuada por lo tanto el agua continua pasando entre ellas y circulando por el cubo.

Esta circulación de agua es mucho menor que la que tuvo antaño, ha provocado que la acumulación de sedimentos se haga hasta el cárcavo y los niveles originales del cubo permanezcan sin mucha alteración, es visible la boca de la saetilla, su forma es rectangular y se forjo en la pared del cubo por medio de piedras a las que se les dio la forma prismática, una piedra alargada cierra el vano a manera de dintel en la parte superior, esta saetilla debió de tener su recubrimiento interno de madera con tablas unidas entre si adaptadas a la forma de la saetilla.

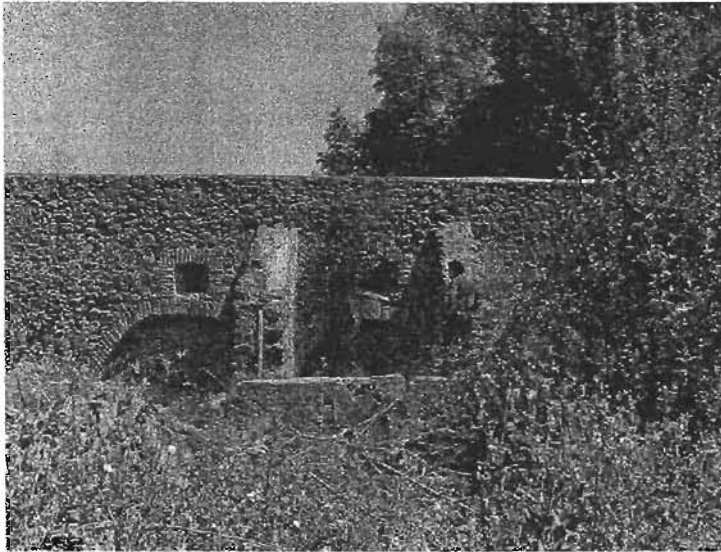
El área del escurrimiento de agua ha disgregado la junta de la fabrica, el aplanado interior es visible en pocas zonas y el fondo se aprecia lodoso, no sabemos si debajo de ese nivel de tierra exista un piso o alguna estructura de piedra que no permitiera el contacto directo con el terreno y de esta manera la filtración de agua a través de el.

El cubo 3 tiene una alteración de nivel con respecto al nivel visible de los cubos 1 y 2 de mas 1.5 a 2 metros, al parecer en este cubo se arrojó material que provoco este relleno, existe una circulación de agua mucho menor que la sucede en el cubo 2 pero esta circulación y el relleno de materiales diversos han creado las condiciones para el crecimiento de vegetación que en altura ya supera los 4 m, es imposible observar las estructuras inferiores del cubo, la boca de la saetilla debe de encontrarse enterrada y el fondo del cubo esta por debajo de 2 m de escombros.

Los aplanados continúan en las paredes interiores aunque el proceso de disgregación ha comenzado y deja ver en muchas zonas la fábrica de los muros. Este cubo es el único que presenta un muro a manera de brocal de unos 70 cm. de altura en el lado poniente siguiendo la forma curva del cubo en este lado, en la base del mismo esta un paso para el agua al que se llega por un rebosadero localizado en la parte superior del pretil forjado con diferentes tipos de piedra y que luego por una pequeña rampa llegaba al paso en el brocal.

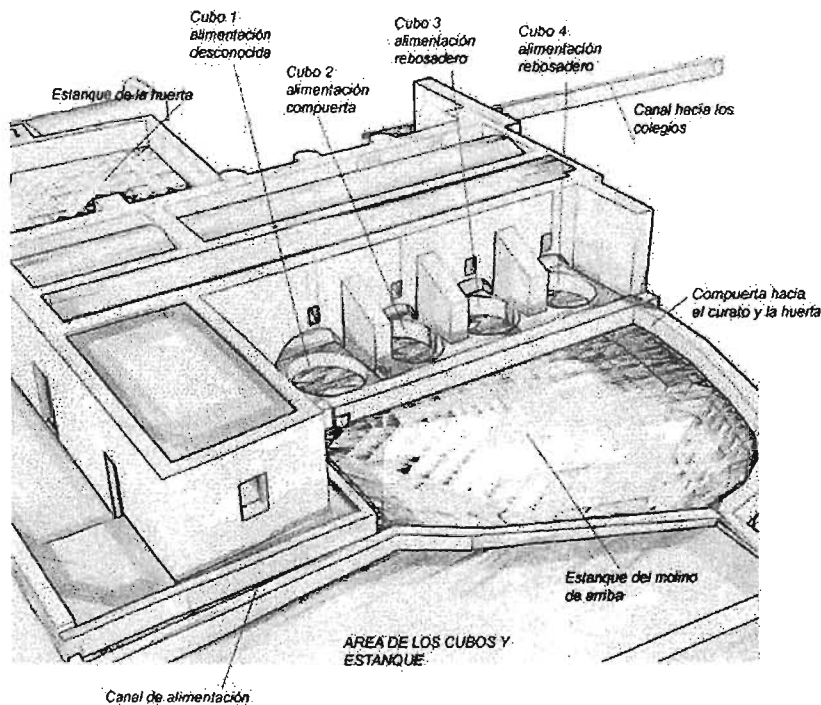
En el cubo 4 se realizo una excavación que altero sus niveles originales, desciende del fondo del cubo aproximadamente 2 a 3 m. mas, la boca de la saetilla no es visible aunque si se aprecia un orificio en el lugar en el que debió de estar, la fabrica de los muros es la misma que en los otros 3 (piedra junteada con mezcla de cal arena) otras características específicas son que el agua no corre por este cubo, no se tiene crecimiento de vegetación y las juntas de la piedra están en buenas condiciones.

En muchas áreas de la pared interna se aprecia el aplanado de cal arena que tenía. La causa de que el agua no circule es la alimentación del cubo, esta es a través de un rebosadero muy ancho forjado en la parte alta del pretil a diferencia del rebosadero del cubo 3, este es 3 veces mas ancho y se ubica en la mitad norte del cubo, no esta colocado al centro, para que el agua penetrara en este cubo tendría que aumentar su nivel actual en 70 cm.



Fachada poniente Estado actual.

Tomada desde el área del embalse, se observan 2 de los 4 cubos. La vegetación ha invadido el área del embalse y algunas plantas parásitas crecen en la fachada, los árboles del fondo son los de la huerta



Recontracción hipotética de los molinos. Observamos la zona poniente del edificio, donde se encuentran los 4 cubos, el embalse y el canal de acceso, al día de hoy la vegetación invade el área del embalse y parte del inicio del canal, el curato de la parroquia de San Pedro inicia del lado derecho.

La diferencia de alturas para el llenado de los cubos esta relacionada con el manejo del sistema y la diferencia de operación entre unos molinos y otros, dependiendo del flujo, los cubos podían llenarse en unas 5 horas y podían durar el mismo periodo en vaciarse, si los cubos se llenaban a diferente tiempo, se podía distribuir la molienda en las diferentes maquinarias, el trabajo de picado se podía hacer en los pares de muelas cuyos cubos se estaban llenando, mientras los otros dos funcionaban.

Los molinos de arriba podían mantener la molienda constantemente y mejorar la producción, los llenados se harían con el sistema de compuertas, las bocas de los cubos que estaban a menor nivel se abrían y los cubos se llenaban, si estas se cerraban se llenarían los cubos que tenían rebosaderos con sus alimentaciones a mayor altura que los otros 2.

Un factor mas es la compuerta que obturaba la entrada de agua hacia el conjunto de la huerta y los colegios, esta podía abrirse y al estar en una menor altura que los rebosaderos de los cubos 3 y 4 impediría el llenado de estos. Este punto del recorrido al igual que el de la compuerta de entrada es importante para todo el sistema que se encontraba después de los colegios, si esta compuerta se cerraba el agua no pasaría mas allá de los cubos, otra compuerta que estando en poder de los jesuitas podría controlar el suministro hacia otros sistemas fuera de los suyos.

El camino del agua continua en los cárcavos, el agua salía con presión a través de la saetilla y hería el rodezno ubicado en ellos, el cárcavo es una estructura con muros y bóveda de piedra en la que se hacen preparaciones para montar la maquinaria, la bóveda tiene orificios que permiten el paso del eje y los mecanismos para accionar o controlar la maquinaria, los muros tienen cajas forjadas para recibir la viga de soporte.

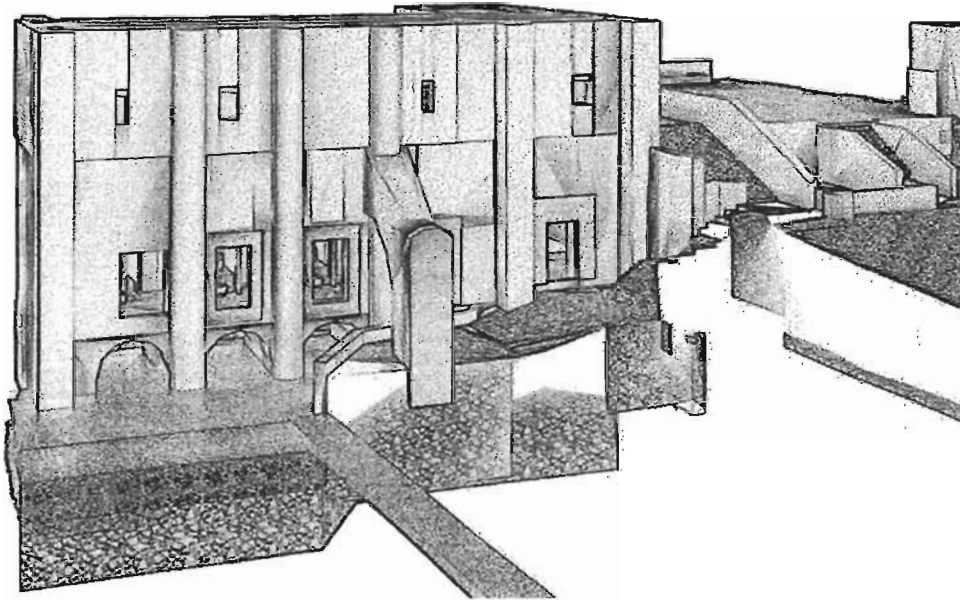
Generalmente el sentido de la bóveda es perpendicular al de la sala de molienda, ya que el cárcavo es un elemento que permite el transito del agua entre el cubo y el desagüe ubicado al frente del molino, en esta circulación es accionado el rodezno.

En el caso de Xuchimangas, existen 4 cárcavos (uno por cada rodezno), las condiciones para revisarlos no son las mas adecuadas³, únicamente el cárcavo 2 esta limpio y libre hasta la altura de la salida de la saetilla, el nivel actual del suelo en el cárcavo esta en la salida de la saetilla.

Recordemos que la salida se ubicaba un poco mas arriba que el rodezno y de acuerdo a la altura del rodezno en el eje, podemos calcular que el relleno de este cárcavo (que es el mas favorable) anda en el 1.5 m los demás, presentan hasta 2 metros de asolve.

Las bóvedas están forjadas en piedra debido a que es mas fácil con esta forma que se distribuya el peso de la maquinaria superior sobre los muros de carga que también son los que dividen los cárcavos, estos son los ejes de carga de todo el edificio, sobre estos están los arcos de carga de la sala de molienda y la prolongación de todos estos elementos son los contrafuertes hacia la fachada oriente.

³ El cárcavo 1 presenta alteración de niveles y colapso de la zona donde estuvo la boca de la saetilla, el 2 esta libre y tiene circulación de agua, el 3 esta igualmente relleno con crecimiento de vegetación, recordemos que es el cubo que peores condiciones presenta y el 4 ha sido alterado por la excavación que fue realizada en el.



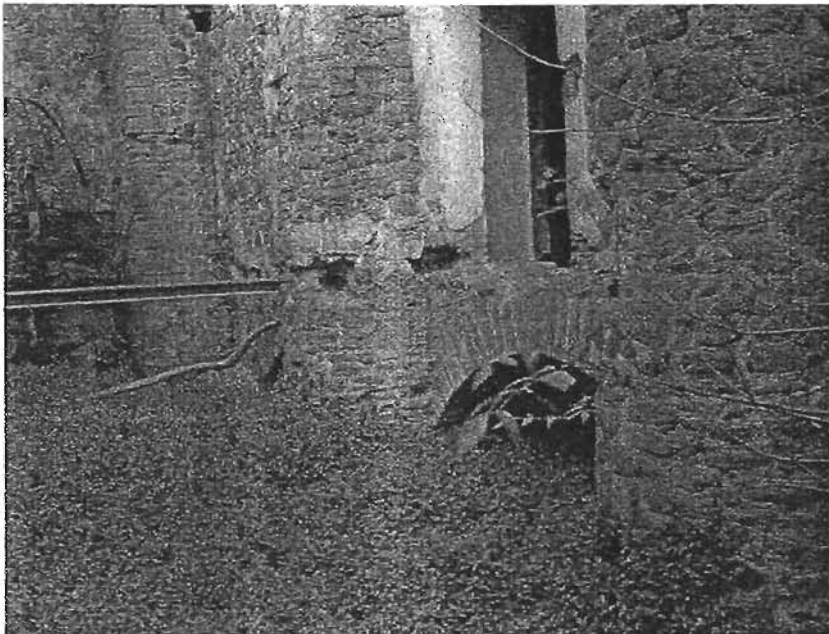
Alzado de los molinos. Esta toma hipotética se realizó quitando el estanque enfrente del desagüe, el nivel de acceso es el que se observa a la derecha en la plataforma del patio de trabajo, en medio la sala de molienda con sus ventanas rectangulares y hasta abajo 3 de las 4 bóvedas de los cárcavos

El cárcavo 4, presenta diferentes tipologías que los otros 3, en este sitio existía otro tipo de maquinaria, o algún tipo diferente de molino, en algunos molinos con los mismos rodeznos se movía maquinaria para el cribado y cernido o para el lavado del grano, existe un gran orificio en la bóveda hacia el nivel superior, este orificio coincide con los cambios visibles en esta sección del aboveda de molienda, es posible que el cambio en la disposición de las muescas en esta crujía 4 sirviera para contener algún otro tipo de maquinaria.

En el cárcavo 3 y desde la sala de molienda se pueden observar los 3 pasos necesarios entre el cárcavo y la sala de molienda: El primero al centro de la bóveda del cárcavo de unos 30 cm. de diámetro, permitía el paso del eje que después atravesaría el banco y llegaría hasta la muela móvil, el segundo colocado directamente sobre una muesca de forma cuadrangular en el muro que servía para el paso de la válvula de alivio, la muesca en el muro recibía la viga de soporte la válvula la elevaba y la bajaba para regular la separación entre las muelas y el tercero para el mecanismo que obturaba la salida de la saetilla y permitía el llenado del cubo o la regulación por medio de la cantidad de agua de la velocidad de giro del rodezno.

Estos elementos son parcialmente visibles en los cárcavos 1 y 2, en el dos ya se menciona que la boca de la saetilla está limpia y libre, se percibe el ojo para el paso del eje en la clave de la bóveda y no se ven los apoyos en muro, a consecuencia de la alteración en los niveles, los 2 orificios restantes (para las válvulas de alivio y de

obtención) no son visibles, posiblemente estén cubiertos en el piso de la sala de molienda, en el primer cárcavo no se aprecia ninguno de los 3 pasos.



Vista de los Cárcavos 3 y 4 con el nivel actual del terreno y la vegetación creciendo en el desagüe. La foto esta tomada desde el área donde se reunía el agua que salía de los 4 cárcavos y se dirigía al canal de salida ubicado del lado izquierdo (no es visible en la fotografía)

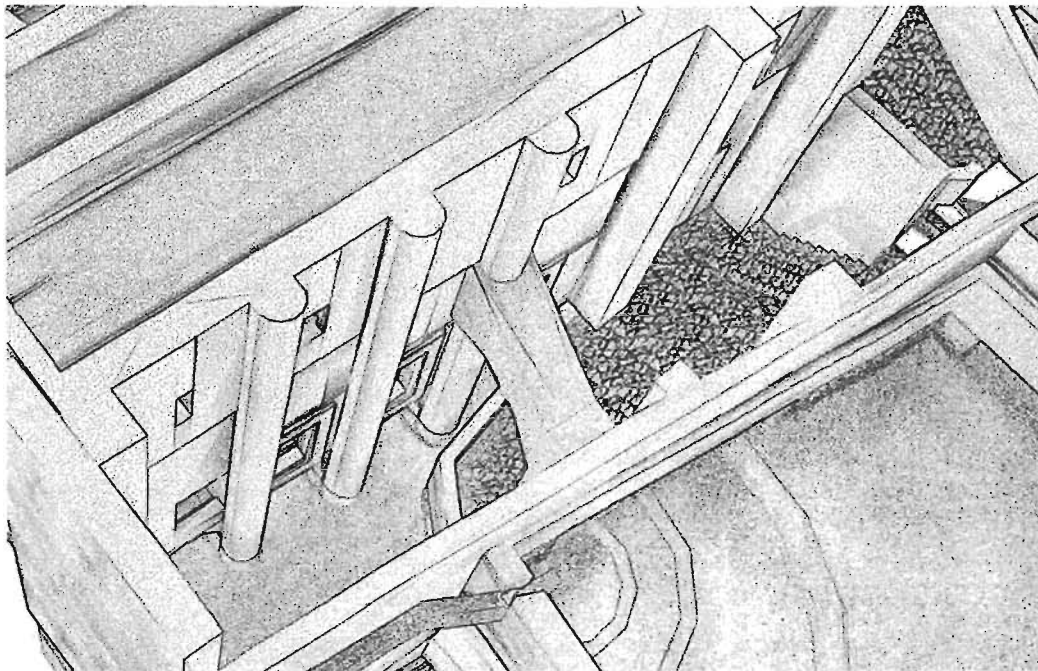
La salida del agua hacia el frente, creaba un área de desagüe donde se juntaban las aguas de los 4 cárcavos, de aquí era encausada al canal de salida. La particularidad de los molinos de arriba es la construcción en un sitio donde el declive natural existía pero no era suficiente para colocar los molinos. La excavación en el terreno para su ubicación fue necesaria, por lo que la salida del agua de los molinos (el desagüe) estaría unos 6 o 7 metros abajo del nivel del terreno.

Este espacio donde está el desagüe y el posterior túnel de salida se hicieron en una zona en la que después se construiría el depósito de agua de la huerta, al estar el nivel del terreno por encima de este lugar, el depósito es construido junto al desagüe, pero 7 m encima el canal del desagüe, pasa por debajo de este depósito y aprovechando que el terreno va descendiendo en algún punto que actualmente se desconoce, se reintegraba al sistema general.

La zona del desagüe se construye enfrente de la salida de los cárcavos, requiere por sus características,⁴ de muros de contención que detengan el terreno circundante, la fachada del edificio de los molinos alcanza una altura de 13 m en esta zona, para evitar que se volteara sobre el desagüe se construyeron contrafuertes que coinciden con los muros de

⁴ La zona del desagüe es la parte mas baja del conjunto, esta rodeada por el edificio y por muros de contención debido a que se encuentra a 7m de profundidad con respecto al nivel de acceso.

los cárcavos, además de un arco de piedra como contrafuerte botarel y sirviendo de separador entre la fachada y el estanque, evita que la fachada y el muro oriente del desagüe (que también es el muro poniente del estanque de la huerta) se derrumben sobre el desagüe muro de contención en el lado sur, por el muro del estanque en el lado oriente, por los cuatro cárcavos y el edificio de los molinos en el lado poniente y por una pendiente que permitía el acceso a la sala de molienda en el lado norte.



El desagüe de los molinos. Presenta un canal de salida que pasa unos 3 metros abajo del lecho bajo del estanque de la huerta, en el dibujo observamos la pared oriente de los molinos, en la parte derecha las rampas de acceso a la sala de molienda, en el fondo el nivel del agua en el desagüe y en primer plano el nivel del agua en el estanque de la huerta

El espacio se llenaba de agua y la pendiente la llevaba hacia el canal excavado en el terreno, por debajo del estanque en el lado oriente, la fabrica del canal parece ser en el mismo terreno, en una capa muy resistente del mismo, el agua sigue circulando por la zona y sin saber el recorrido del canal parece que impregna el terreno y sale en varios puntos por el muro norte, escurre por la calle y se acumula en las calles de debajo de la población, hasta que se pierde por las alcantarillas.

De continuarse el canal con una pendiente muy ligera en línea recta, tendría que "salir" a la superficie debido al declive del terreno, el canal de salida coincide en lugar mas no en altura con la salida y las compuertas de este estanque, si recordamos que el terreno lleva una pendiente natural, podemos pensar que en algún momento los dos túneles se unen y formando uno solo, salen hacia la zanja real ya en la huerta, de esta se hablara mas adelante.

También es factible que ambos conserven su camino y lleguen a la zanja real a diferentes alturas, en el inicio de la zanja real observamos una salida superior en forma de cuadrado y en la base del muro, una bóveda que apenas sobresale de los sedimentos del lugar, esta podría ser la salida de agua del molino de arriba, con los niveles como están actualmente, no es posible refutar o corroborar estos datos.

Existía un canal colector general, que corría paralelo a la calle de Benito Juárez, sobre este canal se encuentra la compuerta que da acceso al conjunto, este canal llevaba el agua que no entraba al conjunto a los molinos ubicados mas abajo y a los sembradíos terminando en el río chiquito mas al oriente, este canal fue entubado en los 80's, el deterioro de el sistema se fue acelerando con el paso del tiempo, el canal dejo de llevar agua hasta el río chiquito porque los usuarios localizados entre los colegios y el río vendieron sus terrenos y dejaron de necesitar el agua.

Este canal también tenía como función recolectar los excedentes de agua del sistema, era una barrera para los escurrimientos de agua tan frecuentes, al entubar el canal y poner pavimentos, la función de barrera que tenía desaparece y el agua baja por la calle hasta que desaparece por las coladeras, el problema es que el sistema es insuficiente y el agua termina en las casas que se encuentran mas abajo.



**Túnel de salida del
molino de arriba**

B. EL CAMINO DEL TRIGO

EL segundo camino que nos servirá para conocer y describir ahora los elementos arquitectónicos, es el camino del trigo, los molinos trabajaban con trigo y este seguirá recorridos específicos dentro del edificio, al seguirlo iremos mencionando los espacios y los posibles usos, desconocemos cuales de los espacios se dedicaban a una actividad u otra, pero al saber que necesidades tenía el trigo que se convertía en harina, podemos determinar que sitios de los molinos de Xuchimangas nos proporcionarían las condiciones necesarias para realizar las actividades, el primer punto a considerar es la entrada de grano a los molinos.

Los desniveles y barreras artificiales determinan las zonas en las que podía circular una carreta, condición necesaria para la llegada del grano, si este era llevado de zonas alejadas tenía que llegar en carretas o a lomo de burros y mulas en cualquiera de los dos casos el área tenía que ser amplia y estar libre.

En los molinos de Xuchimangas las áreas libres son muchas, pero la pregunta lógica sería ¿cual de estas reúne las características para recibir el grano? La primera que podemos analizar esta enfrente de la puerta de entrada de los molinos de arriba, un rectángulo irregular de 13 x 18 m con un área de aproximadamente 240 m², al que durante el camino del agua hemos denominado patio, esta área estaba confinada de tal manera que sería imposible la entrada de una carreta en ella, el acceso de animales de carga también sería conflictivo.

Los límites del patio son al norte, el muro que separa el terreno de la vía pública pero antiguamente estaba el canal colector, al oriente el canal de entrada al conjunto, al sur el edificio de los molinos y al poniente un desnivel que se divide en tres, el tercio del norte contiene una estructura de la que hablaremos más adelante y que pudo haber sido una pileta y al centro unas escaleras. El tercio del sur tiene un local delimitado por muros y que en su parte poniente presenta en muros accesos paralelos, al final una franja de 1.5 m aprox. ocupada por una rampa de servicio que servía para llegar a la sala de molienda.

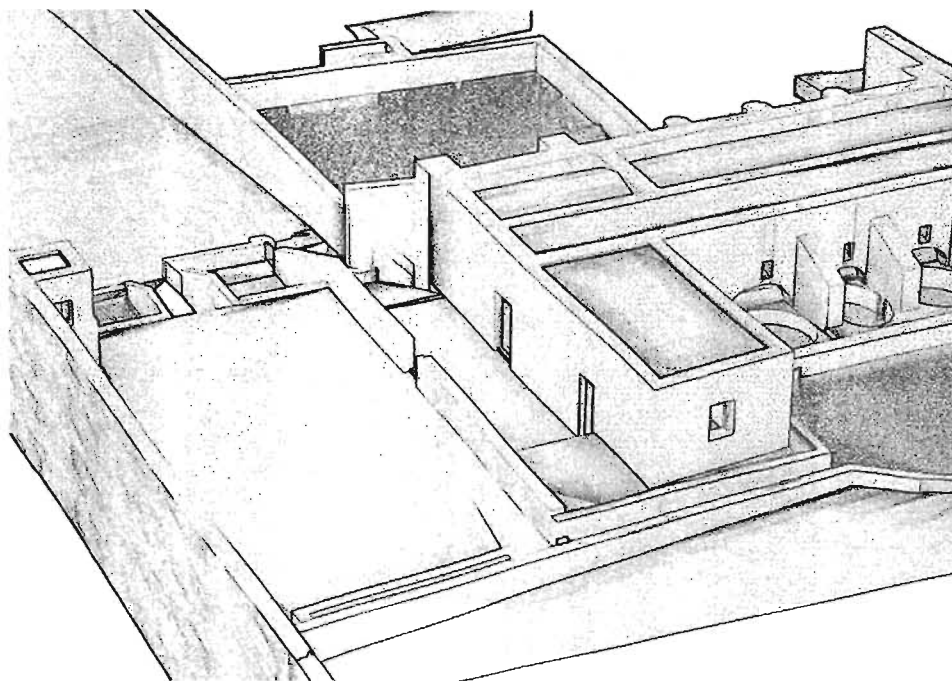
A este patio no tenían acceso las carretas y los accesos de servicio se verían limitados a las escaleras en el desnivel, a la rampa y a una pequeña franja de 1.5 m entre el muro y el inicio al descubierto del canal de entrada que contiene un escalón.

Al encontrarse esta área tan cerca de la entrada de los molinos de arriba se puede relacionar con áreas de trabajo descrias durante este trabajo. El recibimiento del grano se haría en un área como la que se encuentra en la zona de transición de la que se hablara más adelante y el área del patio estaría relacionada con los trabajos de preparación del grano antes de proceder a la molienda.

La preparación del grano son un conjunto de actividades que permiten que este reúna las condiciones necesarias para ser molido, estas eran muy importante para iniciar el proceso de molienda, en el caso de los molinos comunitarios, los clientes podían llegar con su grano ya preparado, en el caso de Xuchimangas prestaba este servicio para varias haciendas de la región, con un carácter de obrador, con una organización de tipo preindustrial, un molino como este debía de tener áreas para esta preparación del grano.

El primer paso dentro de la preaparación era la separación del grano de cuerpos ajenos como piedritas, madera y paja, esta se podía hacer de dos maneras, aventando el grano

en una era o lavando el grano en algún canal, o en el mejor de los casos haciendo los dos procesos, primero el separado del grano y después el lavado, el tercer paso de esta preparación era el reposo del grano a la intemperie para que se orea con el aire natural y se secase al sol.



Vista desde el poniente de los molinos de arriba. En primer plano con desarrollo de izquierda a derecha, el canal de acceso que termina en el estanque, detrás del canal y del lado izquierdo en la imagen, el patio de trabajo para la preparación del grano, corriendo paralelo a la pared norte (la que tiene los dos accesos al edificio) una sección del patio separada por un pretil, esta se transforma al fondo en una rampa para que llegue a la zona de molienda, al fondo se observa el estanque de la huerta.

Para estas actividades se requería de un patio, que tuviera el piso con algún recubrimiento, no bastaba el área abierta en el terreno común, el patio que estamos analizando en los molinos de arriba tiene un firme cubriendo el área, al parecer este cubre los 240 m⁵, este patio reúne las características para desarrollar los trabajos de preparación del grano, el aventado del grano se podía realizar en una era⁶ el patio reúne las características físicas para poder funcionar como tal.

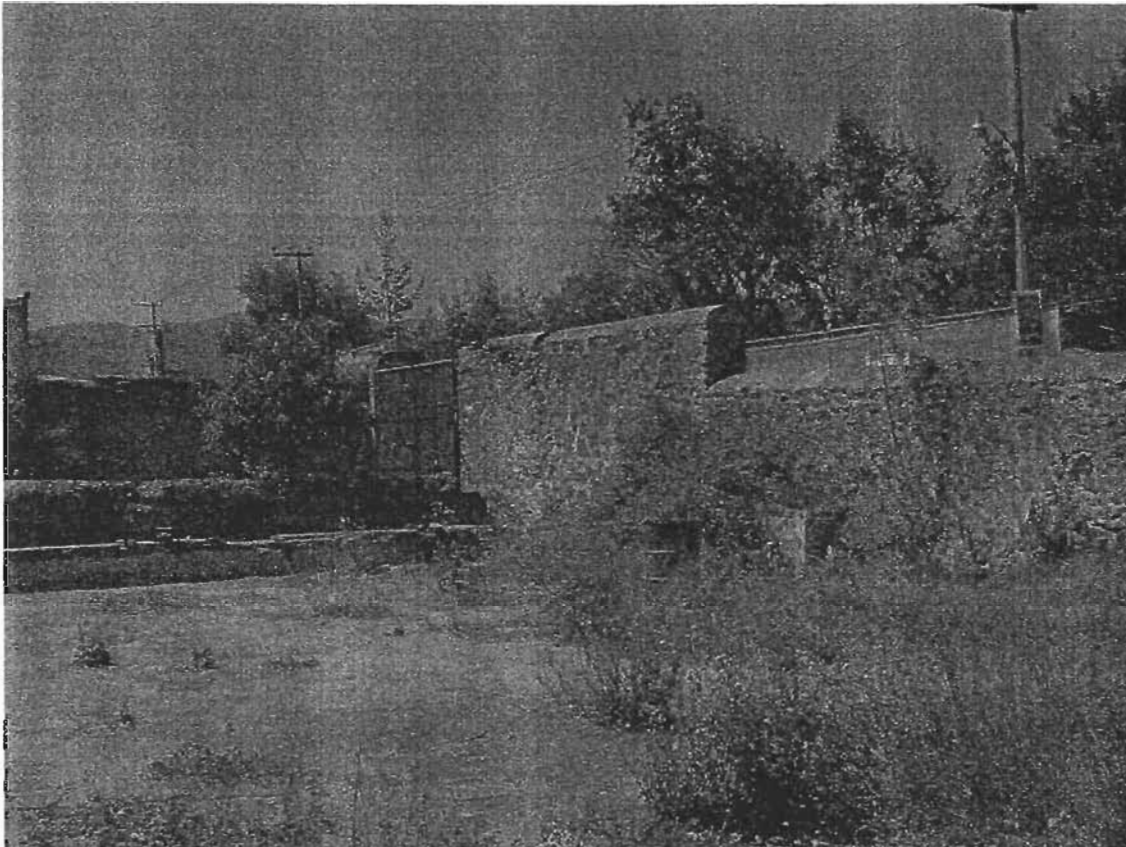
El aventado consistía en arrojar el grano al aire para que con el viento se separara la paja y otros cuerpos del grano, si se hacía en terreo común mucho grano se podía perder en la

⁵ Las orillas del patio tienen rellenos de tierra y basura que presentan crecimiento de vegetación, también hay escombro acumulado en diferentes partes, todas las zonas del patio que se encuentran visible tienen este firme.

⁶ Las eras, eran espacios abiertos con delimitaciones físicas como muretes con un pavimento donde el grano se podría aventar sin que se disgregara.

tierra y entre la hierba por eso se requería de un pavimento adecuado para poder recuperar el grano del piso y poder separar visiblemente los cuerpos ajenos al grano.

Para el lavado se requería la colocación del grano en canastas de mimbre que se metían en un torrente de agua y se giraban para que las piezas extrañas y la mugre que pudiera traer el grano se desprendiera por acción del agua, los cuerpos mas ligeros flotarían y los mas pesados se sedimentarían en la canasta o en el canal, también arriba del canal se podía bajar una estera cómodamente al torrente de agua.

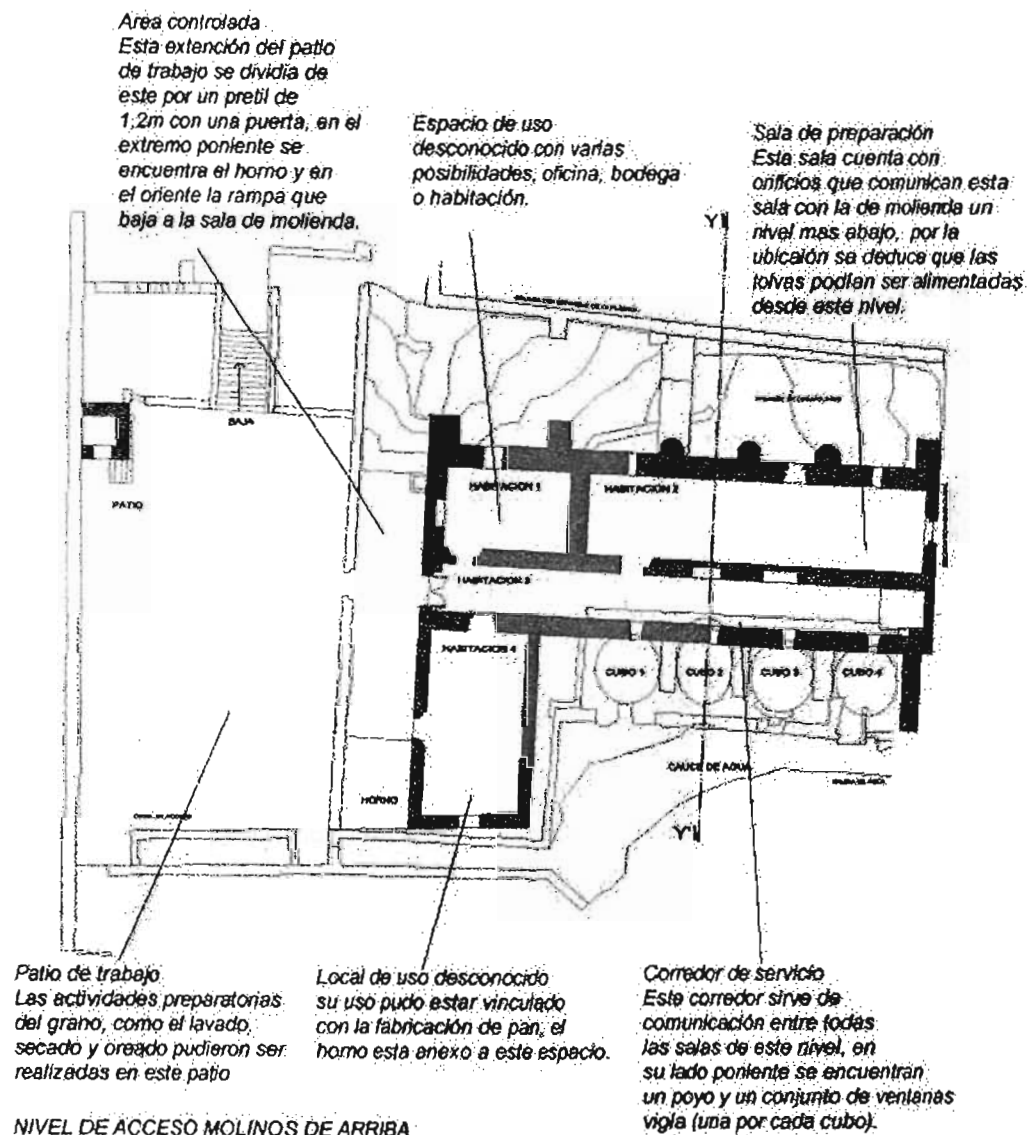


Patio de trabajo en el molino de arriba. Se observa al fondo el pretil poniente del canal y el acceso abierto en el muro, en los 90's, la vegetación comienza a crecer en los sedimentos acumulados en el patio, es visible el pavimento a base de un firme de cal y grava.

