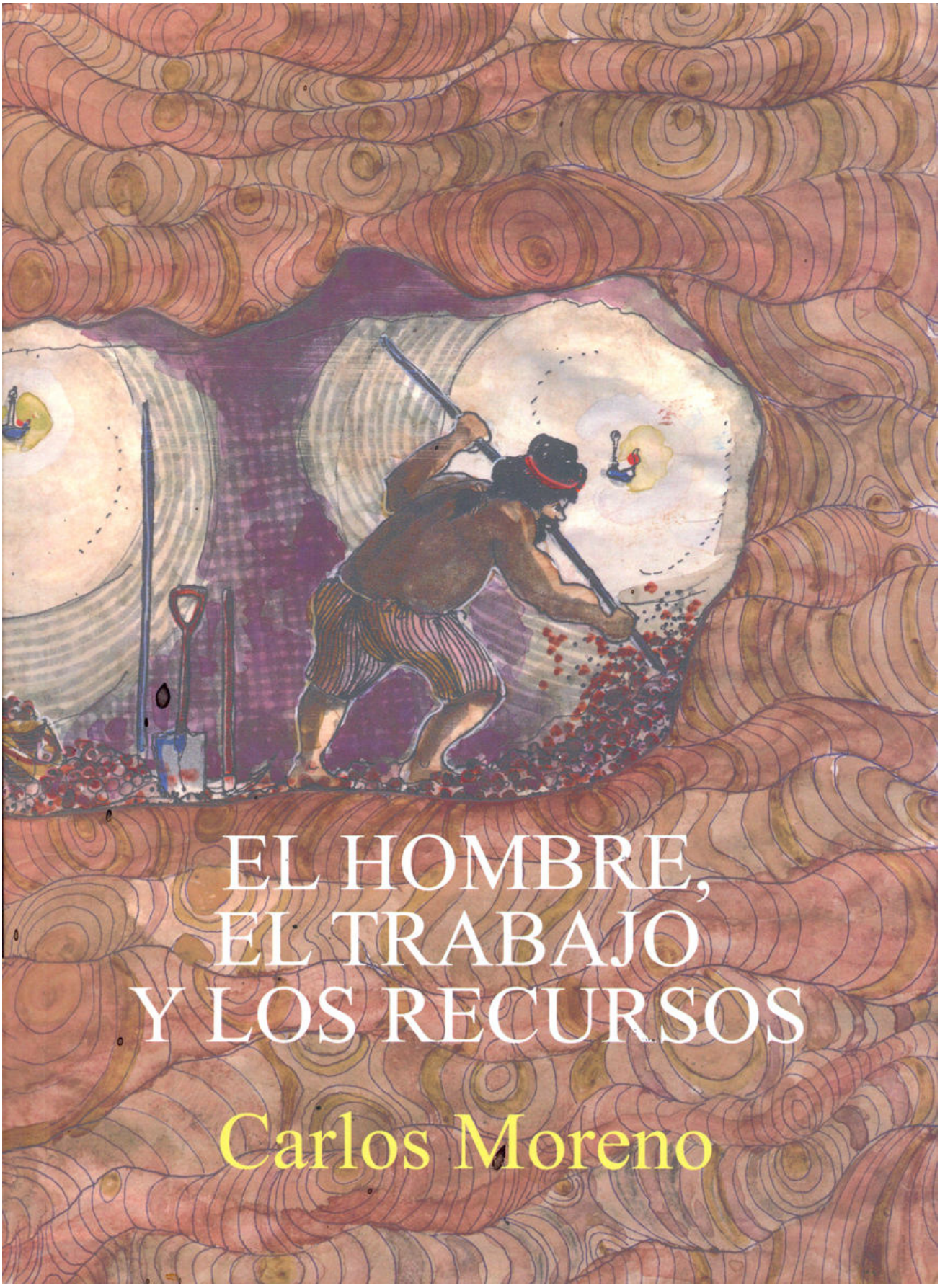


EL HOMBRE, EL TRABAJO Y LOS RECURSOS

Carlos Moreno

EL HOMBRE,
EL TRABAJO
Y
LOS RECURSOS

ASESORAMIENTO
ING JUAN CARLOS NICOLAU

PATRIMONIO NATURAL
LIC. CARLOS FERNÁNDEZ BALBOA

COORDINACION Y EDICION
ARQTOS. GRACIELA FASULO Y ALFONSO PIANTINI

CON LA COLABORACIÓN DE
ALICIA SARNO, XIMENA MORENO JUNCO,
CLAUDIO MARZORATI Y EMILCE ROTONDO

Nuestro agradecimiento a las personas e Instituciones que como en otros trabajos han contribuído con la mejor voluntad a que éste sea posible. Entre otros destacamos a Complejo Museográfico Enrique Udaondo de Luján, Museo de la Ciudad, Museo Sarmiento, Museo Mitre, Archivo Gráfico de la Nación y al Archivo de la Provincia de Bs.As.

EL HOMBRE, EL TRABAJO Y LOS RECURSOS

MATERIALES Y ENERGIA

CARLOS MORENO

FUNDACIÓN TECNOLOGÍA Y HUMANISMO

BUENOS AIRES
2006

Contenido

PRESENTACIÓN.....5
El hombre y la naturaleza.....7
Hombres, materiales, herramientas y energía.....11

LA NATURALEZA Y LOS RECURSOS.....15
Del nódulo a la mina.....17
En los tiempos medios.....23
La sal y las salinas.....30
El bosque.....32
El carbón vegetal.....34
Betunes.....35
El carbón mineral.....36
Materiales para la construcción.....38
Regiones lejanas proveedoras de materias primas.....40
Caza y pesca.....42

RECURSOS AMERICANOS.....43
Palos y Piedras.....45
Hispanoamérica, plata y oro en abundancia.....46
Otras regiones americanas.....63

MINERALES COMBUSTIBLES, CUERO Y SAL.....71
Una región con algunos recursos mineros.....73
El conocimiento de las cosas de la tierra y la educación.....79
Las minas en las reducciones jesuíticas.....80
Recursos para armar los ejércitos patrios.....82
Organización de tiempos de paz.....86
Provisión de sal.....96
Para poder echar leña al fuego.....98
La energía de los bosques nativos en el patrimonio natural argentino.....100
De tierras y palos.....102
La recolección.....105
El cuero, un recurso casi infinito.....107
Recursos del agua.....114

DEL MÚSCULO A LAS MÁQUINAS.....115
De la fuerza del hombre.....117
Sacando agua a brazo.....123
Tornos.....126
Grúas a pie y poleas.....129
Energía animal.....132
Represas.....138
Energía hidráulica.....139
Rodeznos y turbinas.....148
El viento y las velas.....150
Molinos de viento.....151
La transmisión de la energía.....155
Los metales y los engranajes.....158
Los engranajes y los relojes.....160
Energía para la muerte.....162

INGENIOS AMERICANOS.....167
Represas americanas.....169
Ingenios americanos.....170
Manejos de las aguas.....174
Los viejos ingenios.....175
Buenos vientos para el molino.....181
Molino Forclaz.....185
Molinos hidráulicos en Jachal.....186
Molinos más al sur.....190
En las reducciones jesuíticas.....191
Inercias tecnológicas.....192

EL FUEGO Y EL CALOR.....195
El fuego.....197
Del hierro y los herreros.....201
El calor y la alquimia.....205

DE LOS FIERROS Y LA ENERGÍA TÉRMICA.....209
Energía y su aplicación.....211
Los cañones, los cilindros y la precisión.....218
La energía define la arquitectura de la fábrica.....221
Motores, máquinas y transporte.....223
Otros usos.....225
Energía eléctrica.....228
Recursos y paisajes.....231

POCO DESPUÉS LLEGAN A AMÉRICA.....235
Propuestas americanas.....237
Motores a vapor y mecanismos.....242
La primera iluminación eléctrica.....252
El paisaje por aquí.....253

A MODO DE REFLEXIÓN.....255

BIBLIOGRAFÍA.....256

Presentación

Una vez más la Fundación Tecnología y Humanismo, coherente con sus postulados, contribuye a la difusión de aquellos trabajos que registren las transformaciones de nuestra sociedad, los antecedentes históricos y las consecuencias de estas acciones en la formación de los grupos humanos.

Es particularmente oportuno el contenido de este libro en momentos que la problemática energética es materia principal en el diálogo de las naciones. El trabajo de Carlos Moreno nos enfrenta ineludiblemente con una toma de conciencia sobre el aprovechamiento de los recursos naturales y el ingenio del hombre en esa tarea.

Pero tanto o más importante es encontrarnos con los instrumentos y sistemas utilizados por el hombre para favorecer su esfuerzo.

Tal vez este aspecto, el de recordar los hechos que produjeron el mejoramiento de las condiciones de vida en las sociedades, es el que más nos entusiasma y nos despierta tanto interés.

Hoy la alta tecnología, puede crear una idea falsa de la cultura del esfuerzo y de la destreza del hombre, por parecer que está todo dado de antemano.

Este camino no fue fácil y recorrerlo de la mano de tan rica documentación como la que nos presenta este libro, es sin duda muy estimulante. Basta hacer mención de algunos capítulos para demostrar con que profundidad están encarados. Por ejemplo la valoración de los yacimientos minerales y recordar el rol en ese aspecto de Hispanoamérica.

De las organizaciones sociales en función de los recursos y su aprovechamiento.
De cómo no solo se recurre a la naturaleza sino a el valor agregado que se le impone al recurso con la manufactura del producto terminado

De la importancia de la presencia del hombre en este proceso, tan tenida en cuenta en todo el relato de Moreno. Por otro lado, también destaca el rol esencial que desempeña su ingenio y su creatividad., pues aunque el tiempo cambia las necesidades, las tecnologías y los comportamientos, a través de la adaptación a estos nuevos requerimientos se logra el vínculo con otros países y regiones productivas.

Reconocer nuestra sociedad a través de toda esta epopeya productiva nos debe hacer reflexionar en los momentos de crisis y mostrar, sobretodo a los más jóvenes, caminos de integración social y futuro más feliz.

Arq. Alfonso Piantini
Fundación Tecnología y Humanismo

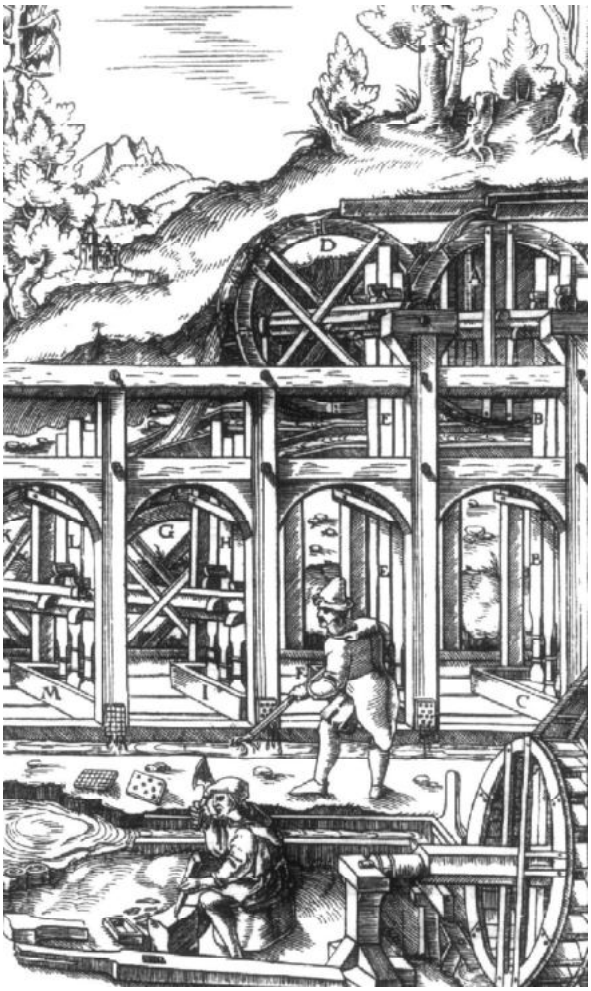
El hombre y la naturaleza

"Ningún animal es capaz de engrandecer las oportunidades ofrecidas por su medio ambiente natural, más allá de los límites impuestos por su propio organismo y por la inalterable técnica innata a su disposición"... (1)

La TIERRA tiene en su composición miles de elementos QUE NO SERAN UTILES A LA VIDA, SI NO SE LOS CONOCE, y es precisamente el conocerlos el mayor RECURSO DEL HOMBRE. Este se destaca del resto de los seres vivientes por su interacción ACTIVA frente a la naturaleza , y en la medida que acumula y potencia su ingenio, AUMENTAN LOS RECURSOS DISPONIBLES PARA SU VIDA: a mayor conocimiento mayor MATERIA NATURAL SE TRASFORMA EN RECURSO. Cuando el recurso pierde funcionalidad vuelve a su condición de materia neutra. En relación al esfuerzo y la conducta del hombre crecen los recursos. Cuando se desarrollan conductas irresponsables se los puede hacer reducir o desaparecer, ***florecen bajo una interacción equilibrada, se reducen en el caos.*** *El crecimiento e interdependencia de la humanidad, hace que la sabiduría y los recursos tienden a redistribuirse mas allá de sus regiones originales. Cuando el hombre actuaba en pequeña escala, sin integrar a otros, ..." valoraba su medio ambiente sobre la base de su capacidad para proporcionarle directamente lo que precisaba"... (2). La posesión de los recursos ha sido desde la antigüedad motivo de conflicto entre los hombres, la transferencia se ha hecho en forma pacífica con el comercio o en forma violenta con la guerra y la sumisión de unos a otros.*

Hoy surgen nuevos conceptos sobre los recursos ya sean energéticos o materiales. ...***"Los científicos consideran en la actualidad la segunda como una manifestación de la primera y saben la forma de convertir energía en materia y viceversa"...*** *(3)*

Este trabajo lo hemos desarrollado en función de estas consideraciones: en la primera parte la búsqueda y extracción de las materias de la TIERRA, y en la segunda la forma en que evolucionaron los mecanismos para transformar la energía que se encuentra en la TIERRA, en trabajo.