La tercera actividad relacionada con el preparado del grano era el oreado y secado del grano, para el cual era necesario extender tela o esteras sobre algún pavimento y en este se coloca el grano a secar, para el secado se necesita una área abierta donde el viento y el sol incidan de manera generosa, estas par de condiciones también son cumplidos por el patio.

A partir de este momento llamaremos a este patio el patio de trabajo para identificarlo como el área en que se hacía el trabajo de preparación del grano.

Cuando el grano era recibido en el área de transición era conducido a un almacenaje desde el cual se llevaría a la preparación, esta área de almacenaje que debía estar a cubierto, recibe el grano en diferentes etapas de su proceso, primero como grano sin preparar, segundo como grano preparado, tercero como harina, en este local a cubierto también se podría separar el grano para prepararlo a la molienda. Para encontrar el área de almacenaje debemos entrar al edificio de los molinos y analizar sus habitaciones en el nivel de acceso

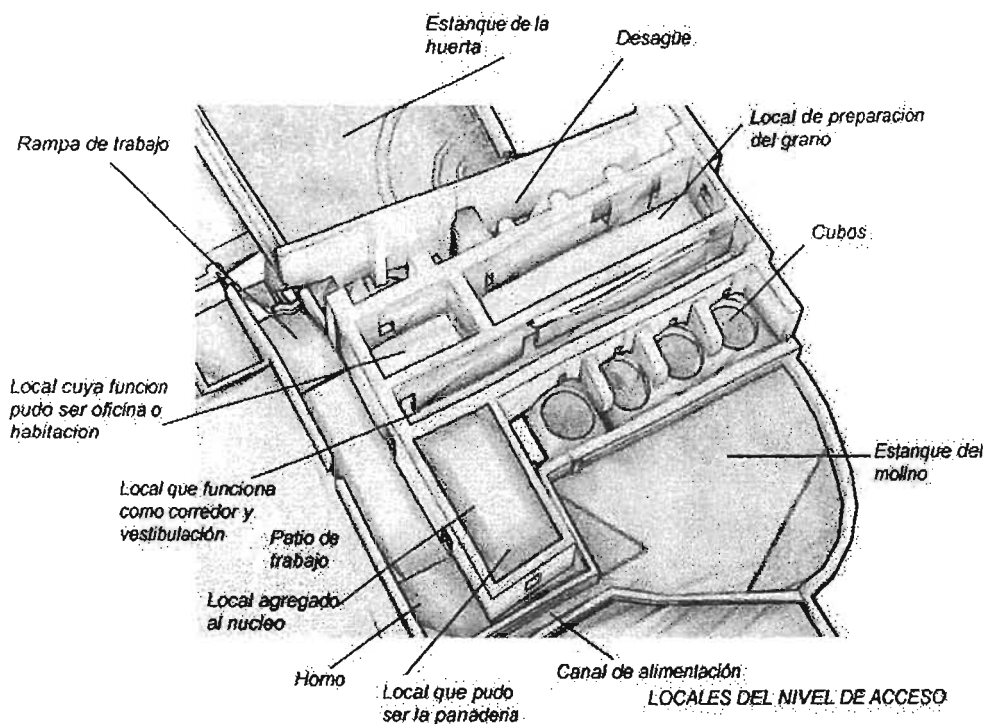


Hipótesis de uso de los espacios. se obtuvo de relacionar las áreas necesarias en los molinos con las áreas con las que contaba el edificio, algunas tienen usos obvios como la de molienda, la de preparación y los cárcavos; para las demás se dedujo su uso de acuerdo a la ubicación y sus características.

Los locales que se encuentran en el piso al que se accede desde el patio de trabajo, son los únicos sobre el nivel 0.00 del terreno, en él están localizados 4 habitaciones, 3 de ellas en el núcleo y otra mas, agregada perpendicular al núcleo formando una planta en "L" con este, el núcleo es un rectángulo de 23.5 x 8.5 m.

De las habitaciones en el interior, la primera a la que se accede por la puerta principal es un corredor que cubre todo el lado poniente de la planta con un ancho aproximado de 2 m., del lado poniente tiene una puerta hacia el local en "L" y después las ventanas vigías, localizadas cada una al centro de cada cubo, la función de estas era observar en que estado estaba el llenado del cubo.

Es probable que los cubos se hicieran antes que las ventanas y que el nivel de acceso fuera un agregado posterior, esto explicaría que desde las ventanas no se pueda observar el cubo de manera sencilla, dejando las ventanas para iluminación y ventilación de este corredor, para poder asomarse a través de las ventanas se debe uno subir a un poyo que corre por el lado poniente del corredor y que solo fue construido a lo largo del área que cubre los 4 cubos. El techado de este corredor es una bóveda de cañón corrido.



Reconstrucción hipotética del conjunto de los molinos de arriba. Se han retirado las bóvedas y las techumbres para observar los espacios interiores, el corredor poniente que sirve como distribuidor de áreas interiores contiene las ventanas vigías, las cuales servían para apreciar el llenado de los cubos desde el interior del edificio, para llegar a las ventanas con facilidad se construyó un poyo que corre en el lado poniente únicamente en el área que cubre los cubos.

El lado oriente del rectángulo que forma la planta tiene 2 locales, a los que se accede desde el corredor ya descrito, el primero con unas dimensiones de 5.6 por 3.5 m con una puerta hacia el corredor y dos ventanas una hacia el frente y otra hacia el desagüe, las funciones de este local pudieron haber sido de oficina o de bodega de herramientas, hoy la ventana que da hacia la fachada está tapiada restando luminosidad al interior, haciendo parecer el local muy oscuro, esta ventana ubicada al norte proporcionaría la luz suficiente para realizar actividades de escritura en ella, otro uso podría ser de habitación del encargado de los molinos. El techado es una bóveda de caños corrido.

El segundo local tiene unas dimensiones de 15.50 x 3.5 m y tiene 4 ventanas una hacia el curato, tres hacia el desagüe, cada una en un eje exceptuando el que correspondería al cárcavo 2, esta presenta algunas particularidades que suponen que su uso estaba relacionado con el almacenaje y manejo de los granos, en el suelo de esta sala existen pasos que comunican esta sala con la sala de abajo que era la sala de molienda.

Los orificios coinciden con la hipotética ubicación de las tolvas, el llenado de ellas se podía hacer desde esta área, si consideramos que el grano era preparado en el patio enfrente de los molinos, el grano ya preparado podía ser colocado en esta sala y dosificado a las tolvas, algunos orificios mas grandes se ubican en el área del cárcavo 4 lo que reafirmaría que en este entre eje, existía una maquinaria para criba o algo similar, el grano podría pasar por estos orificios y llevar un camino distinto para un proceso diferente.

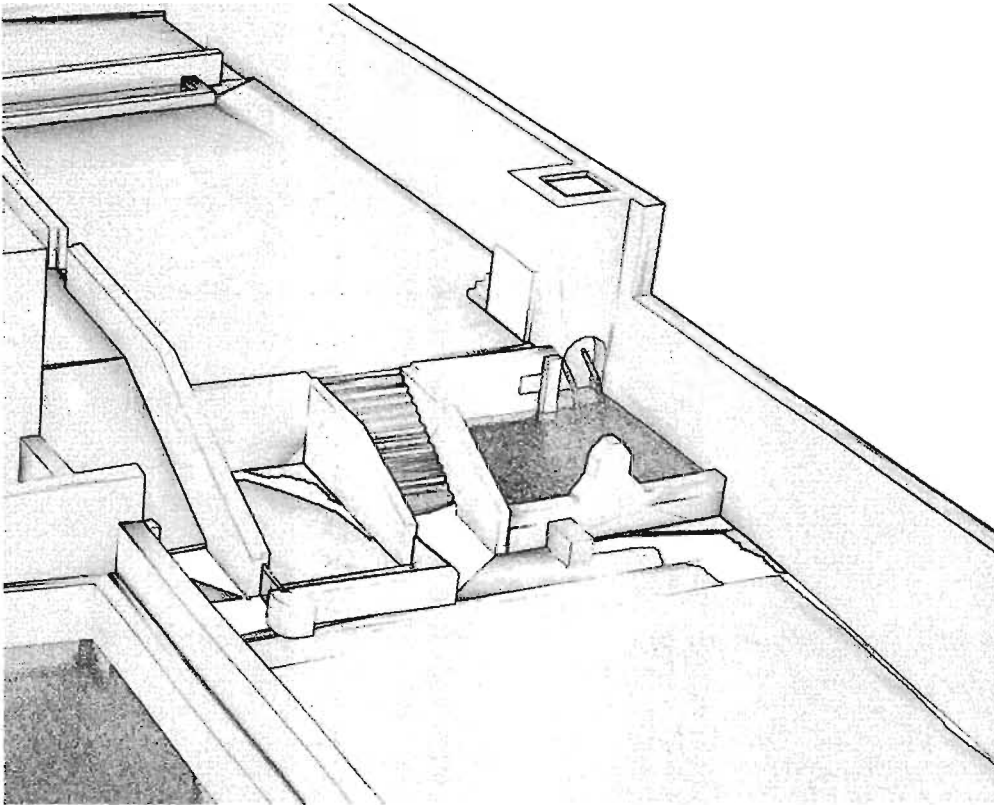
El ultimo local de este nivel, se encuentra agregado al núcleo rectangular formando una "L" es evidente que el espacio existía aunque no existiera el local por la circulación del canal de acceso, este local tenía techo de bóveda franciscana ahora colapsado y sus restos están en el piso, sobre estos rellenos crece ahora vegetación.

La comunicaron con el núcleo central se hace a través de la puerta localizada en el lado oriente, pero existe una puerta mas que se abre hacia la fachada norte y sale junto al horno, una ventana en el muro poniente iluminaba el interior. La hipótesis mas acertada de su uso es el de panadería, actualmente el horno está derrumbado y se encuentra en un área contigua al patio de trabajo, separada por un pretil de 1.10 m de alto. Junto al horno está la puerta que entra a este local, puede ser que el pan se horneara afuera y se metiera a la panadería, también es posible que todo el trabajo de preparación de la masa se hiciera en el interior y después el horneado se hiciera afuera, ampliaremos la información cuando al final el trigo tenga que llegar a este lugar.

Este patio alargado donde se encuentra el horno y que parece una sección del patio de trabajo es angosto 2.35 m. aprox., está separado del patio de trabajo por un pretil, y terminado el edificio se transforma en la rampa que baja hacia la zona intermedia de los molinos y hacia la zona de molienda, la única explicación de separar esta área del patio es el control de la rampa, sobre el pretil de 1.1m y coincidiendo con la puerta de acceso al edificio de los molinos se ubicaba una puerta, esta puerta controlaba el acceso al patio alargado que se transforma en rampa y que en su otro extremo tenía el horno.

El desarrollo de la rampa era en 2 tiempos, el primero de ellos llevaba hacia la zona de transición, un espacio abierto de 16 x 48 m, la segunda rampa continuaba el descenso y llegaba a la entrada de la sala de molienda, la circulación de la harina podía ser en dos direcciones, hacia el nivel de acceso de los molinos o hacia el espacio abierto.

En la parte superior se podía almacenar harina, también debía de existir circulación de harina hacia arriba para la panadería.



Patío de trabajo. En el desnivel entre la plataforma de trabajo y las áreas intermedias, se acoplaron dos estructura y dos modos de comunicación, al centro se observan las escaleras que servían para el tránsito entre niveles, del lado izquierdo la rampa para el descenso y del derecho una estructura con funciones hidráulicas además de un estanque. Entre la escalera y la rampa un espacio delimitado por muros y con dos accesos con puertas se desconoce su uso.

Para terminar la descripción del nivel de acceso de los molinos de arriba, solo falta hablar de unas estructuras que se encuentra fuera del edificio de los molinos, la primera es en el lado norte del desnivel que cierra el patio de trabajo, esta se divide en 2, una de ellas se encuentra en la parte de arriba, y es una caseta con muros de adobe, una sola ventana en el lado poniente y unas escaleras para asomarse por esta ventana, el techo era de vigas de madera tablado y terrado (ahora esta colapsado), del lado oriente una horadación en el muro en forma de círculo con orificios que salen de la estructura.

En este mismo lado, una área delimitada por al norte el muro que da a la calle, al sur por la escalera al poniente, un muro mas alto con un nicho y al poniente por la estructura ya descrita, la posible función de este espacio era la de pileta en la que los caballos de los arrieros podían beber.



A la izquierda vista poniente de la caseta, arriba vista oriente de la misma estructura, con los pasos que desembocan en la pileta de agua.

En línea recta y siempre siguiendo la línea de norte a sur, posterior a la caseta y la pileta, encontramos unas escaleras que permiten el tránsito entre el patio de trabajo y el área intermedia, estas escaleras están contenidas entre la pileta y un local que se describirá mas adelante, el muro sur de la pileta y el muro norte del local sirven de contenedores de la escalera, el local esta al sur, no muestra señales de haber tenido techo solo los 4 muros conteniendo el espacio.

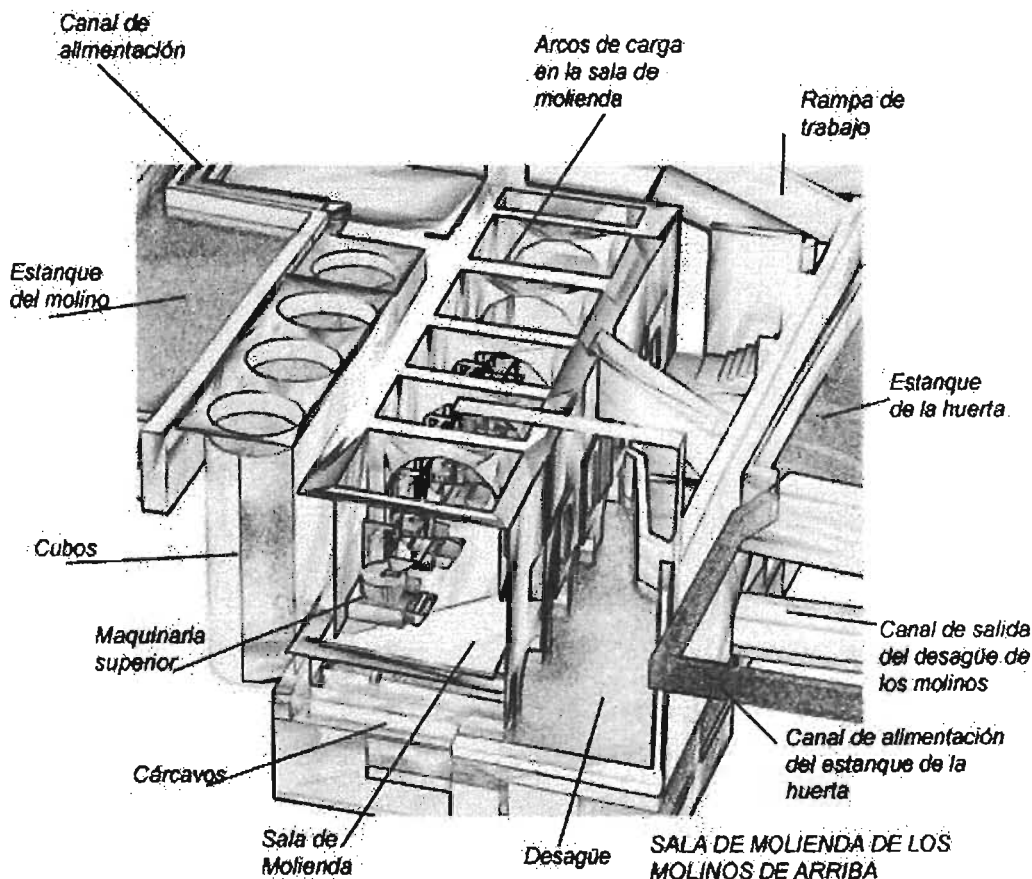
El muro poniente sirve como muro de contención para el patio de trabajo que se encuentra 3 metros por encima del nivel del piso de este local, en la parte poniente del mismo, dos interrupciones en los muros que tuvieron puertas, una enfrente de la otra en los muros norte y sur, finalmente la ultima sección al sur, la ocupa la rampa de trabajo que baja desde el patio de trabajo hasta el espacio abierto del área de transición, en este punto la rampa cambia de dirección para descender a la sala de molienda.

Retomando el camino del trigo, después de su paso por los niveles superiores en los que se efectúa la preparación del grano, hablemos de la sala de molienda. Ocupa la totalidad del espacio rectangular ya descrito pero en un nivel inferior al del nivel de acceso. esta ubicada en la parte baja, no existe una comunicación por el interior del edificio, la única comunicación se hace a través de las rampas que se encuentran en la parte superior y que llegan a la entrada de esta sala.

Esta formada por un espacio rectangular de 22 x 5 m., su distribución es muy regular, a cada cárcavo en el nivel inferior corresponde un eje, estos ejes repiten su tipología desde el cárcavo hasta la sala de molienda y podemos considerar esto como resultado de repetir el modelo mínimo de molino, es decir, un cárcavo su correspondiente sección de sala de molienda delimitada por elementos arquitectónicos y el cubo en la parte trasera.

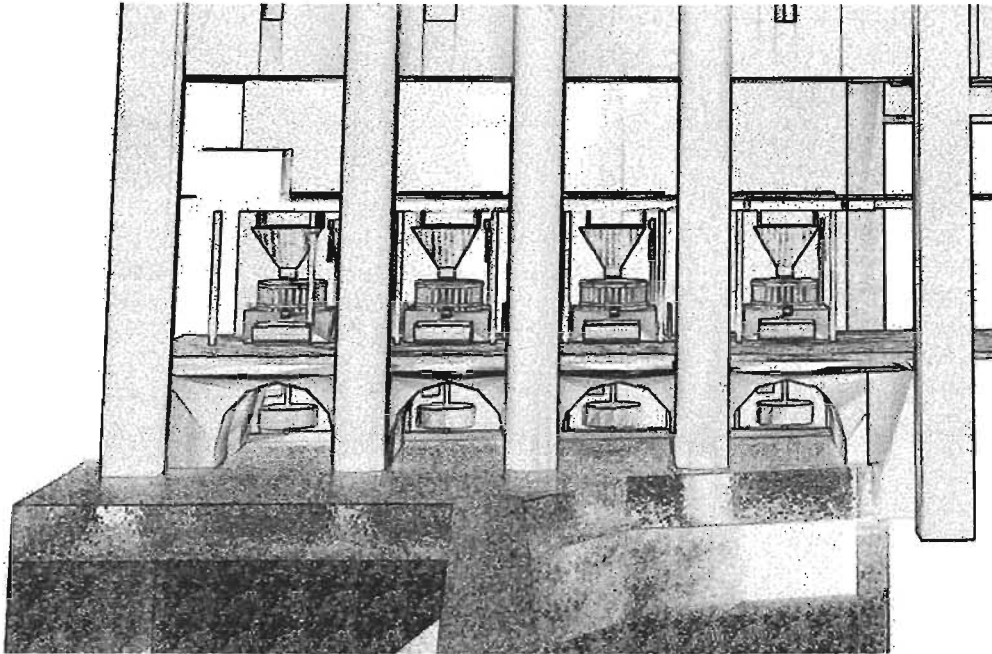
Esta sala presenta un eje mas que carece de cárcavo y de cubo y una pequeña sección, cada uno de estos ejes esta dividido por arcos de carga que soportan la bóveda de cañón

corrido, en cada eje esta una vano hacia el frente, 4 de los 5 dan hacia el desagüe el quinto es la entrada principal de la sala de molienda. La quinta área es un espacio que se encuentra en otros molinos que podía servir para alguna actividad complementaria, almacenaje temporal de sacos de harina, colocación de sacos vacíos, colocación de herramienta, etc.



Reconstrucción hipotética de los molinos. A la que se le quito el nivel de acceso, nos permite observar los cubos y el embalse del lado izquierdo, la sala de molienda con las 4 maquinas superiores y el desagüe con los cárcavos en la parte baja, del lado derecho el estanque.

Cada espacio tiene una ventana que proporciona ventilación y luz natural a cada par de muelas, la ventana colocada al frente permite que la luz dé de lleno en la maquinaria superior y facilite el trabajo del molinero, de la misma forma la ventilación que proporciona cada una de estas ventanas, ayuda a aligerar el ambiente interno, la humedad del sitio y la harina espolvoreada escapan por estos vanos creando un ambiente mas salubre para el trabajo, estas ventanas también permiten observar la cantidad de agua que esta escapando por cada cárcavo y tener un control sobre de ella por medio de la válvula de la saetilla.



Vista oriente de los molinos eliminando la pared de la sala de molienda. El muro que se observa en la parte superior, es el nivel de acceso, el del centro de mayor altura es la sala de molienda, en la parte de abajo se observan los 4 cárcavos, se colocó la maquinaria superior e inferior.

El trigo se convertía en harina en esta sala, recibía diferentes tratamientos para separar la harina en diferentes calidades, por ejemplo ya hemos hablado de las características que determinan que durante la molienda la harina sea separada⁷ también esta separación se podía realizar una vez obtenida la harina por medio de cribas que en muchos casos eran accionadas por un rodetazo.

Las cribas podían obtener de una harina general por medio de mallas de distintas separación diferentes harinas, después de esta separación se envasaba en sacos y era llevada a una bodega para su distribución.

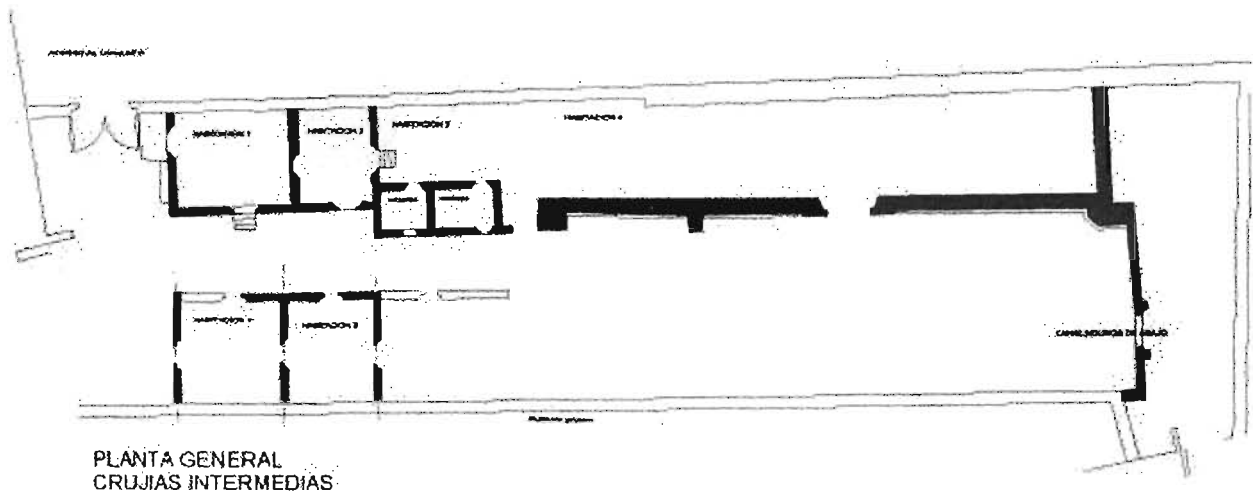
En los molinos de arriba no tenemos elementos para decidir en que lugar se hacía esta operación, exceptuando el eje 4, donde es visible la ubicación de una maquinaria diferente a las que se localizaban en los otros 3, este sitio pudo haber tenido una cribadora accionada por maquinaria hidráulica con un cubo particular para este fin, en cualquiera de los 2 casos los sacos con harina subían por las rampas y tenían 2 destinos, la panadería, o la bodega de donde se distribuiría la harina.

⁷ Se ha mencionado en el capítulo 2 diferentes factores, la cantidad de agua para darle menor a mayor velocidad al giro de la piedra, la cantidad de grano para hacer la harina más gruesa o más delgada y la separación de las piedras para que la harina fuera más fina o con pedazos de grano sin tronzar, esta última utilizada para los animales.



Fotografía actual de la estructura que pudo ser el área de almacenamiento. Los muros son de adobe y la entrada es una portada de cantera, el techo ya se ha derrumbado y los muros que en algún tiempo estuvieron aplanados hoy se están disgregando

Entre ambos molinos (los de arriba y los de abajo) existe un área donde existen crujiás que determina locales de tipología similar, también esta una estructura de muros de adobe que tiene todas las características para ser una área muy grande de almacenamiento mide 6 x 32m y solamente tienen un entrada al centro del espacio con una portada de cantera, el muro poniente no existe o se colapso, el techado de esta área era con bóveda franciscana, sus huellas son visible en la parte alta de los muros, la esquina sur oriente tiene un contrafuerte de planta poligonal, también es visible un rodapié de piedra hasta cierta altura y después de esto empiezan los muros de adobe, el aplanado era de cal arena en color natural.



PLANTA GENERAL
CRUJIAS INTERMEDIAS

Planta del área intermedia entre ambos molinos. Del lado izquierdo el espacio abierto que podía funcionar como área de estacionamiento temporal de las carretas y como patio de maniobras, del lado derecho los locales administrativos, el edificio alargado del lado derecho en la parte superior, área de almacenamiento.

Una de las explicaciones para que el muro oriente no exista, es la posibilidad de acceder a esta área por el interior de las crujías que pudieron tener un uso administrativo, las áreas estarían separadas entre el molino de arriba y el de abajo y esta área común a los dos donde estaría el control administrativo con el área de almacenaje.

Esta área de almacenaje debía de tener divisiones en el interior (aunque estas nos fueran Físicas) para la separación entre diferentes tipos de harinas y granos, al ser la única área de almacenaje, esta recibía los diferentes tipos de productos procesados y sin procesar que se distribuirían en los molinos o hacia las haciendas.



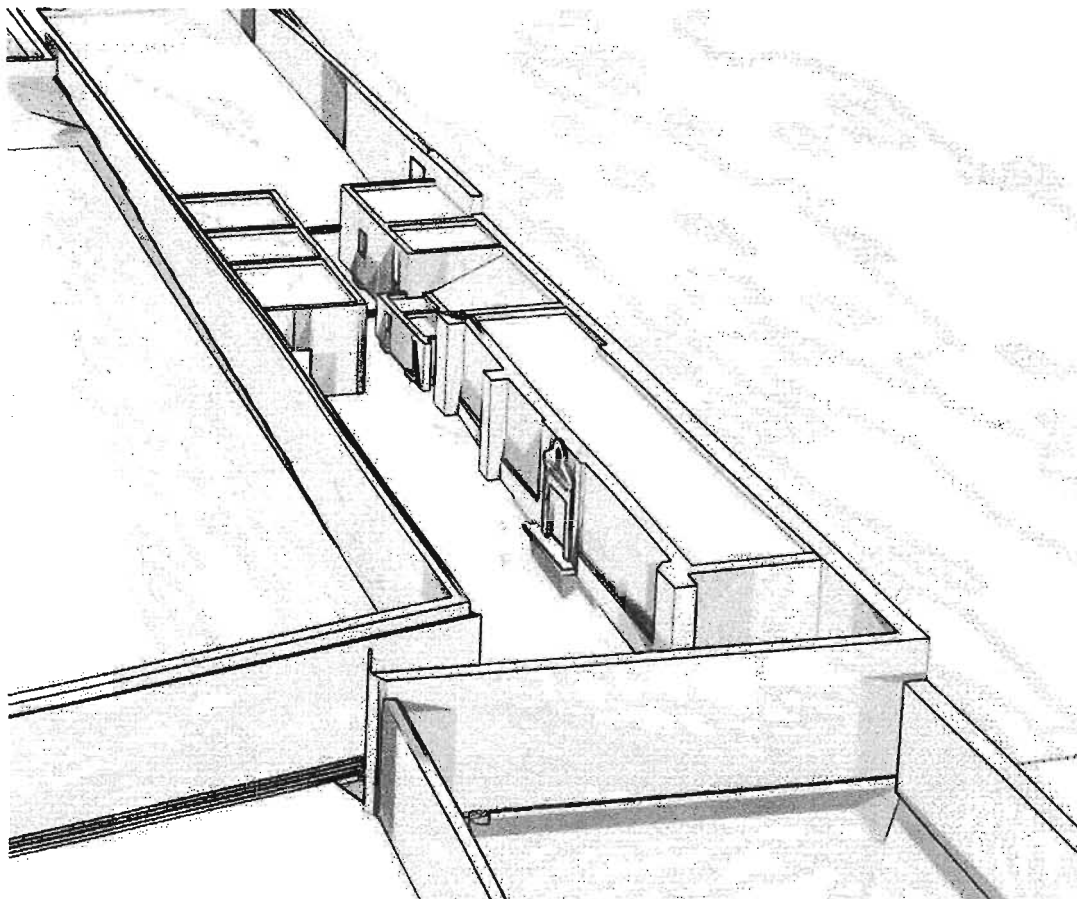
Vista actual de las áreas intermedias. El uso de estos locales pudo estar relacionado con el control administrativo y operativo de los molinos, desde aquí se controlaba el grano que entraba a ambos molinos y la harina que salía de ellos, al fondo se ubica el área de almacenamiento que en esta toma no es visible.

Estos espacios intermedios se dividen en dos áreas muy definidas, un espacio grande abierto y vacío que se encuentra entre los molinos de arriba y las crujías, ya hemos hablado de este lugar como un lugar de posible estancia temporal de carretas y arrieros, el espacio es de 750 m² con unas dimensiones aproximadas de 48 x 16 m., en los extremos cortos esta limitado por las crujías intermedias, hacia el oriente y un desnivel que da inicio a los molinos de arriba en el poniente, el norte tiene una barda y en el pasado tuvo el canal colector, hacia el sur otra barda que separa los molinos de la huerta de los colegios.

Las crujías que cierran el espacio hacia el poniente y que forman con el patio una unidad perfectamente comunicada, ocupan en conjunto un área de 986 m² entre espacios cerrados y abiertos, con unas dimensiones de 16 x 54 m., la distribución de los locales es

en línea adosados a los muros delimitadores del espacio, en los lados largos, de un lado 3 habitaciones de 6.5 x 5.5 m, una de ellas colapsada y las tres sin techumbres.

La fabrica es de piedra junteada con mezcla de cal arena y los techos eran bóveda franciscana, estas 3 habitaciones están adosadas al muro sur de este espacio, en el lado opuesto están 2 habitaciones de las mismas características una de 6.5 x 5 m. y la otra de 5 x 4 m., la segunda de ellas da a un espacio abierto interno que esta cerrado por esta habitación al poniente, al oriente el área de la bodega, al norte el muro y al sur dos habitaciones que pudieron ser agregadas después, este patio interno tiene comunicación únicamente con la bodega y con la habitación descrita, los muros muestran huellas de un techo inclinado que cubría el área.



Reconstrucción hipotética de las crujías intermedias. En primer plano el almacén con su portada de cantera, al fondo el inicio del patio del área de transición entre las crujías intermedias y los molinos de arriba, en la parte baja el acceso a los molinos de abajo.

Ambas áreas en conjunto cubren un espacio de 1700 m², consideraremos el área de almacenaje y administrativa de ambos molinos en este lugar, el control de entradas y salidas se efectuaría en este lugar, que cuenta con espacios para instalar oficinas, una

construcción cuyo uso mas probable es el de bodega y total control de lo que entraba o salía de ambos molinos el de abajo y el de arriba.

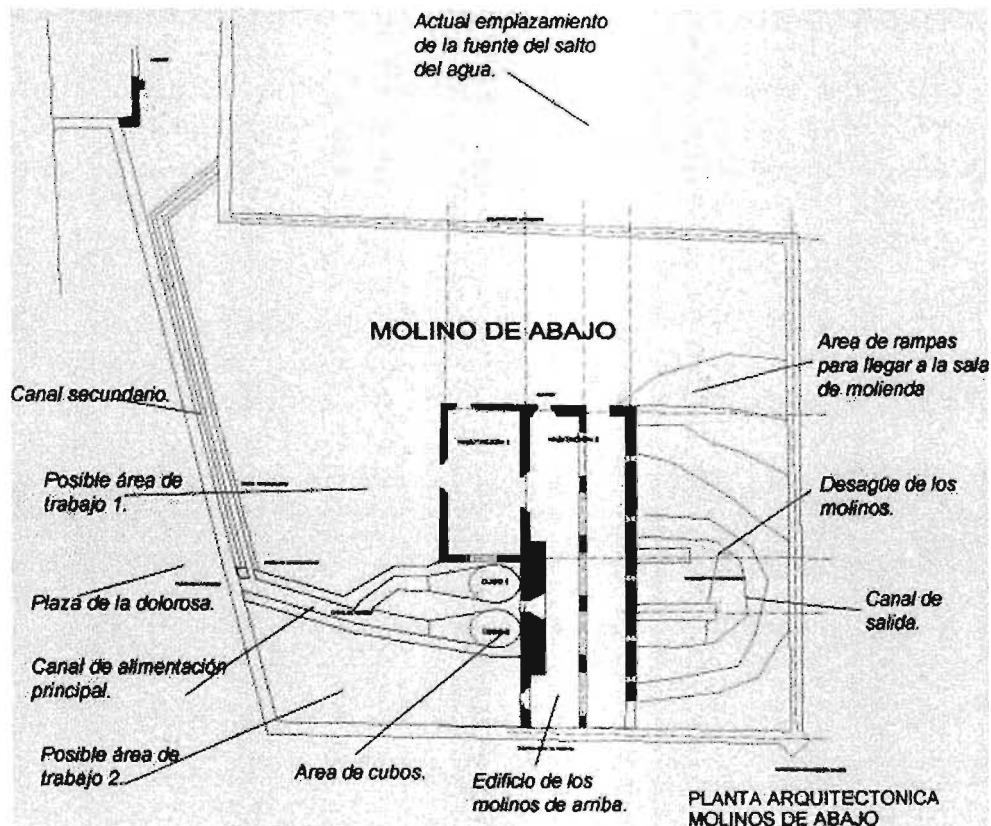
Los accesos a ambos espacios solo eran a pie, tiene también un espacio que pudo utilizarse como patio de maniobras y de estacionamiento temporal, un acceso ubicado en esta zona, se convertiría en el único acceso a los dos molinos, hoy existe sobre el muro una puerta en esta parte que esta ubicada junto a la primera habitación de las crujías intermedias, esta entrada pudo haber sido la única entrada y de esta manera el control aumenta. El camino del trigo empezaba aquí pero también aquí terminaba, convertido en harina.

C. UNA MENCION A LOS MOLINOS DE ABAJO

Al inicio al recibir el grano, este podía dividirse en dos, tomar el camino de los molinos de arriba o irse a los molinos de abajo, los molinos de arriba ya han sido descritos ahora hablaremos de los molinos de abajo.

Los molinos de abajo solo tenían dos pares de muelas, a diferencia de los de arriba que tenían 4 (o tres si consideramos una maquinaria en el cubo 4 que podría no haber sido para molienda) el acceso del agua venía de la huerta con una derivación del canal de riego principal o zanja real, que continuaba pasando por debajo de la plaza de la dolorosa y debajo de la virgen del mismo nombre, en este punto el canal entrando al lugar, se dividía en dos, un canal con dos pretil altos de 1.2m y un canal superficial que corría hacia el norte para alimentar alguna zona de la huerta ubicada por el actual emplazamiento de la fuente del salto del agua.

Los espacios abiertos que podían ser utilizados como área de trabajo para la preparación del grano están rodeando la construcción, hoy no es posible observar como en los molinos de arriba, pavimentos o delimitaciones físicas en el terreno, al parecer los molinos de abajo tienen más tiempo abandonados que los de arriba.

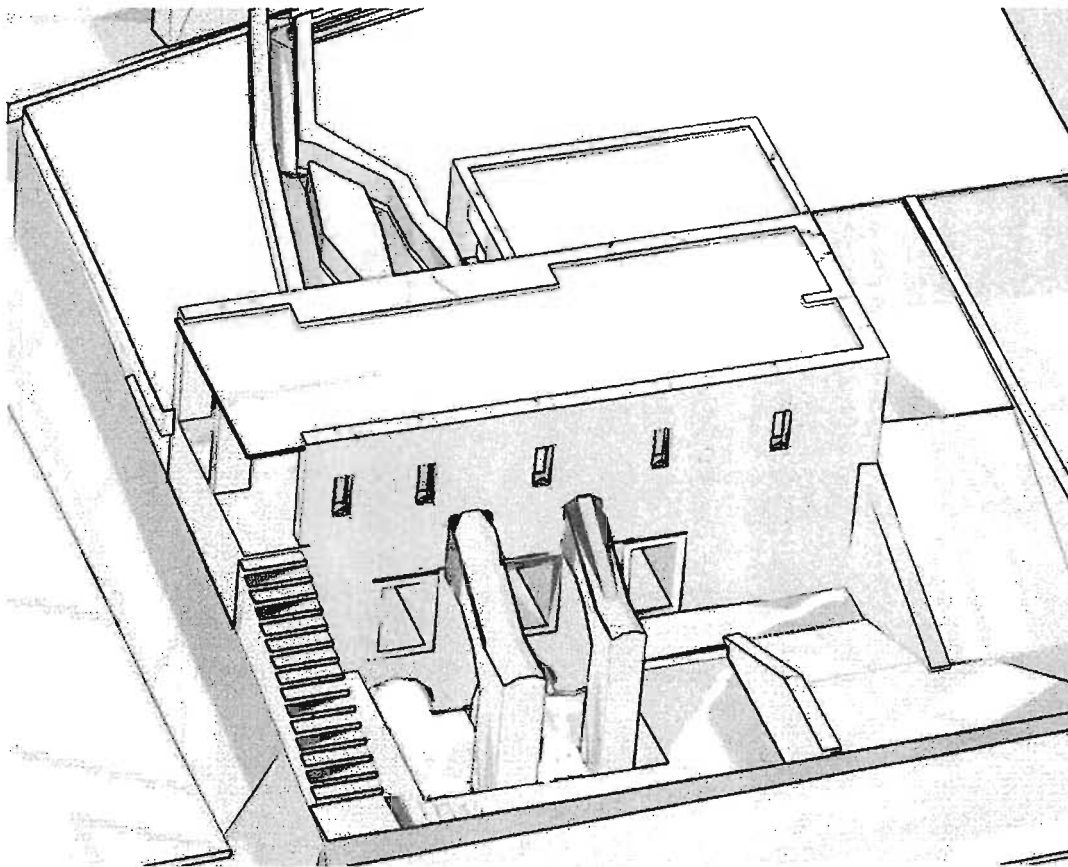


Molinos de Abajo. Las similitudes entre el molino de abajo y el de arriba son notables; la solución de los contrafuertes hacia el desagüe para absorber el empuje del muro y la ubicación en "L" de un local con respecto al cuerpo principal del molino entre otros. A diferencia del molino de arriba, en este solo contamos con dos cubos, sus dimensiones son mas pequeñas y la división de áreas en el interior del edificio es de manera virtual con una arcada que carga el techo, en el caso de este molino solo se construye una ventana vigía para supervisar los 2 cubos, a diferencia del molino de arriba que cada cubo tiene su propia ventana.

Consideremos que el espacio de trabajo para la preaparación del grano necesitaba de una fuente de agua cercana, estos requerimientos se cumplen en los espacios a la entrada del cuadrángulo que ocupan los molinos con un área irregular de 21 x 14 m. y con los canales ya descritos, con fácil acceso desde este espacio abierto.

En los canales se podía realizar el lavado del grano y en las áreas abiertas el aventado y el secado. Al igual que los anteriores, en la parte de arriba se distinguen dos núcleos, uno de ellos rectangular, dividido virtualmente en dos por una arcada al centro del espacio, que servía para soportar el techo y un espacio más agregado en "L" con respecto al espacio rectangular inicial.

El espacio rectangular mide 20 x 6.5 m. con 3 accesos, uno en la pared norte que fungía como acceso del edificio, 2 en la pared poniente, uno para entrar al local ubicado en "L" y otro para salir a un patio que se forma por la delimitación de los molinos, la pared del canal y los muros colindantes con la huerta de los colegios.



Reconstrucción hipotética del molino de abajo. Se observan las zonas de trabajo arriba, la disposición del edificio en "L", las rampas y escaleras que descienden a la sala de molienda, el hueco con el desagüe, los contrafuertes que se hunden en el desagüe y en la parte de la izquierda los canales de alimentación y los cubos. Así mismo se observan diferentes maneras de salvar los desniveles, las rampas del lado derecho se suponen relacionando el edificio con los molinos de arriba que cuentan con este sistema para comunicarse entre la sala de molienda y el nivel de acceso, la escalera del lado izquierdo se obtiene de relacionar la distancia del desarrollo hasta el muro con la puerta que existe en el lugar, la rampa de haber existido en este sitio hubiera tenido una pendiente incomoda para el trabajo y la circulación, por esta razón se optó por una escalera.

Este espacio abierto exterior, también reúne las condiciones para ser un patio de trabajo para el preparado del grano con comunicación directa hacia el molino. Regresando a la habitación rectangular, las ventanas están distribuidas de manera similar a los molinos de arriba, la diferencia radica en que ésta presenta una sola ventana vigía ubicada entre ambos cubos y en los molinos de arriba tenemos una ventana por cubo. En el lado del desagüe existen 5 ventanas que nos permiten observar el desagüe desde esta sala de acceso también iluminan y ventilan el interior.

Los cubos son alimentados por el mismo canal, su constitución es diferente a la de los cubos de arriba, estos dos están precedidos de una rampa que es la prolongación del canal y su inclinación hacia las entradas cilíndricas del molino, la función de esta rampa tenía que ver con aumentar la presión de la caída, se tendría que realizar una excavación para determinar que tanta agua se podía almacenar porque el cubo como almacén de agua se contrapone con la idea de la rampa como generador de presión extra para mover la rueda:

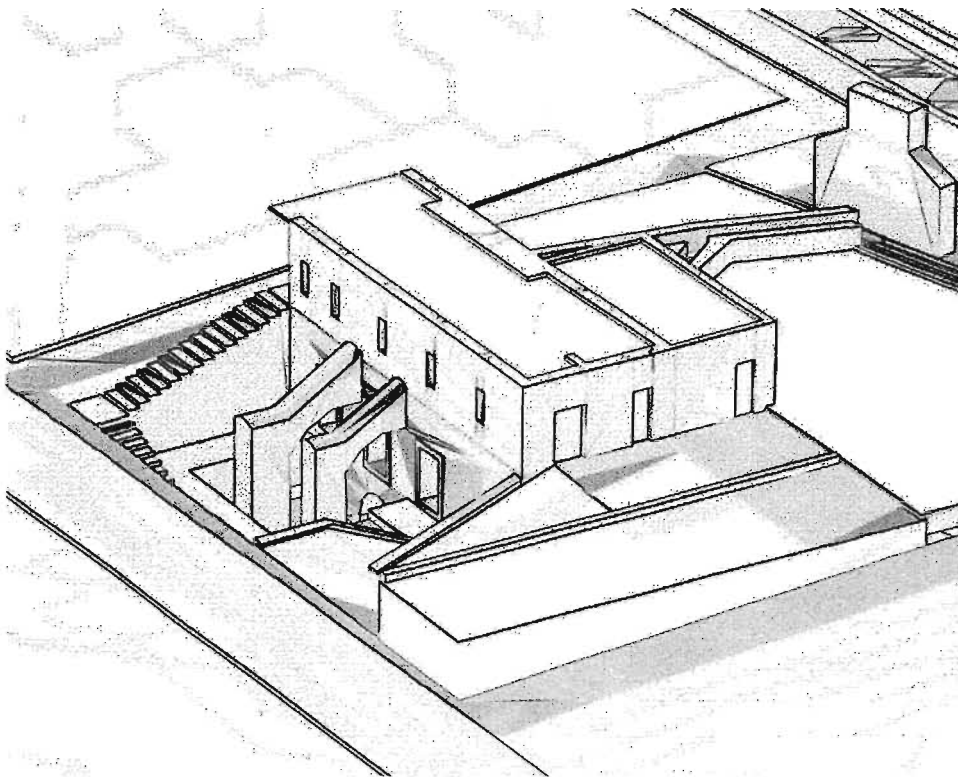
De determinarse un cubo demasiado profundo al terminar la rampa podemos pensar que esta era solo para aumentar la capacidad de almacenaje, si por el contrario la entrada de la saetilla esta ubicada en una línea recta similar a la que determina la inclinación de la rampa, las rampas serían para aumentar la presión del salto de agua.

El acceso a la sala de molienda es a través de rampas hoy no es posible distinguir el mínimo indicio de que las rampas estuvieran ahí, salvo en la inclinación del terreno que nos hace llegar a la entrada de la sala de molienda, esta es de dimensiones mucho menores a la del molino de arriba en todos los aspectos, parece que fue excavada en el terreno, los dos muros cortos no existen, tenemos el terreno directamente, el muro oriente es el que da al desagüe y también es éste el muro por el que se accede, 3 vanos de similares características uno de entrada y dos como ventanas dividen el espacio en 3 zonas muy claras.

En el piso de los dos tercios al sur, están los orificios por los que pasaba el eje de movimiento, también aquí es posible observar que los cárcavos se encuentran anegados hasta el tope, no existe un espacio mínimo en el que se pueda determinar las características de los cárcavos.

Una muela móvil esta tirada en el espacio más al sur, su grosor nos habla de que estaba cercana a ser sustituida, parte de esa bóveda esta colapsada sobre el relleno y la muela yace en una posición inclinada sobre el relleno del cárcavo. En el espacio del centro solo se observa el orificio a través del cual como a 10 cm. de profundidad se ve el relleno de tierra.

Los vanos se ubican enfrente de los espacios ahora vacíos de las dos maquinarias inferiores, una vez mas observamos un vacío enfrente del tercer vano (el vano mas al norte) que cumplía con esta función mixta de área complementaria y vestibulación. Los vanos que dan a la maquinaria proporcionaban luz y ventilación para el trabajo, aunque las condiciones de trabajo en este espacio son mucho peores que en el de arriba, el contacto directo con el terreno y la disminución de dimensiones lo hace un espacio mas húmedo y seguramente con menos capacidad de dispersar los polvos flotantes de las harinas tan perjudiciales para los trabajadores de los molinos.



Vista norte de los molinos de abajo. En color claro, las áreas que pudieron servir para el trabajo previo del grano. En este dibujo se observan las entradas al edificio en su nivel superior y hacia la sala de molienda un nivel abajo. Una característica arquitectónica son los dos contrafuertes que hunden su soporte en el desagüe del molino, las ventanas colocadas hacia el desagüe, iluminaban la sala de preparación en el nivel de acceso.

Siguiendo con las mismas características que el molino de arriba este fue construido excavando el terreno, su desagüe mucho más pequeño que el de los molinos de arriba esta igualmente excavado en el terreno y su canal de desalojo presenta fábrica en su bóveda.

El contrafuerte que evita el derrumbe del muro oriente del molino sobre el desagüe cae exactamente sobre el canal de salida, pareciendo que esta trabajado sobre el mismo contrafuerte. El nivel de la huerta esta 7 u 8 m. arriba de este lugar. Las fábricas en general son de piedra juntada, salvo el cuarto agregado en forma de "L" que es de adobe y que por lo mismo esta a punto del colapso total, algunas de sus esquinas ya no existen y sus muros yacen en pedazos ahora como montones de tierra con vegetación en el piso interior y exterior.



Vista del nivel de acceso de los molinos de abajo. El techo de vigas tablado y terrado se colapso y ahora sobre el crece vegetación, los arcos a la mitad de la sala ayudaban a sostener la techumbre y dividían virtualmente el espacio en dos zonas.

Algo similar sucedió con las techumbres de ambos espacios, la bóveda franciscana se colapso hace tiempo y ahora cubre los pisos interiores, la vegetación ya comenzó a reclamar su terreno creciendo sobre los terrados de las techumbres.

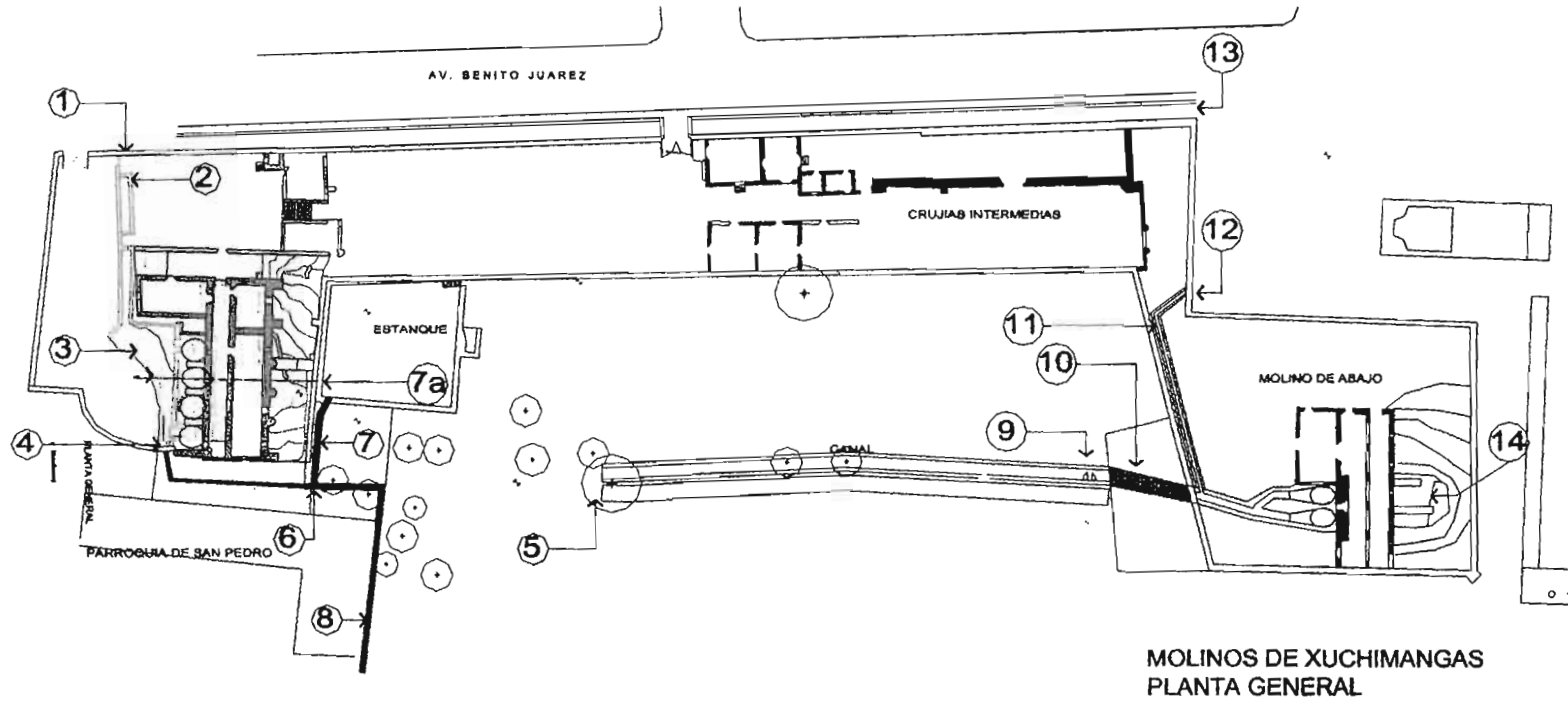
La muelas fueron sacadas de la sala de molienda y fueron arrojadas sobre el desagüe, la vegetación ha crecido y las ha cubierto, pero todavía se observan secciones de algunas de las muelas con sus anillos metálicos, lo que nos habla de la presencia de grúas que facilitaban el volteado de las prietas para el picado.

Las muelas de los molinos de arriba no son visibles por ningún lado, al parecer cuando después de la revolución los molinos fueron invadidos, los molinos de arriba si se usaban como habitación, los molinos de abajo fueron abandonados con el deterioro normal que esto conlleva.

Finalmente hablemos del acceso a estos molinos de abajo, a diferencia de los de arriba, e en la parte mas al oriente de la zona de las crujías intermedias, se encuentra un muro y un dintel cuya fabrica es con tabique de barro junteado, el dintel esta apuntalado y el relleno en esta zona debe de rondar los 2 m., ahora para pasar por este dintel requiere de pasar encorvado.

Este control de acceso dentro de los espacios del molino es comparable a los escalones que ubicamos en los molinos de arriba la diferencia es que el acceso a los molinos de abajo se podía controlar incluso con una puerta, mientras que a los molinos de arriba solo se podía controlar el acceso de las carretas por el desnivel, el dintel descrito esta inserto en un muro que cierra el espacio de los molinos de abajo.

D. EL SEGUNDO CAMINO DEL AGUA



MOLINOS DE XUCHIMANGAS
PLANTA GENERAL

- 1. Entrada de agua al conjunto
- 2. Compuerta canal principal
- 3. Cauce actual del agua
- 4. Entrada de agua a la parroquia
- 5. Inicio de zanja real
- 6. Entrada a la huerta

- 7. Alimentación de Estanque
- 7a. Desagüe de los molinos de arriba por abajo del estanque
- 8. Acueducto hacia el interior del edificio
- 9. Zona de compuertas en el canal principal para controlar el agua que entra al molino de abajo

- 10. Canal subterráneo
- 11. Canal interior
- 12. Reingreso del canal a la huerta
- 13. Canal colector
- 14. Desagüe molinos de abajo

Molinos de Xuchimangas
Tepetzotlán Estado de México
Sistema Hidráulico
Planta de conjunto
Tarelicio Pastrana S

Ya se ha mencionado en repetidas ocasiones a lo largo de este trabajo que los molinos estaban inmersos en un sistema mas complejo de distribución y aprovechamiento del agua, en el segundo camino del agua hablaremos de antes y de después de los molinos de Xuchimangas.

La alimentación del sistema venia desde la presa de la concepción, presa que originalmente fue construida por los jesuitas, de esta salían canales uno de los cales avanzaba por los terrenos y llegaba a Tepetzotlán desde el barrio de Capula.

En el barrio de Capula, en el cual se ubica el casco de la hacienda de Xuchimangas, el canal pasaba enfrente de este casco y se dividía posiblemente para alimentar otra cadena de molinos. Los recorridos de este canal principal se veían delimitados por el desnivel natural del terreno, la hondonada que se creaba enfrente de la hacienda de Xuchimangas provocaba una derivación, pero esta no podría alimentar la zona donde estaban los colegios para la cual se tendría que subir nuevamente a esta alimentación y por tanto, se extendía un ramal que rodando la población, llegaba a esta por el norte.

Cuando los jesuitas llegan a Tepetzotlán, se encontraron con un río que cruzaba por el sur del actual emplazamiento de los colegios, este río llamado río hondo o de Tepetzotlán se divide en dos y forma el río chiquito cuyo ramal cruza por el área del pueblo de sur a norte y el río Cuahutilán que se interna hacia el oriente; al norte una barranca con un cauce de agua que se incrementaba en época de lluvias, además de un sistema de canales de origen prehispánico que se usaban para el riego.

El primer paso aparte de la construcción de la presa de la Concepción, fue enlazar los diferentes ríos y conectar todos los sistemas, aparte de la zanja real que llevaba el agua hacia Tepetzotlán desde la presa, se construyo un presa mas pequeña al norte en la cañada hoy conocida como la presa, por medio de canales enlazaban esta presa con la zanja real en el ramal que entraba a Tepetzotlán desde el norte, y que es el mas importante para nosotros porque es el canal que abastecía los molinos.

Diferentes canales cruzaban el pueblo y terminaban en los ríos que ya se mencionaron al oriente y al norte, el curso de estos canales con el paso del tiempo determinaron el trazo irregular de muchas de las calles del Actual Tepetzotlán, de esta manera encontramos calles como andador San Juan Fandilla cuyo trazo curvo no tiene otra explicación mas que la construcción de casas siguiendo un alineamiento determinado por el canal y que al paso del tiempo ya desaparecido el canal, se conserva el trazo en un calle, otros ejemplos son: las calles Cristóbal Colon y C. Antonio Alzate, algunos de estos canales todavía corren subterráneos.

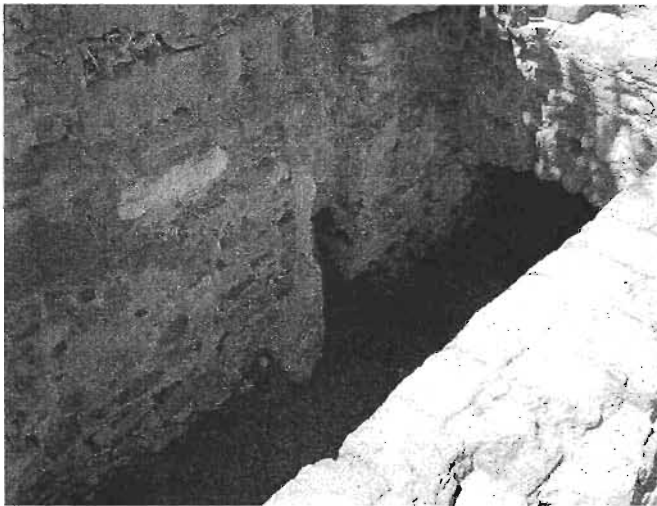
El casco de hacienda mas cercano a los colegios era Xuchimangas, a tan solo 1.5 Km. al poniente, este casco tenia algunos molinos que se encontraban en la línea de los molinos anexos al colegios, al parecer los molinos anexos al colegios fueron construidos y operados por los jesuitas antes de hacerse con la hacienda de Xuchimangas, cuando los jesuitas adquieren Xuchimangas incorporan sus propios molinos a los de la hacienda y al paso del tiempo son los únicos sobrevivientes, están anexos al colegio conservaron el nombre de todos juntos, aún cuando hay referencias que indican la existencia de otros molinos mas, incluso se sabe del tercer molino hacia el oriente aprovechando las pendientes generadas por el terreno y continuando con las alimentaciones de canales.

Algunas obras que también configuraron la región y que fueron realizadas por los jesuitas fueron acueductos y puentes, los arcos del sitio eran un acueducto que formaba parte de un canal que llevaría agua hasta la presa de San Pedro Xalpa, propiedad de los jesuitas y cabecera administrativa de las haciendas de los colegios de Tepetzotlán, la expulsión impidió que ellos concluyeran esta obra que funcionó casi 100 años después a consecuencia de la conclusión de las obras por parte de los nuevos dueños de San Pedro Xalpa, el agua era tomada del río el oro, después de ser utilizada en unos molinos ubicados sobre este río.

Los puentes más cercanos están al norte y al sur, el del norte salva la cañada de la presa y el del sur todavía llamado puente de los jesuitas, cruzaba el río Tepetzotlán estaba sobre un camino que todavía existe y que llevaba hacia Cuahutitlán.

El canal principal de alimentación del sistema era la zanja real, entraba al conjunto por los molinos de arriba, un ramal previo se desviaba (todavía lo hace) desde antes y avanzando hacia el oriente, entraba por la actual calle de Pensador Mexicano, para llegar al atrio de los olivos y por medio de un sistema de canales, de los cuales se han encontrado vestigios se regaban los olivos que ahí se encontraban.

Hoy es posible observar que en época de secas el agua de la presa llena los espacios verdes de este atrio llegando por canales hoy subterráneos hasta este sitio.



2

Canal de acceso Principal.

Ya fue descrito en la sección del camino del agua, este punto que aparece en la fotografía es la entrada de agua a todo el sistema.



3

Vista del área donde estuvo el embalse previo o estanque de los molinos.

A la derecha están los cubos, la esquina de construcción que se observa es la de la panadería, también es visible el sitio donde el pretil poniente del canal se pierde en el terreno. Al fondo una casa construida en el terreno contiguo.

El ramal de entrada llegaba a los molinos donde ya hemos descrito su camino, hablaremos del ramal que saliendo del estanque, previo a los cubos, entraba al área de los colegios, hoy lo hace a través del curato, en esa época no sabemos que dependencias ocupaban estos terrenos.

Este canal entra por el curato dobla hacia el poniente y abandonando el actual terreno del curato, entra a la huerta por la zona donde acaba el desagüe de los molinos, pero a una altura mayor. En es punto en el que el canal entra a la huerta, existe una división, el canal doblaba hacia el norte y otra rama seguía el contorno de las construcciones avanzando hacia el oriente.

El ramal que va hacia el norte avanza 4 m. y termina en un alimentador para un deposito que tiene unas dimensiones de 14 x 16 con 3 m. de profundidad, su capacidad de almacenaje es de 220 000 litros de agua, este estanque tiene su propio sistema de compuertas que retomaremos mas adelante.



4

Entrada del agua al actual curato,

Después dará vuelta hacia el oriente y entrara a la huerta, a la izquierda de la imagen cubierto parcialmente por la vegetación se puede ver el inicio del rebosadero del cubo 4.



6

Entrada de agua a la huerta.

El agua puede ir hacia dos canales, hacia el norte (hacia abajo en la foto) llenara el estanque de la huerta, hacia el oriente (izquierda en la foto) avanzara por el contorno del edificio y entrara a los diferentes patios de los ex colegios.

El ramal que se interna en la huerta avanza pegado al contorno de los edificios, pasa por detrás de la parroquia y llega al edificio por la zona de la capilla domestica, en este punto el terreno desciende abruptamente y para conservar la pendiente se construye un ducto sostenido por arcos, dando origen al lugar de la huerta conocido hoy como plaza del acueducto.

En esta plaza y con un respiradero de por medio, se divide el ducto en dos, uno de ellos dobla hacia el poniente y alimentaba la fuente en el centro del patio de los naranjos, lugar recreativo de los novicios, en torno a este patio estaba construido el noviciado, estas área fueron parte de las ultimas ampliaciones que se le hicieron a los colegios, la diferencia de nivel entre la alimentación del acueducto y la fuente (3 m.) ayudaría al flujo constante de agua por la fuente.

De la fuente del patio de los naranjos sale un canal subterráneo que atraviesa el patio hacia el oriente y atraviesa por debajo de un poyo lateral en el vestíbulo de salida hacia la huerta, reintegrando el agua al sistema de canales existente en la huerta.



7

Alimentación del estanque.

Labrada en cantera, el fondo del mismo con vegetación creciendo en el, el espacio cubierto de ladrillo es la parte superior del muro que contiene el estanque.



Vista de la plaza del

acueducto. Antes de entrar en línea recta al edificio y pasar entre el frigorífico y la cava, el ducto de agua se divide para correr hacia el oriente (izquierda en la fotografía) y alimentar la fuente del patio de los naranjos, antiguo noviciado de los colegios.

El ramal principal que dejamos en la plaza del acueducto se interna en el edificio, este acueducto pasa por el interior en el muro que divide la cava del frigorífico, enfriando el muro y por consiguiente enfriando las 2 habitaciones contiguas, la diferencia entre ambas era que el frigorífico permitía la circulación del aire y la cava estaba cerrada y no permitía la entrada de luz ni de aire, la conservación de vinos así lo reclamaba, en cambio el almacenaje en el frigorífico debía de permitir la circulación de aire para mantener secos los alimentos.



Patio de las cocinas. Con su fuente y la salida del acueducto que viene desde la zona del estanque pasando por la plaza del acueducto, las cocinas son las habitaciones localizadas a la derecha en la fotografía



Patio de los naranjos. La división del ducto en la plaza del acueducto, permitía la alimentación de esta fuente en el centro del patio de los naranjos antiguo noviciado, después de alimentar la fuente, un canal subterráneo salía en dirección oriente hacia la huerta pasando por debajo del poyo localizado en la puerta a la huerta y ya en esta, se incorporaba a los canales de riego, (el oriente en la fotografía es la zona desde la que se hizo la toma).

El acueducto sale de la construcción y termina en el patio de la cocinas en una fuente que no esta localizada al centro, este es uno de los patio mas hermosos de los colegios, en el está la fuente descentrada colocada hacia una de las esquinas del patio, el acueducto sale y un respiradero hace las funciones de cambio de dirección para terminar con una rampa de alimentación en la fuente.

El patio tiene 3 niveles en dos de sus extremos y dos niveles en los otros dos, existen dos relojes de sol y la comunicación al área de las cocinas, es a través del ante refectorio y de la despensa, las ventanas de todos estos espacios dan hacia este patio de las cocinas, los cuartos para ahumar carnes estaban en el otro extremo del patio, al centro de este patio se encuentra un pozo que servia para enviar el excedente de agua que estaba en el sistema el desagüe de la fuente, este pozo tendría un canal que abandonaría el edificio y regaría campos hacia el sur.

Regresamos a la división que tiene su lugar en el espacio contiguo al estanque, el estanque se llenaba y para permitir el riego de la huerta se tenían que abrir unas compuertas que están localizadas al oriente, este sistema esta totalmente anegado, de hecho el riego de la huerta se efectúa por una ruptura en el acueducto que entra a los colegios y del cual acabamos de hablar.

Esta ruptura provoca que el agua escurra por el terreno hasta encontrar el tramo visible de la zanja real, antes el abrir la compuerta del estanque provocaba que por medio de un canal subterráneo se llegara a la parte visible de la zanja real y se llenara el sistema de riego, este punto que hoy esta tapado es el que creemos que podía contener algún enlace con el canal de desagüe del molino, que después de pasar por debajo del estanque se une al sistema general en algún punto.



5

El inicio de la zanja real. Es probable que la salida superior sea la proveniente del estanque de la huerta, en el fondo se observa un dintel de piedra parcialmente enterrado, esta podría ser la salida del canal del desagüe de los molinos de arriba, de ser cierta esta idea, en este punto se estarían uniendo las aguas del estanque y las del molino de arriba para integrarse de nuevo al sistema.

La zanja real corre de oriente a poniente y llega a la zona donde está la plaza de la dolorosa, en esta plaza está una compuerta que permitía, por medio de un canal subterráneo que pasa por debajo del nicho de la virgen, alimentar los molinos de abajo, si esta compuerta permanece cerrada la zanja real quiebra hacia el sur y atraviesa todo el terreno actual de la huerta, en su camino existen compuertas para alimenta canales mas pequeños que se iban subdividiendo para el riego general de toda la huerta.

La alimentación de los molinos de abajo era a través del canal ya descrito que al entran en los terrenos del molino se dividía en dos para alimentar los dos cubos de rampa, el agua que salía de este molino tomaba un canal de salida que no sabemos hacia donde se dirige.

Una de las hipótesis son los dos pozos de respiración ubicados hacia el oriente de los molinos de abajo, estos respiraderos permitían desplazar el aire de los canales subterráneos para permitir que el agua corriera hacia estas zonas.



9

Zona de compuertas. Controla el paso del agua hacia el molino de abajo hacia el oriente (parte izquierda en la foto) el agua venia desde la zanja real (a la derecha en la foto) y de aquí continuaba por otro ramal de la zanja que se ve al fondo en la foto.



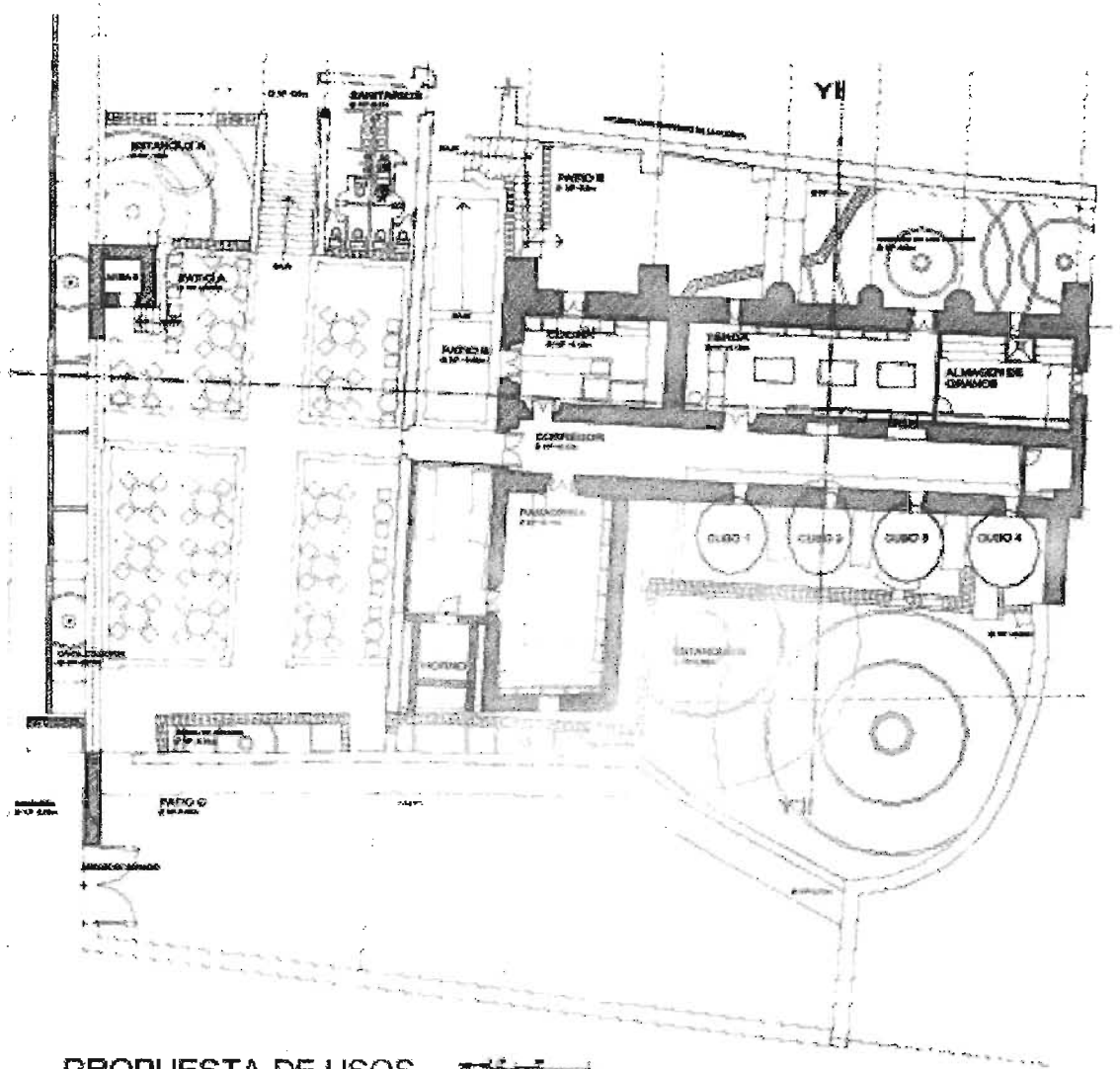
10

Canal de alimentación de los molinos de abajo. Pasa por debajo del nicho que tiene la escultura de la dolorosa, es posible observar en la zona baja del muro que contiene el nicho, la parte superior de la bóveda del canal de entrada a los molinos.