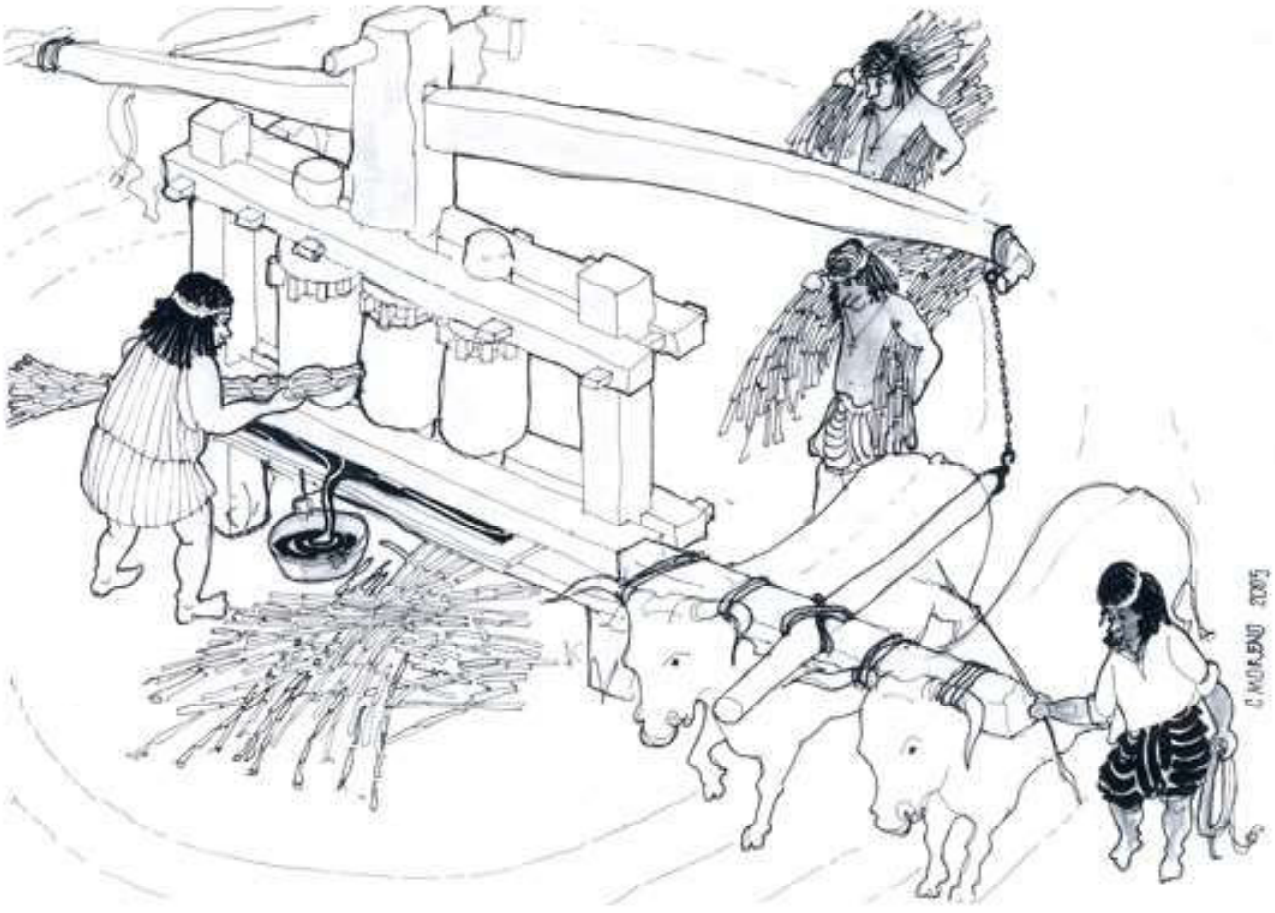
En una mina del siglo XVI se usaban máquinas hidráulicas para el procesamiento del mineral (molienda) Grab. Ercker.

Esta historia es un desarrollo de las infinidad de las pequeñas historias del hombre por hacer más propicia su RELACION ACTIVA con la tierra para

una mayor CALIDAD DE VIDA. Esta historia es una parte indisoluble de la historia de la CULTURA. El hombre fue creciendo en su conocimiento con el método de PRUEBA Y ERROR , resultando una técnica empírica que fue razonando, y recién en épocas modernas con el método científico alcanzó una escala que parecía poco antes fantasía. De a poco fue saliendo de su medio natural, del cual era consecuencia. Otros lugares, otras circunstancias con las cuales tuvo que interactuar, otras formas, otro clima, generó otros recursos posibles. Aprendió a fabricar herramientas, aprendió a manejar el fuego y más materia neutra se transformó en recurso. Aprendió a conocer la naturaleza y la potencialidad de algunos materiales que encontraba en la superficie, luego a buscarlos en un mundo nuevo: dentro de la tierra . Distingue las propiedades de algunos metales que le permiten otra posibilidad, los pudo procesar porque estaban en estado casi puro y eran maleables. Los metales de fácil extracción eran escasos, y se los busca en lugares alejados, será el arranque del comercio mediterráneo. El imperio romano con su escala casi del mundo occidental conocido, le dará un impulso en la producción, para ello desarrolla técnicas y usa mano de obra esclava. Al caer el imperio cambian las necesidades y la minería pierde mucho de su técnica y producción. A fines de la edad media en algunas regiones de la Europa central, especialmente en Alemania, se intensifican las explotaciones mineras. Un testimonio de las nuevas tecnologías con el uso intenso de máquinas hidráulicas lo encontramos en los grabados de Agrícola, son propuestas de formas racionales de manejar la minería. Propuestas que superan toda consideración mágica de las entrañas de la tierra. En el siglo XVI se descubren enormes filones de plata, especialmente en el Potosí y luego en Guanajuato, que alimentarán la inflación de Europa y producirán la decadencia de las minas de plata europeas. El bosque aportará por milenios una gran cantidad de los recursos del norte europeo, maderas para la construcción, para las embarcaciones, leña y carbón, resinas y muchos otros productos. La tala de los bosques los va agotando; en algún momento genera alarma en los gobiernos que ven amenazada la construcción de barcos, sustento de su comercio y poder. Inglaterra desarrolla una alternativa: el carbón mineral, que se convierte en el soporte energético de la revolución industrial. En América la minería toma un fuerte impulso con la conquista europea, para España fue por siglos el soporte de su economía. Las minas fueron propiedad de la corona, que las concesionaba reteniendo el QUINTO REAL. En las cercanías de las minas se levantan espléndidas ciudades, con iglesias y palacios. La principal innovación técnica fue la amalgamación con mercurio. Con la ilustración se incorporan criterios científicos y se crea el Real Seminario de Minas de Méjico. En nuestra región con pocos recursos mineros, un obstáculo fueron las dificultosas comunicaciones; en la región de Cuyo desde la conquista se explotaron las minas del Paramillo en Uspallata donde se beneficiaba plata y cobre. En otras partes hubo explotaciones de oro o plata pero en escala reducida. Luego de la independencia, con el impulso de empresarios ingleses se explotaron minas en Famatina y a mediados de siglo Samuel Lafone usando nuevas tecnologías y técnicos trabaja minas en Catamarca. Poco después, en 1865, se empieza a procesar petróleo en Jujuy. El recurso más importante de la región pampeana fue el cuero, que se lo extraía como si fuese una materia más. La carne sin posibilidad de ser conservada se perdía, y no fue recurso hasta que se la pudo transformar en tasajo.

"La totalidad de la energía que la habilidad y el ingenio del hombre han hecho posible convertir en TRABAJO UTIL es de origen atómico y parece ser que todo el trabajo del futuro se derivará en distintas formas de esta ultima fuente. Nuestra energía convertida nos viene hoy en día del sol ..... las actuales fuentes de energía apropiadas y económicas son el petróleo, el gas natural y el carbón (sol almacenado)...el mismo calor de la tierra se cree que procede de la degradación atómica de unos cuantos elementos ...la única fuente que puede no ser de origen atómico es la que deriva de la energía cinética de la rotación de la tierra".... (4)
En ese largo camino, el hombre, para controlar la naturaleza transformándola en un recurso vital, necesitó de cantidades crecientes de energía y mecanismos cada vez más complejos para transformarla en trabajo. Los tipos de energía se pueden agrupar en ANIMADAS, producidas por organismos vivos, y las INERTES por materias como los combustibles fósiles, la hidráulica o la eólica. Las distintas regiones del mundo tienen respuestas diferentes, según cada circunstancia geográfica y la cultura humana que la convertirá en recurso. El hombre primero usó de su fuerza muscular, luego se ayudó con mecanismos simples (palancas, cuñas etc). Luego en una dimensión social se aprendió a sumar los esfuerzos alcanzando una escala mayor. Al poder domesticar algunos animales aumentó la potencialidad del trabajo, se debieron desarrollar elementos de conexión (yugo, sogas de tiro, collera ,etc.) con las máquinas de aplicación (arado, rastras, carros etc,) El

crecimiento de los pueblos indujo a la división del trabajo, a la concentración, necesitando una escala mayor de energía. ***...Las máquinas se han desarrollado partiendo de un complejo de agentes no orgánicos para convertir energía, para realizar su trabajo, para incrementar las capacidades mecánicas sensoras del cuerpo del hombre o para reducir a un orden y una regularidad mesurables los procesos de la vida"...*** *(5). En Roma luego de las guerras se disponía de gran cantidad de esclavos, hubo poco esfuerzo para reemplazar la energía humana. Cuando cambian las condiciones se desarrollan mecanismos como los molinos hidráulicos o las norias. Hasta el siglo XI fueron las únicas formas en uso. Los inventos..."no son tanto la expresión de un ingenio superior , como el resultado casi inevitable de unas condiciones sociales; apoyada por el hecho de que cuando en varios lugares distintos se siente simultáneamente la necesidad de un invento, aparecen efectivamente inventos parecidos"... (6). Como consecuencia de las transferencias culturales en época de las cruzadas se incorpora una tecnología oriental: el molino de viento. En la antigüedad no se sabía con claridad qué era la energía , aun en la Edad Media se difundieron ideas fantasiosas como los móviles perpetuos , ideas de origen oriental..." asociadas al concepto religioso del hinduismo que contempla la idea de una naturaleza permanentemente cíclica"... (7) . Durante el Renacimiento se desarrollaron muchas máquinas y sistemas para aprovechar la energía . Con el desarrollo del comercio de dimensión internacional y las nuevas escalas de producción necesarias hacía falta mucha más energía y la respuesta se encontró en un combustible fósil , el carbón mineral.* ***El mecanismo fue el motor a vapor desarrollado por Watt****. El motor que necesita de piezas muy ajustadas fue posible por el desarrollo de las formas de la metalurgia, especialmente la posibilidad de la precisión en el ajuste . La nueva forma de energía produjo cambios a las formas de las fábricas o talleres, permitiéndole alejarse de los cauces de los ríos. La forma resultó en edificios compactos de pisos y muchas veces dentro de las ciudades donde estaban los obreros y las comunicaciones. La energía del motor a vapor era más económica que la antigua energía animal..."*



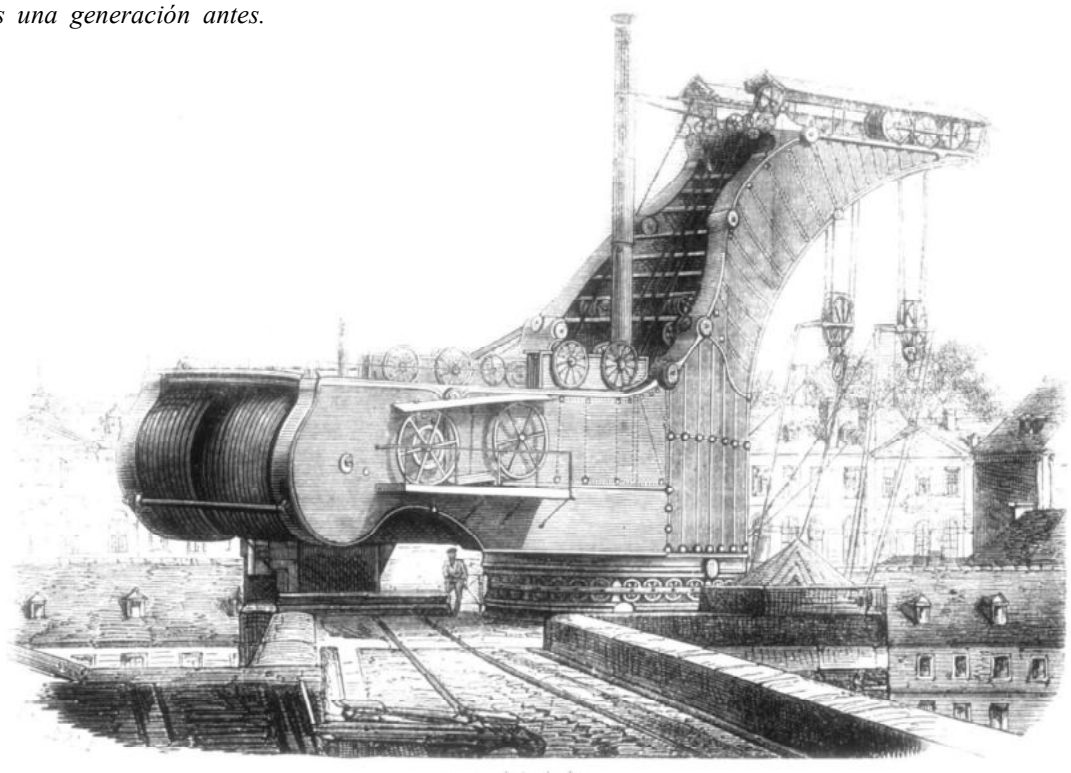
Trapiche azucarero tirado por bueyes S. XVIII

La energía animal probablemente cuesta de treinta a cien veces la energía mineral, y la energía humana de trescientas a mil veces la misma"...(8) Los cambios de sistema duraron muchas décadas , aún a principios del siglo XX las fuentes de energía no basadas en el hombre se dividían en un ..." un 40% aportado por animales, las maderas como combustible, y el viento. El 60% de combustibles minerales de los cuales el más importante era el carbón".... (9)

La electricidad, cuya tecnología se desarrolla a fines del siglo XIX, es una forma de energía con una gran versatilidad de uso. Se la puede transformar en iluminación, calor , energía química, magnética o mecánica. Un inconveniente es su alto costo para ser acumulada , por otro lado es de fácil transmisión haciendo posible su uso lejos de las fuentes de producción. Otras energías que se están desarrollando son las posibilidades de la biomasa, la eólica, la atómica y combustibles como el hidrógeno.

La cantidad de energía usada permite conocer el desarrollo y grado de mecanización de una sociedad. Como se puede ver de las diferencias del consumo de energía entre los países desarrollados y el resto. Entre 1860 y 1985 el consumo de energía creció un 6000%. Casi un 90% de la energía que se consume proviene de combustibles fósiles , no renovables y contaminantes.

Grúa en el puerto militar de Brest, Francia. Grab. el Correo de Ultramar. 1866. Maquinaria de enorme tamaño sólo posible por su construcción en hierro y acero y el poder contar con energía de gran capacidad como fue la máquina de vapor. Todo esto permitió una nueva escala en los trabajos, entre ellos, la extracción de recursos naturales, las escalas de producción y las comunicaciones y su capacidad de transporte imposibles una generación antes.



1.- Zimmerman Erich W. Introducción a los recursos naturales mundiales. Ed. Oikos/Tau S.A. Barcelona, 1964. 2.- Zimmerman E. Op.cit. 3.- Zimmerman E. Op.cit. 4.- Ayres cit. Zimmerman Op. cit. 5.- Mumford Lewis. Técnica y Civilización. Ed. Alianza Universidad. Madrid, 1982. 6.- Zimmerman E. Op.cit. 7.- Obras hidráulicas en América colonial. 8.- Zimmerman E. Op.cit. 9.- Ware Caroline F., Panikar K. M. , Romein M. J. La producción industrial Ed Sudamericana S.A. BsAs.

Hombres, materiales, herramientas y energía.

El pensamiento, como tantos otros, es uno de los movimientos de la materia inherente a la existencia de un cerebro, el desarrollo de éste en el proceso de transformación del antropoide en hombre a permitidosu alto grado de desarrollo a través de sucesivas etapas, adaptación a la posición erguida, la adquisición del lenguaje y la capacidad de pensar, con ella la posibilidad de conquistar su necesidad de sobrevivir modificando su medio ambiente, la naturaleza.