El enlace entre el canal de desagüe de los molinos de abajo y los dos pozos no sería muy grande, la distancia que tenía que cubrir este canal es de 17 m. y después de pasar por estos dos respiraderos se uniría a otras aguas que eran recolectadas y se enviarían a un tercer molino que se localizaba por la actual calle de San Juan Fandillas.

Los terrenos subsecuentes hasta el desagüe de los canales en el río chiquito eran de siembra, esto es notorio cuando analizamos que el canal colector general que corría por la calle Benito Juárez, bajaba desde los colegios y avanzaba en dirección poniente hasta el río, el ramal que pasaba por los molinos de abajo y se unía con el canal que salía de los respiraderos también corría en esa dirección, y se subdividía en varios ramales que terminarían todos en el río chiquito al oriente.

Hoy tenemos como elemento de análisis el pequeño espacio que esta confinado dentro de los terrenos de los colegios, pero es impotente remarcar que este era un sistema general del cual los colegios y sus molinos formaban parte.



PROPUESTA DE USOS
MOLINOS DE ARRIBA
PLANTA GENERAL.

CAPITULO V: UN TEMA SOBRE NUEVOS USOS PARA LOS ESPACIOS DE ARQUITECTURA PREINDUSTRIAL (Propuesta para los molinos de Xuchimangas)

La Conservación entonces del patrimonio industrial es una necesidad inherente de toda sociedad post-industrial y ante la completa evidencia de su importancia en el rol de la historia y la identidad de los pueblos y ciudades ya que en gran parte los asentamientos humanos actuales fueron profundamente influenciados por éstos complejos o sitios siendo hoy en día más que un espacio para contemplar o preservar, en un Recurso Cultural, Social Económico, Turístico, etc.

Andrés Armando Sánchez Hernández

CAPITULO V: UN TEMA SOBRE NUEVOS USOS PARA LOS ESPACIOS DE ARQUITECTURA PREINDUSTRIAL (Propuesta para los molinos de Xuchimangas)

A. CONSIDERACIONES SOBRE LOS MOLINOS HIDRAULICOS Y SU IMPACTO EN EL ESPACIO ARQUITECTONICO GENERADO

El iniciar una investigación sobre un tema relacionado con la tecnología dentro de un contexto arquitectónico, permite descubrir relaciones interesantes entre el objeto y el espacio¹, estas relaciones tienen una cadena evolutiva que al final de todo el trabajo nos permite reconocer procesos similares en situaciones actuales. Las comparaciones son útiles, cuando podemos crear referentes, en el caso de los molinos su historia no ha parado, sigue y seguirá creando más páginas para anexar a su proceso evolutivo.

Estudiar el proceso evolutivo de un objeto creado y utilizado por el hombre, es adentrarse en la evolución humana, los referentes comparativos siempre son la historia del hombre lo que hacía y porque lo hacía, además de pensar en qué manera estas situaciones afectaron al objeto de estudio, es así que encontramos objetos que acompañan al hombre desde que fueron creados por él y otros que se han visto afectados por las situaciones cambiantes de la humanidad y han desaparecido pero quedan como recuerdo de eras pasadas.

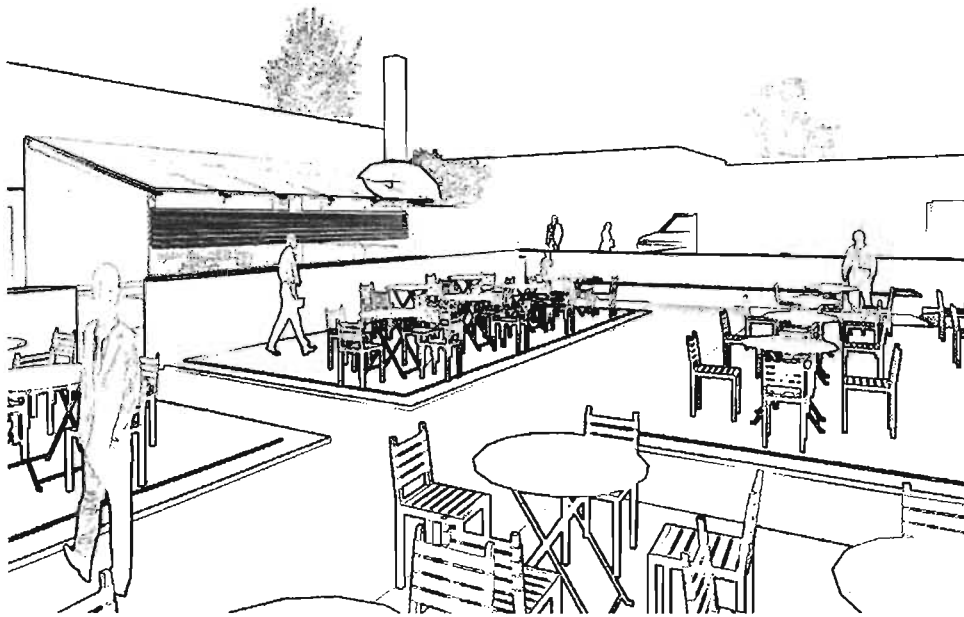
Los objetos más permanentes son los que cubren necesidades primarias del ser humano, alimentarse, vestirse etc, también es cierto que los objetos que transitaron por la historia con menos cambios son los que resuelven óptimamente la necesidad para la que fueron creados, las agujas para coser son similares desde hace miles de años no han necesitado ser transformada, aun en las máquinas de coser la aguja es el elemento que realiza este trabajo, no ha necesitado de cambios substanciales porque con esa forma y manera de trabajar cubre la necesidad para la que fue creada.

El principio de trabajo es el mismo, la manera de trabajar cambia, las primeras agujas fueron grandes y de materiales como el hueso o la madera, ahora las agujas son pequeñas de materiales metálicos, su forma es la misma, un cilindro con un ensanchamiento de un lado donde va el ojo y una punta del otro que es la que penetra en el tejido que se va a unir.

Como se vio en el capítulo de la evolución de los molinos, el hombre cubre necesidades de manera sencilla y directa, cuando sus necesidades cambian, sobre todo en cuanto a niveles de producción o rapidez, crea artefactos que permiten facilitar el trabajo, es el inicio de la evolución de ese objeto; con la creación de objetos y accesorios que facilitan un trabajo que en muchos casos presentan los mismos principios de operación y funcionamiento pero aplicados a diferentes situaciones, empezamos a crear máquinas.

Las máquinas se aplican a diferentes tareas para facilitarlas, el hombre desarrolla su inteligencia gracias a la aplicación y creación de máquinas, estas máquinas evolucionaron y siguen evolucionando y el hombre con ellas. La necesidad del hombre de buscar facilitar su trabajo, convierte a su mente en el mejor instrumento de trabajo, con este crea las máquinas que aplica en diferentes aspectos.

¹ Para el caso de los molinos denominamos objeto a la maquinaria y sus accesorios y al espacio el edificio que lo contiene



Vista general de la zona de la cafetería, con el canal de acceso al fondo y la panadería y el horno del lado izquierdo. La cafetería se adaptaría en el antiguo patio de trabajo del molino, utilizando los elementos conductores de agua como parte de la ambientación.

Un objeto que representa un salto evolutivo importante es la rueda, con su aplicación en diferentes situaciones, se facilitan tareas, en esencia la resolución de estas necesidades permitieron que el hombre tuviera mas tiempo libre que fue empleado en la mejora de los procesos, la importancia de la aplicación de maquinas en las tareas del hombre fue la creación de elementos encadenados que desarrollaron su inteligencia y le permitían evolucionar.

En esta situación, retomemos el tema de la arquitectura; debido a que los molinos son en esencia un espacio arquitectónico creado en torno a una maquina y pensado para hacer la operación de esta funcional, pensemos que esta relación del espacio arquitectónico envolvente de una maquina con ella es importante y determinativo, si la maquina evoluciona, el espacio también, este espacio se adapta a esta función, al cambiar la función es lógico que el espacio también lo haga.

Esta unión entre arquitectura y tecnología continua en nuestros días, el objeto contenido le confiere identidad al espacio envolvente, algo similar pasa con las actividades generadas de la operación de ese objeto, estas son generadoras de espacios que contribuyen en el resultado final; las grandes chimenea que tapizan el paisaje en las regiones cañeras son resultado de una necesidad muy especifica de los ingenios azucareros, arquitectónicamente son un icono que distingue la hacienda azucarera de otras que no lo son, funcionalmente los chacuacos solo son chimeneas.

De esta forma los espacios evolucionan con la maquina, los espacios responden al igual que un objeto a las necesidades que los vieron nacer, si permanecen durante mucho tiempo sin cambios quiere decir que no los necesitan, si desaparecen será porque la necesidad que motivó su creación ya no existe o se subsana de otra forma, en los espacios arquitectónicos ligados a la tecnología, el espacio va de la mano de la evolución de la maquina, son historias paralelas, la suerte de uno será la del otro.

En estas cadenas evolutivas, el hombre adquiere sus mayores beneficios de la mejora que el mismo hace de las maquinas que le facilitan el trabajo, a mejores maquinas mejores niveles de producción, mas tiempo libre y menos esfuerzo humano. Un concepto ya manejado a lo largo de este trabajo, pero que adquiere mayor fuerza, es la importancia de las necesidades productivas en la mejora de los molinos, estas necesidades productivas no solo son aplicables a la situación de obtener mayores volúmenes, también es importante el tiempo en el que estos volúmenes de producción son obtenidos, ambos factores fomentan el cambio de las maquinas, mayores niveles de producción en menor tiempo.

También es importante liberar al hombre del trabajo, aunque esta necesidad se veía afectada por el momento histórico y como ya se vio, fue importante para no sustituir la aplicación de mano de obra esclava en los diferentes procesos que la utilizaban, luego el momento en que las necesidades de fuerza aplicada tuvieron que buscar fuentes alternativas.

Hasta este punto sabemos que los molinos de sangre eran los mas populares, baratos y de fácil mantenimiento, es importante recordar que en el periodo de expansión romana todos los pueblos conquistados provocaban un gran flujo de esclavos a las provincias, estos esclavos se utilizaron en los trabajos mas pesados y repulsivos, tan excesivos que tenían que colocar mano de obra obligada, cuando el flujo de esclavos se para se buscan alternativas energéticas para el movimiento de la maquinas.

Una vez mas observamos que el momento histórico y evolutivo humano afecta a todos los productos del hombre, en este caso los molinos son un claro ejemplo, la rueda hidráulica era conocida desde tiempo atrás, no se había aplicado a diferentes procesos, porque se contaba con la mano de obra esclava que podía llevarlos a cabo, es importante entender que estas necesidades a cubrir (necesidades generadas por el hombre y su momento histórico) son el principal motor de los cambios en los objetos y sus espacios, en este particular caso en la maquinaria de los molinos y en su edificio contenedor.

La rueda hidráulica es un invento perdurable en la humanidad, desde aquellas primeras ruedas hidráulicas, hasta las grandes turbinas que son movidas por agua, existen muchos años de evolución, pero también una situación común: El aprovechamiento del agua como fuerza motriz.

Incorporar el agua a los molinos y otros espacios que requerían de utilizar la rueda hidráulica (batanes, Ferrerías, aserraderos) represento una transformación arquitectónica importante, las obras necesarias para almacenar distribuir y manejar el vital liquido que ahora también proporcionaba movimiento a las maquinas, se incorporan al repertorio arquitectónico de estos espacios, canales, presas, embalses, túneles, desagües y cubos son parte importante y fundamental del edificio.

La necesidad de emplear la rueda hidráulica transforma el espacio envolvente y le incorpora elementos que antes no requería, pero que ahora el funcionamiento de la maquinaria depende de ellos.



Vista interior de la sala museográfica, adaptada en la antigua sala de labor, en primer plano se observan las dos maquinarias restauradas que estarían en operación, la reconstrucción del tapanco serviría para mostrar parte de la colección a exhibir.

La evolución del molino representa una evolución del espacio arquitectónico, esta característica acompañara la historia de la arquitectura preindustrial, que siempre será un elemento que se adapte a la maquina y a las actividades que se llevan acabo en su interior, es el tipo de arquitectura que responde mas a necesidades muy especificas que no tienen que ver con la personalidad del propietario (como seria el caso de una casa habitación), donde además de la resolución de la necesidad generadora se deben de cumplir otras necesidades de tipo mas personal, en el caso de los molinos, la arquitectura tiene que facilitar la función del molino y el proceso de molienda.

Los molinos acompañan al hombre desde sus orígenes, es importante establecer vinculo entre la molienda y alimentación, como ya sabemos los molinos son utilizados para muchas actividades, pero es la alimenticia la que los coloca como un objeto de primera necesidad.

La relación grano-molino-harina-pan es necesaria y podríamos decir que vital para el desarrollo humano, el molino va de la mano de la historia del pan y del cultivo de granos, encontramos una nueva correspondencia entre necesidad objeto, se necesita un alimento que proporcione gran cantidad de energía, el hombre obtiene de los granos el pan, para la obtención de este se requiere la molienda de granos, se crean los primero molinos, ya contamos en ese momento con la relación entre necesidad vital (alimentarse) con un "invento" que la cubre (el pan) y una maquina que ayuda a obtenerlo de manera mas fácil (el molino).

Cuando el molino crece necesita de un espacio para ser alojado, existe un momento en el que el molino crece tanto que deja de ser una herramienta móvil que puede ser colocada en cualquier espacio, cuando no se usa para transformarse en un objeto fijo a un espacio, aquí es donde la liga entre molino y arquitectura comienza, el espacio

especializado para la molienda, en un inicio debe de haber sido un espacio vacío en cercanía de la casa, después esta transformación y la evolución de las necesidades de producción (aspecto ampliamente comentado) generan el espacio arquitectónico creado específicamente para contener al molino, un local al que se denomina con el nombre genérico de la máquina que contiene " el molino", deja de ser la máquina que muele para convertirse en un edificio con características particulares específicas, también hemos hablado de los espacios que definen identidad derivada de la función para la que fueron creados, esto es más notorio en el momento de incluir la rueda hidráulica a los molinos, la rueda acompañara a los edificios y en los casos en que es visible dará identidad al edificio.

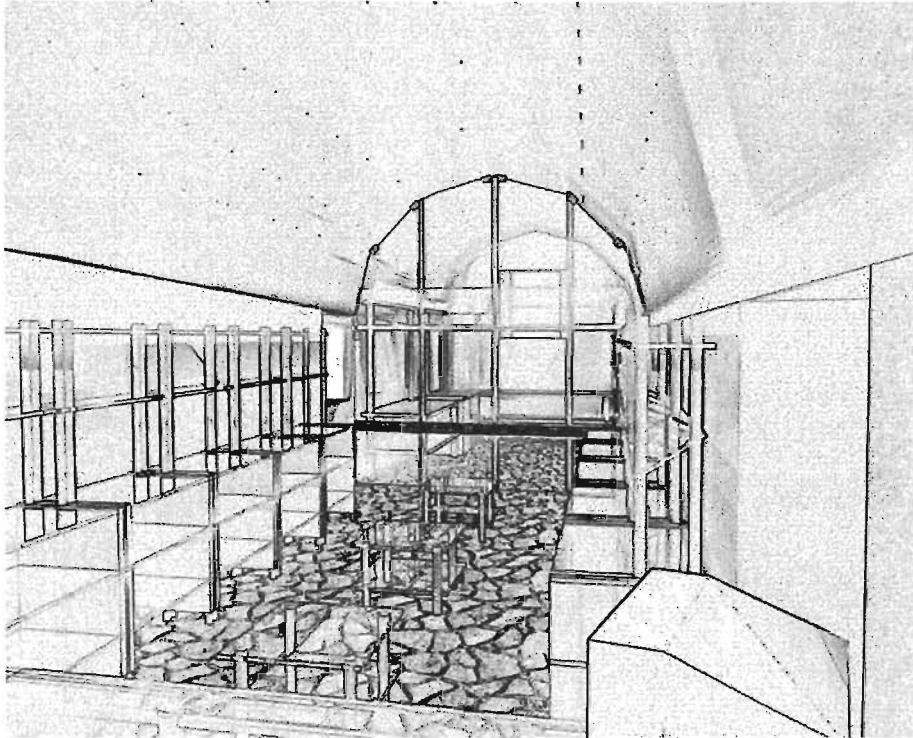
Otro aspecto importante es la proliferación de molinos, el molino era el primer paso entre el grano y el pan, el pan era el alimento básico del hombre por lo tanto los molinos se incorporan al repertorio urbano y rural, debían de existir molinos en los pueblos y en las ciudades, que cubrieran las necesidades de molienda del núcleo urbano, fuera este del tamaño que fuera, el único cambio debió de ser el tamaño y el número de estos, una ciudad con necesidades productivas mayores tendría más molinos que un poblado pequeño.

De la importancia de los molinos nos hablan los reglamentos y leyes que legislan sobre ellos, algunos tan antiguos como la Biblia en la que se habla del daño que se le puede causar a alguien si le dañan el molino, en el Deuteronomio tiene carácter de ley y prohíbe el daño a los molinos, las menciones en la Biblia son múltiples, los molinos eran algo común y necesario. El código visigótico utilizado en España antes del siglo VIII d.C. menciona castigos para los que dañan un molino, también sabemos de las ordenes religiosas que establecen la inclusión de los molinos como obligatoria en sus partidos arquitectónicos, en el primer capítulo de este trabajo se amplían los comentarios al respecto.

En México en el periodo virreinal, la concesión para construir y operar un molino era otorgada por el virrey, se tomaban en cuenta varios factores para concederlas entre ellos la cercanía de los molinos más próximos al emplazamiento y su radio de influencia. Este conjunto de leyes antiguas y recientes y los modos de supervisar la operación y construcción de los molinos, tiene que ver con la importancia de ellos, el objeto espacio generaba riqueza a sus propietarios y satisfactores vitales a la población, en muchos casos los gobiernos y las instituciones fuertes monopolizan las actividades de molienda para tener control no solo sobre los molinos, también era una forma de controlar la producción de alimentos.

El corazón de un molino es su maquinaria, esta se volvió más compleja y determino los cambios arquitectónicos que ya vimos; en este trabajo hemos mencionado que la construcción y operación de un molino requería de conocimientos en diferentes campos, a medida que se vuelven más complejos, construir un molino requería de obras hidráulicas, obras arquitectónicas y obras mecánicas.

Se debe de enfatizar la necesidad de que la maquinaria funcione adecuadamente, en el molino de rueda horizontal los giros excéntricos podían provocar desgaste desigual en las piedras, un eje que no estuviera totalmente vertical al momento de girar generaba vibraciones que dañaban al resto de la maquinaria, estos factores repercuten directamente en la producción, como ya vimos la producción es el factor fundamental que provoca las mejoras en los molinos.



Vista interior de la tienda del museo, adaptada en la antigua sala de preparación del grano, esta actividad se incorpora a la tienda y se coloca un cancel de cristal para que el visitante pueda ver este trabajo desde la tienda, en este lugar también se almacena de manera temporal, grano y harinas

Errores en la obras de distribución y almacenamiento del agua, afectaría el flujo de esta, para los molinos hidráulicos es fundamental un flujo constante y adecuado del agua esta es la que los hace girar, si faltaba el agua o no tenía la fuerza suficiente el molino no trabajaría.

Una mala planeación de espacios o una deficiente fábrica del edificio influiría en tiempos excesivos en la operación normal del molino, y una vez más estos factores repercutirían directamente en la producción de las harinas.

La construcción y operación de un molino era una especialidad, observemos lo complejo de las actividades generadas de esto, la fabricación en madera de piezas para la maquinaria, el labrado de las muelas, la colocación y puesta a punto de la maquinaria en el edificio, la construcción del espacio que requería de dimensiones adecuadas para montar la maquinaria y la operación del molino entre otras, todas estas son actividades que requerían de una especialización, no era fácil construirlos ni operarlos.

Este tipo de actividades debió de generar oficiales que heredaban los cargos y enseñaban el oficio de padres a hijos, en la actualidad donde existen, lugares como España en los que todavía se utilizaban los molinos hidráulicos, los actuales molineros aprendieron el oficio por parte de sus padres o en otros casos por haber entrado de aprendices desde niños, como paréntesis mencionaremos que los molineros actuales en su mayoría fabrican las piezas de la maquinaria y las cambian cuando es necesario.

B. LA RELACIÓN ENTRE MAQUINARIA Y ESPACIO ARQUITECTÓNICO. Lenguajes generados

Reafirmemos el concepto de la resultante arquitectónica del molino en relación a su maquinaria, en el capítulo 2 de este trabajo se puede observar que la maquinaria en el caso de los molinos de rueda horizontal es instalada ocupando diferentes niveles de la construcción y comunicándose entre estos a través de pasos en la bóveda, el moviendo del eje se transmite entre un espacio y otro, la maquinaria actúa con el espacio arquitectónico, de hecho el espacio esta diseñado para el óptimo funcionamiento de la maquinaria.

El espacio adaptado a la maquina es un aspecto importante, porque genera espacios arquitectónicos dentro del edificio con utilidades muy particulares y dependientes totalmente de la maquinaria, estos se ven modificados en otros molinos; por ejemplo el molino de viento que requiere al igual que el de aceña de una transmisión de movimiento entre el eje horizontal y el vertical difiere de este en la colocación de la maquinaria, mientras que en la aceña la maquinaria esta abajo en el molino de viento se encuentra arriba, el resultado es conocido, el molino de aceña esta cercano a un río y tiene la rueda vertical por debajo del nivel de la sala de molienda, el molino de viento puede estar en cualquier lugar y el la sala de molienda es en la parte mas baja, generando un edificio alto con las aspas adosadas, misma actividad pero diferentes tipos de maquina generan resultados arquitectónicos diversos.

Esta generación de arquitectura, se extiende a otros aspectos relacionados con la molienda, los diferentes estilos en el modo de moler también nos generan diferentes tipos de arquitectura, por ejemplo una actividad como la preparación del grano.

En muchos sitios el grano llega ya preparado al molino, lo que elimina los espacios generados de esta actividad, en otros que funcionan como factorías y contienen todo el proceso en su interior se requieren espacios específicos para estas actividades, en los molinos de Xuchimangas, se realizaba todo el proceso, muestra de ello es el tamaño del edificio y los espacios circundantes.

Para preparar el grano se requería de lavarlo, esto hacer necesario un lugar con agua cercano al patio de trabajo, esto no representa problema en los molinos hidráulicos, donde el agua del canal de alimentación puede ser utilizada, para secar el grano se necesita un área grande y pavimentada, con lo que se incorpora un patio con estas características que además puede servir como era, de esta forma la preparación del grano genera un espacio específico, con pavimento, con agua corriente cercano y no muy retirado de la sala de molienda o de los espacios de almacenaje del molino.

Una sola actividad que puede estar o no contenida, genera un espacio muy particular que se incorpora al edificio, este espacio podría eliminarse si en el molino solo se recibiera grano preparado para la molienda, por otra parte un molino que ofrece el servicio tendrá mas ventajas que otro que no lo hace, la arquitectura se relaciona incluso con los aspectos de producción.

Si enfatizamos los espacios generados, si mencionamos que la función contenida le confiere identidad al edificio, si hablamos de espacios en torno a la maquinaria o de espacios creados para la producción, estamos hablando de un lenguaje espacial, este lenguaje es perceptible por cualquier individuo, cada tipo de espacio genera su propio lenguaje, un ejemplo muy típico utilizado en las escuelas de arquitectura nos habla de esto: El maestro llega y dibuja un edificio al que le pone una puerta, la fachada esta formada únicamente por una puerta, en este momento puede ser cualquier cosa una casa, una escuela, un hospital, cuando el dibuja una cruz sobre la puerta sabemos que

solo puede ser un templo, en nuestra memoria la cruz le da identidad de templo a un espacio, al verlo colocado en una fachada "leemos" el símbolo y entendemos el uso del edificio.

Con la arquitectura de los molinos sucede algo similar, reiteramos las particularidades que nos proporciona un molino hidráulico, la maquinaria, los espacios para la molienda, las bóvedas para los cárcavos, la fortaleza del edificio, las obras de conducción y almacenaje de agua (canales, embalses cubos etc.) la sala de molienda por encima de los cárcavos las ventanas vigías sobre los cubos, etc.

Todos estos elementos nos generan un lenguaje arquitectónico que debemos apreciar y que nos permitirá saber que tipo de molino era, que procesos se llevan a cabo adentro que caminos seguía el trigo o la harina, en resumen: El edificio nos habla de su historia y su pasado, a través de su lenguaje espacial. Estos elementos son importantes para entender el inmueble, comprender el porque de su programa, como ya lo hemos visto, la arquitectura tiene un lenguaje y este lenguaje es mas claro en los espacios de tipo preindustrial, si recordamos la relación objeto espacio, comprenderemos que un edificio tan simbiótico puede perder su objeto, pero las huellas de la existencia de este se quedan en los muros pisos y techos para que sepamos que existió y como era.

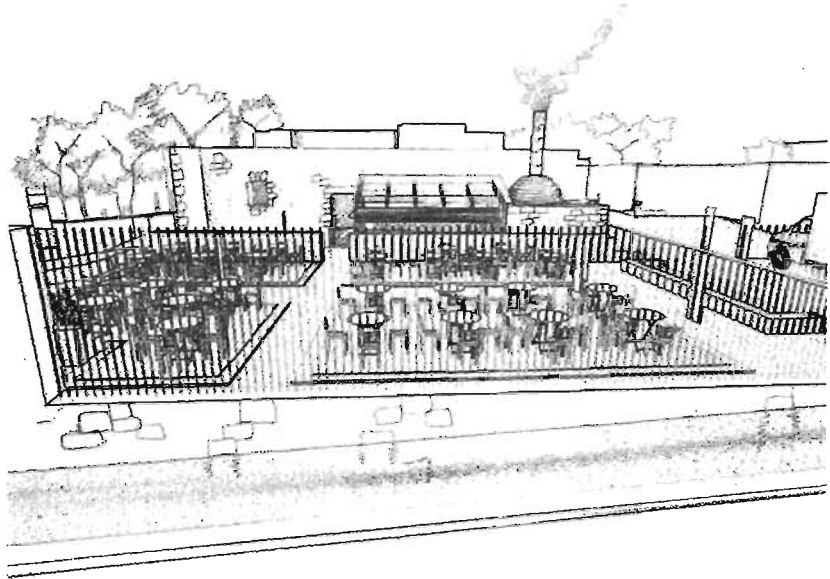
C. IMPACTO EN UNA REGION DE LOS MOLINOS HIDRAULICOS

Si los molinos eran tan importantes y los molinos hidráulicos eran de los más productivos, una región con agua adquiere una dimensión diferente, el concepto de riqueza regional tiene que ver con el agua, siempre lo ha sido, una región con mucho agua es una región rica, pero también el agua proporciona el movimiento de las maquinas, esta situación sigue viva, el agua niega los cultivos, el agua genera electricidad con el mismo principio de rueda hidráulica que se utiliza en los molinos, la construcción de presas que subsana estas dos necesidades es común en nuestros días y transforma las regiones, lo único necesario es que el agua exista, no se puede construir una presa donde no hay agua.

El mismo caso lo apreciamos en los molinos, en la cuenca de México, la región molinera era hacia el poniente, aprovechando dos factores con los que contaba esta región, los ríos que escurrían desde la sierra y la pendiente paulatina, los molinos se instalaban en las márgenes de los ríos y aprovechaban la fuerza del agua que bajaba desde la sierra para llegar al lago, desgraciadamente salvo contados ejemplos hoy solo sobrevive el recuerdo de esta región en los nombres del lugar.

A las riquezas particulares de fertilidad que generan las regiones con ríos, se agregan los establecimientos de tipo preindustrial, en la misma zona de la cuenca donde estaban los molinos se establecieron en el siglo XIX, fabricas que aprovechaban el cauce de los ríos para mover sus maquinas, la actual plaza de Loreto fue una fabrica con estas características, en Tlaxcala encontramos casos similares que aprovechaban el agua como generadora de fuerza para mover las maquinas.

Concluyendo, el agua es vida pero también es fuerza, y aquí es donde ligamos con los molinos, el molino hidráulico como su nombre lo indica utiliza el agua, la fuerza hidráulica. Debemos comentar que al ser el agua el elemento común entre agricultura y energía, además de las necesidades que cubre el ser humano (consumo, limpieza etc.) debemos considerar que la configuración de regiones hidráulicas no solo se centraba en las organizaciones preindustriales. Por lo general esta relación energía consumo y riego que hemos comentado, la encontramos en nuestros días con las presas, pero la encontrábamos también en las regiones molineras, no solo se



Vista general desde el Norte, en primer plano se observa el canal colector general al fondo el molino con el horno y la panadería del lado derecho, las sillas de la cafetería ocupan el antiguo patio de trabajo.

ubicaban los molinos en estos sitios, las obras hidráulicas eran aprovechadas para el riego y para el consumo, de esta forma se configuran regiones extensas que aprovechan los recursos hidráulicos de la zona de una forma mas integral.

Como ya se describió a lo largo de este trabajo los molinos de Xuchimangas pertenecían a una región jesuita cuyas obras hidráulicas eran aprovechadas en las haciendas de la región y movían varios molinos, la misma hacienda contaba con varios diseminados a lo largo de los canales y ríos de la zona.

Aumentando este concepto debemos recordar que el canal principal llevaba agua para el riego de la huerta de los colegios, y también para la fuente de la cocina, con lo que se cumplen varias de las condiciones mencionadas, esto lo podemos observar en los tramos del sistema que sobreviven, seguramente esta situación se repetía a lo largo de la zanja real, de esta se derivaban mas canales cuyas funciones a parte del riego debieron de ser el consumo humano.

Un factor importante, es que no debemos considerar las regiones molineras como regiones aisladas con un solo uso, al contrario, esta situación se observa incluso en las abadías cistercienses donde se planificaba la región en torno a la abadía para que contara con diferentes usos del agua, después de hacer la toma de agua se colocaba el molino, esta toma podía ser sobre el mismo río. La ferrería y los batanes se ubicaban en un canal derivado, se desviaban canales para que se alimentara el riego de los campos, los estanques para el cultivo de truchas y el consumo de la abadía, lo ultimo y después de lo cual se regresaba el agua a su cause original era la limpieza de letrinas.

Esta planeación a escala pequeña en los monasterios se hacía también en las regiones hidráulicas, colocando diferentes talleres que utilizarían la rueda hidráulica, los canales desviaban el agua hasta el riego y los estanques, es común encontrar representaciones de molinos contiguos a huertas para aprovechar el agua del molino en el riego.

Las regiones hidráulicas a las que pertenecían los molinos se organizaban de manera natural, llegaban o se establecían en torno a los ríos y después sacaban de este el agua que necesitaban para sus diferentes funciones. Las regiones dependían mucho de la unión de estos pequeños sistemas, una región grande (como el caso de la de Tepetzotlán) podía extender las obras de conducción por varios kilómetros, de la misma manera existen pequeñas sistemas que en conjunto pueden formar uno mas grande, por ejemplo, el sistema que forman los dos molinos anexos a la huerta y todo el conjunto de canales de riego con los estanques y los acueductos para llevar el agua a las diferentes fuentes, es un sistema pequeño que forma parte de un mas grande formado por canales, presas y acueductos.

Todos estos factores nos hablan de una organización que se extiende y rebasa el ámbito particular del edificio del molino, aquí es donde podemos hablar de la clasificación de preindustrial, no solo tiene que ver con la definición de edificios realizados en un periodo anterior a la revolución industrial, también habla acerca de los sistemas de organización que anteceden a los de las industrias actuales.

El análisis regional del entorno de los molinos de Xuchimangas nos revela una planeación de tipo preindustrial que se apoyaba en los sistemas de haciendas jesuitas, ya comentamos sobre las practicas que llevaban acabo controlando mercados, incluyendo toda la cadena productiva en sus haciendas o con situaciones de planeación regional como es el caso de los molinos y su entorno.

El espacio arquitectónico dentro del conjunto de los molinos nos habla de una organización que se había traducido en mejoras arquitectónicas, en espacios de acceso controlado, en zonas de trabajo con un diseño adecuado para sus funciones, zonas de almacenamiento, espacios de transición, observamos situaciones tan específicas como los pasos en la bóveda de la sala de molienda, para que el grano bajara desde la sala de preparación que se encuentra al mismo nivel del patio de trabajo. Esto es el ejemplo mas claro de un estudio de circulación del producto, no queremos decir con esto que los jesuitas lo inventaron, mas bien lo enfocamos a la situación de utilización, el edificio responde a estas necesidades, el grano se recibe y prepara, desde el patio de trabajo se lleva a la sala de preparación y se hace bajar hacia las tolvas, después se lleva a la bodega el producto terminado.

Es en este punto donde radica el interés y el peligro de estos espacios, todo el edificio habla de este proceso de fabricación de harina, el proceso que lo vio nacer es el que lo hizo obsoleto, al transformarse las maquinas y la energía empleada como resultado de este proceso ya mencionado de mejoras evolutivas, el edificio se convierte en un accesorio de la maquina y pierde su utilidad.

El edificio surge como una adaptación a una maquina y a un proceso particular, es lógico que al desaparecer este proceso el edificio deje de ser útil y empiece su deterioro.

D. DETERIORO Y DESAPARICIÓN DE LOS ESPACIOS PREINDUSTRIALES, MANERAS DE ABORDAR SU ANALISIS

El proceso bajo el cual surgen estos espacios y los hace tan particulares es el mismo que los condena al olvido o en el mejor de los casos al cambio de uso, los convierte en una curiosidad recuerdo de una etapa anterior, al mismo tiempo los condena a la desaparición, todo el camino recorrido nos habla de una tipología arquitectónica única, interesante porque es un espacio arquitectónico producto de una adaptación a un objeto (que en este caso es la maquina) y aun proceso la fabricación de harina, que forma parte de sistemas regionales amplios que en su momento de plenitud contaban con mas de un ejemplo de estos casos, estas entre muchas otras cualidades, que podríamos encontrar pero aunque presenta, no podemos evitar que desaparezcan, habla del hecho que al ser una arquitectura eminentemente utilitaria desaparece en manos de una versión más moderna de si misma.

El proceso de deterioro del espacio es basto, esta arquitectura es simbiótica, hemos mencionado su relación estrecha con la maquina que contiene, cuyas partes se conjuntan con la arquitectura y la arquitectura es producto de la adaptación a estas partes, si el edificio es simbiótico con la maquinaria, en el momento en que le retiran esta, pierde gran parte de su identidad arquitectónica.

No es fácil leer el espacio de un molino cuando carece de la maquinaria, de hecho el molino deja de serlo cuando esto sucede. El primer paso del deterioro es cuando la maquina se pierde por diversas razones, recordemos que es un objeto formado de madera y metal, si un molino es abandonado las piezas de madera son utilizadas como leña y el metal es robado para ser vendido.

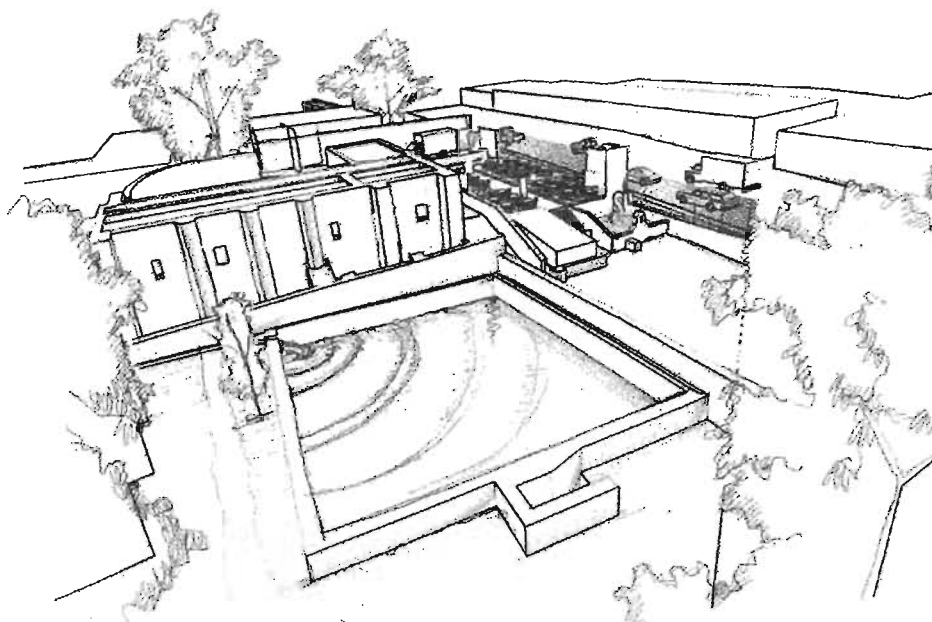
Una manera de evitar el funcionamiento de un molino es la suspensión del flujo de agua, cuando el agua ya no circula el edificio pierde otro de sus elementos compositivos, los canales, estanques y desagües se secan sucede algo similar que con la maquinaria, si el molino pierde el agua, pierde otro elemento de lectura importante.

En los molinos de Xuchimangas el deterioro de los conductos hidráulicos y sistemas de almacenamiento es tal que es imposible determinar el camino que seguían los canales, la vegetación ha invadido la mayoría de los espacios y en los cubos los niveles se han alterado a tal grado que el fondo ya no es visible.

Mencionamos con anterioridad que un molino esta formado por 3 elementos importantes, la maquinaria, el sistema hidráulico y el espacio arquitectónico, en la mayoría de los procesos de deterioro de los edificios se pierden dos de los elementos, maquinaria y sistema hidráulico, esto trae como consecuencia que el edificio entre en un proceso de destrucción; es importante mencionar que el hecho de que deje de funcionar como molino le hace perder su razón de ser, el propietario considera que el edificio no puede ser usado para otra cosa diferente para lo cual fue creado y lo abandona, por lo que una opción es el uso alternativos, sus características no permiten que esto sea algo muy común, convirtiendo los molinos en ruinas.

El siguiente paso en la destrucción de estos espacios, se adaptan los edificios a otros usos o se demuelen para dejar lugar a otro edificio más moderno, numerosos edificios están regados muriendo lentamente en los márgenes de los ríos, sin saber los pobladores cercanos que son o para que sirvieron.

Los diferentes espacios y sus características además de su ubicación, determinaron el destino de sus inmuebles, de esta forma los edificios que funcionaban como factorías



Vista aérea del conjunto con el estanque rehabilitado de la huerta y en segundo plano el edificio de los molinos de arriba, en la parte derecha, la calle con la que limita al Norte el conjunto.

que estaba ubicados en el interior de las ciudades fueron recuperados y se entregan a usos diversos, generalmente relacionados con la difusión cultural.

Otro conjunto numeroso de edificios que se encuentra en entornos rurales, por su tamaño han sobrevivido y se han adaptado a usos derivados de las necesidades de sus propietarios, el caso mas grave es el de los pequeños molinos en entornos rurales que poco a poco desaparecen por no encontrarse usos alternativos.

El cambio de uso en el edificio de un molino esta sujeto a varias adaptaciones que se hacen de manera natural (por el proceso de deterioro en que entra el edificio al ser abandonado) o adaptaciones que los propietarios hacen para que el edificio funcione de acuerdo a sus necesidades actuales.

Este proceso de reutilización del espacio permite salvar el envolvente arquitectónico del molino, generalmente estas adaptaciones realizadas de manera empírica y con el único propósito de buscar el aprovechamiento del espacio para fines particulares desaparecen los pocos elementos de lectura que puedan quedar en el inmueble, velando las señales que pueden referimos a la existencia de la maquinaria en su interior y en todo caso al uso como molino en algún momento de la historia del inmueble, ¿cuantos casos existirán en los que el cambio de uso les robo esa parte de su historia en que el edificio funciono como molino?.

La situación ideal al tratar de restaurar estos espacios independientemente del cambio de uso, es rescatar los elementos de lenguaje arquitectónico que nos hablan de su vida pasada, en todo momento el usuario actual del espacio deberá percibir que se encuentra en un inmueble que en su origen funciono de otra manera, es el único

camino adecuado para la reutilización del espacio, la negación por medio de ocultar estos elementos roba parte de la esencia del edificio.

El método más adecuado para lograr esto, es el estudio exhaustivo del inmueble en particular y de su tipología como género arquitectónico, de este estudio se obtiene un repertorio que permite el análisis de los espacios y de sus elementos compositivos al identificarlos de manera particular, en el caso de estudio podemos obtener un proyecto que sea incluyente de ellos y no al contrario con lo que estaríamos negando su pasado.

Cuando entramos en el proceso de proyecto, debemos tomar en cuenta diferentes factores, en general podemos decir que este punto es el que toma complejo el proceso de desarrollo de un proyecto de restauración arquitectónica, sin olvidamos de la metodología de desarrollo de proyecto arquitectónico común, debemos incorporar elementos necesarios como el estudio descrito en párrafos anteriores y a diferencia de un proyecto nuevo partimos de espacios existente.

A estos espacios existentes, debemos aderezar lentamente los elementos que le permitan funcionar adecuadamente dentro de su nueva actividad siempre respetando lo existente, sin modificar las lecturas espaciales, las propuestas del arquitecto restaurador no deben girar en torno a las modificaciones conceptuales en la composición del espacio, porque esto ya existe.

La relación edificio-entorno en el caso de los molinos es muy fuerte, los espacios exteriores son parte esencial del edificio, forman parte de los procesos de la molienda o contienen una serie de obras hidráulicas que eran vitales para el funcionamiento del molino.

Hemos hablado de los procesos de deterioro que afectan este tipo de espacios, las obras hidráulicas son de las más afectadas con estos procesos esa es la importancia de reconocerlas arquitectónicamente dentro de un proyecto de restauración, es común que al paso del tiempo y con el proceso de deterioro los canales, acueductos o presas queden dentro de terrenos que pertenecen a otros dueños, estos con diferentes necesidades destruyen o desaparecen estas secciones no siendo posible en todos los casos recuperarlas.

Este proceso se agudiza con las urbanizaciones, generalmente un molino es un edificio en la margen de un río en un terreno abierto en situaciones rurales o de transición entre la ciudad y el campo, cuando la ciudad crece tanto que se traga el entorno de estos edificios, consume también gran parte de sus espacios exteriores.

La zona molinera de la cuenca de México que se encontraba hacia las lomas de Santa Fe desapareció bajo este crecimiento acelerado de la ciudad en el siglo XX, quedando de ella algunos de sus molinos con los nuevos usos (molinos del rey por ejemplo) y los nombres de varias colonias.

Los molinos suelen ser edificios que trascienden su espacio contenedor, en las zonas aledañas a los molinos encontramos las obras hidráulicas y espacios de trabajo ya descritos que deben incluirse dentro de los proyectos de reutilización, en el capítulo 4 observamos que los molinos de Xuchimangas formaban parte de un sistema hidráulico con diferentes escalas de acción.

Una recuperación de los molinos no se puede concebir sin plantear su interacción con la huerta de los ex colegios o con la zanja que trae el agua desde la presa de la Concepción, esto como un ejemplo muy particular.

E. UN MUSEO DE TECNOLOGIA HIDRAULICA VIRREINAL

En el caso de los molinos de Xuchimangas el análisis para determinar un nuevo uso esta muy encausado a diversos factores, el más importante en mi opinión es su relación con la tecnología hidráulica virreinal.

La tecnología hidráulica virreinal fue un elemento importante que configuro y desarrollo económicamente regiones enteras, la configuración no solo se limito a los aspectos económicos, también a los físicos, un buen ejemplo de esto ya descrito en este trabajo son las haciendas jesuitas pertenecientes a los colegios de Tepotzotlán, la hacienda de Xuchimangas con sus molinos, creo una infraestructura regional de canales para movimiento del agua que sobrevive hasta nuestros días.

Recordemos que la tecnología hidráulica virreinal no esta limitada al campo de los molinos, encontramos batanes, ferrerías, aserraderos, fabricas de pólvora, molinos de aceite entre otros casos. El estudio de la tecnología virreinal se relaciona con cuestiones no solo de tecnología, también de arquitectura, economía y sociedad.

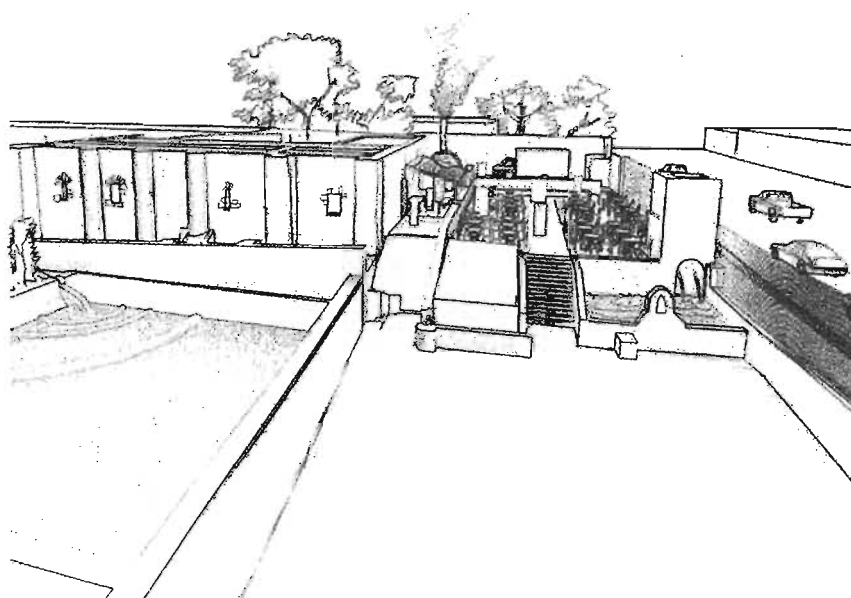
Acompañado al estudio tan necesario de estos factores, existe la carencia de espacios para difundir estos conocimientos, se requieren espacios en los que se pueda estudiar la tecnología hidráulica y adicional a esto se difunda el conocimiento sobre estos temas.

El conjunto de los molinos de Xuchimangas reúne ciertas condiciones que me hicieron pensar en canalizarlo hacia el estudio y la difusión de la tecnología hidráulica virreinal, con una línea muy fuerte hacia los espacios molineros, por ser esta la función original del edificio, entre los factores que tome en cuenta se encuentra su localización, anexos a la huerta del actual museo nacional del virreinato, lo que le confiere una ubicación adecuada para incorporarlo a dicho museo.

Para crear un vinculo con la investigación, me apoye en un proyecto que tiene el museo sobre la creación de un centro de investigación de los virreinos en América, donde se podría insertar una línea de investigación relacionada con la tecnología hidráulica virreinal; estas dos directrices, la difusión y la investigación necesitarían un espacio particular, mi propuesta es la creación del museo de tecnología hidráulica virreinal en el conjunto de los molinos de Xuchimangas como una extensión del Museo Nacional del Virreinato.

Las áreas de los molinos son 3: El conjunto de los molinos de arriba, el conjunto de los molinos de abajo, y las áreas intermedias, en estas tres áreas se repartirían los nuevos usos. Un factor muy importante es su relación con la huerta, actualmente existen dos entradas ambas desde la calle, para entrar a los molinos desde el museo se tiene que salir al atrio de los olivos y caminar por la calle Benito Juárez, para hacer funcionar este espacio en conjunto con el museo se deben de reabrir comunicaciones que existen pero fueron canceladas y se encuentran en el muro divisorio entre los molinos y la huerta.

Esta división en 3 áreas se aprovechara para asignar los nuevos usos, el centro de investigación se puede ubicar en el conjunto de los molinos de abajo, la sección del museo que habla sobre la tecnología hidráulica virreinal, espacios administrativos y de educación continua en las áreas intermedias; finalmente el molino de arriba alojaría las salas relacionadas con los molinos hidráulicos y algunos espacios de los que carece el museo del virreinato que se ubicarían en esta área para su funcionamiento en conjunto.



Vista general desde el Oriente, el estanque de la huerta esta del lado izquierdo. Adosada a la fachada norte de los molinos con el horno al fondo

El proyecto de restauración que se incluye en este trabajo está centrado en el conjunto de los molinos de arriba, como ya se describió en este lugar se localizará un espacio dedicado a los molinos hidráulicos.

El propósito del espacio generado es la difusión de la tecnología hidráulica virreinal en particular los molinos hidráulicos harineros, se cuenta con áreas muy definidas en cuanto a la estructura del edificio, algunas de estas se encuentran incomunicadas, por ejemplo la sala de molienda de la planta de acceso.

Uno de los criterios para realizar el proyecto fue el respeto a la estructura original de edificio, por lo cual no se realizaron comunicaciones internas entre niveles, al respetar los accesos originales se optó por la división de funciones adaptando espacios originales a espacios nuevos completos.

En la sala de molienda se ubicará toda el área museográfica de los molinos de arriba, en esta se reintegrarán 2 maquinarias completas con posibilidades de molturar, pueden funcionar al mismo tiempo o alternarse, con estas en operación el visitante podrá observar el proceso de molienda, el producto obtenido se pondrá a la venta y se enviará a la panadería para la elaboración de pan, de esta panadería se hablara mas adelante.

El área de la sala de molienda será dividida en dos, una donde estén ambas maquinarias y la otra donde se explicará el proceso de elaboración de la harina y el funcionamiento de la maquinaria, debido al carácter abierto de esta sala y a los procesos de molienda que se realizaran en su interior los elementos que compongan la exhibición museográfica deberán tener bajos niveles de conservación, las

condiciones ambientales no podrán ser controladas en el interior de la sala de molienda.²

Para el acceso a la sala de molienda se reconstruirán las rampas que daban acceso a ella, la zona del desagüe de los cárcavos será reconstruida para permitir que por fuera se tenga acceso a la zona que se encuentra en la parte baja del contrafuerte y desde ahí poder observar el desagüe, el canal de salida y las bóvedas de los cárcavos.

Las zonas que se encontraban en contacto con el agua serán reacondicionadas para cumplir con este fin, se permitirá la circulación del agua por canales, cubos, embalses, desagües y cárcavos.

En el nivel de acceso, aprovechando el corredor que sirve de vestibulación a todos los locales se ubicaron áreas mas relacionadas entre si, la cocina, una tienda, la panadería y una bodega de granos.

En el antiguo patio de trabajo del molino se ubicará la cafetería; para hacer que se respeten las circulaciones en el piso se hace un juego de pavimentos, con el cambio de pavimentos, definimos las áreas donde se ubicaran las mesas y sillas de las que se utilizarán para circular entre las diferentes áreas del conjunto, el canal de acceso se utiliza como un elemento funcional, limita el área de la cafetería hacia el poniente.

El horno se reconstruye y pone en funcionamiento, se instala una panadería con venta de pan en el espacio contiguo al horno, este local en el que se establecerá la panadería tiene doble acceso, uno por la zona de la fachada (esta puerta esta cerca del horno) y otra desde el corredor interior del nivel de acceso.

La puerta exterior nos permitirá la comunicación entre la zona de venta de la panadería y el horno, la puerta interior será para que el usuario ingrese al área y compre el pan. Uno de los atractivos del espacio es la venta de pan fabricado con la harina obtenida en los molinos, también será posible adquirir diferentes tipos de harina, todos estos productos obtenidos en el lugar.

La elaboración del pan se elaborara en la parte frontal del horno para lo cual se realizará una estructura exenta con recubrimientos de vidrio, esta estructura es diseñada para que desde la cafetería se pueda observar la elaboración del pan, para permitir la ventilación en el sitio se diseñaran unas ventilas en los paneles de vidrio que cubren la estructura, la entrada a este sitio será a través de la panadería

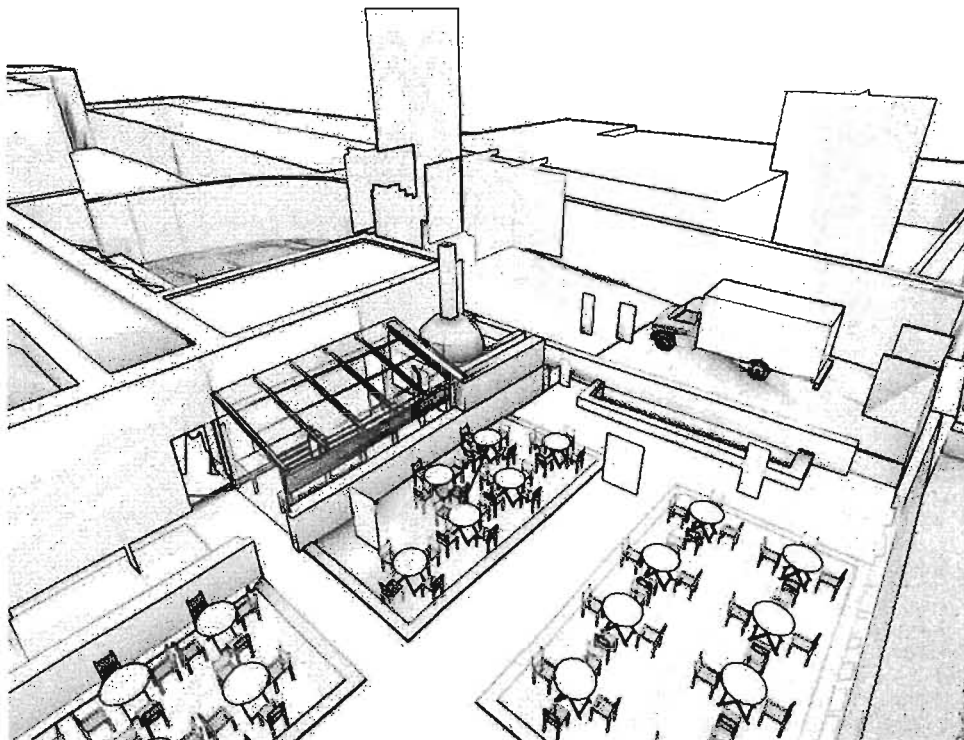
Entrando al edificio, en el nivel de acceso del lado oriente, se ubicara la cocina con servicio de cafetería, el menú estará limitado a platos fríos y comida que no requiera preparación, las instalaciones irán exentas de muros a través de zoclos diseñados para contenerlas, los muebles serán sobre diseño, en ellos se canalizaran las diferentes instalaciones, (hidráulica, sanitaria, iluminación) se excluye la instalación de gas, los alimentos que así lo requieran utilizarán parrillas eléctricas o hornos de microondas.

En la antigua sala de preparación se ubicaran dos espacios separados por un cancel de vidrio que se autosoportará, colocando atezadores hacia los diferentes puntos de la bóveda y los muros, la sala de molienda se divide en 2, la del fondo que coincide con el paso de grano existentes a través de la bóveda que funcionara como almacén y preparación de granos, desde esta aprovechando los pasos existentes se puede enviar el grano a la sala de molienda y específicamente a la zona donde se ubicarán

² Hoja 1 de ilustraciones

las dos maquinarias; en este almacén también estarán los sacos de harina y se realizará el embasado para su venta al público.

En la tienda se encontrarán libros y productos relacionados con la tecnología hidráulica virreinal es importante mencionar que los productos comestibles (harinas, pan y galletas) se venderán en la panadería.



Vista aérea de la zona de la cafetería con la fachada Norte del molino de arriba se observa el canal de acceso para el agua, cerrando el conjunto al norte el canal colector rehabilitado. También se puede ver la panadería y el horno.

Los criterios de mobiliario serán los mismos utilizados en los otros espacios, muebles sobre diseño que contengan la iluminación integrada y canalizaciones para las instalaciones, las instalaciones que requieran de ir por muro utilizaran un zoclo sobre diseño que ira exento del muro.

Regresando a la zona exterior y hablando específicamente de la estructura triple ubicada en el desnivel entre el patio de trabajo y el área intermedia, se restaurara el estanque localizado en el extremo norte de esta estructura, las escaleras funcionarán como elemento de comunicación entre ambas zonas (patio de trabajo y áreas intermedias), finalmente el área definida por muros que se ubica en el extremo sur de esta estructura servirá para ubicar unos sanitarios.

La integración de estos sanitarios seguirá los mismos criterios utilizados en el sitio para hacer el pan la estructura que soportará muros y techumbre será exenta de los muros, la diferencia es que aquí los vidrios que cubren la estructura no serán

transparentes, una vez más las instalaciones irán por los perfiles de la estructura y correrán por las mamparas, la iluminación estará integrada a las mamparas.

El tramo de barda colocado en la década de los 70's que abarca desde la estructura triple en el oriente, hasta la puerta de acceso a los molinos de arriba al poniente, se sustituirá por una reja que permita observar el interior del espacio.

El canal colector general que corría por todo el costado norte de los molinos (ahora subterráneo) será reintegrado, la desaparición de este canal afectó el sistema hidráulico de la huerta que aunque dañado no presentaba problemas de saturación, al reintegrar el canal a cielo abierto los excedentes escurrirán hasta él, el tramo que continúa después del límite de la huerta seguirá subterráneo.

El área al poniente del canal principal de agua será utilizada como un pequeño andén de servicio, la puerta actual será utilizada como entrada de servicio para el ingreso de camionetas que surtan los productos necesarios o se lleven productos manufacturados en el edificio. La puerta localizada en el área intermedia será utilizada como entrada principal. La comunicación hacia la huerta se realizará en 2 áreas, en la zona del molino de abajo reabriendo pasos antiguos que fueron clausurados y en el área intermedia con un vano que también fue tapiado.

Es importante concebir las áreas del museo de tecnología hidráulica virreinal con dos funcionamientos principales: Una individual y la otra como extensión de las áreas museográficas del museo nacional del virreinato. En el caso de ser áreas extendidas del Museo Nacional del Virreinato en conjunto con la huerta estarían dedicadas a la tecnología.

Es importante incluir aquí un proyecto de rehabilitación del sistema de riego de la huerta, que compartía el sistema hidráulico con los molinos, el funcionamiento de los accesorios como compuertas, fuentes y acueductos y la posibilidad de ser observados en un recorrido por la huerta le darían un interés adicional, después de este recorrido se ingresaría a las áreas de los molinos, terminado el recorrido por los molinos se puede regresar a la huerta y al Museo del Virreinato o abandonar las instalaciones por la puerta del área intermedia. También sería posible hacer una visita solo por las instalaciones de los molinos, ingresando y retirándose por la puerta mencionada.

F. METODOS DE INTEGRACION DEL MUSEO DE TECNOLOGIA VIRREINAL CON EL MUSEO NACIONAL DEL VIRREINATO Y ESQUEMAS DE FUNCIONAMIENTO.

La integración de los edificios del molino a las áreas del museo nacional del virreinato surge de la necesidad del propio museo de contar con áreas alternativas para el desarrollo de sus actividades.

Cuando los molinos fueron recuperados en 1998, el museo completó las nuevas áreas para varios proyectos: Se pensó en acondicionar las oficinas administrativas y directivas en ellos, para liberar áreas que se destinarían a la exhibición museográfica, un centro de investigación relacionado con los virreinos en América, áreas museográficas específicas (más de la mitad del acervo del museo permanece en las bodegas por no contar con áreas para su exhibición).

En conjunto con esta problemática de carencias de espacio encontramos los servicios del museo dispersos o concesionados, no se cuenta con una cafetería en las instalaciones, el único espacio que podría cubrir estas necesidades es el restaurante

ubicado en la hostería, que al ser concesionado, presenta limitantes en cuanto a su manejo.

Existe una librería de EDUCAL ubicada en el patio de naranjos, esta debería estar en un área cercana al ingreso al edificio. Finalmente el único espacio que puede ser rentado para eventos diversos es el patio de la hostería, el cual al estar concesionado presenta la problemática ya descrita.

El establecimiento del museo de tecnología hidráulica virreinal en el espacio de los molinos pretende resolver parte de estos problemas, en primer lugar se amplían las áreas de exhibición del museo enfocándolas a la hidráulica virreinal, logrando hacer de la huerta y los molinos, áreas de exhibición.

En el caso de la huerta no se puede concebir la rehabilitación de los molinos sin hacerlo con la huerta, recordemos que este sistema era conjunto, la idea de funcionamiento se enfocaría a los museos interactivos, logrando que el usuario experimente el manejo y operación de los recursos hidráulicos en la pequeña área de muestra (huerta y molinos), siguiendo con este criterio el conseguir que el usuario observe todos los procesos de fabricación de harina y pan, desde el preparado de grano hasta la exhibición y venta de los productos, lo hará participar en estos procesos, el museo estará pensado para favorecer esta participación, en el caso de los procesos mencionados no podría ser factible su entendimiento con la observación de maquinarias y elementos que no estén operando.

En las áreas de los molinos se ubicaría el centro de investigación enfocado a la tecnología hidráulica virreinal, con áreas para investigadores y una biblioteca que maneje estos temas, finalmente se ubicarían tiendas, librerías y cafeterías que cubrirían la carencia que tiene el museo en este tipo de espacios.

Para ser sustentable la propuesta, se debe dividir en tres etapas principales, la primera relativa a la investigación en sitio, la segunda la rehabilitación del espacio y la dotación de la infraestructura necesaria para su operación, la tercera y última, la operación del museo y centro de investigación.

Para la primera etapa se formarían brigadas de trabajo, integradas con personas de servicio social y prácticas profesionales de diferentes escuelas, dirigidas por personal del instituto, de esta forma se harían trabajos de investigación arquitectónica, arqueológica y levantamientos topográficos y arquitectónicos.

Se diseñará un esquema de cumplimiento de servicio social basado en objetivos, los esquemas de cumplimiento definidos en horas de trabajo (4 diarias), limitan la posibilidad de contar con gente de tiempo completo y el rendimiento puede ser menos, las brigadas se diseñarán de acuerdo al cumplimiento de objetivos específicos, de esta forma los que hagan levantamientos topográficos quedarían liberados al entregar su trabajo, lo mismo pasaría con los levantamientos arquitectónicos y los trabajos de arqueología.

Para limpiezas y consolidaciones se buscaría el donativo de horas de trabajo, cuadrillas que se destinarán a labores específicas de limpieza, acarreo y apuntalamientos.

El pago de estas brigadas y las brigadas en si, pueden obtenerse de organismo e instituciones que ya tienen este tipo de relación con el museo, en el caso específico de Xochitla, que podría enviar jardineros para trabajar en la eliminación de la vegetación en los molinos. El patronato de amigos del museo, puede hacer sus

donaciones en dinero fraccionándolo en unidades temporales de trabajo, (una brigada de 5 personas durante una semana).

Al final de la primera etapa el edificio estaría libre de basura, rellenos y vegetación con una documentación generada que sería el punto de partida de los trabajos de rehabilitación, archivos impresos y electrónicos con planos topográficos, arquitectónicos, levantamiento e daños y deterioros, reportes fotográficos, videos etc.

La segunda etapa es la que demanda mayor cantidad de recursos, en esta los donativos se buscarían dentro de las empresas que tendrían relación directa con la actividad molinera y por consiguiente panadera, la intervención debe dividirse en actividades específicas, de esta manera los donativos podrían ser directamente sobre estas etapas, puede existir un donativo para la rehabilitación y puesta en funcionamiento del estanque de la huerta, otras cuatro etapas serían cada uno de los cubos.

Con esta lista de actividades se buscarían los donativos en dinero y en especie, (equipos de computo, mobiliario etc.) otro esquema sería los donativos a cambio de la utilización en el futuro de algunas áreas del espacio restaurado, las empresas del ramos podrían realizar eventos en las instalaciones que podrían ser sin costo por algún tiempo especificado en el momento del donativo.

Empresas que podrían participar en la segunda etapa (y seguir participando para el mantenimiento del edificio en la tercera) serían las grandes cadenas de panaderías (El Globo, La Ideal, Lecaroz, Elizondo etc.), las empresas fabricantes de harinas y los consorcios que reúnen varias de estas actividades, como es el caso de Bimbo.

Para la tercera etapa (la etapa de operación) los recursos se obtendrían de varias fuentes, una de ellas tendría que ver con los ingresos generados de la actividad del sitio. Empecemos por la cafetería, en los últimos años Tepozotlan ha tenido un fuerte impulso en relación con los negocios de comida, la cercanía de zonas industriales y de oficinas, (ciudad satélite se encuentra a 30 minutos en automóvil) lo convierte en un lugar atractivo para ir a comer, es común encontrar grupos de personas que van a comidas de negocios o por salirse de las rutinas que genera su trabajo, aprovechando este nicho de mercado se trabajaría en una campaña de promoción para que la cafetería sea visitada por ser un lugar atractivo para comer, se buscará un público que se extienda más allá del visitante habitual del museo.

Para lograr este objetivo, se ofrecerían productos que no sean fáciles de obtener en otros sitios, por ejemplo los panes utilizados en la cafetería serían panes con harina de los molinos y homeados en el horno de pan, todos los platillos que utilicen panes, harinas o derivados de estos serían obtenidos de los molino y hornos en el sitio.

Otro valor agregado es el sitio, la mayoría de los restaurantes están en lugares que han sido adaptados para este fin, su arquitectura es de la segunda mitad del siglo XX con elementos que imitan la arquitectura virreinal, en el caso de la cafetería estaría ubicada en un espacio rehabilitado del siglo XVI con diferentes elementos funcionales que pueden ser utilizados como ornamentación, las áreas de comensales se pueden ubicar en tomo a estanques y canales, aprovechando muros del edificio como remates visuales o junto a la panadería.

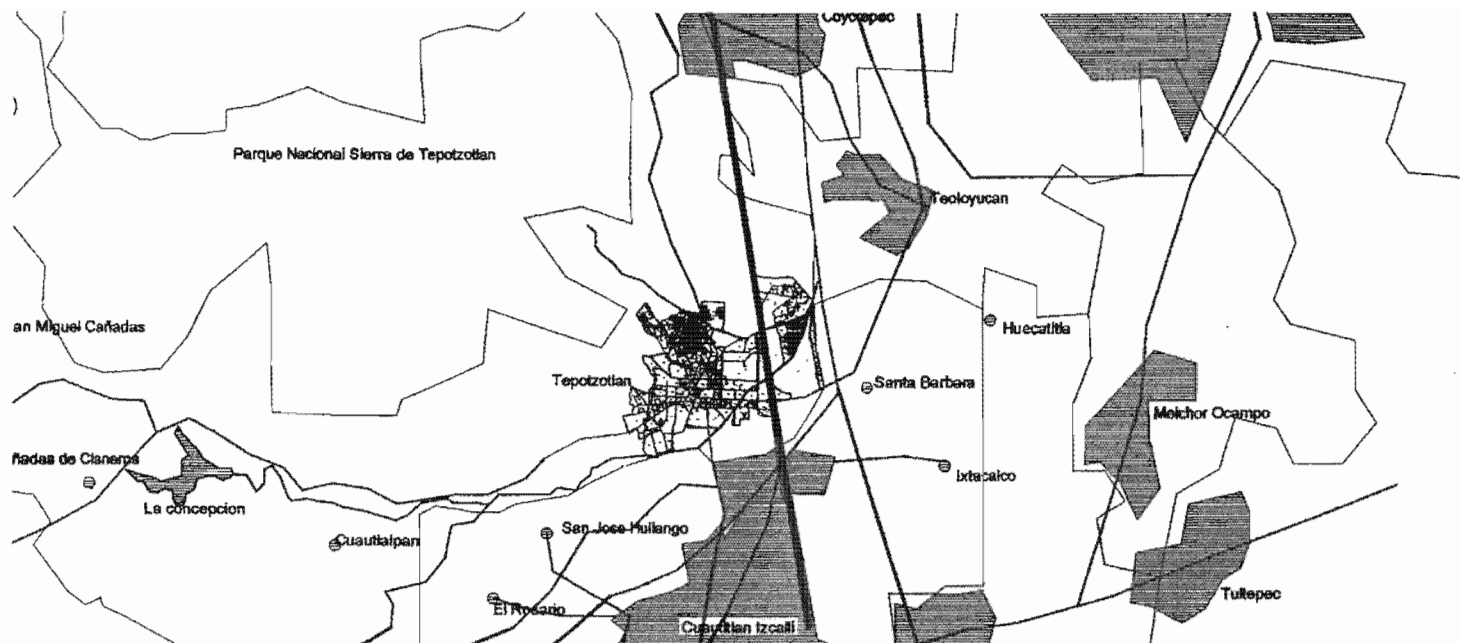
Otra fuente de ingreso es el pan, la panadería debe de convertirse en un sitio al que la gente acuda interesados en comprar el pan que se hace en este sitio, los productos a la venta, serían diferentes tipos de pan y galletas, harinas diversas (finas, gruesas,

integrales) siempre promocionando la venta de productos cuya elaboración puede ser observada y cuyo proceso de fabricación esta inmerso en la recuperación de la técnica tradicional de fabricación, de harina y pan.