Para lograrlo debió valerse de los materiales que tenía a su disposición, trozos de madera, provenientes de los árboles, huesos, pieles y plumas de los animales que cazaba, piedras que encontraba dispersas en la tierra, con las cuales fabricó las primeras herramientas para protegerse de los accidentes naturales o enemigos ocasionales. El hombre primitivo vivía de la caza y de la recolección de frutas y vegetales.

Como quiere Carlo Cipolla, desde su aparición sobre la corteza terrestre hace medio millón de años, el hombre ha atravesado por dos grandes revoluciones socio-económicas: la agrícola y la industrial.

Desde la primitiva condición de cazador, para poder subsistir, alcanzo solo muy recientemente el descubrimiento de la agricultura y la domesticación de los animales. A través de un largo y lento periodo, sucesivos intentos y descubrimientos le permitieron perfeccionar este descubrimiento trascendental y así cambiar las condiciones sociales y mejorar su calidad de vida. El comienzo de estar revolución se encuentra indefinida acerca del donde y cómo se generó.

Los primeros vestigios de comunidades agrícolas han sido encontrados en Jericó, en el valle del Mar Muerto de Palestina, alrededor de 7.000 A.C.; como así también en aldeas ubicadas en Irak e Irán, hacia 7.000 y 6.500 A.C. En el norte de Irán, cerca del Mar Caspio, se han descubierto evidencias de una agricultura incipiente en pueblos que vivían en cavernas, alrededor de 6.600 a.C., aun cuando continuaban siendo cazadores.

A partir de estos incipientes desarrollos la revolución agrícola fue extendiéndose hacia Europa y otras zonas de América. Es posible que existiera otro foco en el Lejano Oriente, pero nuestro conocimiento acerca del comienzo de esta revolución es sumamente precario y su desenvolvimiento constituye un campo amplio para la investigación.

En nuestra América, descubrimientos arqueológicos indican que al Norte de Perú existieron comunidades cuyo conocimiento de la agricultura en la zona apareció alrededor de 2.200 a.C. En Nueva México, hay indicios del cultivo de maíz cerca de 3650 a.C. y en la Cueva La Perra en México, los ensayos con carbón radio activo sugieren que el primitivo maíz se conoció cerca de 2500 a.C.

A lo lago de la revolución agrícola el hombre aporto nuevos elementos que le fueron permitiendo perfeccionar su dominio sobre la naturaleza. Entre los más importantes aportes deben citarse entre los 6000 y 3000 a. C. la aparición del arado y la azada, construidos en madera y aptos, por consiguiente, para ser utilizados en suelos blandos.
La posibilidad de fundir y trabajar metales constituyó un señalado avance en la fabricación de estos y otros instrumentos similares para ser aplicados a la agricultura en terrenos de mayor consistencia. En el Medio Oriente se han encontrado objetos de hierro que datan de 3000 a.C.

El descubrimiento de la rueda; cuya exacta aparición no se conoce, significó un avance trascendental en las tareas del hombre. Sabemos que alrededor de 3500 a.C. vehículos rodados eran utilizados por los saumerios y en 2500 a.C. en el Indus. La rueda junto con la técnica del arnés y la herradura para los animales constituyeron factores muy importantes para el avance de la revolución agrícola.

Contemporáneamente o mas tarde, aparecieron las denominadas maquinas simples: la palanca, la rueda de alfarero, los engranajes, la cuña, y la polea.

El período comprendido entre la aparición de la agricultura y la Revolución Industrial fue largo y de muy lento desenvolvimiento. Durante el mismo las únicas fuentes de energía fueron la potencia muscular del hombre, acumulada mediante legiones de esclavos que permitieron realizar las grandes obras de la antigüedad, junto con la energía de los animales domesticados, como auxiliares de aquellos. En el sentido energético, si bien el molino de agua fue conocido ya en la época de Augusto, su utilización

práctica al igual que el molino de viento alcanzo difusión solo en épocas recientes alrededor de los siglos XII y XIII.

« El desenvolvimiento de la técnica trajo aparejada la aparición de grupos dedicados exclusivamente al manejo de las herramientas, cuya creciente especialización les permitió un dominio eficiente de las mismas.

Estos grupos constituyeron al artesano basado en el trabajo de esclavos en la sociedad de este carácter y que, emancipados en la época feudal, continuaron siendo una clase subordinada a los propietarios de la tierra. El esclavo, artesano y agricultor a un mismo tiempo, al perfeccionar las herramientas y las técnicas independizó el trabajo agrícola de las tareas artesanales. Entre los primeros especialistas artesanales deben mencionarse los tejedores, los alfareros y los herreros. «En tiempos de Numa, segundo rey de Roma, no se mencionaban más de ocho oficios» pero hacia el principio de la era cristiana ya se distinguían de 15 a 20 oficios principales, los cuales se repetían «doce siglos mas tarde». «Ya algunos de ellos tienen como materia prima el producto del trabajo de otro, ya en algunos artículos esta representada la labor de varias manos». Sin embargo, la caracterización del artesanado consistió en que el trabajo de una misma persona, partiendo de a materia prima, producía el producto final, destinado al usuario. El artesano, a su vez, era dueño de las herramientas que utilizaba en la producción, aunque no siempre de la materia prima, la cual podía ser suministrada por el propio consumidor de la cosa. Por otra parte, ejecutaba el trabajo en su casa o taller, aislado y sin colaboración de terceros. Finalmente vendía su producción directamente al usuario, o más generalmente a quien le había encargado el artículo, en su taller o en el mercado, sin el concurso de intermediario alguno.
Se distinguían entre los distintos oficios, el panadero, el curtidor, el zapatero, el albañil, el constructor de carros, el ebanista, el joyero, el peletero, el tintorero, el batanero, el obrero en cobre, el pintor, el fundidor, el carnicero, el tejedor, como los principales.

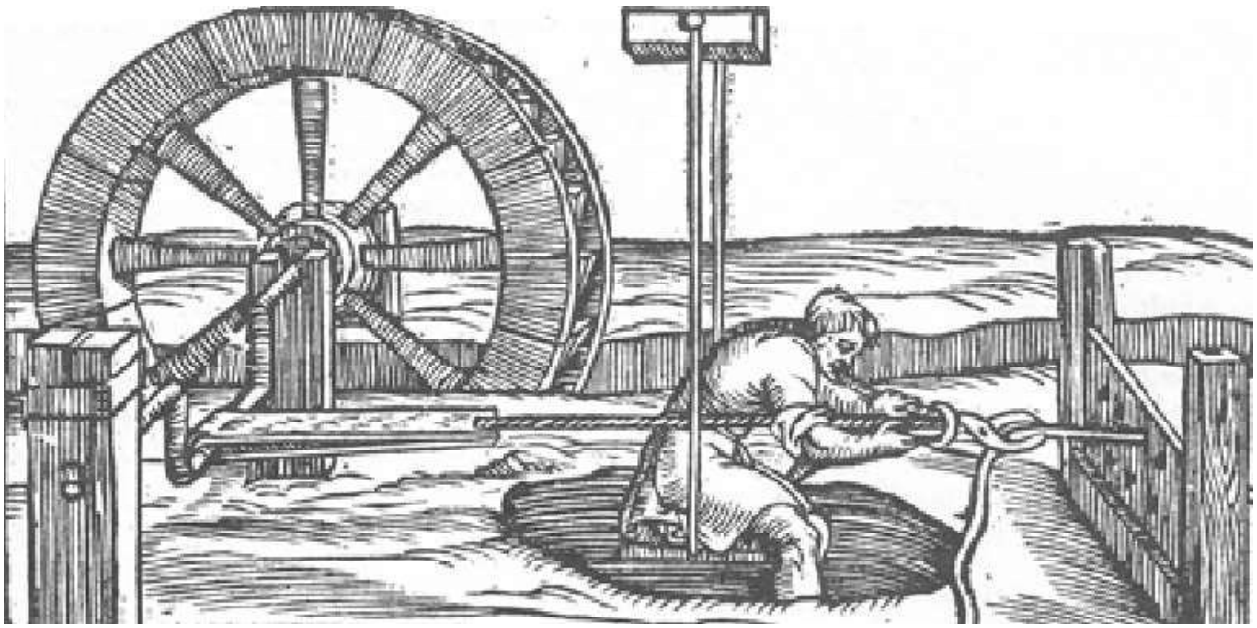
La diferenciación entre los distintos oficios y la aparición de otros nuevos prosiguió a medida que se plantearon nuevas exigencias en el diario vivir. Pero el esclavo, artesano por excelencia en el mundo esclavista, entro mas adelante en crisis y su trabajo dejo de ser productivo, surgiendo así nuevas relaciones de producción para superar la contradicción entre las distintas clases sociales.Durante el periodo feudal, tiene así lugar la distinción entre el artesano y el agricultor, lo cual ocurre con características definidas hacia el siglo XI.

Los artesanos se agruparon en gremios o corporaciones, siguiendo el ejemplo de las asociaciones de comerciantes y contando como objetivo principal eliminar la competencia. A tal efecto, las corporaciones regulaban todas las actividades artesanales partiendo de la compra de los materiales hasta la venta del producto.
Además se restringió el ejercicio del oficio limitando el número de aprendices, a aquellos que reunieran condiciones determinadas.

Cuando en cada gremio aparecieron artesanos poseedores de su propio taller, para trabajar sus propias materias primas, comenzaron a exigir para si solos el titulo de maestros. En el siglo XIV aparece una categoría, la de oficiales o compañeros, subordinada al maestro en cuyo taller trabajaba por un salario y en cuya casa vivía. Se establecieron así tres grados o categorías entre los artesanos: el aprendiz, el compañero oficial y el maestro.

El artesano, si bien un artista en su oficio, a pesar de su extraordinaria habilidad para ejecutar el mismo, comenzó a enfrentar sus limitaciones. La falta de energía auxiliar para ejecutar sus trabajos. Excepto la de pocos animales domesticados y su relativo aislamiento limitaban la cantidad de producción susceptible de ser entregada al mercado. Dentro de un mismo género de artículos se establecieron divisiones del trabajo, perfeccionándose del zapatero o talabartero. Estos problemas se resolvieron por la cooperación entre artesanos, bajo la forma de la manufactura.

La manufactura consiste en la agrupación bajo el mismo techo o taller de varios artesanos que responden a un único patrono, pero la realización del trabajo «conserva su carácter manual, dependiendo por tanto de la fuerza, la destreza, la rapidez y la seguridad del obrero individual en el manejo de su herramienta».
El periodo de la manufactura, en líneas generales, se desenvuelve desde mediados del siglo XVI hasta el último tercio del siglo XVIII.
La manufactura surge históricamente, por la reunión de obreros de diversos oficios independientes o por agrupación de muchos artesanos que ejecutan el mismo trabajo. En el primer caso, artesanos de diferentes especialidades: carpinteros, herreros, ebanistas, etc. Se reúnen para la fabricación de carruajes, muebles, etc. En cambio, la fabricación de agujas o papel, reúne a artesanos que realizan las operaciones parciales que permiten obtener un producto terminado; es decir, se procede a distribuir el trabajo entre operarios de la misma especialidad.
El adelanto de la manufactura radica en el mejoramiento de la calidad de la producción y principalmente, la



Ingenio hidráulico para fabricar alambre. Las varillas de hierro forjado se fuerzan a pasar por una matriz con diámetros decrecientes. s/ Biringuccio (1540)

reducción del tiempo necesario para ejecutar la misma. La parcialización de la producción, mediante la división del trabajo, permite, comparada con los oficios independientes, «producir más en menos tiempo». Por otra parte, los métodos de trabajo se perfeccionaban por la repetición de operaciones concretas y la convivencia de los obreros que intercambian entre si sus experiencias y las transmiten a sucesivas generaciones.

La utilización de maquinas fue muy esporádica en el periodo de manufactura y su aplicación tuvo lugar en ciertos «procesos primarios simples»

Las primeras máquinas fueron motores hidráulicos, derivación de los sistemas de irrigación en los cuales se utilizaban elevadores de agua y cuya concepción mas primitiva es la noria, una rueda de recipientes o canjilones que eleva el agua a medida que gira, depositándola en una canaleta. Un dispositivo similar lo constituía la cadena de cangilones (rueda persa) consecuencia del mismo principio, consistente en colocar los recipientes unidos entre si por un cable que pasa sobre la rueda colgando hasta la profundidad requerida. Estos dispositivos eran accionados por tomos y posteriormente mediante animales que giraban alrededor de un eje vertical, el cual mediante un engranaje horizontal accionaba la rueda. Una «rueda persa» famosa fue la instalada en el pozo de Jacobo, en el Cairo, construida alrededor de 1600 a.C., la cual elevaba agua de una profundidad de casi 100 metros en dos etapas y estuvo en uso por más de 3000 años. Los chinos, en 1000 a.C. conocían una noria auto-propulsada por una rueda hidráulica, es decir, cumplía ambas funciones simultáneamente, elevando el agua mediante unos tubos inclinados que se descargaban sobre una canaleta y vanos o aletas que movían la rueda por la corriente del curso de agua, estando construida en caña de bambú.

Durante el siglo I a.C. tiene aparición la rueda hidráulica, conociéndose su utilización en el Medio Oriente, en el año 88 a.C. y pudiendo considerarse como la forma mas elemental de máquina.

En 1080, había en Inglaterra mas de 5000 molinos, dedicadas a la molienda de trigo y probablemente, en su mayor parte, hidráulicos. En 1295, se utilizaba la energía hidráulica para accionar fuelles de forja y en el mismo siglo, para mover sierras. Hacia 1450 se las utilizaba en el bombeo de minas y yacimientos subterráneos de sal para elevar el mineral y para accionamiento de trenes de laminación de hierro y maquinas de trefilar.

Para la explotación minera, principalmente para la obtención de hierro, durante la época feudal, se utilización máquinas que, como el malacate, eran ya conocidas y adaptadas a las condiciones del momento. Las descripciones de «De Re Metallica» publicada por Agrícola, son notablemente ilustrativas al efecto. Así se utilizaban unas ruedas hidráulicas de once metros de diámetro para accionar un tomo destinado a izar agua en recipientes. La rueda disponía de un doble juego de paletas que permitían invertir el sentido de giro de la misma.

Los problemas de mas difícil solución se planteaban en el desagote de minas. Agrícola menciona para estos casos el uso de las bombas de impulsión, bombas de succión, cadenas de cangilones y la bomba de bolas y cadenas. Esta última era una transacción entre la

bomba de impulsión y la cadena de cangilones. Las bolas hechas de cerda, llenaban el tubo vertical: a medida que la cadena sube, llevan el agua hacia arriba. En 1546, también según Agrícola se aplicaba el acoplamiento en serie de varias bombas de succión accionadas mediante una rueda hidráulica, para superar la limitación en la succión de 10m. en estas bombas. Branca, un mecánico italiano, en su libro «Le Machina» se ocupa de diversos proyectos sobre la misma base. El abastecimiento de agua a las ciudades planteó diversos problemas en la utilización de máquinas como las mencionadas anteriormente. Así en 1550, la ciudad de Augsburg contaba con una planta de bombeo movida por ruedas hidráulicas y utilizaba varios anillos de Arquímedes acoplados en serie para elevar el agua a torres desde donde se distribuía por gravedad a través de cañerías.

En el transcurso del siglo XVII el problema continuaba siendo el desarrollo de las bombas para desagitar minas principalmente de carbón, reemplazante de la madera como combustible y cuya producción llego a 5m. de toneladas en 1700, duplicándose en los siguientes 50 años.