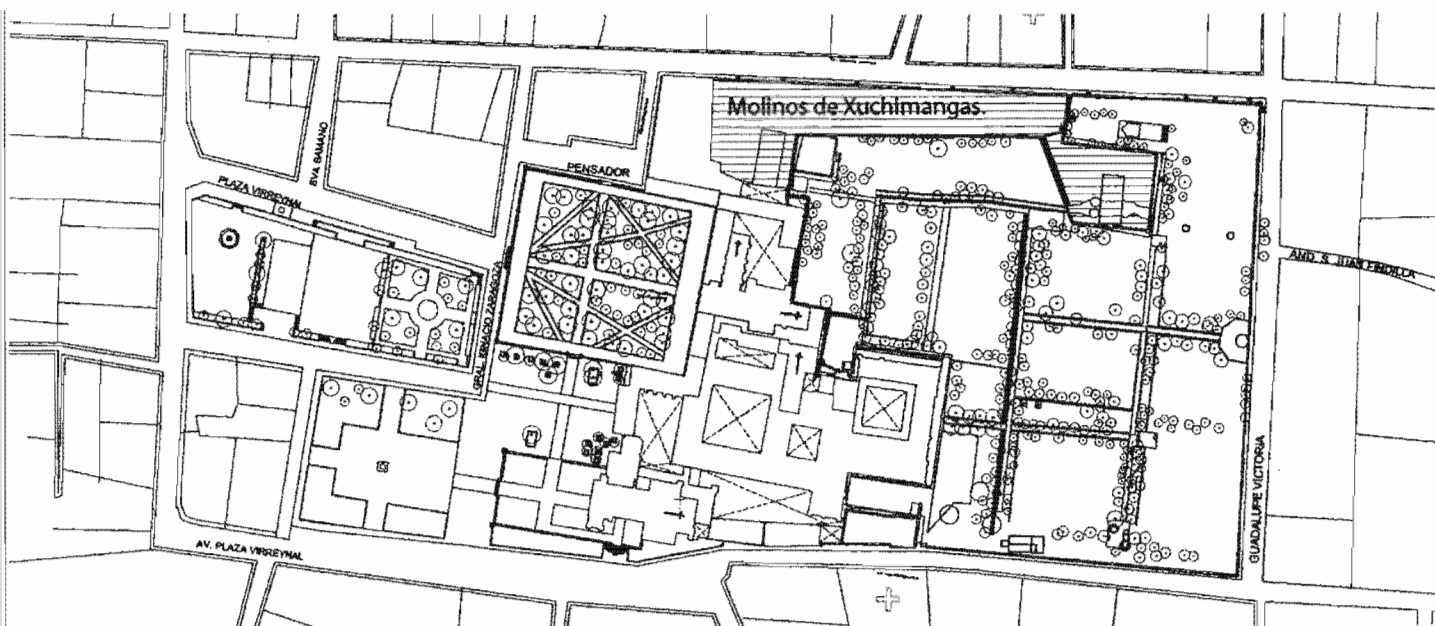
La venta de artículos promocionales sobre el museo y la tecnología hidráulica sería otra de las fuentes de ingreso, en estos casos los artículos se fabricarían con diferentes proveedores y se colocarían para su venta y exhibición en la tienda, ubicada en los molinos, dentro de estos artículos estarían los libros y publicaciones generadas en el centro de investigación ubicado en el mismo recinto, videos, cds, especializados en arquitectura y tecnología hidráulica virreinal.

Las diferentes áreas de los molinos se pueden subdividir para ser rentados en partes o en conjunto, los eventos pueden ser de diversa índole, es aquí donde las empresas patrocinadoras pueden obtener beneficios por haber participado en la etapa dos y obtener precios preferenciales o exenciones de pago, las diferentes aulas ubicadas en la zona de transición, así como el pequeño auditorio se rentarían para congresos y cursos, se ofrecería diversos productos, desde la renta del espacio hasta la organización total del evento específico, con todo lo que esto representa, los precios serían en relación al paquete elegido.

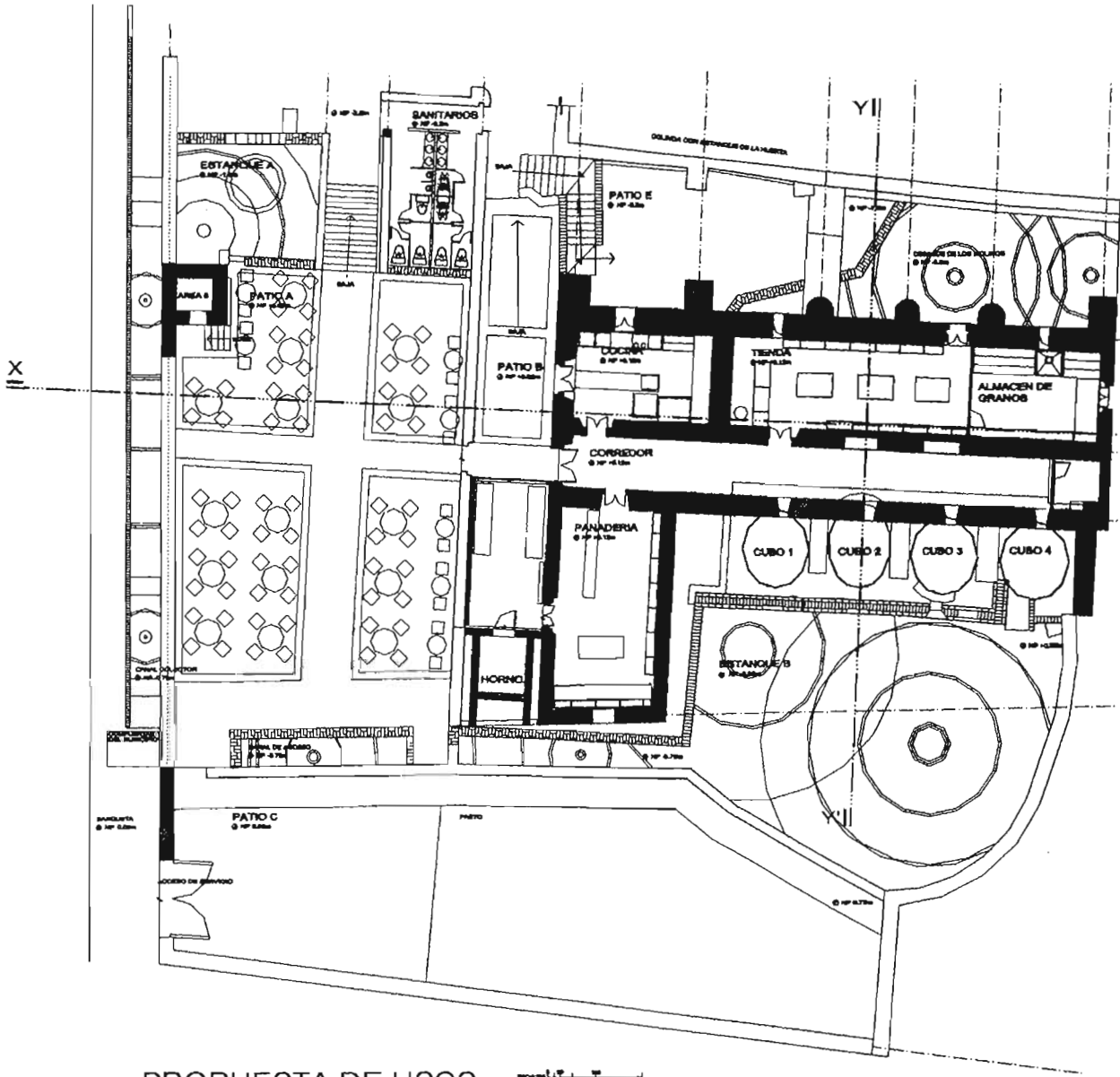
Finalmente los recursos necesarios que no sean generados por los medios descritos, se obtendrán de patrocinios, se diseñará un esquema en donde los patrocinadores serán instituciones y organismos que serán conseguidos por la sociedad de amigos de los molinos y que tendrán diferentes niveles de intervención, habrá donativos en especie que se determinarán por periodos (toallas de papel, papel sanitario y jabón durante un año), o donativos en dinero para el mantenimiento del sitio, también por periodos, el nivel más importante de patrocinio sería el de patrocinadores permanentes que idealmente deben de contarse entre los donadores de la etapa dos con cantidades de dinero fijas por periodo.



Ubicacion del pueblo de Tepotzotlan, al norte de la ciudad de Mexico, 30 kilometros al Norte de Tlalnepanitla y 8km al Norte de Cuautitlan. Para llegar se toma la autopista México- Queretaro hacia el Norte unos metros antes de la primera caseta se toma la desviación hacia Tepotzotlan.

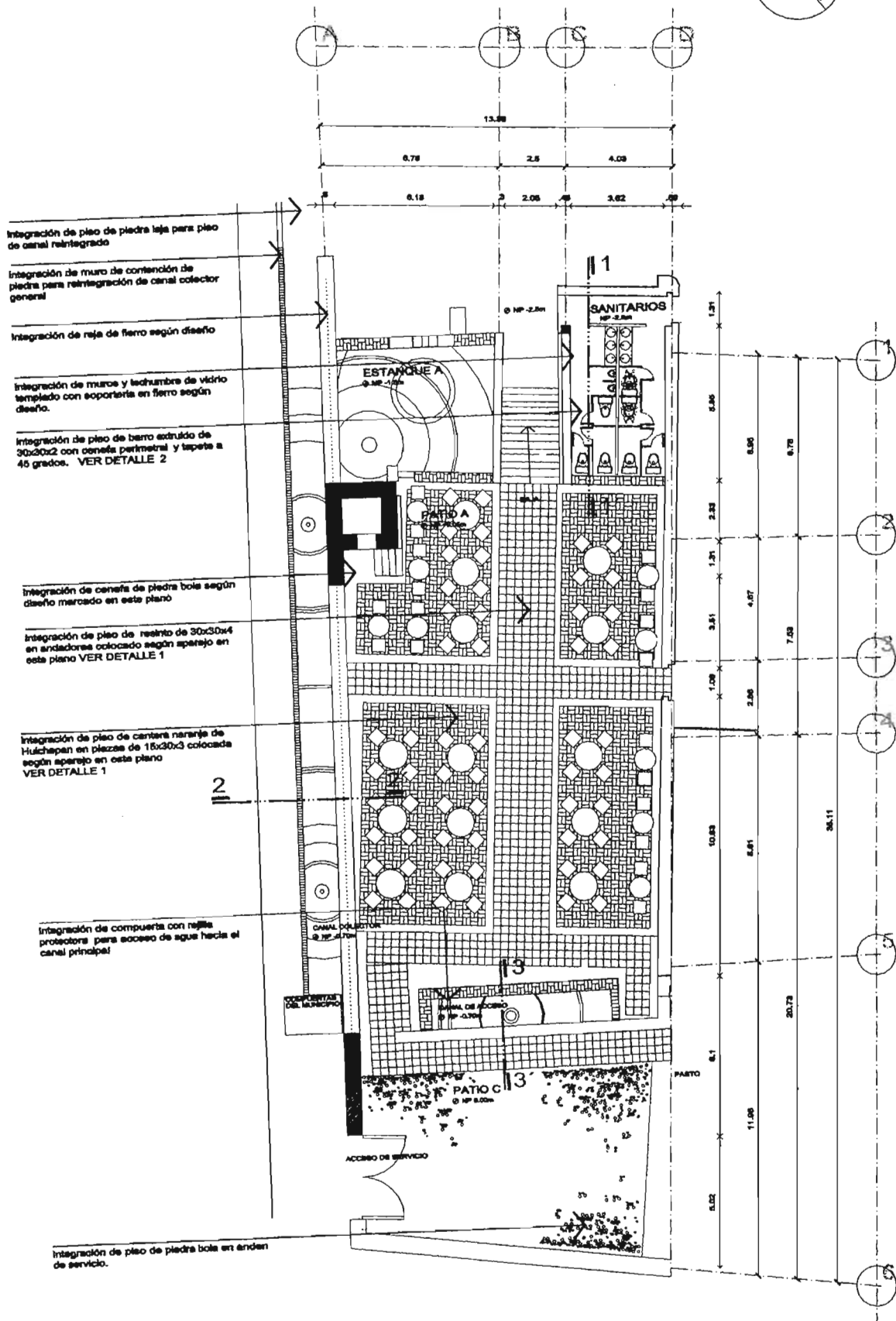
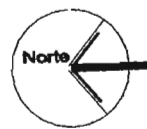


Ubicación de los molinos de Xuchimangas, ocupando el lado Norte de la huerta (parte superior del plano) de los ex colegios de Tepotzotlan, actual Museo Nacional del Virreinato. del lado izquierdo el Atrio de los Olivos y la Plaza Virreinal.



PROPUESTA DE USOS
 MOLINOS DE ARRIBA
 PLANTA GENERAL



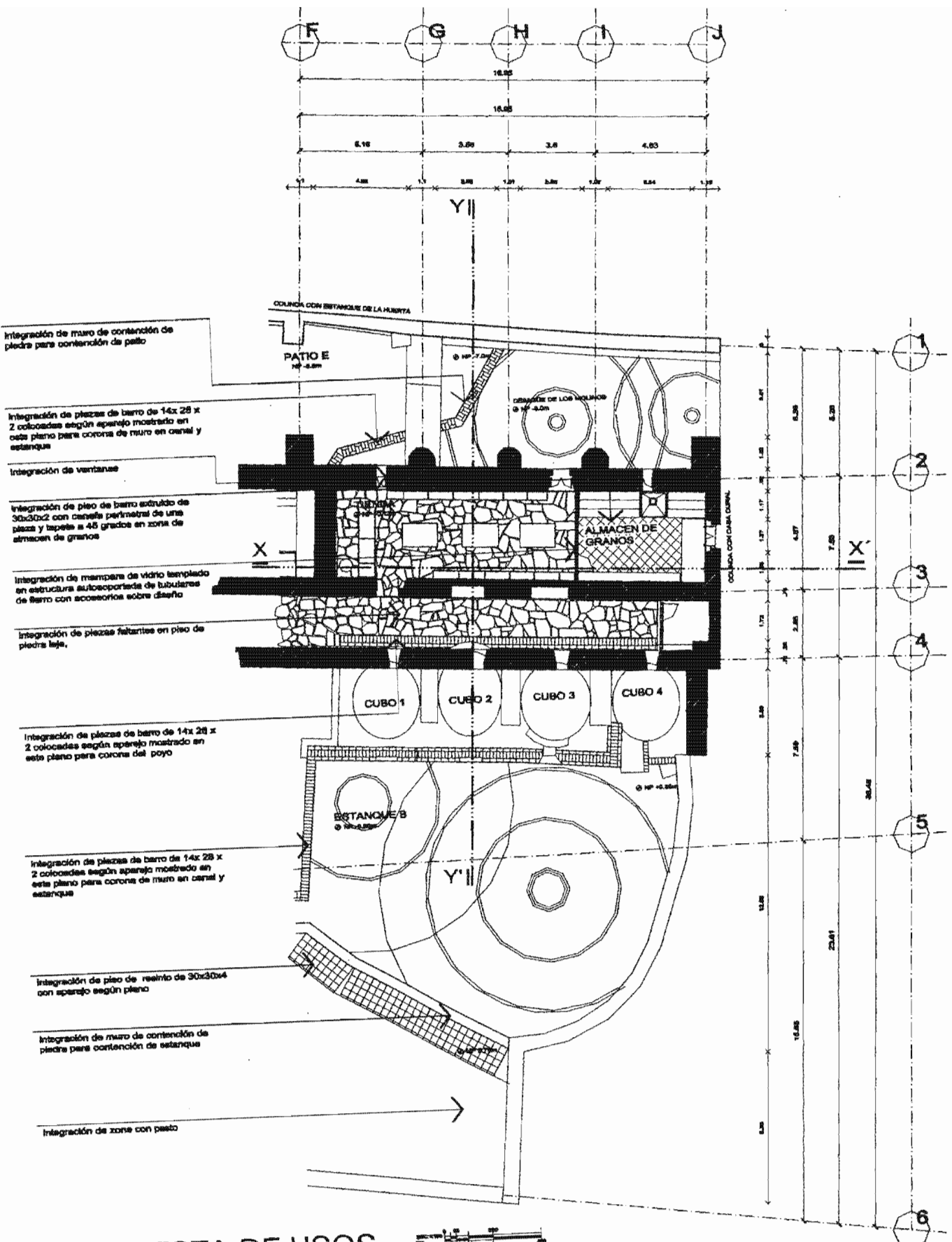


PROPUESTA DE USOS

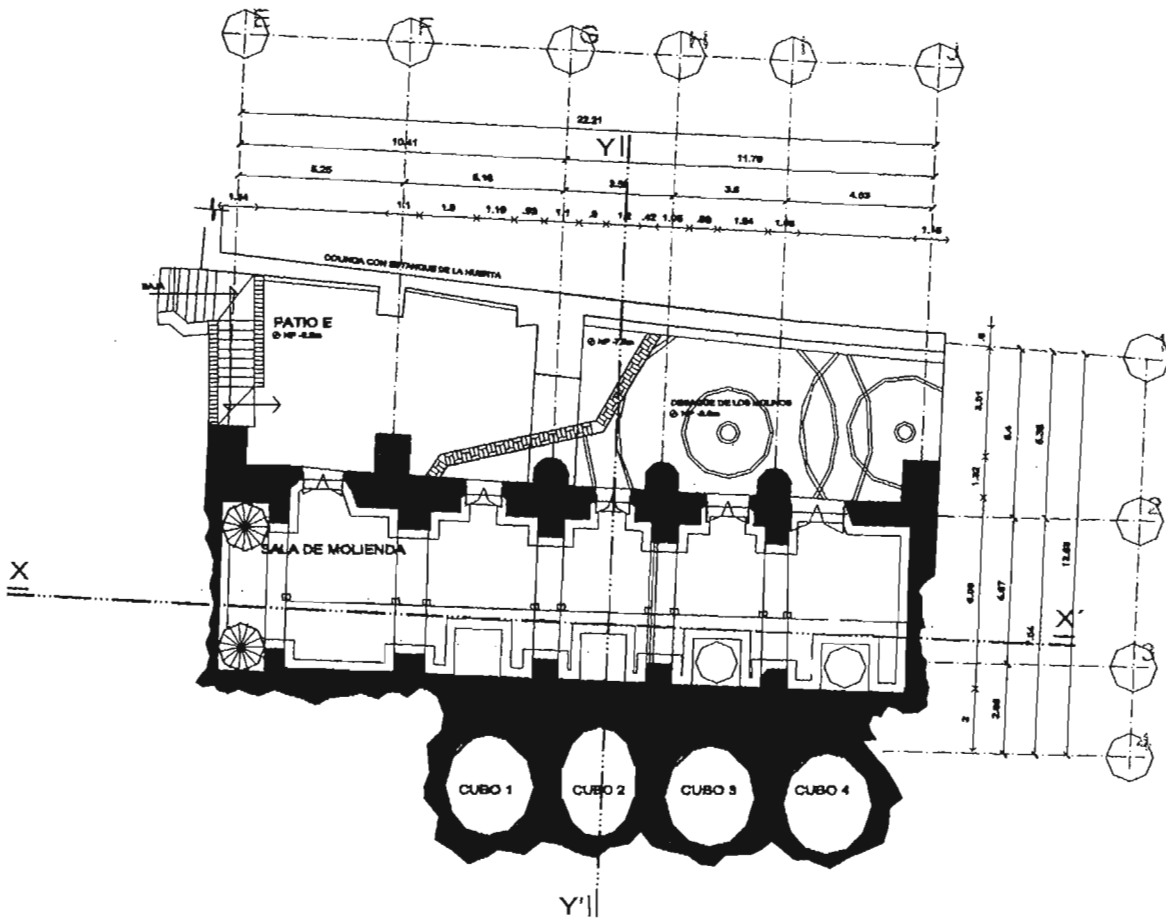
MOLINOS DE ARRIBA

PLANTA GENERAL Seccion A





PROPUESTA DE USOS
MOLINOS DE ARRIBA
PLANTA GENERAL Seccion C



PROPUESTA DE USOS
 MOLINOS DE ARRIBA
 SALA DE MOLIENDA Seccion D



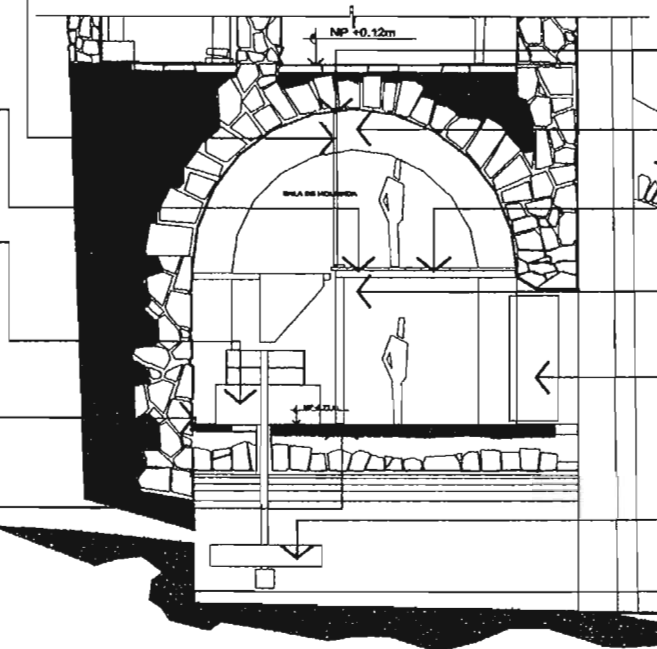
Vidrio montado en estructura con secciones transparentes y secciones con película esmerilada, esta mampara debe de permitir la vista desde el tapanco hacia la sala de molinés, la mampara tendrá líneas museográficas

Integración de tapanco de maderas a base de piezas de maderas y refuerzos de uniones en placas de acero, apoyado en columnas de maderas a base de 2 vigas unidas con refuerzo de acero hincadas en el piso.

Reintegración de banco de molino, muelas y maquinaria de molino, según especificaciones en los libros de Juanelo Turriano

Canaleras contenedores de instalaciones suizas a la estructura con servicios separados, (Fuerza, Voz y datos, Intercomunicación)

Integración de piso de barro estruado de 28x14x2 con canchales perimetral de una pieza y tapeta en pedregal en toda la sala de molinés



Aleazador de acero hacia la bóveda

Iluminación directa-indirecta integrada a la estructura y al mobiliario

Integración de tarimas de maderas para colocación de sacos con grano o con harina

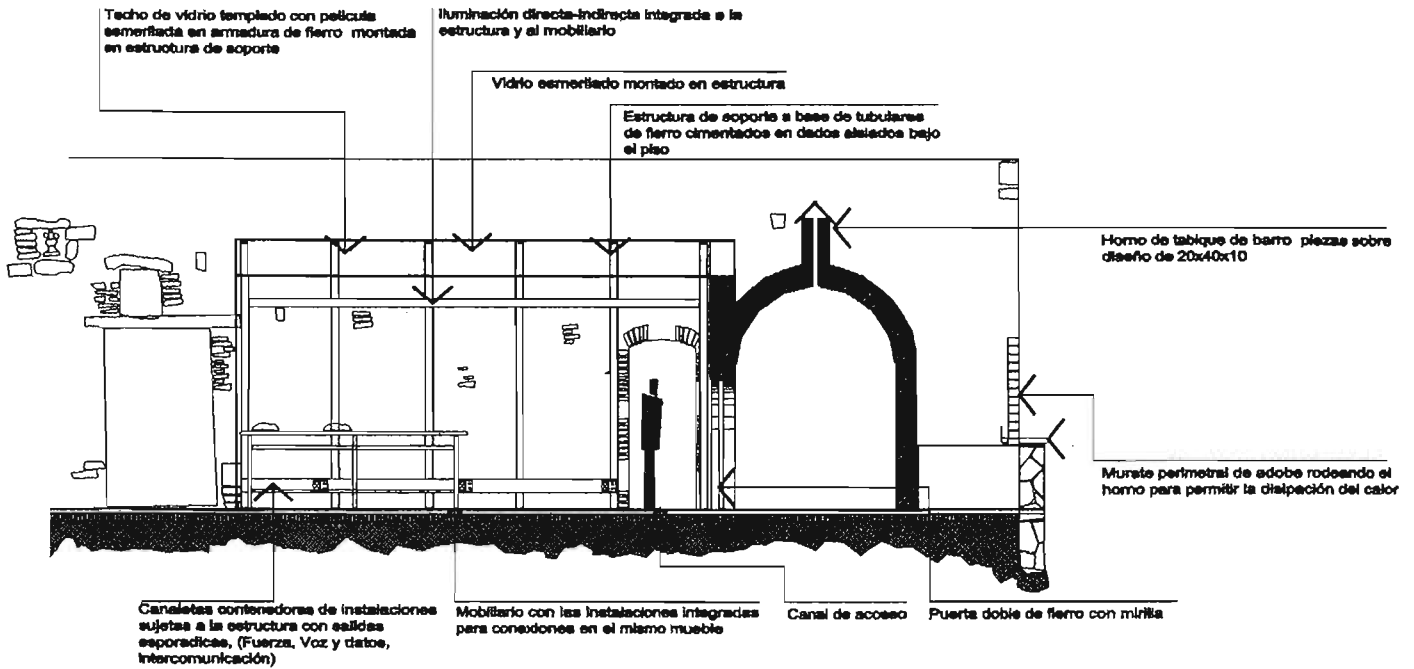
Iluminación indirecta integrada a la estructura y al mobiliario

Puerta de vidrio templado, con película esmerilada.

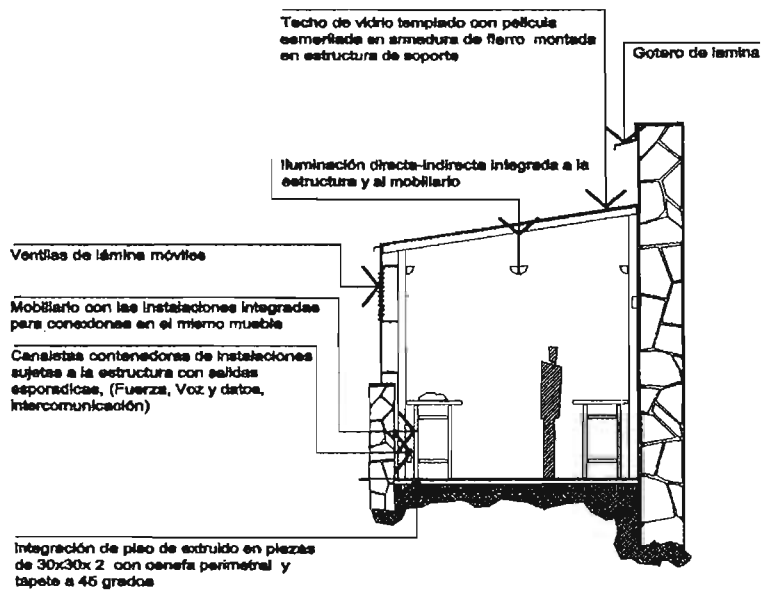
Integración de maderas y maquinaria a base de maderas según especificaciones de los libros de Juanelo Turriano

CORTE
 PLANTA DE MOLIENDA

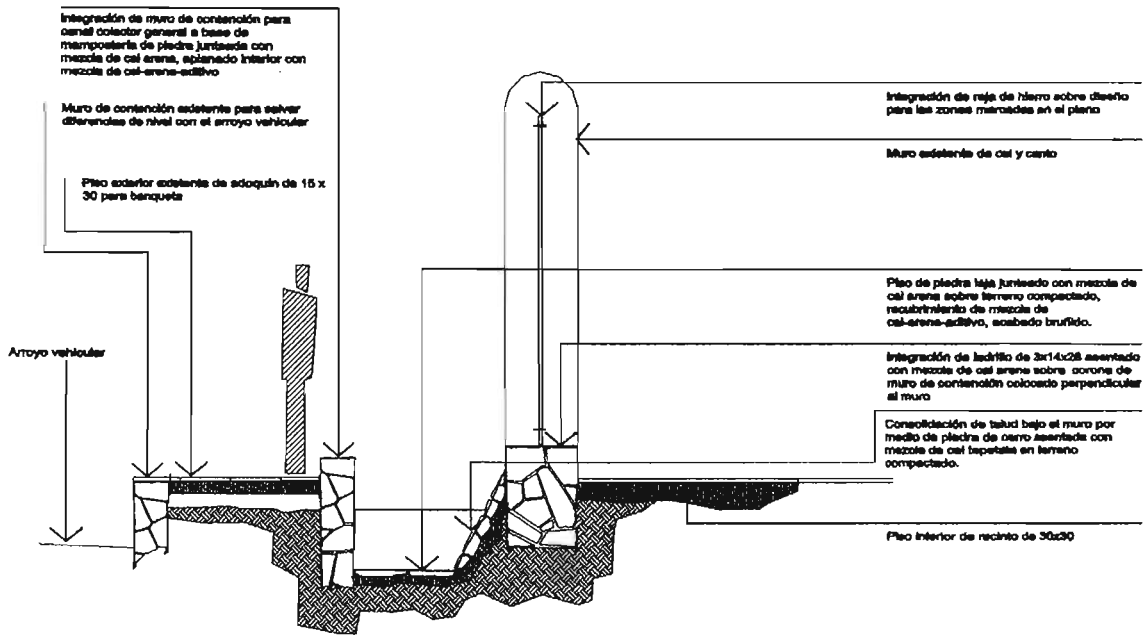
ESC : 1:25



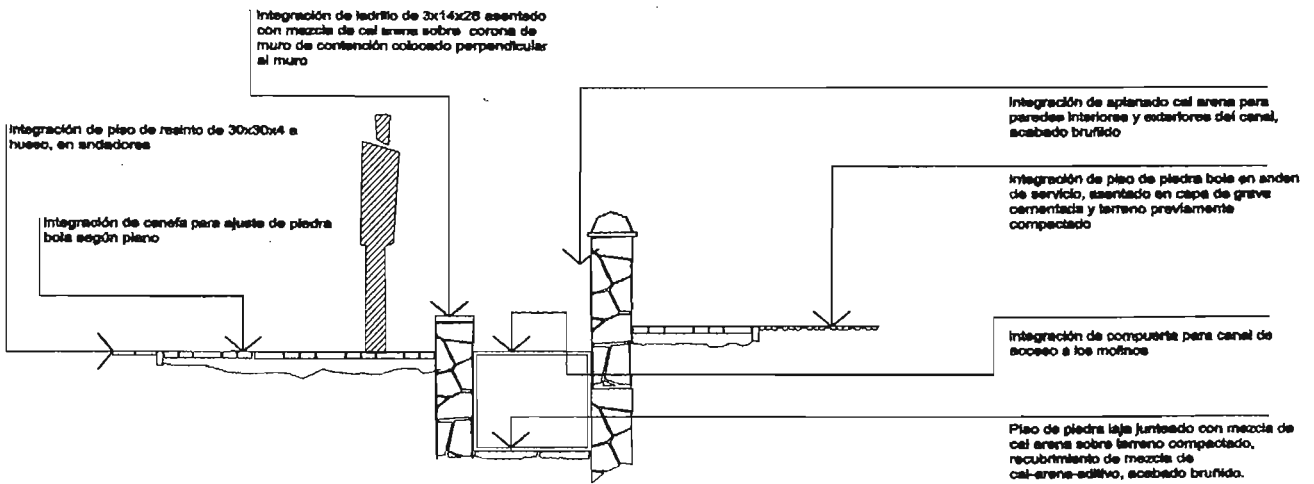
INTEGRACION DE PANADERIA Y HORNO



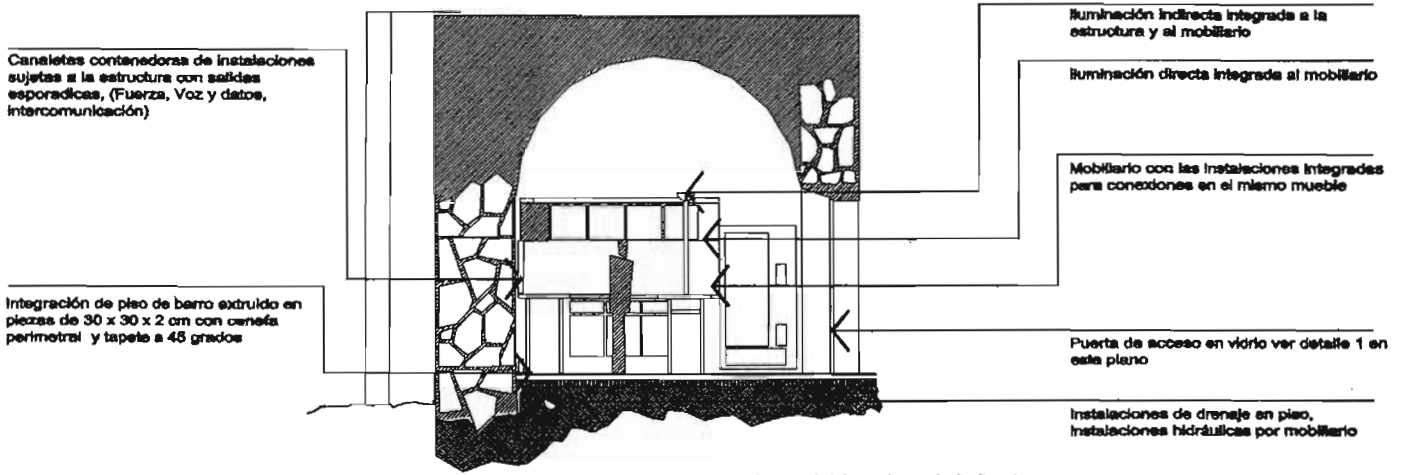
INTEGRACION DE PANADERIA Y HORNO



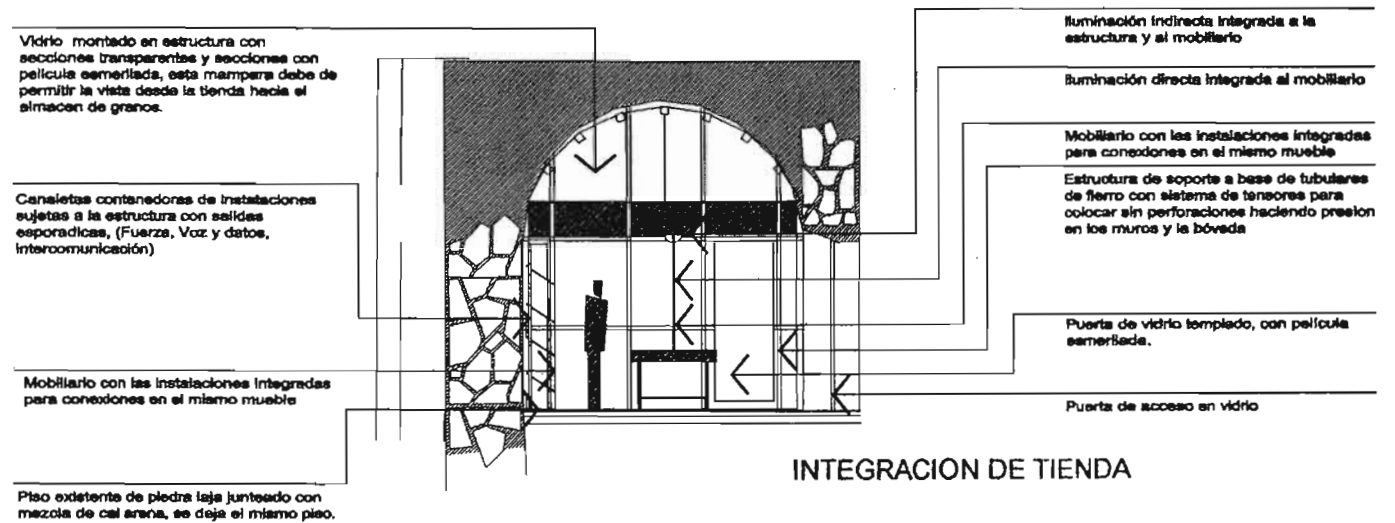
CANAL COLECTOR GENERAL Y MURO DE COLINDANCIA



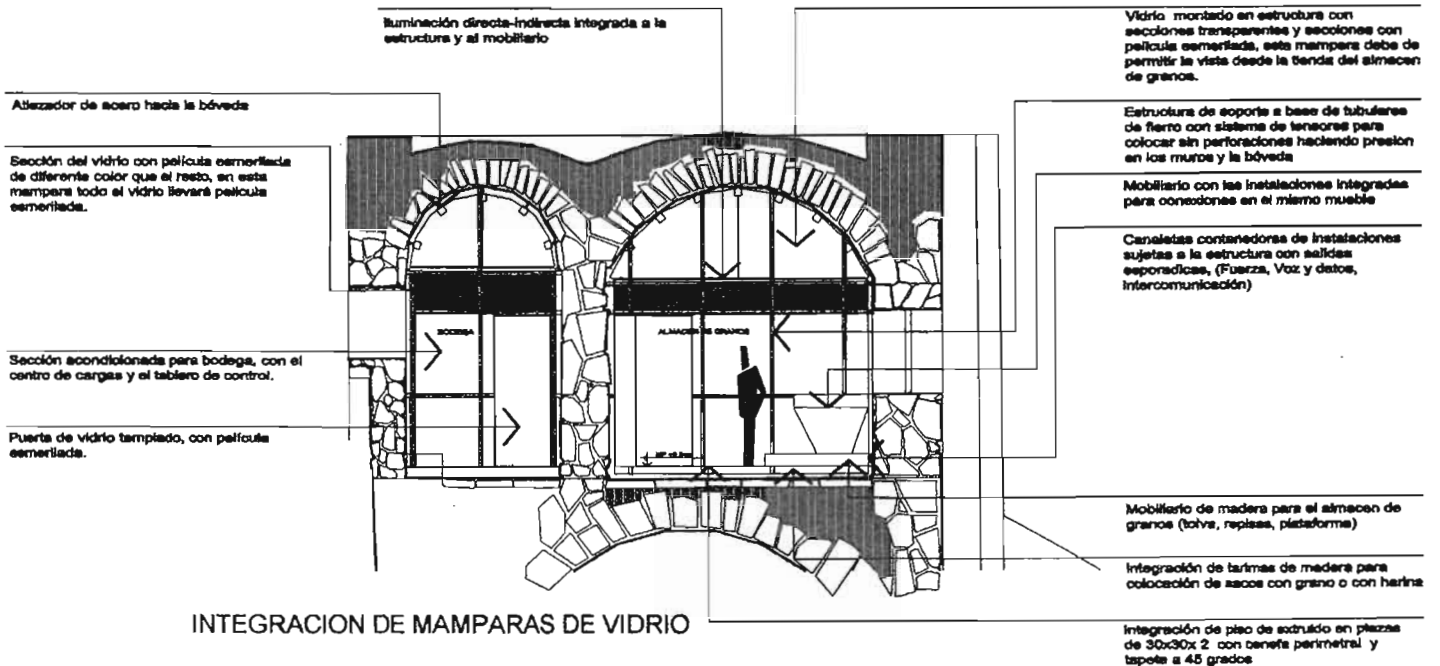
CANAL DE ACCESO



INTEGRACION DE COCINA



INTEGRACION DE TIENDA



INTEGRACION DE MAMPARAS DE VIDRIO

Integración de muro de contención de piedra para contención de patio

Integración de piezas de barro de 14x28 x 2 colocadas según aparejo mostrado en este plano para corona de muro