Las maquinas utilizadas para resolver los problemas citados fueron precursoras del motor de émbolo y sus inventores aprovecharon los dispositivos hidráulicos análogos.
En 1711, en los yacimientos carboníferos de Warwickshire se coloca el primer motor de Newcomen y Cowley. El motor de Newcomen o máquina de vapor contiene los elementos fundamentales que posteriormente perfeccionara Watt.

La caldera esta separada del cilindro con su émbolo. Este ascendía a su «punto muerto superior» por la acción de un contrapeso, suplementada por el vapor que se admitía en el cilindro. Cerrando el robinete de comunicación con la caldera se introducía agua pulverizada en su interior. El vapor se enfriaba y su condensación provocaba una caída de presión, originando una depresión con respecto a la presión exterior. La presión atmosférica actuaba sobre el émbolo, empujando hacia abajo y realizando un trabajo útil. A continuación, volvía admitirse vapor, que hacía elevar el émbolo llenando el cilindro, repitiéndose el ciclo. Se trataba de un motor atmosférico ya que la presión atmosférica era la que realizaba el trabajo útil. La máquina a vapor constituyó, por cierto tiempo, un medio auxiliar poderoso para el trabajo en las minas, pero su papel estuvo reducido a este aspecto. «La maquina de vapor, tal y como fue inventada a fines del siglo XVII, durante el periodo de la manufactura y en la forma que persistió hasta el año 1880 aproximadamente, no provoco ninguna revolución industrial».
La revolución industrial se origina con la introducción de la máquina «que sustituye al obrero, que maneja una sola herramienta, por un mecanismo que opera una masa de herramientas iguales o parecidas, a la vez, movida por una sola fuerza motriz», o en otros términos, según Babbage «al unirse todos estos instrumentos simples, puestos en movimiento por un solo motor, surge la máquina».

Desde la energía física del hombre, la animal, térmica, éolica, hidráulica, del vapor de agua, eléctrica hasta la nuclear se ha recorrido un camino que ha permitido transformar el globo terráqueo.
El desarrollo de la producción de energía constituye un factor importantísimo para satisfacer las necesidades humanas. El hombre produce energía por sí mismo por medio de su cuerpo, pero su rendimiento oscila entre el 15 y 25%, dependiendo del tipo de trabajo, la velocidad con la cual lo efectúa y su habilidad para ejecutarlo.

Mediante la domesticación de animales logro sustituir su esfuerzo físico con el de los bueyes para realizar tareas agrícolas o de transporte y con el caballo para trasladarse o para luchas armadas.
Para incrementar las cosechas agrícolas recurrió a la energía que se puede obtener del agua en movimiento, de ríos y arroyos, la energía hidráulica, mediante la invención de la rueda del mismo nombre, para aprovechar la energía de los vientos construyó molinos, sin embargo, en el último siglo con la utilización de la electricidad y la fisión nuclear dispone de medios energéticos incalculables.
Carlos Moreno en las páginas de su libro ha hilvanado la historia del hombre de su situación primitiva a nuestros días, para describir como utilizando los materiales y las condiciones objetivas de su medio ambiente, ha resuelto sus condiciones de subsistencia y elevado su condición humana.
Este propósito ha sido logrado por medio de sus magníficos dibujos, que asombraran al lector y de una minuciosa descripción de materiales, herramientas y máquinas surgidas del intelecto humano. Otro aspecto significativo de su trabajo es haber puesto de manifiesto la importancia del desenvolvimiento tecnológico de nuestro país, ausente en la historiográfica argentina, cuya relevancia es superfluo destacar para la cultura de la sociedad y según sus palabras para **«una memoria nacional integrada»**. Su obra es un ejemplo para alcanzar ese objetivo.

Ing. Juan Carlos Nicolau.

LA NATURALEZA Y LOS RECURSOS

(Pág. anterior) Minero alemán trabajando minerales según un grabado del Tratado de Historia Natural del Médico Johann Von Cube (siglo XVI).

1- Langenheidt Adolphus. La minería en el área Mesoamericana. Arq. Mex. Vol 27 Oct. 97 México.

2- Mumford Lewis. Técnica y civilización. Ed. Alianza Universidad. Madrid, 1982.

3- Nef John. La conquista del mundo material.Ed. Paidós. Buenos Aires.1969

4- Nef John. Op.cit.

5- Nef John. Op.cit.

6- Mumford Lewis. Op.cit.

7- Nef John. Op.cit.

8- Nef John. Op.cit.

9- Nef John. Op.cit.

10- Eiroa Jorge Juan. La prehistoria. Enciclopedie Agricole Larousse. París, 1922.

11- Mumford Lewis. Op.cit.

12.- Nef John. Op.cit.

13- Derry T.K. y Trevor I. Williams. Hist. Tecnología. Ed. S.XXI. Madrid. 1970

14- Derry T.K. y Trevor I. Williams. Op.cit.

15- Schnerb Robert. El siglo XIX Hist. de las civilizaciones. Dir. M. Crouzet. Ed. Destino. Barcelona, 1960.

16- Toynbee Arnold. Industria y democracia. Cit. Clough Shepard. Hist. Econ. de Europa. Ed. Paidós. Bs.As. 1968.

17- Clough Shepard. Op. cit.

18- Derry T.K. y Trevor I. Williams. Op.cit.

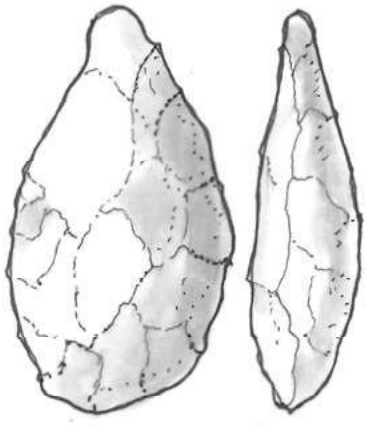
19- Fernández de Pineda Emiliano. Coyunturas y política económica. Hist. de España. Cop. Tuñón de Lara M. Ed. Labor S. A. Barcelona 1988.

20- Schnerb Robert. Op.cit..

Del nódulo a la mina

El hombre primitivo, para facilitar y potenciar sus limitadas capacidades físicas frente a un medio que era necesario transformar, ***usa las simples formas naturales o poco modificadas, como instrumentos.*** El hombre del Paleolítico recogía cantos rodados y/o guijarros de *sílex* de las capas superficiales de la tierra... *"La actitud de aquellos hombres que habitaban África, Europa y Asia frente a las cosas que encontraban en la naturaleza, como las piedras, debió ser similar a la de los que poblaban la región mesoamericana... Tenían el concepto de piedras con carácter un tanto mágico, piedras que podían diferenciar por el color, su peso relativo, su resistencia, su brillo y su forma en el caso de los cristales..." (1)*

Con el agotamiento de los recursos que se encontraban a *"flor de tierra"* hizo falta ***buscarlos bajo el nivel del suelo,*** siguiendo las vetas que afloraban en las laderas o con pozos de poca profundidad, que no representaban mayores problemas técnicos. Estos surgieron cuando se necesitó ir a mayor profundidad, con la estabilidad del suelo o las napas de agua. ***Cuando las comunidades no encontraban los materiales en su territorio los intercambiaban con otros que sí los tenían, dando formas de comercio, o según los pueblos, a expediciones de saqueo.***

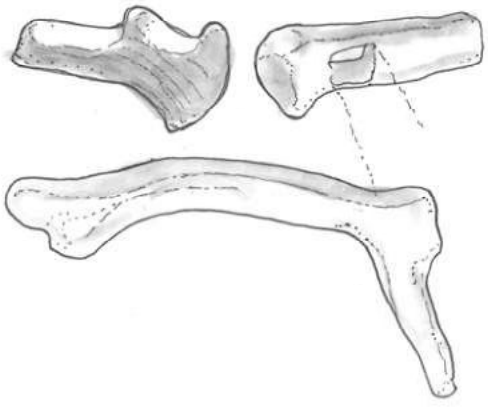


Un modo simple pero que insumía mucho mayor trabajo era el excavar trincheras a cielo abierto, con las paredes escalonadas. Para las excavaciones hizo falta de un utilaje más complejo como *picos*, hechos con una punta de sílex, *bolsas* de cuero o cestos, *palas* hechas del omóplato de un animal y *puntas* de *astas**. También hacían falta *cuerdas* para subir el material y *lámparas* de piedra para alumbrar.

Asta: *cuerno, prolongación ósea de algunos animales (A.L.E.)*

(arriba) Hacha de mano hachuelense superior.
(abajo)Recogiendo nódulos de malaquita.

(arriba). La obtención de un material duro para confeccionar las hachas (rocas ígneas o pedernal) marcó los primeros trabajos de minería. Se practicaban pozos para obtenerlo, ya que era más trabajable que el encontrado en la superficie. En Europa aún se encuentran infinidad de pozos, algunos de hasta 12m de profundidad hechos en aquellos tiempos. Una vez extraído el pedernal se lo trabajaba al pie del pozo hasta tener una forma más o menos tosca, luego aquellos que lo iban a usar lo terminaban de desbastar y pulir según las necesidades. (abajo) Maza de piedra neolítica y martillos de asta de ciervo (Neolítico) Minas de Aramo. Asturias



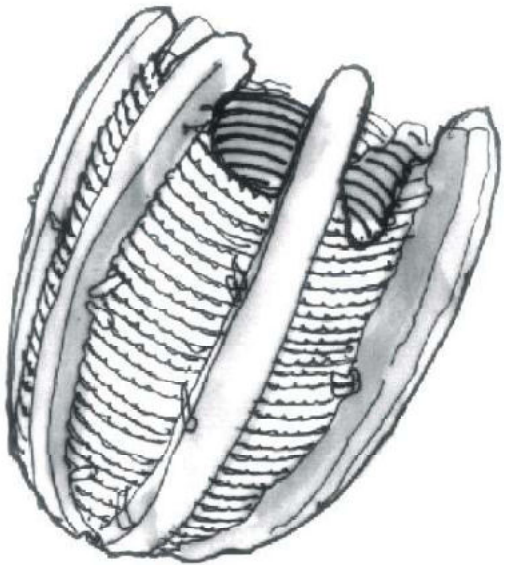
(arriba) Desde 4000 a.C. se buscaban nódulos de Malaquita de cobre. Luego se los molía con un mazo de piedra sobre una piedra. Una vez molida se la fundía en un simple horno, de donde resultaban concentraciones de cobre entre la escoria. (abajo) Cesto cedazo usado para cribar arenas Auríferas. Museo arqueológico De Oviedo.

El material se lo trabajaba al pie de la misma excavación. Estos pozos iniciales se van haciendo cada vez más profundos, luego se iban ensanchando formando a veces galerías, y para evitar su desmoronamiento se dejaban *pilastras** del mismo material, lo cual muestra una ***actitud de previsión y conocimiento del comportamiento del suelo basado en la experiencia de la prueba y error.*** Algunos de los minerales tenían distintas capacidades como la ductilidad, permitiendo modificar su forma con golpes.

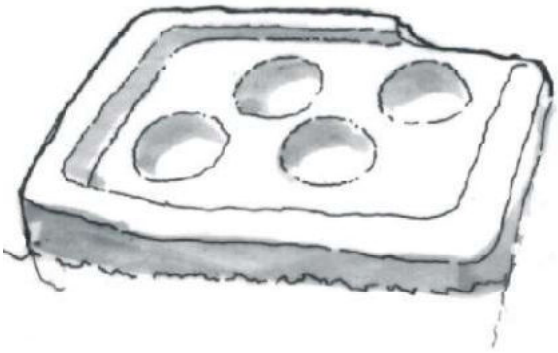
Los metales que se trabajaban eran aquellos que se encuentran en la naturaleza en estado puro o casi puro y que son fácilmente maleables por percusión. Especialmente las piedras con alto contenido de cobre y que podían ser trabajadas en frío. Luego se aprendió a fundirlo y moldearlo. El oro, que no pierde su brillo y se destaca entre otras formas naturales, parece haber sido el primer metal trabajado por el hombre, y se lo encontraba en los depósitos aluvionales... Egipto era el gran productor de oro, donde había más de 100 minas.

En el 2.700 a. C. se extraía mineral de cobre de filones en Chipre, Sumeria y España. Las minas de cobre en la Isla de Chipre abastecieron por siglos a Egipto y luego a Grecia. ***Los metales en general se encuentran combinados con otros materiales -en su mayor parte azufre u oxígeno-. El horno fue el medio eficaz para reducirlos con altas temperaturas logradas mediante la combustión del carbón vegetal.*** Cuando el material se fundía era posible separar aquellos materiales que no se fusionaban y se agrupaban en forma de escorias. También se aprendió que con el agregado de algunos materiales se ***facilitaba la fundición*** (fundentes).

La plata y el plomo se encontraban combinados en forma de mineral, *la galena**. Para reducirla se la calentaba y luego se la sometía a altas temperaturas reduciéndose la cantidad de azufre. Se fundían en un crisol al que se le ***soplaba aire*** (copelación) de ese modo se separaba el plomo. En las minas griegas de Plata en Laurión (600 a.C.) trabajaban gran cantidad de prisioneros de guerra con un rendimiento de menos de 2 kg. de plata por tonelada de las galenas extraídas. Las minas eran propiedad del estado que las arrendaba por sectores a contratistas. Estos las trabajaban con esclavos. En los quinientos años en que se explotaron las minas, se excavaron 2.000 pozos y llegaron a profundidades de 100 m., una hazaña para los medios de la época,



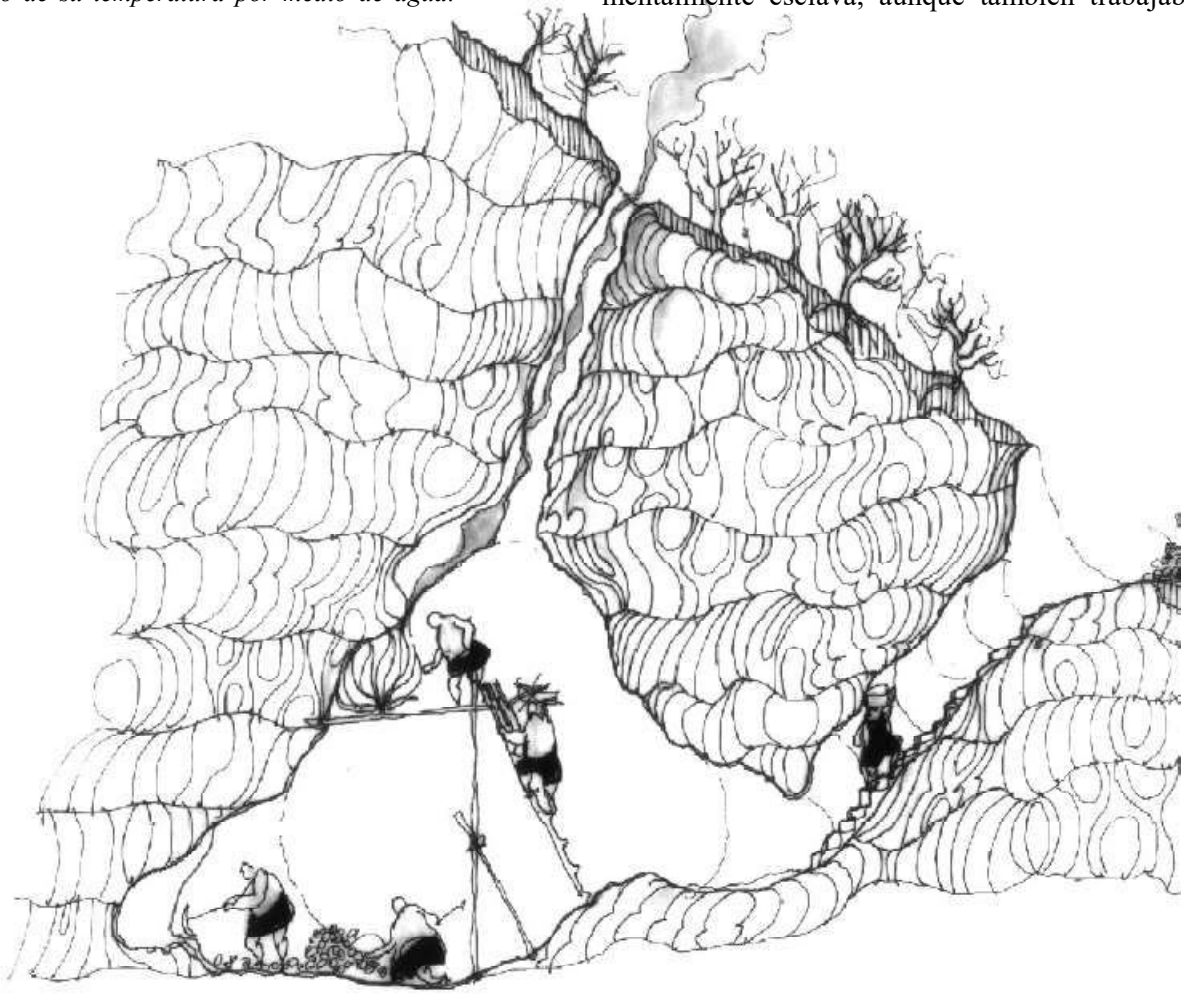
Pilastra: *columna cuadrada adosada (A.L.E.).*
Nódulo: *concreción poco voluminosa que se forma por distintas causas en los cuerpos orgánicos o inorgánicos (A.L.E.).*
Aluvión: *terreno transportado y depositado por las aguas en el fondo de los valles (A.L.E.).*
Galena: *sulfuro natural de plomo que constituye la principal mena de este metal (D.L.E.)*

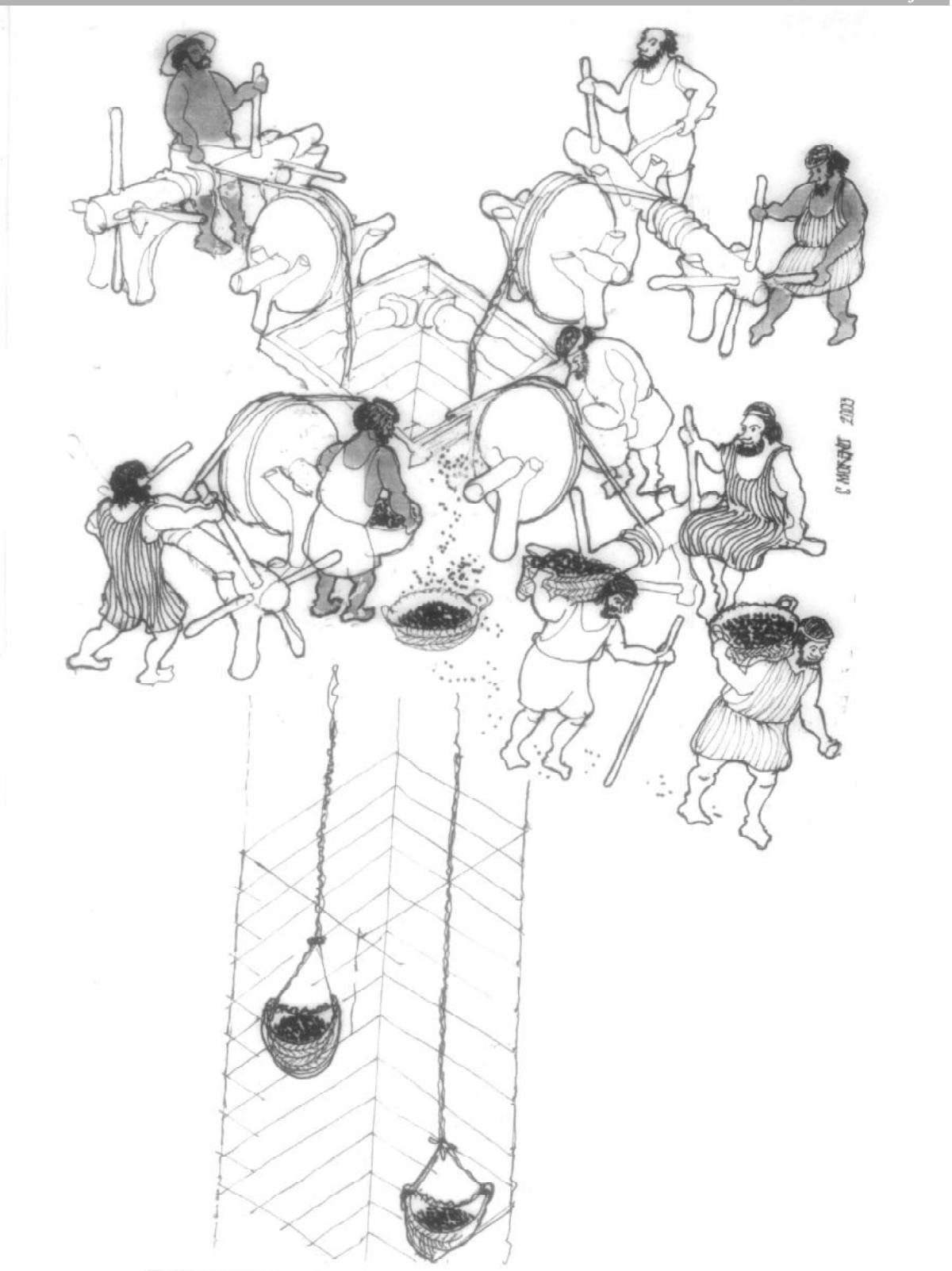


(arriba) Piedra de granito con hoyos utilizados como morteros. Poblado celta. Castro de Coaña, Asturias. (abajo) La falta de herramientas para el trabajo de las rocas compactas se reemplaza por un método ingenioso para desmenuzarlas, usando grandes fuegos que las calentaban y luego generando un brusco descenso de su temperatura por medio de agua.

se apuntalaban las galerías dejando pilares de material y se elevaba el mineral con sogas y poleas. La ventilación se hacía por medio de galerías paralelas y muchas veces se generaban corrientes de aire con fuegos. Un problema era sacar el agua que inundaba constantemente las minas, para ello se usaban recipientes de cuero cargados a hombros por los mineros formando una cadena. En epoca clásica y ***con una mayor escala de la producción se usaron mecanismos*** más eficaces como la *"coclea"* (tornillo de Arquímedes), norias, o bombas.

Los romanos emplearon métodos desconocidos aún en el medioevo con complejos mecanismos de madera como las ruedas hidráulicas y norias, construyeron galerías de gran longitud, un alarde que una vez más muestra el desarrollo de su tecnología. El límite en la profundidad de las minas estaba dado por la necesidad de ventilación y las posibilidades de sacar el agua que las inundaba. En Roma la propiedad de las minas correspondía al Estado. La mano de obra era fundamentalmente esclava, aunque también trabajaban

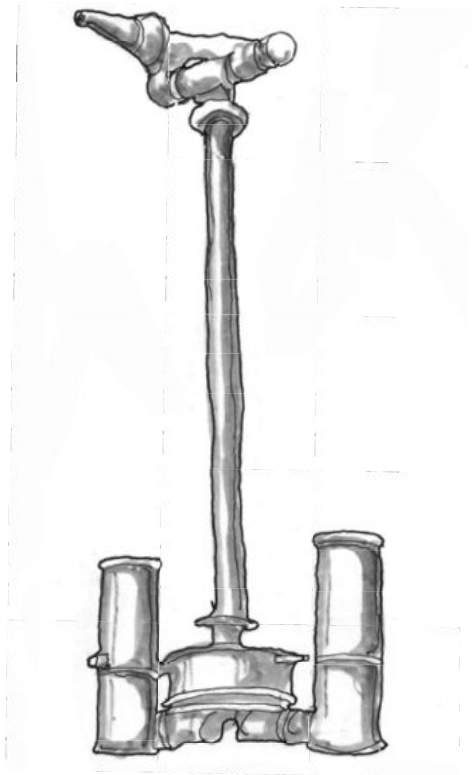




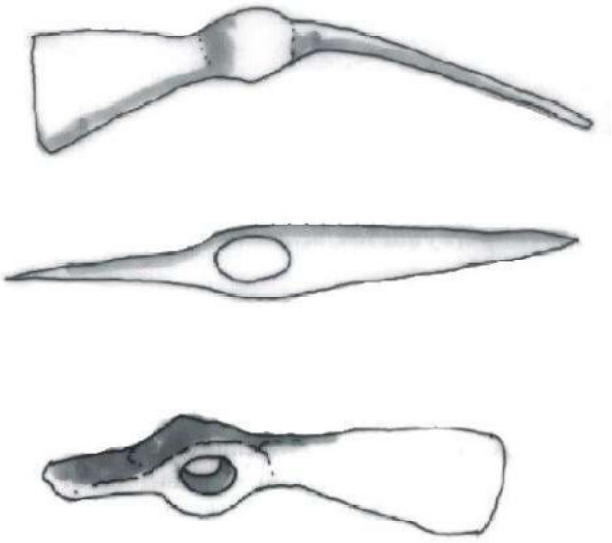
En las formas de la minería romana se usaba abundante mano de obra esclava. Para sacar el mineral se usaban unas cuerdas y cestos de esparto tejido, con una estructura de madera. Sistema para extracción de agua en las minas romanas de Aljustrel España (s/ Abel Viana). ..."La minería no se consideraba como un arte humano, era un castigo ...aparte del atractivo de la exploración nadie entra en la mina en los estados civilizados hasta tiempos relativamente modernos, excepto como prisionero de guerra o criminal o esclavo. (2)

los forzados por condenas y hombres libres de las comunidades vecinas. La tecnología romana usaba otro método para reducir las rocas con minerales, especialmente en la minería del oro: se ***desmoronaban los terrenos*** con excavaciones que las socavaban en su base y luego se usaban grandes cantidades de agua para lavar los escombros y seleccionar los metales. Para ello se construían canales y acueductos; este sistema se conocía como *ruina montium* e implicaba un trabajo preparatorio importante y que necesitaba de conocimiento y de un trabajo colectivo organizado. Una obra de ingeniería de la que eran expertos los romanos. Para el trabajo minero se usaban picos, *azadones*, martillos de hierro y aun de piedra. Como complemento fundamental a la explotación minera artesanos fabricaban o reparaban equipos al pie de la mina. Para iluminar usaban antorchas y lámparas de cerámica.

Los romanos *que dominaron la península Ibérica (200 a.C.)*, se extendieron en las zonas del área mediterránea en cuyas cercanías se encontraban metales. En las cercanías de Cartagena, se explotaban minas de Plata; en Huelva, cobre y en las áreas del litoral y *marismas** de Andalucía. Una escala de la explotación minera, en la Hispania Romana la daban a los 40.000 mineros que podían extraer 300 libras de plata por día.



(arriba) Bomba romana de bronce con un pico para lanzar agua pulverizada hallada en la mina de Sotul Coronada. Huelva Esp. M. Arq. Madrid. (abajo) Picos romanos de zapador. s/ Sculten. M. E. de MP. Picos Azadilla.de origen romano. Museo Arq. Madrid.



"Al igual que los griegos, los romanos tuvieron por lo general, escaso conocimiento científico de la naturaleza, de los minerales, muchos hombres cultos creían que crecían como plantas." *(3)*

En el Noroeste hubo importantes explotaciones auríferas; se usaba un sistema de túneles en los que provocaban hundimientos, permitiendo el trabajo a cielo abierto. La minería en España llegaba a excavaciones muy profundas que necesitaban de mucho ingenio para ser productivas. Con la caída del Imperio Romano se desorganizó su economía, los productos de la mineria perdieron gran parte de su demanda. Fue un periodo de siglos, desde fines del siglo IV hasta el X. También se retrocedió en las tecnologías mineras: se llegaba a menor profundidad en los socavones que en época romana. ..." *cesaron los esfuerzos por hallar nuevos filones, a profundidades considerables...en muchos lugares, los bosques desmontados en época romana crecieron nuevamente"...(4)*

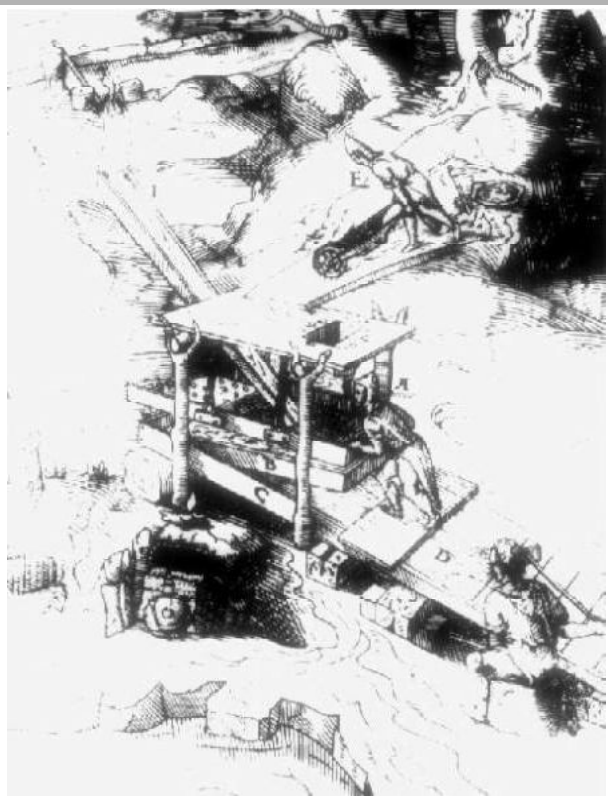
En los tiempos medios

En la Edad Media la apertura de túneles se generalizó recién a partir del siglo XIII. Los primeros intentos para solucionar el problema del agua mediante drenaje se hicieron por medio de zanjas; con pendiente hacia los valles o a cielo abierto con *cangilones** de cuero articulado mediante un *malacate** movido a mano. A fines del siglo XIII, se ensayaron máquinas hidráulicas para extraer el agua de pozos. Para que estos sistemas fueran efectivos era necesario tener ruedas, ejes y engranajes más resistentes. El agotamiento de las minas y la necesidad de buscar materiales a mayor profundidad obligaron a perfeccionar los sistemas de excavación.