Integración de puertas de vidrio templado transparente

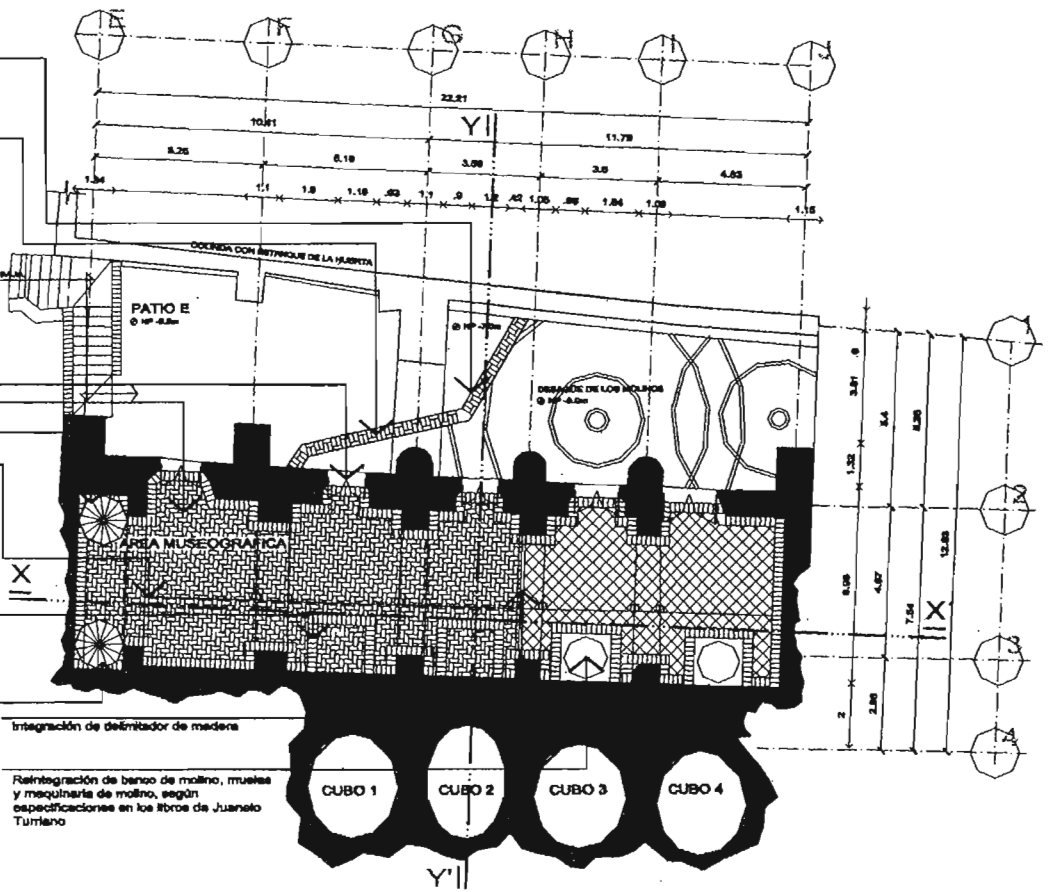
Integración de piso de barro extruído de 28q14c2 con cenefa perimetral de una plaza y lapete en peraltito en toda la sala de molinos

Integración de escalera de caracol con huellas y estructura en madera con refuerzos de fierro

Integración de tapicero de maderas a base de piezas de maderas y refuerzos de uniones en placa de acero, apoyado en columnas de maderas a base de 2 vigas unidas con refuerzo de acero hincadas en el piso.

Cenefa del piso marcando la zona en que se encontraban los bancos de los molinos que no se reintegraran

Integración de escalera de caracol con huellas y estructura en madera con refuerzos de fierro



PROPUESTA DE USOS
MOLINOS DE ARRIBA
SALA DE MOLIENDA Seccion D

Integración de muro de contención a base de piedra y macizo de cal arena.

Integración de muro de contención de piedras para contención de patio

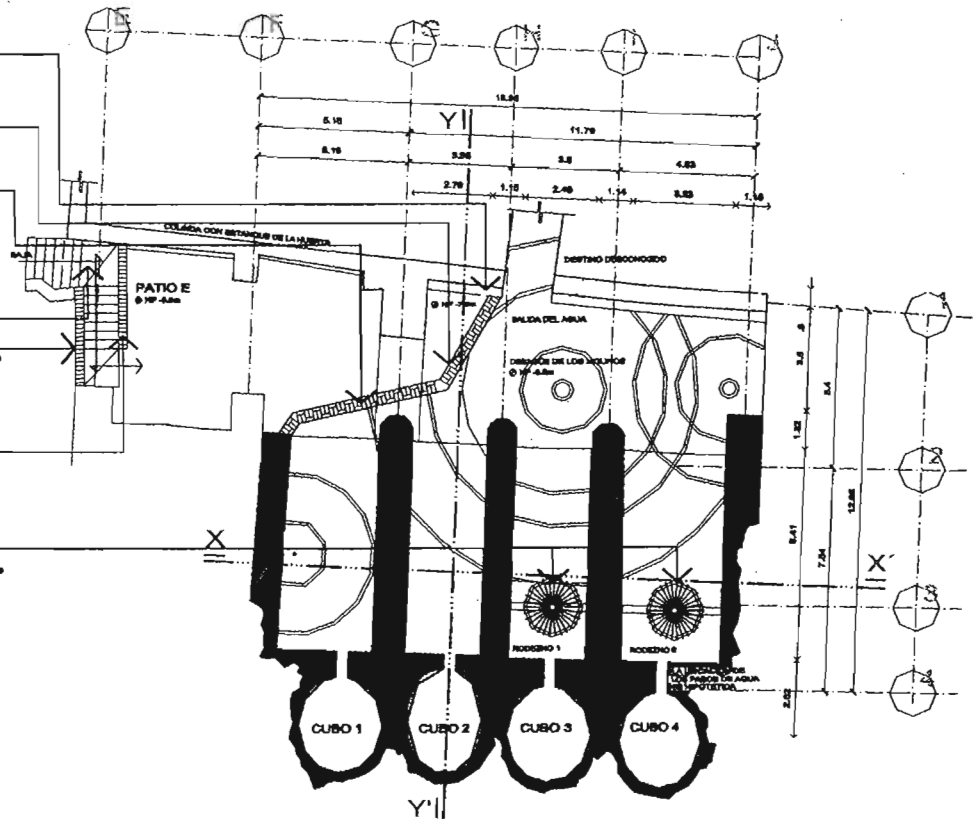
Integración de piezas de barro de 14x28 x 2 colocadas según aparejo mostrado en este plano para corona de muro

Integración de escalera para acceder a patio E

Integración de muros de contención a base de piedra para contener la escalera

Integración de piezas de barro de 14x28 x 2 colocadas según aparejo mostrado en este plano para corona de muro

Integración de rodaznos y mequnaria a base de maderas según especificaciones de los libros de Juanelo Turriano



PROPUESTA DE USOS
MOLINOS DE ARRIBA
BOVEDAS PARA RODEZNOS Seccion D

CONCLUSION

Abordar un tema como el de los molinos hidráulicos nos muestra solo uno de los múltiples caminos que existen dentro del tema más general de la tecnología hidráulica.

Al iniciar con la investigación, me enfrente a varios problemas, el primero fue la escasez de fuentes dedicadas específicamente a la ingeniería de los molinos, no encontré fuentes que hablaran del funcionamiento de la maquinaria y mucho menos que hablaran de los edificios de molinos arquitectónicamente; el segundo problema fue el estado de los molinos de Xuchimangas, para las observaciones en sitio, los análisis y los levantamientos, me enfrente con el estado ruinoso del 75 % del edificio y con la invasión de espacios por la vegetación y las acumulaciones de tierra y basura.

El análisis espacial del inmueble se realizó partiendo del estado actual, una investigación más profunda con calas arqueológicas y partiendo de una liberación de basura, tierra y vegetación, arrojará más datos que podrán corregir los aspectos pasados por alto a consecuencia del estado del edificio.

Las principales fuentes las encontré en España a través de Internet, en este aspecto fue grato encontrar mucha información en páginas de diferentes partes del mundo (España, Francia, Inglaterra, etc.), también había páginas de asociaciones internacionales que se dedican a la investigación de molinos. En la red había actas y artículos sobre investigadores de arquitectura preindustrial y tuve noticia de algunos congresos de molinología que publicaron sus ponencias por este medio.

Algunas páginas como las de la universidad de Oviedo, tenían investigaciones sobre tecnología hidráulica que actualizaban constantemente y que a lo largo de los 2 años fueron fuente importante de información.

Otro descubrimiento importante fueron los museos ubicados en molinos antiguos cuyas páginas eran de fácil acceso, también un catálogo de molinos de Sevilla, donde aparecieron fotografías y en algunos casos plantas arquitectónicas, estas fotografías me permitieron elaborar un vocabulario arquitectónico para abordar la reconstrucción hipotética.

La reconstrucción hipotética se hizo por medio de la comparación de los ejemplos ya mencionados con los análisis realizados en el sitio, el resultado puede verse afectado cuando una investigación más exhaustiva en el sitio descubra nuevos elementos de análisis que ahora están bajo tierra.

Esta investigación arqueológica y arquitectónica en el sitio es vital para futuros trabajos específicos sobre los molinos de Xuchimangas y deberá de ser punto de partida de cualquier trabajo a realizarse en ellos. Los datos arrojados serán importantes para una reconstrucción tanto arquitectónica como de procesos.

Otras hipótesis realizadas en este trabajo, se basaron en la comparación de espacios descritos y necesarios en el proceso de molienda con los espacios encontrados en el edificio de los molinos.

Estas analogías nos determinaron las hipótesis de uso en relación a los procesos de molienda, como ejemplo tenemos el patio de trabajo, necesario dentro del trabajo de

molienda y que asociamos con el espacio enfrente del molino por reunir las características necesarias para funcionar como tal.

La misma dificultad encontramos con el recorrido del agua, en los casos en que no era visible el camino del agua, los recorridos se tuvieron que proponer, estas hipótesis se realizaron en base a las pendientes actuales del terreno y en el estudio de los canales a cielo abierto y subterráneos; será vital en cualquier propuesta de reutilización del espacio (independientemente de la reutilización del sistema hidráulico) que se determine el recorrido antiguo del agua por medio de investigación en campo.

Para el desarrollo de este trabajo fue muy importante la comprensión del funcionamiento de la maquinaria, todos los esquemas del capítulo de ingeniería de molinos tienen como propósito que el lector pueda entender este funcionamiento, para este fin, la fuente más importante fue el libro de Escalera y Villegas citado en numerosas ocasiones en el capítulo mencionado y cuyas descripciones fueron muy importantes para la reconstrucción de la maquinaria que se plasmo en los esquemas realizados.

El método fue conjuntar las menciones por cada pieza de la maquinaria en diferentes fuentes, las descripciones definieron la maquina y su funcionamiento partiendo de un proceso de comparación, en el que se analizaban las coincidencias y diferencias entre las descripciones, también me base en fotografías de maquinarias encontradas en otros artículos.

Otra fuente importante fue el tratado de los 21 libros de los ingenios y las maquinas, atribuido a Juanelo Turriano, escrito en la segunda mitad del siglo XVI época del inicio de construcción de los molinos de Xuchimangas, la descripción de los tipos de molinos en el tratado fue importante para la reconstrucción hipotética y de la maquinaria, así como del funcionamiento del edificios en el aspecto hidráulico.

En el transcurso de la investigación pude constatar que estamos apreciando los últimos momentos de los molinos hidráulicos, todavía es posible encontrar en otros países maquinarias que hace 10 años estaban trabajando, el conocimiento tan profundo del funcionamiento de los molinos que consulte en algunas fuentes, se debe a la observación de primera mano que hicieron sus autores, este tipo de observación no será posible en algunos años cuando las únicas fuentes posibles de consulta serán las que ya existen escritas, la observación directa de estas maquinas desaparecerá con ellas.

Existen líneas de investigación de otros dispositivos hidráulicos en los que se debería de profundizar más: los batanes, las sierras, las ferrerías, los molinos de aceitunas, los molinos de pólvora entre otros establecimientos de tipo preindustrial, cuyas maquinas eran movidas por el agua.

Evidentemente las regiones eran configuradas de acuerdo a la posibilidad que tenían de establecer este tipo espacios, (como es el caso de Tepotzotlán) una región con pendientes y ríos sería propicia para establecimientos preindustriales, otro aspecto interesante sería el estudio de estas regiones y sus impactos productivos en los mercados a los que tenían acceso.

Se deberá profundizar en las diferencias de organización y operación entre los molinos pertenecientes a los jesuitas y los que eran de otras órdenes o de particulares, es importante la diferenciación entre molinos locales con producción igualmente local y los

molinos como los de Xuchimangas con un panorama de tipo industrial con distribución de su producto en diferentes mercados.

Una parte importante de esta tesis es la propuesta de un sitio para estudiar la ingeniería hidráulica virreinal, ya se ha mencionado los museos dedicados a molinología en otras partes del mundo, en México carecemos de un espacio de este tipo; los molinos de Xuchimangas al estar adjuntos al museo nacional del virreinato, pueden servir para el establecimiento del museo de la tecnología hidráulica virreinal que también sería un centro de investigación relacionado con los temas descritos.

Ambos museos funcionarían de manera conjunta, la propuesta estaría integrada al recorrido habitual incorporando las áreas de la huerta en las que se podría apreciar el sistema de riego y los dispositivos hidráulicos encontrados en ella.

Es posible encontrar espacios de este tipo esparcidos por el país con lo cual se puede registrar y estudiar en sitio el análisis de diferentes tipos de edificaciones, nos permitirán una mejor comprensión de un lenguaje arquitectónico muy particular, si comprendemos la lectura del edificio tan característico será más fácil identificarlos, esta labor en particular es una carrera contra el tiempo.

ACEÑA.

Rueda hidráulica vertical colocada en el cause de un río o en una caída de agua para hacerla girar, el movimiento que genera es horizontal, por lo que requiere de una pieza para transmitirlo al eje vertical, esta pieza se denomina linterna, y es un engrane que cambia el movimiento, esta es la característica por la que su mantenimiento era mas complejo que en las ruedas horizontales, en las aceñas se tenía que mantener en óptimo estado la maquinaria de transmisión de movimiento.

ACUEDUCTOS.

Vía de agua, camino hecho por el hombre para que el agua llegue a un sitio, tradicionalmente lo hemos asociado a los puentes de agua, o al lugar donde se construyen arcos para salvar los desniveles, el acueducto es todo el camino de agua que lleva el agua desde la fuente hasta el lugar deseado, tanto las partes visibles como las que van subterráneas o a nivel del terreno. Los acueductos se componen de varias partes y se utilizaban diversas construcciones para conservar la pendiente necesaria para que el agua llegue a su destino, sifones, arcos, túneles, respiraderos etc.

AIRADO DEL GRANO.

Dentro de la preparación del grano previo a la molienda, se encuentra un proceso que era muy importante, el airado del grano, el cual se efectuaba después del lavado y se hacía en conjunto con el secado al sol, para los molineros este proceso era muy importante porque de esta forma conseguían un estado de humedad óptimo en el grano, para que la harina fuera de buen sabor.

ALABES.

Palas o cucharas de madera con forma curvada que se colocaban en el rodezno con una ligera inclinación para que el chorro de agua pegara en ellos y por medio de la resistencia que estos opusieran se haría girar la rueda hidráulica y por consiguiente accionar el ingenio.

ALARMA DE CASCABEL O CAMPANA.

Dispositivo adaptado a la tolva para avisar al molinero que el grano estaba terminándose, recordemos que el funcionamiento de las piedras sin grano era muy dañino porque eliminaba las estrías que se labraban en sus caras para molturar el grano. Esta alarma funcionaba de manera muy sencilla, se ataba un cascabel o campana al extremo de un lazo o cuerda, el otro se amarraba a la tolva o a alguna madera colocada para este fin, se colocaba el cascabel o campana dentro de la tolva y se vaciaba el grano, con lo cual la campana o cascabel quedaba inmersa en él. Al ir descendiendo el nivel del grano la campana quedaba al aire y con las vibraciones de la maquinaria comenzaba a sonar, de esta forma el molinero sabía que el contenido estaba próximo a terminarse.

ALFARJE.

Obra de madera o piedra para cargar las muelas, y elevar estas del nivel del piso de la sala de molienda, también denominado banco o poyo, consistía en una plataforma de piedra o de madera que presentaba una superficie plana en la parte superior, algunas veces con una incisión para empotrar la muela fija y de esta forma impedir su movimiento, al frente de éste se colocaba el harinero para recibir el producto de la molturación.

ANILLOS DE HIERRO.

En el libro de Escalera y Villegas se habla de un refuerzo metálico para apretar la maza de madera en el área del palahierro y así mantenerlo fijo y sin movimiento, debemos hacer énfasis en la importancia de este empotro, si este no estuviera bien

fijo el giro podría generar excentricidades que afectarían la producción. El refuerzo consiste en una serie de soleras metálicas sujetas a ambos lados que se cierran en círculo sobre la sección superior de la maza de madera para apretar la madera una vez que se ha incrustado en esta zona el palahierro. De esta forma el giro de ambas piezas es uniforme.

ÁREA DE SERVICIO O ÁREA DE TRABAJO.

Área cercana a la sala de molienda para actividades de mantenimiento y almacenaje temporal, el tamaño dependía del edificio del molino y la producción del mismo, en los molinos mínimos esta área se encontraba anexa a la sala de molienda, ocupando un eje constructivo más, en los molinos grandes se podía crear una área anexa completa o una parte extra en la sala de labor, en el caso de los molinos de Xuchimangas esta zona era ocupada por todo un eje extra, la sala de labor estaba formada por 4 zonas delimitadas una para cada maquinaria, y una quinta para área de servicio.

ARTESA.

Caja de madera con sus paredes inclinadas a manera de pirámide truncada invertida, para contener materiales, en el caso de los molinos se podía utilizar para recibir grano, o para manejar la harina.

AZOLVE.

En las acumulaciones de agua naturales o artificiales, así como en sus usos, se puede acumular lodo tierra y basura que van alterando los niveles, esto es básicamente por la alteración en el fondo de lugar, este proceso puede llegar a inutilizar un sistema, al subir el nivel de agua, las entradas y salidas, así como las pendientes dejan de funcionar y el agua deja de correr, en el caso de los molinos el azolve de ciertas zonas producía mal funcionamiento o inutilidad total del sistema, el azolve en los cubos podía llegar a tapar la saetilla, el cárcavo provocaba alteraciones en el giro de la rueda hidráulica, en el desagüe se producía una contra pendiente que provocaba inundación de los cárcavos y evitaba el giro de los rodazos por quedar estos bajo el agua.

BANCO

Obra de madera o piedra para cargar las muelas, y elevar estas del nivel del piso de la sala de molienda, también denominado Alfarje, consistía en una plataforma de piedra o de madera que presentaba una superficie plana en la parte superior, algunas veces con una incisión para empotrar la muela fija y de esta forma impedir su movimiento, al frente de este se colocaba el harinero para recibir el producto de la molturación. La altura podía variar desde un escalón en el piso hasta bancos que requerían de escalera para poder subir a ellos.

CABRIA

A finales del siglo XIX principios del XX se incorpora una grúa para poder mover las piedras y facilitar esta que era una de las tareas más arduas del trabajo del molinero, a un costado del banco se coloca una grúa realizada con dos vigas de madera y un refuerzo diagonal, en el extremo de ella un tornillo metálico y dos piezas de metal semicirculares que abrazaban la piedra, al elevar el tornillo las piezas sujetadas al canto de las piedras comenzaban a hacer presión, y de esta forma podía ser elevada, en los extremos de las piezas se colocaban unos pernos que entraban en unos orificios practicados para este fin en la piedra o se colocaban en unos orificios sobre una banda metálica que rodeaba la piedra, por medio de los pernos se podía girar la piedra sin ningún problema para ubicarla en un costado y poder hacer el trabajo de picado.

CAMA

Pieza de madera o metálica que sirve para cerrar el ojo de la muela fija y de esta forma impedir que el grano se escape por esta zona y caiga al cárcavo perdiéndose. La pieza de madera era un cilindro cortado por la mitad en cuyo centro se realizaba un saque cilíndrico para el paso del eje, esta era colocada un poco a presión con el ojo, mas no con el eje que tendría que girar libremente, otra variante de esta pieza es un plato metálico que se coloca en el ojo y que al centro de este tiene un orificio para el paso del eje.

CANAL

Incisión en el terreno por el cual puede correr el agua, un canal es un camino de agua, también es la incisión en el lomo de la muela para moler entre estos canales el grano. Los canales hidráulicos pueden ser de diferentes materiales, desde los que se hacen en el terreno que reciben el nombre de zanjas hasta los que tienen sus muros y fondo de piedra juntada con recubrimiento de cal. Son parte importante de los sistemas hidráulicos, por ellos se logra la distribución del agua.

CANAL PRINCIPAL

Se le da este nombre al canal que lleva el agua hasta el molino, también se puede denominar así al canal que distribuye el agua entre todos los sistemas que lo necesiten, es decir el canal troncal que a lo largo de este se ubican las compuertas o los obturadores para distribuir el agua en diferentes zonas, ya sea terrenos de siembra ingenios y fuentes, este tipo de canales puede desarrollar grandes recorridos, a lo largo de los cuales puede indistintamente distribuir agua entre entornos rurales y urbanos.

CÁRCAVO

En la parte mas baja del edificio del molino se encuentra una zona donde se ubica el rodezno, esta comúnmente es de piedra y esta techada con una bóveda, de cañón corrido, uno de los lados carece de muro por este lado saldrá el agua una vez que haya movido el rodezno, en el extremo opuesto se encuentra un muro que divide el cárcavo del cubo, en este se encuentra la saetilla que es el conducto que permite la llegada de agua desde el cubo hasta el cárcavo, en ambos muros se construyen mechinales para apoyar la viga de soporte o viga mamana en la que se apoyara el rodezno, en algunos casos esta viga no existe, por lo que el eje se prolonga por debajo del rodezno para apoyarse en el suelo del cárcavo. Debido a la naturaleza de trabajo de este espacio es común que se construya de piedra, siendo en muchos casos esta zona la única de piedra en toda la construcción del molino.

CERNIDOR

Malla o material que normalmente se coloca en un marco de madera o de algún otro material cuya función es la separación de la harina, según la abertura de la membrana, se utilizaba para separar la harina de los residuos de cascarilla, o dividir la harina en diferentes gruesos para venderlas dependiendo de sus calidades, la complejidad del cernidor dependía a su vez del tipo de trabajo del molino, el cernidor podría ser una membrana que se manejaba de manera manual o una maquina adaptada para ser accionada por un rodezno del mismo molino, con diferentes tambores que separaban la harina en un solo proceso, dividiéndola en calidades, el molinero solo tendría que recogerla y envasarla.

CERNIR

Acción de separar el harina en diferentes grosores y liberarla de los residuos de cáscara en caso de así desearlo, se utilizaban diferentes aparatos entre los que estaba el cernidor y la criba. Este proceso era parte de la molienda, para poder entregar harinas de diferentes calidades, las cuales iban desde las muy finas y por consiguiente las más preciadas, hasta las Integrales y las más gruesas que en ocasiones se empleaban en la alimentación de los animales de granja.

CINCHOS

Soleras metálicas utilizadas en las muelas para facilitar su manejo, se hicieron mas populares con la incorporación de las cabrias a los molinos, debido a que este cincho rodeaba por el canto la muela y en estos se hacían los orificios necesarios para que la muela pudiera cargarse con la cabria, en el caso de las muelas que se hacían de varias partes, el cincho ayudaba a mantener unidos estos pedazos y que pudieran trabajar juntos a la hora del giro. En otros aspectos el cincho metálico es utilizado para sujetar partes de la maquinaria del molino, es el caso de la palahierro que se incrusta en la maza de madera, la zona de empotre era reforzada con cinchos metálicos que apretaban la madera y mantenían al palahierro en su lugar.

COMPUERTA

Dispositivo de obturación ubicado en sitios estratégicos sobre los canales y acequias para manejar los flujos de agua en un sistema hidráulico. Desde un canal principal se podría obturar el agua hacia canales secundarios, se podía accionar un ingenio o regar un campo, las compuertas generalmente eran de madera, y para el siglo XIX se comenzaron a hacer con dispositivos que facilitaban su manejo, como tronillos para su elevación rieles metálicos para que corrieran mas fácilmente en lugar de los de piedra en los que corría la compuerta de madera.

CORREDERA

El nombre que se le daba a la muela móvil, la que se encontraba en la parte superior. Esta muela era la que giraba sobre la muela fija que se ubicaba en la parte inferior para diferenciarla de la muela fija tendríamos que buscar el lavijero, que era la muesca que se forjaba en la parte inferior para situar la parte superior del eje, de esta forma se le transmitía el giro de la rueda a la muela.

CRIBAR

Separar de algún material las partículas en función de su tamaño, en el caso de un molino el cribado es la acción por la cual se separan las partículas ajenas a la harina, o en diversos casos separar los diferentes tipos de harina según el tamaño de sus particular con este fin se obtienen diferentes calidades en el producto final.

CUBO

Estructura de piedra generalmente cilíndrica que servía para almacenar agua y aumentar la presión de esta al momento de a atravesar la saetilla, y de esta forma accionar la rueda hidráulica horizontal. El cubo es una incorporación árabe a los molinos de rodezno, el molino de cubo se construía en lugares donde el flujo de agua no era tan regular, al ser un elemento extra de almacenamiento podemos encontrarlo en regiones con estas características, para llenar el cubo se contaba con una alimentación directa desde un canal o depósito, se ubicaba una compuerta o rebosadero que permitía el llenado, el tiempo de llenado era similar al tiempo que el cubo tardaba en vaciarse, por consiguiente entre mas grande el cubo mas tiempo de molienda proporcionaba, si la alimentación se dejaba abierta el tiempo de molienda podía ser constante hasta que el operario interrumpiera el flujo de agua por medio de la válvula de la saetilla, o por medio de interrumpir el flujo de agua hacia el cubo, de esta forma el agua descendería hasta dejarlo vacío. La construcción de un cubo debía

de dar como resultado una fábrica fuerte y resistente, debido a los esfuerzos a los que se sometería el cubo al estar lleno de agua, los cubos se podían hacer exentos, sobre tierra, parcialmente enterrados o totalmente enterrados que era lo más común.

CUCHARAS

Se le denomina cucharas a las palas del rodezno, estas comúnmente son de madera aunque pueden ser de otros materiales como el fierro, las palas estaban ligeramente inclinadas para aumentar la oposición del rodezno al chorro de agua y de esta forma incrementar la fuerza del giro, las cucharas podían estar curvadas, en algunos casos podían ser cambiadas sin necesidad de desarmar todo el rodezno, esto era muy útil en el caso de que se tuviera que cambiar una cuchara rota. También se les denomina alabes

CUÑAS

Pedazos de madera con forma triangular que permite sujetar o fijar por medio de la introducción de estas en una hendidura objetos determinados, en el caso de los molinos, varias cosas eran sujetadas con cuñas, por ejemplo, el cubo en la viga de soporte y el rodezno a la maza, la fijación por medio de cuñas debía de ser lo suficientemente firme para absorber los esfuerzos generados durante el giro pero no debían de ser fijaciones permanentes, para en caso de mantenimiento o sustitución de piezas permitir el retiro de las mismas.

CURSOS DE AGUA

En este trabajo se le denomina curso de agua a los sitios por los que el agua fluye, en el caso específico de los molinos hidráulicos los cursos de agua son los ríos, arroyos riachuelos de los que se toma el agua para llevarla por medio del canal de alimentación a los depósitos, embalses, cubos etc. cuando hablamos de un curso de agua irregular nos referimos a la cantidad de agua que lleva, que no siempre será constante, dependiendo de la época del año y principalmente de las lluvias, alterando la cantidad de agua que se puede tomar del curso de agua, lo que es de vital importancia en el funcionamiento de un molino hidráulico, si el curso del agua era irregular los molineros tenían que adaptarse construyendo obras de almacenamiento extras para garantizar el flujo de agua al molino.

DEPÓSITOS

UN deposito es el lugar en el que se almacena o se coloca algún material, en el caso de los molinos y de los sistemas hidráulicos, al referimos a un deposito estamos hablando de sistemas de almacenamiento de agua, los cuales eran colocados en sitios estratégicos para garantizar el suministro de agua en diferentes zonas. Los depósitos de agua eran construidos para garantizar el flujo constante de agua a las zonas requeridas, no es un elemento exclusivo de los molinos, se pueden encontrar los depósitos en los poblados en el interior de grandes edificios, en las huertas o en otros ingenios que necesitaran del agua. Sus nombres pueden ser variados, los estanques, las cisternas, los aljibes, pueden ser considerados depósitos de agua que complementan los sistemas hidráulicos regionales de los que se ha hablado en este trabajo.

DEPÓSITOS CALCÁREOS

Se refiere a los residuos que deja el agua sobre las superficies, están compuestos por sales que van conformando con el tiempo grandes acumulaciones que pueden llegar a obstaculizar el funcionamiento del rodezno, en el caso de que se acumularan entre las cucharas podían llegar a cerrar los huecos, esto era aplicable a la salida de la saetilla

y a zonas dentro del cárcavo. Para retirarlos de la madera era suficiente con golpearlos, en la piedra era más difícil, porque la adherencia era mayor, en el caso de los cárcavos con golpear las zonas que tenían los depósitos lograban retirarlos, en el caso de rodeznos de piedra se tenía que tener más cuidado porque el golpeo podía fracturar el rodezno de piedra.

DESAGÜE

Lugar por el que se evacua el agua de un sitio, generalmente es agua que ya no será utilizada en el sitio del cual se está evacuando. Los desagües han sido tradicionalmente asociados a aguas negras o inservibles, en el caso de los molinos el desagüe de un molino podía ser la alimentación de un molino más abajo. Un depósito tiene su desagüe para mantenimiento del mismo por medio del cual permiten que quede completamente vacío.

DESAGÜE DEL MOLINO

El desagüe del molino se encuentra posterior a los cárcavos, es el lugar que acumula el agua de todos los cárcavos y después la canaliza a su siguiente destino, en muchos casos el desagüe del molino daba directamente al río, en otros el desagüe se transforma en un túnel para permitir la salida del agua, ya hemos mencionado que un desagüe podía ser la alimentación del siguiente molino. El mantenimiento de esta zona es muy importante, debido a su naturaleza podía llegar a acumular sedimentos arrastrados por el agua lo que llegaba con el tiempo a alterar los niveles de trabajo, si se afecta su principal cualidad que es la evacuación del agua ya utilizada, los cárcavos se inundarían y los rodeznos podrían quedar bajo el agua lo que afectaría su giro, alterando el rendimiento y por lo tanto la molienda. El mantenimiento consistía en limpiarlo y conservar los niveles de trabajo adecuados, impidiendo su asolve.

DIQUE

Muro fabricado en un curso o embalse de agua ya sea natural o artificial para contener las aguas y permitir su almacenaje.

DOSIFICADOR DE GRANO

Esta pieza se ubicaba en la entrada del ojo, existe una prolongación de la parte metálica del eje (llamada palahierro) que sobresale de la muela móvil, en la parte superior de esta pieza se colocaban accesorios que giraban con el eje y que en cada vuelta le daba un golpe a la canaleta de dosificación (ver Trique traque). La canaleta se coloca en la parte inferior de la tolva, esta tiene un dispositivo que permite regular su inclinación, con lo cual se regulaba la entrada de grano en la canaleta y por consiguiente en el ojo de la muela, otro dispositivo se ubicaba en la salida de la tolva, en el cual una lamina podía girar regulando la abertura de esta salida, esta lamina tenía un tomillo ubicado en la lateral de la tolva, al darle vuelta el espacio de salida era menor o mayor.

EJE O ÁRBOL

Es el eje de movimiento, está formado por la maza en la parte inferior que generalmente es de madera y en la que se incrusta el rodezno, esta maza tiene una punta metálica llamada gorrón que se coloca en la parte baja y facilita el giro, en la parte superior se coloca el palahierro, pieza metálica, que tiene accesorios para montar la muela móvil, además de prolongarse por encima del lavijero para poder adaptar un dispositivo dosificador.

EMBALSE NATURAL

Es un espacio en el curso de agua en el cual de manera natural se estanca el agua en estos sitios se podían hacer las tomas y heridos de agua. algunas veces los hombres acumulaban materiales como piedras y ramas para provocar el estancamiento y poder llevar el agua al canal.

ERAS

Espacio ubicado al frente de los sitios de almacenamiento generalmente pavimentados en el que se hacía el trabajo de separado del grano, por diferentes medios, uno era el aventado con el cual arrojaban la espiga al aire y la paja era movida por el viento, el grano al ser mas pesado caía al suelo, el otro era el paso de animales de tiro por la era estos con sus pesuñas hacían la división entre paja y grano, los molinos en los que se hacía el trabajo del grano contaban con una era.