Las grandes inversiones se hicieron para la producción de plata ...*" la obtención de este hermoso metal a partir del plomo argentífero, fue una tarea más complicada y costosa que la preparación del oro o los metales comunes. Una vez izado el mineral desde los túneles, se lo lavaba, luego se lo quebrantaba y molía, después se lo fundía. A continuación el plomo argentífero resultante era sometido a oxidación en un horno de copelar, para eliminar el plomo o litargirio; por fin la plata residual se refinaba en un horno"...(5)* El mundo de la minería y su gente incursionaba en un terreno desconocido y para el conocimiento empírico de la antigüedad algo casi mágico. En muchos de los antiguos mitos germánicos encontramos la necesidad del hombre de comprender y poder dominar las fuerzas de la naturaleza bruta ...*" en el norte de Europa fue donde esos mitos de extensos poderes cobraron una firmeza acrecentada, quizás a causa de los positivos logros de los mineros y los herreros. Recuérdese a Thor dueño de las tierras, cuyo martillo mágico lo hacía tan poderoso, recuérdese a los gnomos que crearon la armadura y las mágicas armas de Sigfrido...y Wieland, el fabuloso forjador germano que confeccionó vestidos de plumas para volar"...(6)*.

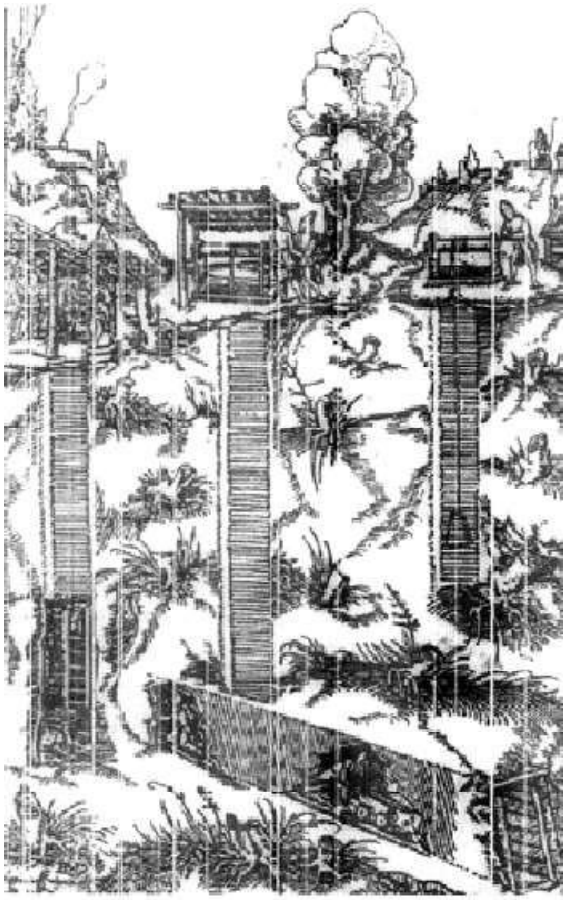
La minería, a diferencia de otras actividades industriales, estaba directamente vinculada a la propiedad de la tierra donde estaban las minas; un modo habitual de relación era el arrendamiento. Cuando se formaba un asentamiento en una explotación minera, estaban separadas de sus vecinos campesinos. La gente dedicada a la explotación minera tenía regulaciones y privilegios especiales en lo concerniente a las formas de explotación y las querellas se zanjaban en cortes especiales, donde los trabajadores estaban representados. ***Con el tiempo, las leyes y costumbres se incorporaron a códigos escritos.*** El primer código minero conocido fue promulgado por el Obispo de Trento. La organización de gremios fue en sus fundamentos similar en toda Europa Occidental. *"En los Alpes Orientales, la producción de hierro fue en aumento a partir del s. X, al mismo tiempo que se descubrieron nuevas minas de cobre, oro, plata y plomo. En el centro de Europa, desde el medioevo se habían expandido la minería y los procesos de la metalurgia. La gran demanda estaba en la dotación de los ejércitos en las casi permanentes guerras. Hasta el siglo XVI, la producción de minerales y metales en Europa fue en continuo aumento, especialmente el mineral de hierro.*

La producción anual de la totalidad de las fraguas de Estiria, importante centro de fabricación de hierro, probablemente rara vez superaba las 2000 toneladas anuales (siglo XIV).(7) Una expresión de la necesidad del conocimiento de las nuevas tecnologías lo encontramos en la gran cantidad de escritos y grabados que



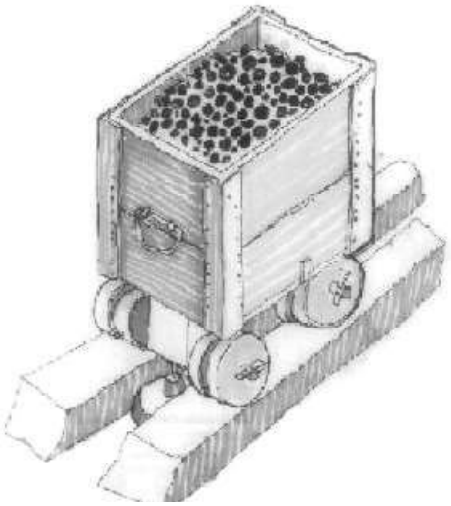
Luego de retirar el mineral de la mina, se lo procesaba: primero se lo reducia mediante molienda. También se lo tostaba para separar impurezas. Lavado y cernido del mineral para la extracción de oro. Según Ercker. Siglo XVI.

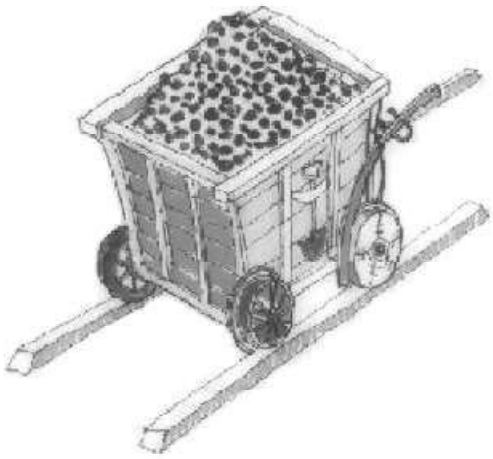
Marismas: *terreno bajo y pantanoso a orillas del mar (D.L.E.)*
Cangilones: *cada una de las vasijas atadas a la maroma doble que descansa sobre la rueda de la noria y sirve para recoger agua (D.L.E.)*
Malacate: *máquina al modo de un cabrestante invertido que movida por caballerías se usa para extraer agua mineral (D.L.E.)*



se publican sobre el tema. Entre ellos se destacan los Vannocio Biringuccio (1480-1539) con su *Pirothecnia* y Jorge Bauer más conocido como Agrícola (1494-1555) en la *Re Metallica* y muchas de las ingeniosas propuestas de Leonardo Da Vinci. ***Estos ya han superado toda consideración mágica sobre la minería, sus propuestas están basadas en las tecnologías racionalizadas***, dentro de las limitaciones materiales y energéticas de su época. Durante el Renacimiento se produjo un notable desarrollo técnico en Europa, con un creciente uso de los metales en reemplazo de la madera. La minería ocupaba a miles de familias formando poblaciones importantes. Carlos V estimaba en cien mil las personas ocupadas en minería y metalurgia en su imperio. El aumento en la producción de metales, sumado al aumento de la producción agraria y tecnológica, modificaron la economía europea. Las áreas de cultivo y pastoreo se extendieron. ***La abundancia de bosques y de corrientes de agua con su capacidad de producción de energía hidráulica, permitieron la elaboración de los metales en cantidad***, necesitando para su desarrollo de grandes cantidades de energía. La explotación minera creó múltiples problemas, pues los terratenientes se veían perjudicados por el uso de las tierras de labranza y pastoreo, las corrientes de agua y los bosques. Una consecuencia del aumento de la producción de hierro fue la explotación de yacimientos de carbón, ubicados en su mayoría en Inglaterra y en los Países Bajos. Al constituir la producción minera una importante fuente de ingresos, interesó especialmente

(arriba) La importancia de la producción y la complejidad de la tecnología necesaria, aparece claramente en las imágenes del libro de Agrícola donde con gran precisión explica los procesos de producción y los medios auxiliares necesarios, que implican, por su nivel de conocimiento y recursos necesarios, una alta inversión de capital y la consiguiente concentración productiva.(De Re Metallica) (pág. siguiente arriba) Vagonetas con una guía con rueda entre los carriles de madera (1785, Inglaterra) modelos similares se usaban en el continente. Las ruedas con pestañas corrían sobre rieles de madera. Sobre las ruedas traseras había un freno que presionaba una zapata sobre la rueda de madera (Inglaterra, fines del siglo XVIII) (pág. siguiente abajo) El arte de los metales de Alvaro Alonso Barba. Madrid 1640. B.N.Madrid)





a toda autoridad política y a todo poseedor de tierras. Los señores europeos reclamaron y obtuvieron una participación en la explotación de las minas *(regalía).* También aumentó, en las antes tranquilas aldeas, la *polución.* Aparecen, en cada vez mayor cantidad, desechos arrojados a ríos y arroyos, que contaminan las aguas y matan los peces; los bosques se talan indiscriminadamente para la provisión de leña, obligando muchas veces a las autoridades a regular el consumo que comprometa a *materias* estratégicas como la industrial naval; también aumenta el nivel de ruidos en las cercanías de los poblados. Con la expansión de la minería se extiende la búsqueda de otros metales. ***El descubrimiento de filones* de plata extraordinariamente ricos en América, sobre todo en las minas del Potosí, iniciaron la decadencia de la minería europea ya que los galeones* españoles ponían en Europa el metal a costos menores.*** El descubrimiento de nuevas minas de *calamina* aumenta el consumo de latón (aleación de calamina y cobre) y la extracción de plata a partir de los minerales de cobre argentífero aumenta la demanda de cobre. ***A fines del siglo XVIII la revolución industrial incorpora nuevas posibilidades tecnológicas que aumentan la eficacia del trabajo minero. Quizás la más importante fue la bomba con motor a vapor para extraer el agua (impulso fundamental en el desarrollo de la máquina de vapor). Luego el uso de rieles y vagonetas para el movimiento del mineral y ascensores para el movimiento vertical. También se perfeccionan las herramientas de acero.*** Con el gran desarrollo de la industria del hierro a fines del siglo XVIII y XIX las industrias metalúrgicas de los otros metales no ferrosos quedan en un lugar secundario, sin embargo algunos de ellos por su naturaleza persistieron en su uso, especialmente el bronce por su resistencia a la corrosión, siendo la armada británica uno de sus mayores consumidores. El bronce en sus distintos tipos de aleaciones tiene sobre el hierro la ventaja de su menor punto de fusión y la ductibilidad para su trabajo. En Europa los países mineros más desarrollados a mediados del siglo XIX eran Inglaterra, Suecia, Bohemia y España. Se extraía el mineral por el sistema de filones en forma vertical. Aún en algunas minas se seguía usando el antiquísimo método de calentar las rocas y luego fracturarlas por medio de un enfriamiento rápido. Para el procesamiento se empiezan a usar hornos de reverbero.

ARTE

DE LOS METALES

EN QVE SE ENSEÑA EL

verdadero beneficio de los de oro, y plata por açogue.

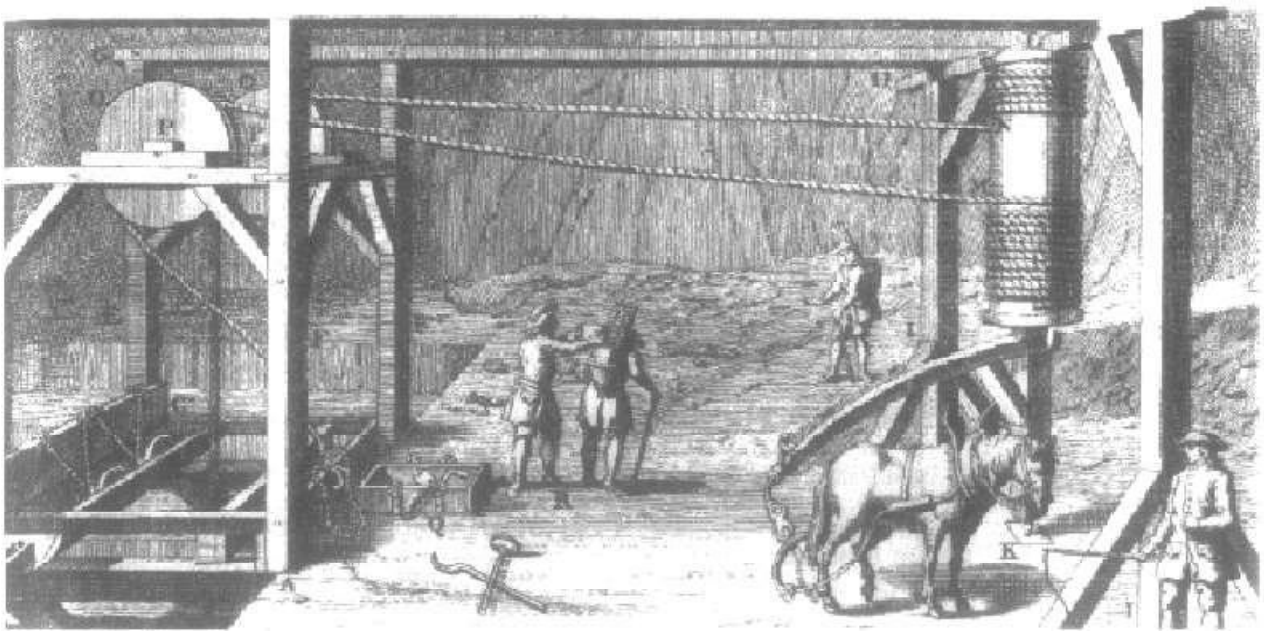
EL MODO DE FVNDIRLOS TODOS, y como se han de refinar, y apartar vnos de otros.

COMPVESTO POR EL LICENCIADO Albaro Alonso Barba, natural de la villa de Lepe, en la Andaluzia, Cura en la Imperial de Potosí, de la Parroquia de S. Bernardo.

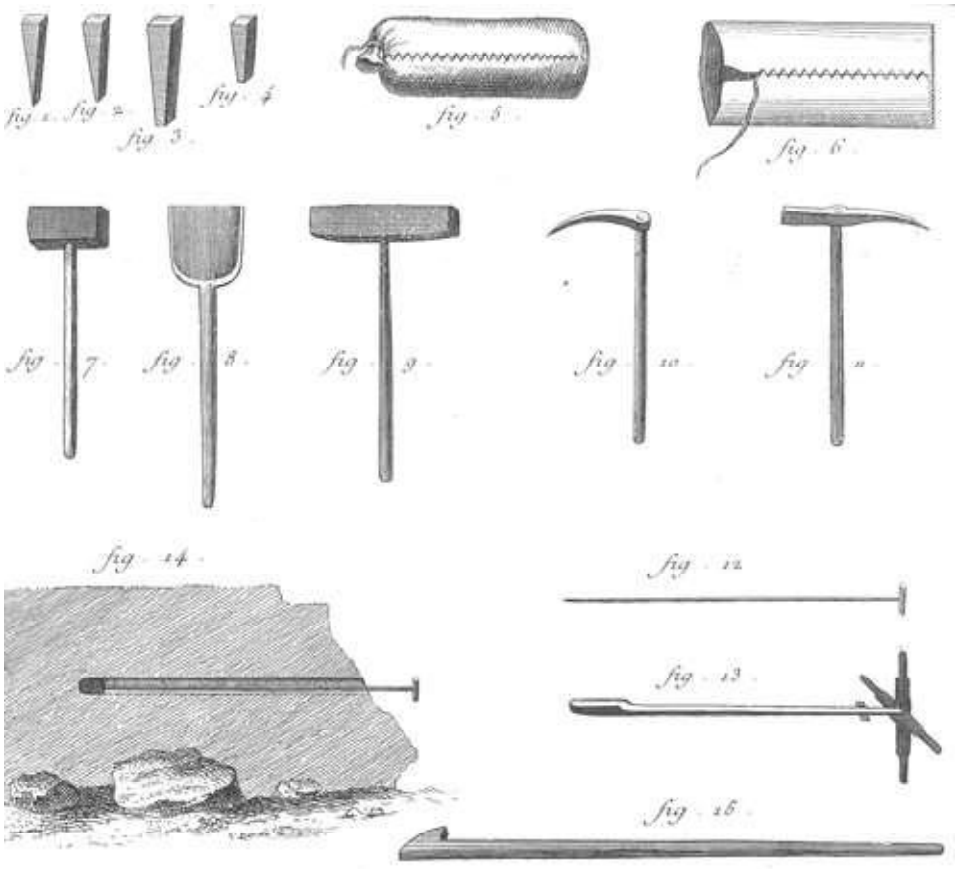
CON PRIVILEGIO.