ESTRÍAS DE LA MUELA

Incisiones practicadas en las muelas para facilitar la molturación del grano, estas debían de hacerse según la tradición con un sistema de menor a mayor, las menores van desembocando en mayores hasta que se llega a unas cuantas principales que llevan el grano molido al extremo, el grabado de estas incisiones se hacía en diferente sentido en la muela fija y en la móvil, de esta forma estas se encontrarían en el movimiento circular y provocarían un efecto de tijera que tronzaría el grano.

FANEGA

Medida de harina o grano equivalente a 50 kilos aproximadamente, que se utilizaba en los molinos, el grano y la harina se medían en fanegas y sus divisiones. Sobre estos volúmenes los molineros cobraban la maquila quedándose con un porcentaje del grano que variaba entre el 8 y 12%

GORRÓN

Pieza metálica a manera de punta similar a las actuales plumadas, colocada en el extremo inferior de la meza para facilitar el giro, se acompañaba del cubo pieza metálica sobre la que giraba el gorrón el cubo se colocaba en la viga de soporte, el contacto entre el gorrón y el cubo era mínimo al ser dos piezas metálicas el giro era mas libre.

GRANO

Se le denomina grano a la semilla del trigo y del maíz, que es la parte que se molitura para producir harinas. El grano necesitaba de preparaciones previas para entrar a un molino, tenía que tener un grado bajo de humedad y tenía que estar limpio, adicional a esto con el trigo le quitaban la cascarilla, para producir harinas mas finas.

GUARDAPOLVOS

Caja de madera con la que se tapaban las muelas para evitar que se escapara la harina entre las muelas, en un inicio estos guardapolvos comenzaron siendo tejidos de palma o telas con las que se cubrían las muelas, posteriormente evolucionaron a cajas de madera con dos orificios, el que coincidía con el ojo de las muelas para alimentar la molitura y el de salida para que la harina obtenida saliera por el frente.

HARINA

Es el producto de la mollienda de los granos, de hecho el molino hidráulico tiene su razón de ser en la necesidad de producir harinas para la obtención del pan. La harina es un polvo de diferentes calidades que al combinarse con agua y levaduras produce una pasta que se puede transformar en pan. De la molienda del grano no solo se obtenían diferentes tipos de harinas, también los subproductos servían para alimentar al ganado.

HARINA FINA

De las harinas producidas por molienda, la harina fina es la que se obtiene de moler únicamente el grano, sin cascarilla, separando muy poco las muelas para obtener un polvo muy fino, era la harina mas preciada, con la que se obtenían mejores productos

HARINA GRUESA

Es el tipo de harina que se obtiene cuando el grano se muele con cascarilla, esta harina también se obtenía de una mollienda incompleta, con lo que pequeños fragmentos de los granos formaban parte de la harina, con esta se producía pan parecido al integral. Entre las harinas finas y gruesas se podían encontrar diferentes tipos de que se acercaban a uno u otro extremo.

HARINERO

Caja de madera o algún otro material en el que se recogía la harina que salía del la mollienda, en muchos casos era un espacio acondicionado en el piso, en el que se extendían telas o tapetes de manta y en ellos se recibía el producto, en otros casos se condicionaba en el mismo banco de soporte, construyendo con el mismo material un espacio en el que se recibía el producto. el harinero tenia otra función muy importante, permitir que la harina se enfriara para que no fuera guardada caliente, lo que podía provocar el desarrollo de plagas la harina se acumulaba y pasado un tiempo el molinero la recogía del harinero.

HERIDO

Nombre que se le daba a la acción del agua sobre el rodezno, herir la rueda era el chorro que golpeaba con fuerza el rodezno para hacerlo girar. También se utilizaba este nombre para denominar la concesión de aguas que se hacia o para ser mas especifico la toma de agua que el gobierno autorizaba, el nombre deriva probablemente de la zanja o canal que se hacia para tomar el agua del curso y llevarla a donde se deseara.

HORNO

Los hornos en muchos casos acompañaban a los molinos, debido a que en estos se podía fabricar el pan, el horno es un espacio cerrado con una salida entrada al frente por la que se puede meter y sacar el pan, una salida en la parte superior para permitir el escape gradual del calor y del humo provocado por el material que se esta consumiendo en la parte baja, y un espacio inferior donde se ubica la leña o material que al quemarse proporciona el calor necesario.

INGENIOS HIDRÁULICOS

Se le denomina ingenio hidráulico a toda maquinaria que es accionada por el agua, ingenio hidráulico es el molino de harina, el de pólvora, el batan, las ferrerías las aceñas, los obrajes etc. todos estos llevan incorporada una rueda horizontal (rodezno) o una vertical (aceña) con la cual se acciona la maquinaria que permite se realice la tarea, la denominación de ingenio, se deriva del ingenio que se necesitaba para crear una maquinaria de este tipo, es la misma raíz de los ingenieros, que serian los encargados de realizar el diseño de estas maquinarias.

LAVADERO PARA EL GRANO

Una parte del proceso de preparación del grano es el lavado, en este se retira la mugre y partículas extrañas que se pudieran adherir, para este efecto en los molinos que contaban con este servicio se acondicionaban secciones en las que se podía acceder a los cursos de agua para poder lavar en ellos el grano, no siempre existía un sitio específico para este fin, muchas veces el grano llegaba lavado y preparado al molino.

LAVADO DEL GRANO

Proceso por el cual el grano es pasado por agua para liberarlo de la mugre y la tierra que se puede adherir al grano, si este no es lavado y se moltura con estas sustancias el sabor y calidad de la harina se ve afectado. El grano se colocaba en recipientes con los que se colocaba en algún punto del curso de agua o en uno de los canales del interior del molino.

LAVIJA

Pieza metálica que se coloca en la parte superior del eje para depositar en ella la muela móvil, en la parte inferior de la muela móvil existe una incisión donde se incrusta la lavija esta pieza gira con el eje y hace girar la muela móvil. Esta pieza también sirve para elevar y regular la separación entre las dos muelas, al elevar todo el sistema con la válvula de control

LAVIJERO

Incisión en la parte inferior de la muela móvil que sirve para colocarla sobre la lavija y hacerla girar a cada giro del eje. El lavijero es particular de la muela móvil, la muela fija no necesita lavijero debido a que no presenta movimiento.

MAQUINARIA INFERIOR

Es la parte de la maquinaria que se ubica en la bóveda del cárcavo, esta parte de la maquinaria esta en contacto con el agua se compone de la viga de soporte, la maza y gran parte del palahierro (aproximadamente 2/3 del eje forman parte de la maquinaria inferior, y solo la parte superior del eje entra en la sala de molienda), el rodezno y las válvulas que obturan la entrada de agua por la saetilla y la que eleva la viga de soporte.

MAQUINARIA SUPERIOR

Es la parte de la maquinaria que se ubica en la sala de molienda, esta en contacto con el grano y es donde se produce la harina, esta formada por las dos muelas, el guardapolvos, la tolva, el triquitraque o dosificador del grano, la cabria, el harinero y el guardapolvos, esta zona no esta en contacto con el agua.

MAZA

Parte de madera del eje, es la parte mas importante de este, en el se incrusta el palahierro, en la punta se ubica el gorrón y en el tercio inferior se coloca el rodezno, esta pieza es muy importante porque es la que transmite el giro hacia la muela móvil a través de su parte metálica que es el palahierro.

MOLIENDA

Denominación de todo el proceso en el cual se convierte el grano en harina a través de la reducción del grano a polvo

MOLINO DE RAMPA

Es el molino que no tiene cubo, para lo cual se construye una rampa que lleva el agua hasta la saetilla, por medio de esta rampa se logra la presión suficiente para que el agua atravesase la saetilla y accione el rodezno

MOLINO MÍNIMO

Este término es utilizado en este trabajo para nombrar los molinos hidráulicos compuestos por un solo par de muelas, con un solo cárcavo y un solo cubo.

MOLINOS DE RODEZNO

Molino hidráulico cuya rueda hidráulica esta en posición horizontal, transmitiendo el movimiento directamente a la muela, sin necesidad de engranes, a cada giro de la rueda un giro de la muela, este tipo de molinos eran mas sencillos de construir y de mantener que los de rueda vertical, podían ubicarse en regiones con caudales irregulares.

MOLINOS DE SANGRE

Este nombre se les daba a los molinos que eran movidos por animales o personas, estos molinos se utilizaban con diferentes modalidades en los sitios donde no había agua para mover las ruedas. Estos molinos se utilizaban para diversos tipos de molienda, incluso se utilizaron hasta el siglo XX en las haciendas de beneficio, para triturar los minerales. El mas común de ellos era una rueda de canto a través de la cual se pasaba un larguero de madera que se prolongaba a ambos lados de la rueda de piedra, en el centro se sujetaba a una columna y en el otro extremo se sujetaban los animales o las personas que la hacían girar.

MOLINOS DE VIENTO

Es el molino que es accionado por un generador eólico, la diferencia con los hidráulicos era el sentido de la maquinaria, mientras que en los molinos hidráulicos la maquinaria que acciona las muelas se encuentra abajo en el cárcavo, en un molino o de viento la maquinaria se ubica en una sala por encima de las muelas, el eje que hace girar la muela móvil se prolonga hacia arriba y por medio de engranes se conecta con las aspas, el movimiento de las aspas es transmitido a un eje horizontal que necesita de una linterna y algunos engranes para transmitir el movimiento hacia el eje vertical que a su vez lo transmite a la muela móvil.

MOLINOS ENCADENADOS

Se le denomina a los molinos hidráulicos que están ubicados en un solo sistema, utilizando el mismo curso de agua o ubicando los cubos después de los desagües de esta forma el agua que sale de uno es utilizada en el siguiente y así sucesivamente hasta que la pendiente se termina y no es posible construir mas molinos, para encadenar los molinos se necesitaba una pendiente prolongada donde construir los diversos molinos y las obras hidráulicas para llevar el agua de uno a otro. Es importante mencionar que la condición es que el agua que sale de uno sea aprovechada por el siguiente.

MOLINOS HIDRÁULICOS

Son los molinos que utilizan ruedas hidráulicas para ser accionados, dentro de los molinos hidráulicos existen varias divisiones, la primera de ellas tiene que ver con la rueda, ene. Caso de las ruedas horizontales se denominan molinos de rodezno, cuando las ruedas son verticales se les denomina molinos de aceña o aceña solamente. Las siguientes divisiones se refieren a los sistemas de alimentación, en el caso de las aceñas puede ser desde abajo por gravedad desde arriba o en la parte media, para los rodeznos pueden ser de cubo, de rampa o de regolfo

MOLTURACIÓN

Acción de molturar, proceso por el cual un material es colocado entre dos superficies mas duras que el y por medio de fricción o por percusión se reduce el tamaño de las partículas.

MUELA FIJA

Piedra para moler que permanece inmóvil, en los procesos de molienda se necesitan dos piedras, una fija y una móvil, la móvil es la que percusiona o fricciona sobre la fija, entre estas dos superficies se reduce el tamaño de las partículas para molturar.

MUELA MÓVIL

Piedra para moler que se mueve sobre la piedra fija, en los procesos de molienda se necesitan dos piedras, una fija y una móvil, la móvil es la que percusiona o fricciona sobre la fija, entre estas dos superficies se reduce el tamaño de las partículas para molturar.

MUELAS

Piedras para moler, son dos, la fija y la móvil.

OJO DE LA MUELA

Orificio en la muela que la atraviesa de extremo a extremo a través del cual cruza el eje el diámetro varia entre los 10 y 20 cm., ambas muelas requieren de tener ojos, en el caso de la muela superior, o muela móvil es la parte por la que el grano ingresa al sistema, en el caso de la muela inferior se requiere de cubrir este espacio ya que al ser coincidentes el grano podría ingresar por el ojo de la muela inferior y llegar hasta el cárcavo. En la cara baja de la muela móvil, además del ojo se encuentra el lavijero, esto le da característica a esta muela

PALAHIERRO

Pieza de hierro con forma de pala de la cual toma su nombre, que se incrusta en la parte superior de la maza, ambas piezas juntas forman el eje. En la parte superior del palahierro se ubica la lavija para apoyar la muela superior y en el extremo mas alto un brazo que funciona para golpear la canaleta y dosificar el grano (ver triquitraque), esta pieza se incrusta en una incisión que se practica en la parte superior de la maza, para sujetarla se aplican anillos de metal que se remachan, también es posible fijarla por medio de cuñas, es muy importante la fijación de esta pieza para evitar excentricidades y afectar el giro, lo que repercute en el proceso de molienda.

PALETAS DE MADERA

Las secciones de la rueda hidráulica, que van del centro al extremo y que sirven para oponer resistencia al chorro de agua y hacer girar a la rueda, también se les puede llamar alabes y tienen diferentes formas, los más primitivos son pedazos de madera rectos, algunos son curvos y otros mas están inclinados para oponer mas resistencia al chorro.

PANADERÍA

El lugar donde se fabrica el pan, la relación con los molinos siempre ha sido estrecha, en el caso de las panaderías romanas estaban anexas a un molino de sangre, en muchos casos las panaderías estuvieron anexas o cercanas a los molinos, en el caso de los molinos en conventos que eran para autoconsumo estaban cercanos a las panaderías para llevar la harina

PAR DE MUELAS

Se le denomina así al número de muelas que trabajan en conjunto con esta denominación también se podía conocer la capacidad del molino "tiene 3 pares de muelas" lo que significaba el número de maquinarias, es importante subrayar que se agrupan en pares porque es la manera en que trabajan, las muelas no trabajan de manera unitaria, necesitan estar en pares, una muela fija y una móvil.

PATIO PARA EL TRABAJO DEL GRANO

En este trabajo hemos denominado así al área en la que se hacen varios procesos de la preparación del grano, por ejemplo el aventado para separación de partículas, el lavado para limpieza, el airado y el secado al sol, esta superficie de trabajo debería de ser pavimentada o muy bien compactada, de lo contrario estos trabajos no podían ser

realizados. Un área de trabajo ideal se compondría de un pavimento, un canal o piletas para el lavado del grano, un área de soleamiento, y tendría que estar cerca de la bodega de granos y del molino. Es importante aclarar que no todos los molinos contaban con esta área debido a que mucho clientes podían llevar el grano preparado, también es común hallar zonas o patios adaptados que no reúnen las características mencionadas pero que se puede trabajar en ellos.

PICADO DE LAS MUELAS

Tarea por la cual el molinero valiéndose de herramientas similares a las del canero traza unos surcos de diferentes profundidades en la piedra, esto con el fin de que al girar una sobre la otra rompan los granos en estas estrías, el trabajo de picado era uno de los más arduos de la actividad molinera, requería de voltear la piedra móvil trabajar sobre de ella, el trabajo de molienda provocaba la erosión de estas estrías que se tenían que rebajar nuevamente por medio del picado, sin estas estrías una muela empezaría a tallar con la otra y la harina podría incluir arena que desgastaba los dientes. Hacia finales del siglo XIX se comenzó a utilizar la cabria para voltear y manejar las muelas.

PIEDRAS FRANCESAS

Se le denomina así a un tipo de muelas que se comenzaron a construir en Francia, de material mas duro y muchas veces no monolítico, estas piedras ya venían con la lavija incluida y con un anillo para poder ser manejadas de manera mas practica en la cabria, las ventajas se veían en el desgaste, el cual era mas lento con lo que el trabajo de picado de muela se prolongaba mas. El anillo que las rodeaba tenia una doble función, permitir el manejo de la muela por medio de la cabria y mantener unidas las piezas de la muela en el caso de que esta no fuera monolítica. En la parte superior tenia espacios para colocar pesos y de esta forma nivelarla perfectamente sobre la muela fija, si este nivelado no era el adecuado la piedra se desgastaría de manera desigual provocando daños a la misma.

POTRO DE MADERA

Eran unos burros de madera que se colocan junto al banco para apoyar las muelas en diferentes procesos, ya sean de mantenimiento o de picado, con la cabria se levantaba la muela móvil y se giraba para colocarse sobre el potro de madera y de esta forma hacer el picado, estos accesorios eran móviles, no estaban fijos debido a que solo se utilizaban para el picado y el mantenimiento, mientras estas tareas no se estuvieran realizando los potros estorbarían al proceso de la molienda.

POYO

También conocido como banco, Obra de madera o piedra para cargar las muelas, y elevar estas del nivel del piso de la sala de molienda, también denominado Alfarje, consistía en una plataforma de piedra o de madera que presentaba una superficie plana en la parte superior, algunas veces con una incisión para empotrar la muela fija y de esta forma impedir su movimiento, al frente de este se colocaba el harinero para recibir el producto de la molturación. La altura podía variar desde un escalón en el piso hasta bancos que requerían de escalera para poder subir a ellos

POYO DE MADERA

Banco de madera, para cargar las muelas, y elevar estas del nivel del piso de la sala de molienda vease poyo y alfarje.

PRESAS

Muros construidos en un curso de agua para almacenarla, en estas obras se puede colocar compuertas para tener control sobre el recurso almacenado, las presas eran muy importantes en las regiones hidráulicas y en las molineras, por medio de esta se contaba con el recurso en diversas épocas del año, y con este recurso se accionaban los ingenios y se regaba los sembradíos, también se construlan presas para tener agua de consumo humano.

PRIMER TERCIO

Denominación del área mas cercana al ojo de la muela, en este se rompe la cáscara del grano y se empuja hacia el segundo tercio, las estrías que se labraban sobre la superficie de la muela se hacían de diferentes formas según el conocimiento que se tenía del proceso de molienda, las estrías del primer tercio capturan los granos para guiarlos hacia las líneas principales donde se romperá y molerá.

PROCESO DE MOLIENDA

Conjunto de acciones desde que se recibe el grano hasta que se entrega la harina, existen mucho procesos de molienda sobre todo en otro tipo de materiales, para efectos de este trabajo solo hablaremos de la molienda de granos. En el proceso de la molienda se recibe el grano ya preparado, de lo contrario se separa, se limpia y se lava, después de esto se coloca al sol y al aire para que su sabor no se afecta y la cantidad de humedad no sea excesiva, posteriormente se envasa y se lleva a la maquina donde se coloca en la tolva, después de pasar por la maquina sale convertido en harina, esta se deja enfriar y se envasa en sacos, también pueden cambiarse las calidades de la harina controlando diversos factores descritos en el trabajo presente, si no se controló esto la harina sale gruesa y se lleva al cribado donde se separa según sus calidades.

REBOSADERO

Orificio o muesca ubicada cerca del límite superior de un depósito de agua, con el fin de que el agua cuando llegue a ese nivel por ahí se escape y no provoque un derrame por diferentes puntos, de esta forma el derrame es controlado y se conduce el agua hacia el sitio deseado. Cuando un depósito en un molino tiene un rebosadero el agua que excede la capacidad de almacenaje corre por canales y llega a otro almacén o se reintegra al curso de agua. En un cubo el rebosadero impide que este se siga llenando o en una presa el rebosadero canaliza el agua excedente de nueva cuenta al río.

RODEZNO

Se le denomina así a la rueda hidráulica horizontal, esta transmite el movimiento sin necesidad de de ninguna pieza extra, a cada giro de la rueda un giro del eje. Los rodeznos pueden ser de diferentes materiales, el mas común es la madera, se conforman de un núcleo donde existe una zona para poder colocar el rodezno en el eje, y una serie de paletas o alabes que permiten que el chorro de agua al golpearlas haga girar la rueda y transmita su movimiento al eje. Estas cucharas o paletas, en muchos modelos muy avanzados poseían un dispositivo que permitía cambiarlas de manera individual al romperse una solo se cambiaba esa sin necesidad de desmontar todo el rodezno, operación muy conflictiva si pensamos en la importancia de los giros céntricos y el giro nivelado para el rendimiento óptimo de la maquinaria.

RODEZNO DE PIEDRA

Existen rodezno de piedra con los mismos principios del rodezno de madera, no se usaron demasiado porque presentaban desventajas considerables, la primera de ellas era el peso, era un rodezno muy pesado y se necesitaba de mayor fuerza en el chorro de agua para hacerlo girar, la segunda era los sedimento calcáreo que se iban acumulando en la superficie, estos no podían ser retirados de manera fácil como se hacía en los rodezno de otros materiales, se corría el riesgo que con los golpes se rompiera el rodezno.

RODEZNO METÁLICO

Otro material de uso común sobre todo a finales del XIX y principios del XX fue el rodezno de metal, este presentaba mayores ventajas que los de madera debido al control que se podía tener al fabricarlo y montarlo, este nunca se deformaba y su giro era mas controlado, estos se incorporan y se ajustan con diversas piezas metálicas, lo que nos da control sobre el ajuste de el giro, estos ajustes duraban mas tiempo y era mas eficiente el proceso de molienda, las desventajas estaban en el costo y en la fabricación, mientras que un rodezno de madera era de fabricación mas artesanal uno metálico necesitaba de mas precisión.

RUEDA HIDRÁULICA

La rueda hidráulica es la que al girar por medio de la fuerza del agua transmite su movimiento a un eje, a este eje se adaptan diversas maquinarias, que facilitan el trabajo del hombre. A las maquinas movidas por la rueda hidráulica se les denomina ingenios hidráulicos, puede haber batanes, molinos de pólvora, de aceite, ferrierías, telares molinos harineros, ingenios azucareros etc.

SAETILLA

Paso en forma de pirámide truncada que une el cubo con el cárcavo, a través de esta circula el agua que accionara la rueda. Del lado del cubo el conducto tiene mayores dimensiones que del lado del cárcavo, esto con el fin de aumentar la presión de salida y por lo tanto la fuerza con la que el agua hace girar la rueda, existe una válvula para obturar el paso del agua, por medio de esta se puede parar el trabajo de molienda, o permitir el vaciado del cubo sin que se gire la rueda esto es necesario para labores de mantenimiento. El hueco forjado con piedra en la base del cubo se le cubría con madera, para que las paredes interiores se conservaran mejor y el agua circulara con mayor celeridad.

SALA DE LABOR

Ver sala de molienda

SALA DE MOLIENDA

Es la sala donde se encuentra la maquinaria superior, en ella se lleva a cabo el proceso de molienda, en este el molinero coloca el grano en las tolvas, regula la separación entre muelas, deja enfriar la harina, envasa la harina y trabaja en la criba, la separación y el mantenimiento de las muelas y la maquinaria superior, esta por lo general es un espacio vacío donde solo encontramos la maquinaria en numero coincidente con el de los cárcavos que se encuentren en la parte inferior.

SECADO DEL GRANO

Proceso por el cual se deja secar al sol el grano para eliminar la humedad que pudo haber adquirido en los diferentes procesos en los que tiene contacto con el agua, entre ellos el lavado, para tal efecto se extendía el grano en el patio de trabajo sobre telas para que el sol y el aire lo secaran, después de este proceso el grano podía ser envasado para esperar su turno o llevado directamente a las tolvas para ser molturado.

SEGUNDO TERCIO

Sección de la cara de una muela en la que el grano es molturado, se ubica entre el primero y tercer tercio, al ser la parte media del recorrido del grano por las estrías es la sección donde el trabajo más pesado de la mollienda se realiza. La denominaron era utilizada también para el picado de las muelas, recordemos que este "estriado" de las muelas se hacía de diferentes profundidades y espesores dependiendo del tercio de la muela donde se estuviera trabajando.

SISTEMAS DE MOLINOS

Denominamos en este trabajo de esta forma a los molinos encadenados, que comparten el agua con un ingenioso sistema de canales que toma el agua del desagüe de un molino para llevarla a los cubos de los siguientes, estos sistemas eran muy comunes, aprovechando las pendientes naturales de los terrenos y los causes de agua podían hacer funcionar muchos molinos con el mismo recurso, esto también se hace extensivo a otros tipos de ingenios hidráulicos.

SOLERA

En algunas zonas se le denomina de esta forma a la piedra fija

SURCOS O CANALES PRINCIPALES

Son los surcos que se labran en la muelas de manera tangencial a ambas circunferencias, (la del ojo y la del perímetro) al labrase de manera contraria en ambas muelas cuando estas giran y provocan el encuentro de estos surcos, provocan un efecto de tijera que hace que el grano se rompa entre ambas superficies.

SURCOS O CANALES SECUNDARIOS

Son todos los pequeños surcos que a manera de espinas de pescado salen de los surcos principales y cubren toda la superficie de ambas muelas, de esta forma logran capturar el grano y llevarlo al surco principal.

TERCER TERCIO

Zona de la muela en la que el grano roto y machacado se afina para convertirse en harina, es el tercio que se encuentra en el perímetro la zona más alejada del ojo. Después de que se ha fabricado la harina y que termina de afinarse en este tercio, es expulsada por el perímetro.

TOLVA

Caja de madera para depositar el grano, en el caso de los molinos esta caja tiene forma de pirámide truncada invertida, la parte más ancha está abierta hacia arriba para recibir el grano, la parte más cerrada se coloca directamente sobre algún dosificador para que el grano salga a través de ella.

TRABAJO DE GRANO

Es todo el trabajo previo que se efectúa en el grano antes de pasarlo a la molienda, entre estas actividades esta el separado, el lavado, el remojado, el secado y el airado. Cada una de estas actividades está especificada en el presente glosario, era muy importante cuidar de cada una de estas con el fin de obtener un punto óptimo del grano para que la harina fuera de excelente calidad y sabor.

TRIGO

Genero de plantas gramíneas cuyas espigas terminales se forman por cuatro o más grupos de granos de los cuales triturados se obtienen la harina para hacer el pan. Se le denomina así al grano que se encuentra en la punta de la planta ya descrita.

TRIQUE TRAQUE

Denominación popular para el dispositivo regulador de grano, este ingenioso nombre se lo gano a consecuencia del ruido rítmico y constante que hacia el metal al golpear la canaleta a cada giro del eje.

VÁLVULA

Mecanismo que sirve para interrumpir el flujo entre dos sitios, en el caso de los molinos se aplica a todo lugar que obtura el paso de los fluidos y los materiales que se relacionan intrínsecamente con la actividad de la molienda, válvulas para el agua, para el grano etc.

VÁLVULA DE ALIVIO

Paradójicamente este dispositivo no regula el paso de algún material o fluido, por medio de esta válvula se eleva el sistema del eje para regular la separación entre las dos muelas y de esta manera controlar la calidad y grosor de la harina, la válvula de alivio se encuentra en la sala de molienda a un costado de las muelas, atraviesa la bóveda y llega al cárcavo en la parte inferior, se fija a la viga de soporte, funciona por medio de un tornillo sinfín que es girado desde la parte superior y tiene una rosca a nivel de piso, al girarlo se eleva el tornillo que esta fijo a la viga de soporte, al subir y bajar esta todo el eje y con el la muela móvil mueven de manera vertical.

VÁLVULA DE LA SAETILLA

Dispositivo para cerrar el paso de agua a través de la saetilla con el fin de parar la incidencia de agua sobre la rueda hidráulica y detener el giro. Para funciones de mantenimiento esta válvula podía contar con dos posiciones la primera de ellas permitiendo el paso del agua con menor presión, de esta forma se podía vaciar el cubo sin accionar el rodezno. La segunda totalmente abierta para que el chorro de agua golpeará el rodezno y lo hiciera girar.

VENTANA DE ILUMINACIÓN

Ventana que funcionalmente se ubica al frente del par de muelas para iluminar esta zona de la sala de molienda y facilitar la labor, a consecuencia de que las salas de molienda podían ser lugares muy oscuros por las pocas ventanas con las que contaban por esta razón estas ventanas ubicadas enfrente de la maquinaria superior eran muy útiles.

VENTANA VIGÍA

Esta ventana se ubicaba en la parte trasera directamente sobre el cubo, con ella el molinero podía observar desde el interior del edificio el llenado del cubo, es común que se ubique una ventana por cada cubo, existen excepciones como en el caso del molino de abajo en Tepetzotlán donde con una sola ventana se observaban los dos cubos.

VIGA DE SOPORTE, O VIGA MARRANA

Esta viga de grandes dimensiones cargaba todo el sistema y se colocaba atravesada de lado a lado en el sentido corto en la bóveda del cárcavo, sobre esta se ubicaba el cubo el gomón y después todo el eje, la viga tenía que ser de gran dimensión para que soportara el peso de todo el eje mas la muela móvil, por medio de la válvula de alivio se regulaba la altura de esta y por consiguiente la separación entre muelas, debido a que la muela fija no se movía, con este sistema se podía regular la calida de la harina.

ZANJA

Excavación larga en la tierra que daba origen a una canalización de agua, el carácter del nombre proviene de lo rudimentario de su factura, con esta excavación se conseguía canalizar el agua hacia el punto deseado de manera rápida.

BIBLIOGRAFIA

- ARTID ESRIU, Gloria, Regatones y Maquileros, *El Mercado de trigo en la Ciudad de México, Siglo XVIII*, Colección Miguel Othón de Mendizábal, Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social, Ediciones de la Casa Chata. México 1986.
- BARRERA, Santiago, *Los Molinos del Bajo Asón*, España, 2002.
- COSSIO, José L. *Guía Retrospectiva de la Ciudad de México*, Espejo de Obsidiana México 1990
- Crónicas de la compañía de Jesús en la nueva España, UNAM, México 1995.
- DE GANTE, Pablo C., *Tepeztotlán, Su Historia y Sus Tesoros Artísticos*, Porrúa México, 1958.
- DENSON RILEY, James, *Hacendados Jesuitas en México*, Melo, México, 1976
- DÍAZ GARCÍA, Sabino, *La Molienda Tradicional en el País Vasco*, España, 2004
- E. RUSSELL, George, *Hidráulica*, CECSA Mexico 1985
- ENGELS, Federico, *El papel del trabajo en la transformación del mono en hombre*, Ediciones Quinto Sol, México 1988
- ESCALERA Javier y VILLEGAS Antonio, *Molinos y Panaderías Tradicionales*, Editora Nacional, Madrid, 1983.
- F. GLICK, Thomas, *Irrigation and Society in Medieval Valencia The Huerta environment*, SP Scott, The library of Iberian Resources Online España 2002
- GARCIA RUEDA MUÑOZ, de San Pedro, *Molinos y otros ingenios en Extremadura durante el siglo XIX una aproximación histórica* en "Revista Alcántara" No 56 España 2002
- GÓMEZ MORALES, Delia G. "La Hacienda de Xalapa y sus Asociadas" en *Boletines del Museo Nacional del Virreinato*, México, 1995.
- GONZALEZ TASCÓN, Ignacio, *Los Molinos Hidráulicos en el Mundo Antiguo* en "Los Molinos y Las aceñas diversidad tipológica y criterios de emplazamiento", España 2004

- HAZEN, Theodore R. *The Art of The Millstones, How They Works*, Great Britain 2002.
- LEROUX-DHYS Jean Francois, *Las Abadías Cistercienses, Historia y Arquitectura*, Ed. Koneman , España 1999
- LOYOLA VERA, Antonio, *Sistemas Hidráulicos en Santiago de Querétaro, Siglo XVI-XX*, Gobierno del estado de Querétaro, México, 1999.
- MENÉNDEZ-VALDÉS, Gonzalo Morís, *Ingenios Hidráulicos Históricos: Molinos, Batanes y Ferrerías*, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Gijón España, 2004.
- México y sus alrededores, Facsimil de la segunda edición publicada por J. Decaen en México en 1864.
- “La Restauración de la Ferrería de Cadez en Cantabria” en *Revista ON diseño*, No 235, España, 2004.
- NAVARRO DOMÍNGUEZ, José Manuel, “Molinos Hidráulicos en la Comarca de los Alcores”, en *Actas de los IX Encuentros de Historia y Arqueología*, San Fernando, Cádiz, 1994.
- NERI VARGAS, Gaudencio, *Tepotzotlán, Monografía Municipal*, Instituto Mexiquense de Cultura, México, 1999.
- NOGUES PEDREGAL, Antonio Miguel, *Antropología y turismo rural una contingencia necesaria*, en “Gaceta de Antropología” No 11 Sevilla, España 1995
- ORDÓÑEZ VERGARA, Pilar, *Los molineros de la Alpujarra*, Centro de Investigaciones Etnológicas 'Ángel Ganivet', Granada, España, 2004.
- PEZA PUGA, Concepción, *Tepotzotán Historia Arte y Leyenda*, Pomua, México, 1978.
- PLANA, Manuel, *Las industrias siglos XVI al XX* Historia económica de México, Editorial Océano, México 2004
- RENDON GARCINI, Ricardo, *Haciendas de México*, Fomento Cultural Banamex, México 2001
- REPRESA PEREZ, Fernando, El Molino de Villandiego
- REYES MESA, José Miguel, *Tecnología y Arquitectura Popular, Los molinos hidráulicos en la Provincia de Granada*, Universidad de Granada, Granada, España, 2004.
- SANTACRUZ F., Iris y JIMÉNEZ-CACHO GARCÍA, Luis, “Las Pesas y Medidas en la Agricultura” en *Siete ensayos sobre la Hacienda Mexicana 1780-1800*,

Colección Científica No 55 Instituto Nacional de Antropología e Historia. México 1977.

- SANZ GARCÍA, Ignacio y CALVENTE COCA, Antonio, "Molinos Mareales de Yamonte", en *Campaña juvenil de protección del patrimonio tecnológico en Andalucía*, Consejería de Cultura Junta de Andalucía, España, 1994
- SARTOR, Mario, *Arquitectura y urbanismo en Nueva España siglo XVI*, colección Arte novo hispano, Grupo Azabache, México 1992
- SEAR, Frank, *Roman Architecture*, London, Routledge, 1998
- SOLER FROST, Pablo, *1767*, Joaquin Mortiz, México 2004
- SYSON, Leslie, *British Water Mills*, Great Britain, BTBatsford LTD, 1965.
- TERÁN BONILLA, José Antonio, *La Construcción de las Haciendas de Tlaxcala*, Colección científica Instituto Nacional de Antropología e Historia, México, 1998.
- The Visigothic Code (Forum Judicum), *The library of Iberian Resources Online*, ed. SP Scott, España 2002
- The Waters of the city of Rome, Published by Institute for Advanced Technology in the Humanities, University of Virginia, Project Director, Katherine Wentworth Rinne 1998-2004
- TURRIANO, Juanelo, *Los 21 libros de los Ingenios y Máquinas*, España
- VALLE RAFAEL, Heliodoro, *El Convento de Tepotzotlán*, Talleres gráficos del Museo Nacional de Arqueología, Historia y Etnográfica. México, 1924.
- VELÁSQUEZ, María Elisa, "Los Bienes Temporales Jesuitas en Tepotzotlán, Nota para la Historia de las Haciendas del Colegio y Noviciado de San Francisco Javier", en *Boletines del Museo Nacional del Virreinato*, México, 1995.
 - "Hacienda y otros bienes Temporales del Ex Colegio Jesuita de Tepotzotlán, Inédito, Museo Nacional del Virreinato, México, 2003
- VITRUVIO, Los 10 libros de la Arquitectura, Akal, Fuentes de Arte, España, 2001.
- WILSON, Andrew, *Janiculum Mills Excavation, Result of the 1998 season and 1999 season*. Oxford University, Italia 2000
- ZUBILLAGA, Felix, *Donaciones y venta al colegio de Tepotzotlan 1591-1595* en "Monumenta Mexicana V, 1592-1596", Institutum Historicum Societatis Iesu, Roma 1973