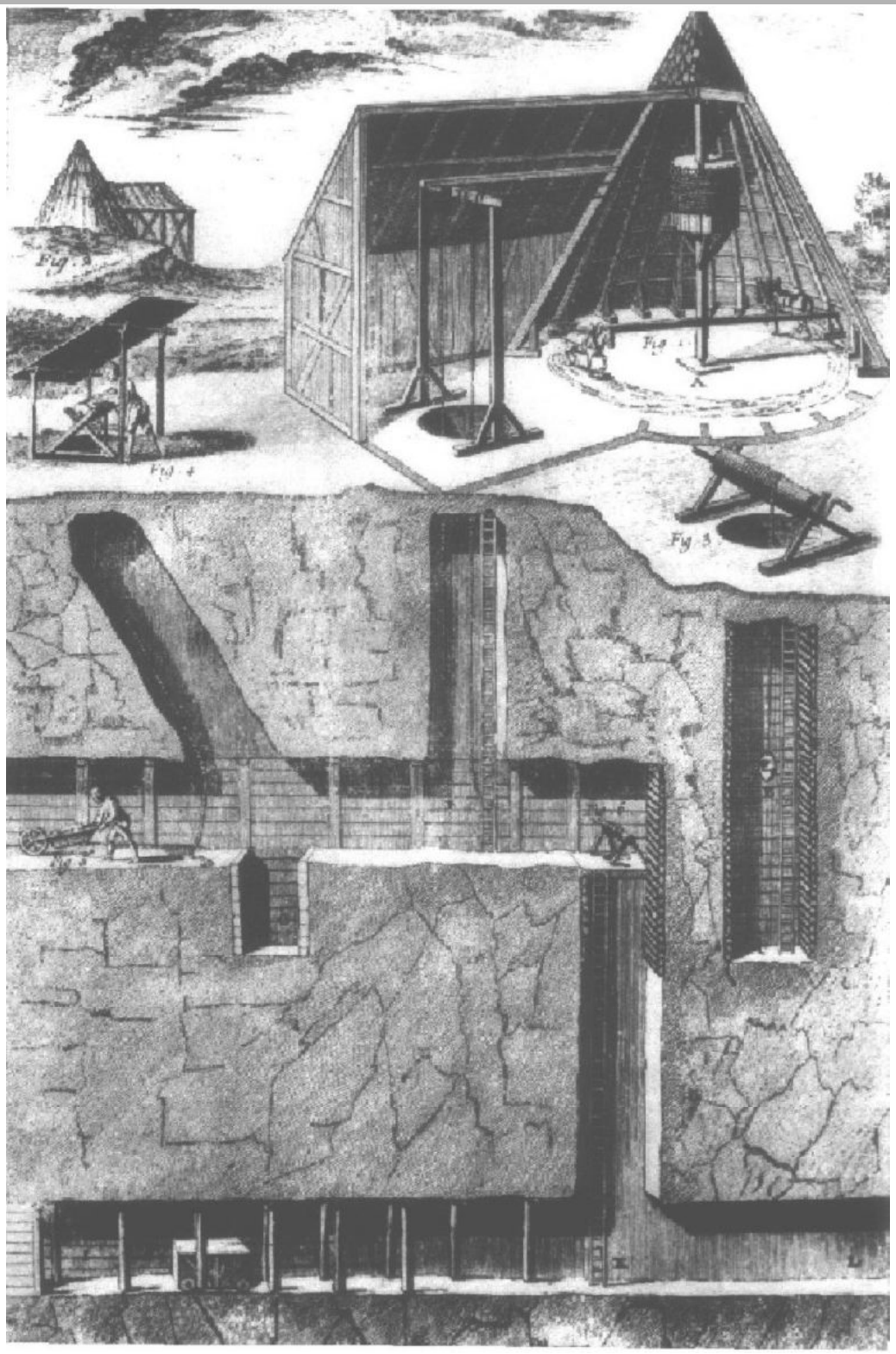
En Madrid. En la Imprenta del Reyno.

Año M. DC. XXXX.

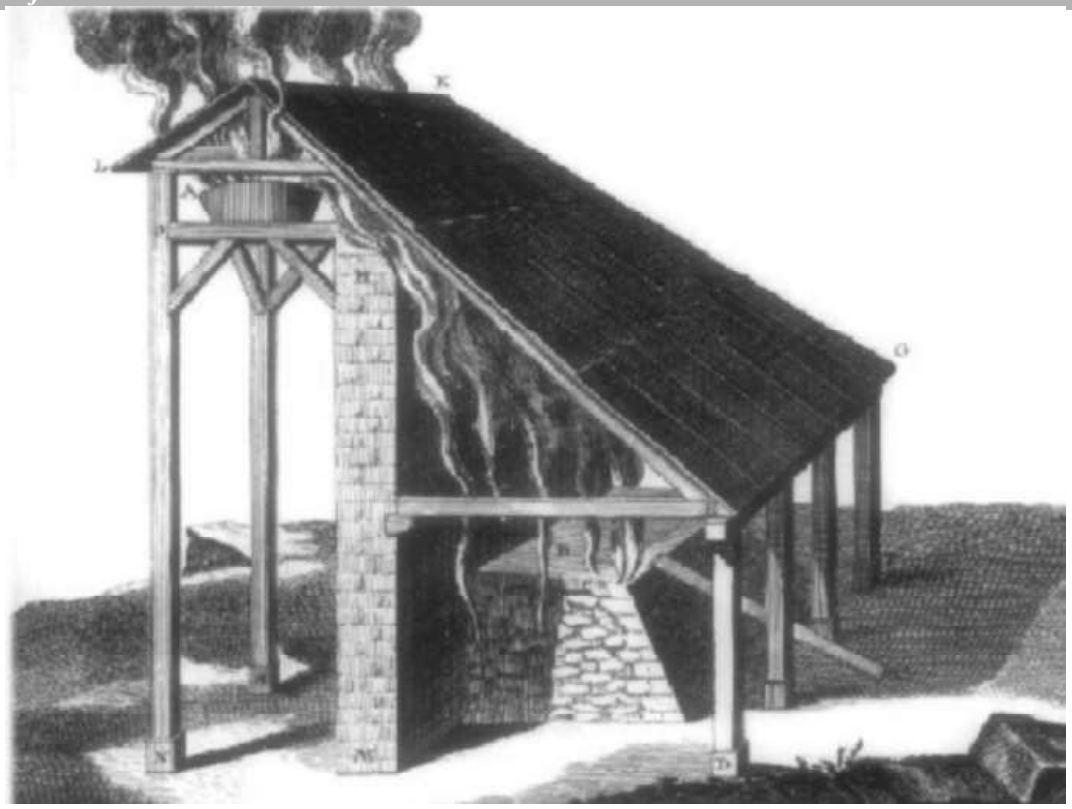


(arriba) El uso de energía animal permitió mayor eficacia en el movimiento vertical de cargas. Hay refrencia del uso del malacate con caballos desde 1495. Grabado del siglo XVIII con la imagen del interior de una mina de esquisto. La transmisión se realiza con fuertes cuerdas sobre un rodillo. Enciclopedia Diderot. Desde mediados del siglo XVII, se usaba la pólvora en los trabajos de minería, pero recién en 1831 se inventó la mecha de seguridad. En Inglaterra se empezaron a usar explosivos en las minas a partir de 1670. En 1875 Alfred Nobel combina la nitroglicerina con una porción de coloidón resultando la dinamita que aumenta así la seguridad en el uso de explosivos.

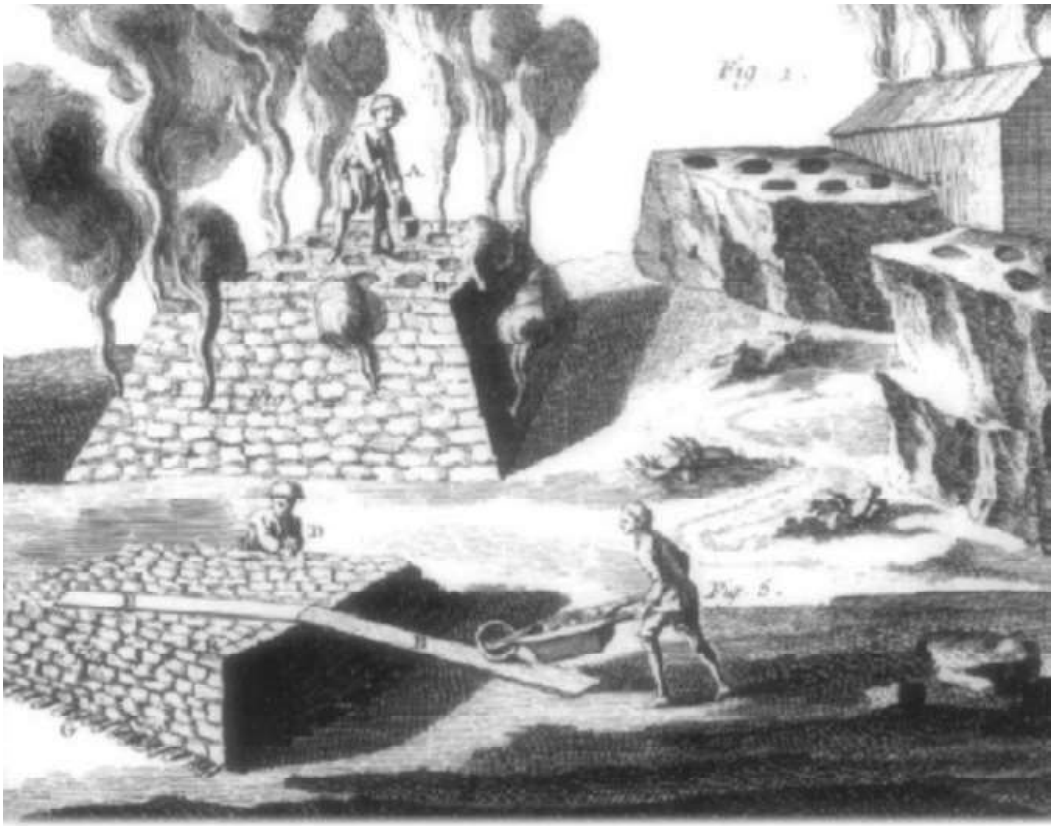




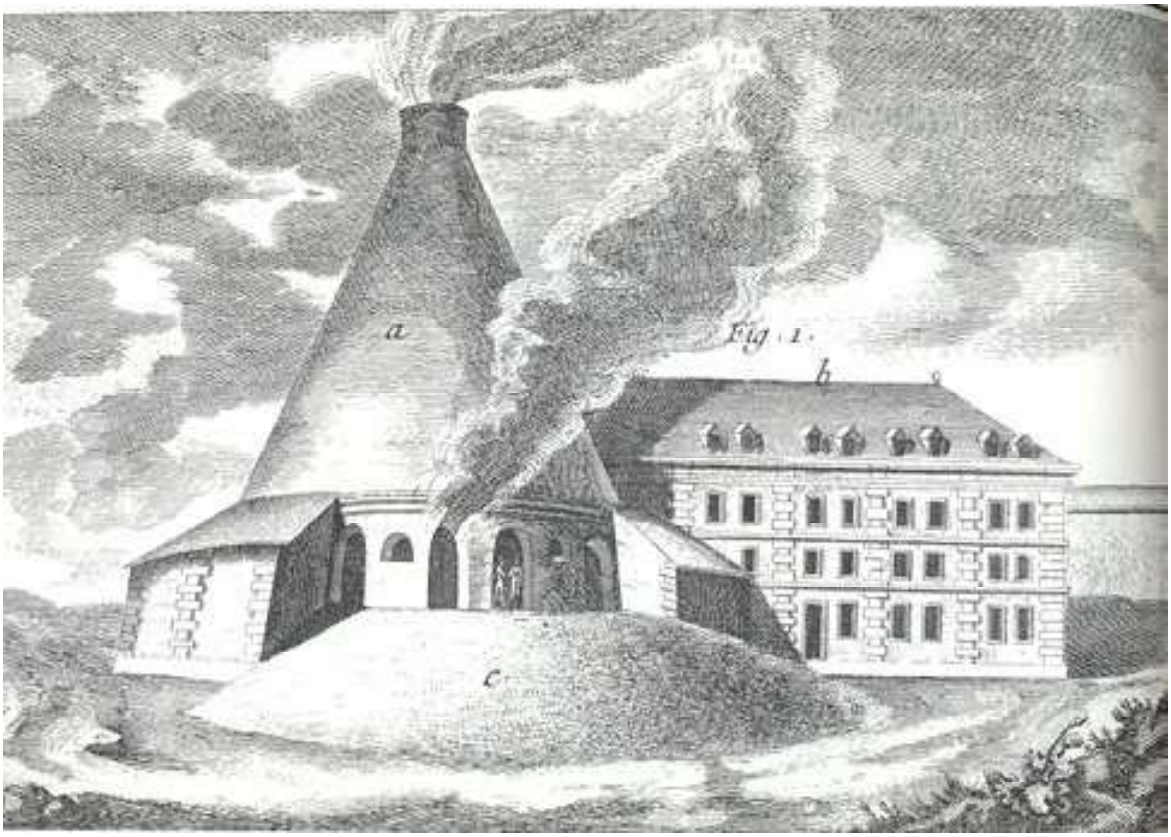
En la Enciclopedia Diderot se representan las distintas formas del trabajo minero, preindustrial (siglo XVI - XVIII) pozos verticales, hornillas inclinadas, y las galerías horizontales con sus estibamentos; para elevar el mineral se usan tornos manuales o cabrestantes con caballos; para moverse en forma horizontal se usan carretillas o vagonetas de madera; aún no se popularizan los rieles. En las cercanías de la mina el mineral tenía un proceso de lavado, cribado o el tostado para volatilizar algunas impurezas.



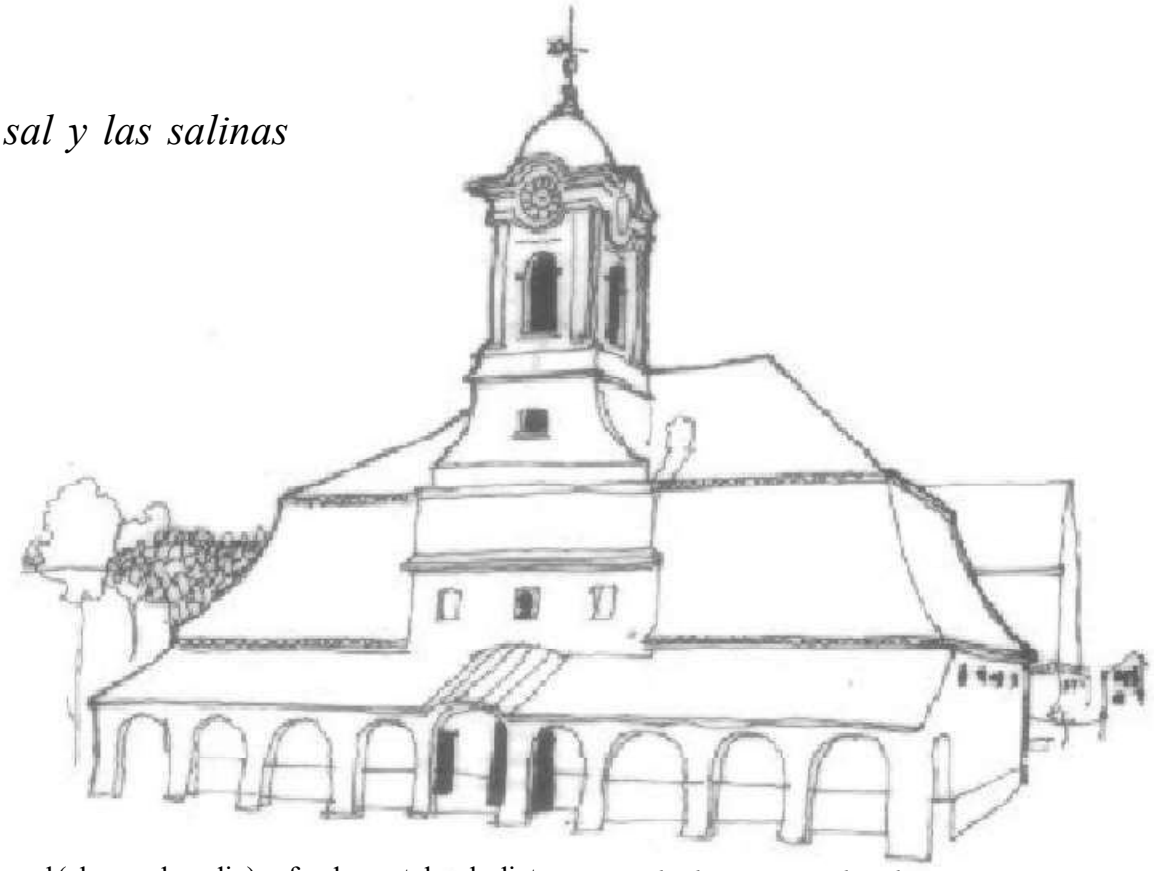
Forma de procesar el azufre de las piritas cupríferas por medio del calentamiento; éste era el método que se usaba en Alemania. Enciclopedia Diderot. (m. siglo XVIII)



(arriba) Extracción del mercurio del cinabrio. (abajo) Fábrica de vidrio inglesa con su horno cónico. Enc. Diderot - S. XVIII.



La sal y las salinas



Entrada de una mina de sal en Presov (Checoslovaquia), imponente construcción hoy restaurada y declarada Monumento Histórico Nacional, como una forma de conservar la memoria industrial. Tambien se pusieron en funcionamiento los tanques de evaporación y las salas de concentración. (1805-15)

La sal (cloruro de sodio) es fundamental en la dieta de hombres y animales. También es materia fundamental para la conservación de los alimentos. Se encuentra en grandes cantidades en la naturaleza. Se la puede obtener a partir de evaporar el agua de mar. Para ello se forman grandes lagunas en las orillas del mar, donde el calor del sol evapora el agua. En algunas regiones se encuentran yacimientos de *Sal Gema* (sólida) producto de antiguos mares. Estas se explotan en forma de minas. En Alemania y España se encuentran algunas que fueron explotadas desde antes de nuestra era. En las salinas ... *"la salmuera era transportada desde los manantiales, hasta un cierto número de pequeños locales de madera, donde se calientan en pequeñas calderas "... (8).*

La naturaleza y simplicidad del trabajo hacía posible, que fuera realizado por grupos de campesinos, muchas veces siervos de un señor feudal. En el siglo XVI una de las mayores empresas industriales de Europa era la *Grande Sanerie* en el Franco Condado; allí se ... *"habían instalado grandes calderas,...su fabricación estaba a cargo de los herreros, que uniendo piezas de hierro, formaban recipientes de tamaño de una embarcación (7,50 m. de diámetro). El calor del horno producía la* evaporación del agua salada hasta que se formaba en la caldera un bloque compacto de sal" ... *(9)*.

En los momentos de mayor producción en la planta, había 8 calderas instaladas en locales cubiertos e interconectados.

En Wielitzka, Polonia, se encuentran las mayores minas de sal del mundo, que son explotadas desde el sigloXVI.

La forma es la excavación de galerías y en su interior se han construido dos capillas, con la misma sal. Otra forma de explotación es por medio del bombeo con agua, que se satura con la sal. Este método ya era usado por mineros del Tirol en el siglo XI (Hallstadt). Dos siglos más tarde en Lombardía se usaron sistemas de concentración, aprovechando la evaporación espontánea, se hacían caer aguas salinas lentamente en una capa de muy poco espesor expuesta a la acción del viento. Para ello se construían grandes tinglados abier-

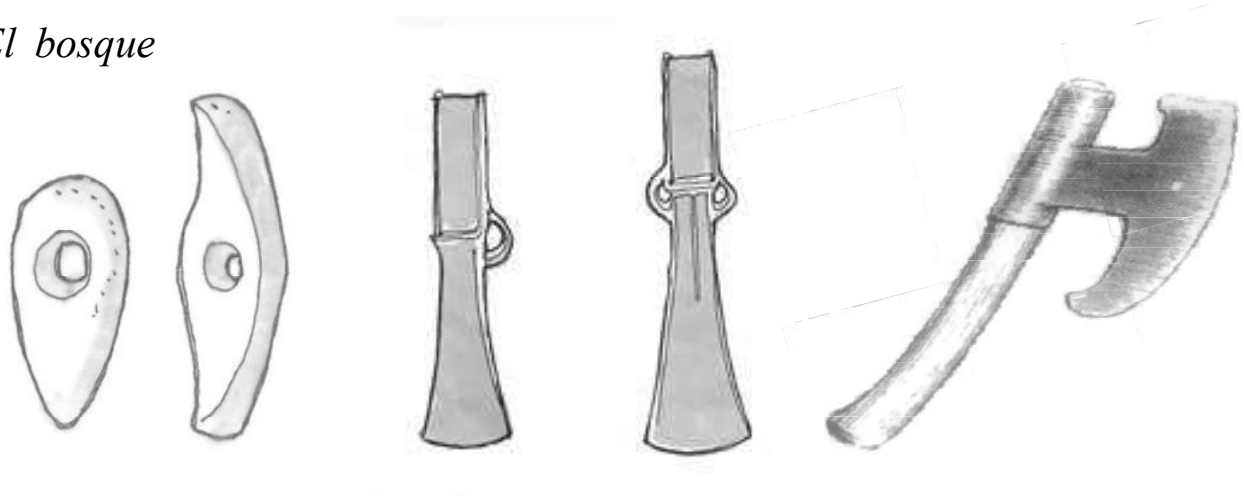
tos llamados *"edificios de gradación"*. Una forma de obtener el *salitre* es por medio de las cenizas de algunas plantas. El salitre es un ingrediente fundamental para la fabricación de pólvora o vidrio y es escaso en forma natural. Para su producción se usaba un engorroso sistema: se la extraía a partir de las tierras y residuos de los establos modificadas por la acción de bacterias sobre el estiércol.

Una fuente de sosa fueron las plantas *barrileras*, que crecían en las zonas salitrosas del litoral mediterráneo, al quemarlas dejaban un producto rico en sales. En España se cree que su desarrollo se produjo desde finales del siglo XVI, y su utilización duró hasta el siglo XIX cuando la producción de *sosa* artificial resultaba más económica. El proceso de extracción de la sosa comenzaba con la siembra y luego la cosecha; las plantas secas se quemaban en unos hoyos en el campo de siembra, en los que resultaba una pasta líquida que se mezclaba cuidadosamente, luego se tapaba el pozo hasta que enfriara y quedara en estado sólido, que era fragmentado en grandes trozos.

Otro material usado en la industria del vidrio era la potasa que se producía en el norte de Europa, a partir de algunas plantas o maderas de roble, pino o haya. Las cenizas eran lavadas en agua caliente, y luego se las concentraba y trataba en hornos. En el siglo XVI las industrias del vidrio de mayor desarrollo estaban en Murano, donde se llevaba mucha de la sosa española.

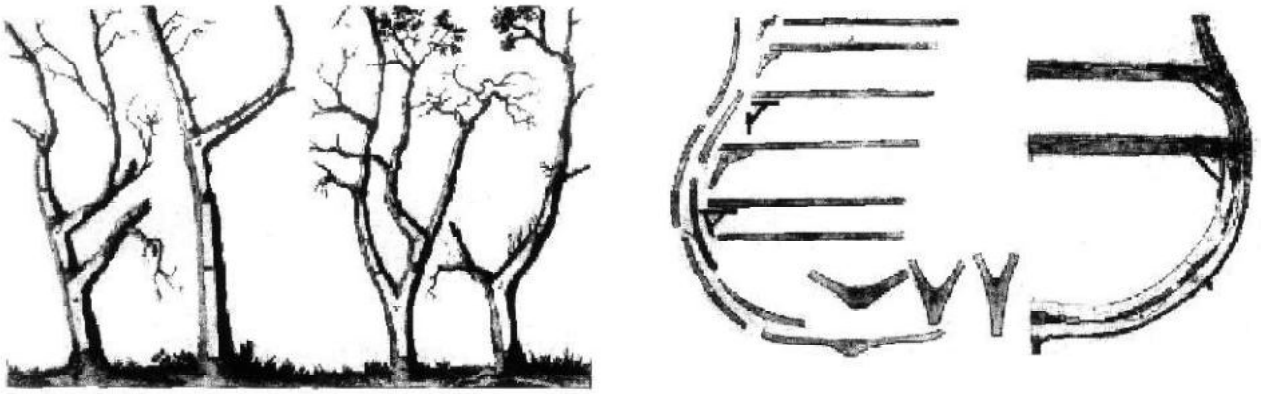
(arriba) Plantas barrileras. Antorio Donato: Trattto de Semplici, Pierte el. Pesci Marini che nascon net lito di Venetia 1631. Real jardín Botánico, Madrid. (abajo) Recogiendo algas en las playas.Pese al avance tecnológico, aún en 1851 los habitantes de la Isla de Sein producían artesanalmente la sosa. Bas.grab de época.

El bosque

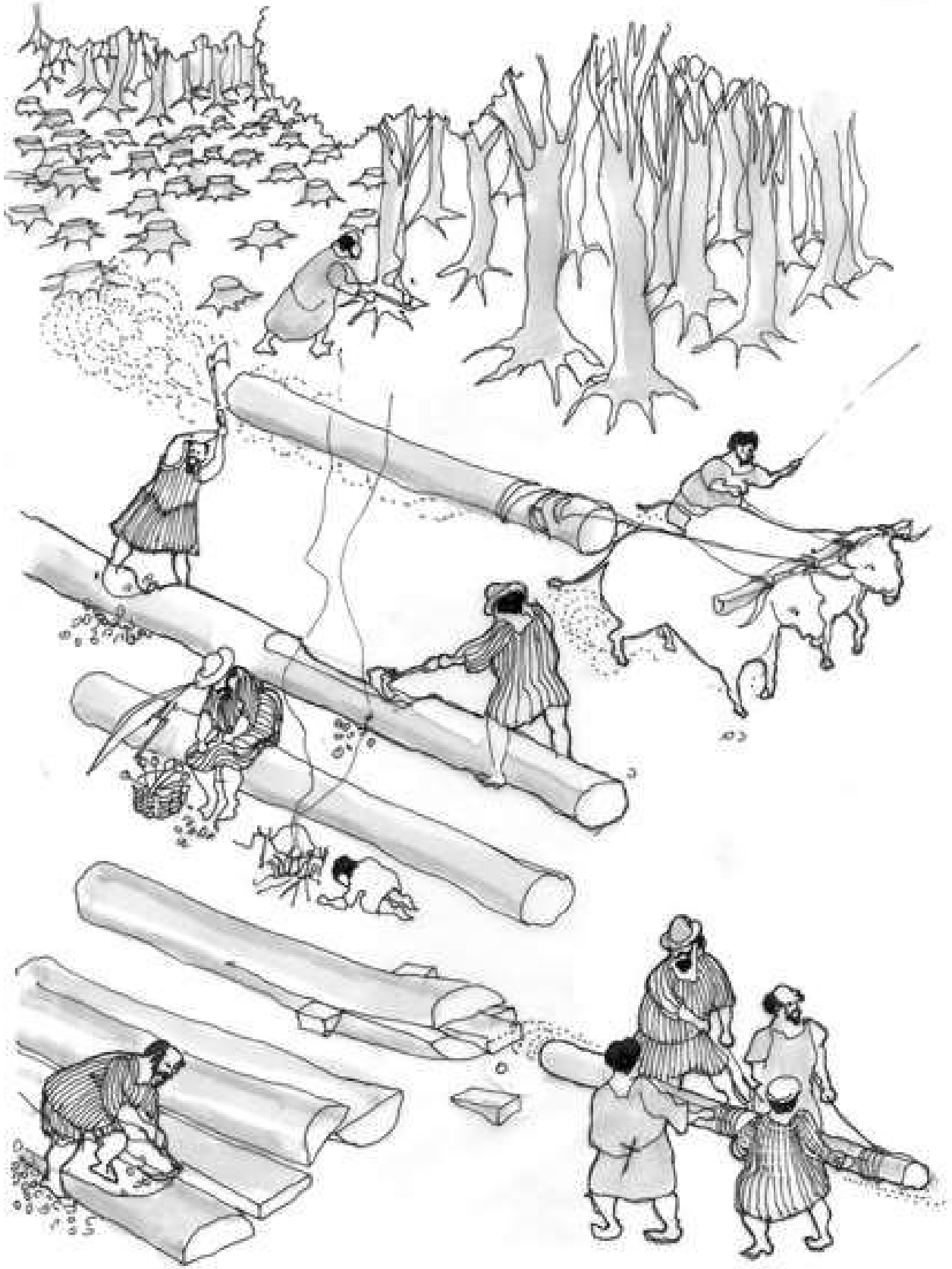


La madera es uno de los recursos más abundantes que el hombre pudo extraer de la naturaleza. Hay evidencias muy antiguas de su utilización ...*"algunos hallazgos ratifican su utilización prácticamente desde el paleolítico inferior. En el asentamiento de Bilzingsleben (Alemania) se han encontrado depósitos lacustres, varios utensilios de madera y astillas y virutas de su fabricación (450.000 a.C.)" (10).* El bosque fue especialmente en las frías regiones del norte de Europa la fuente de los recursos materiales que permitió *crear las condiciones culturales para la vida*.

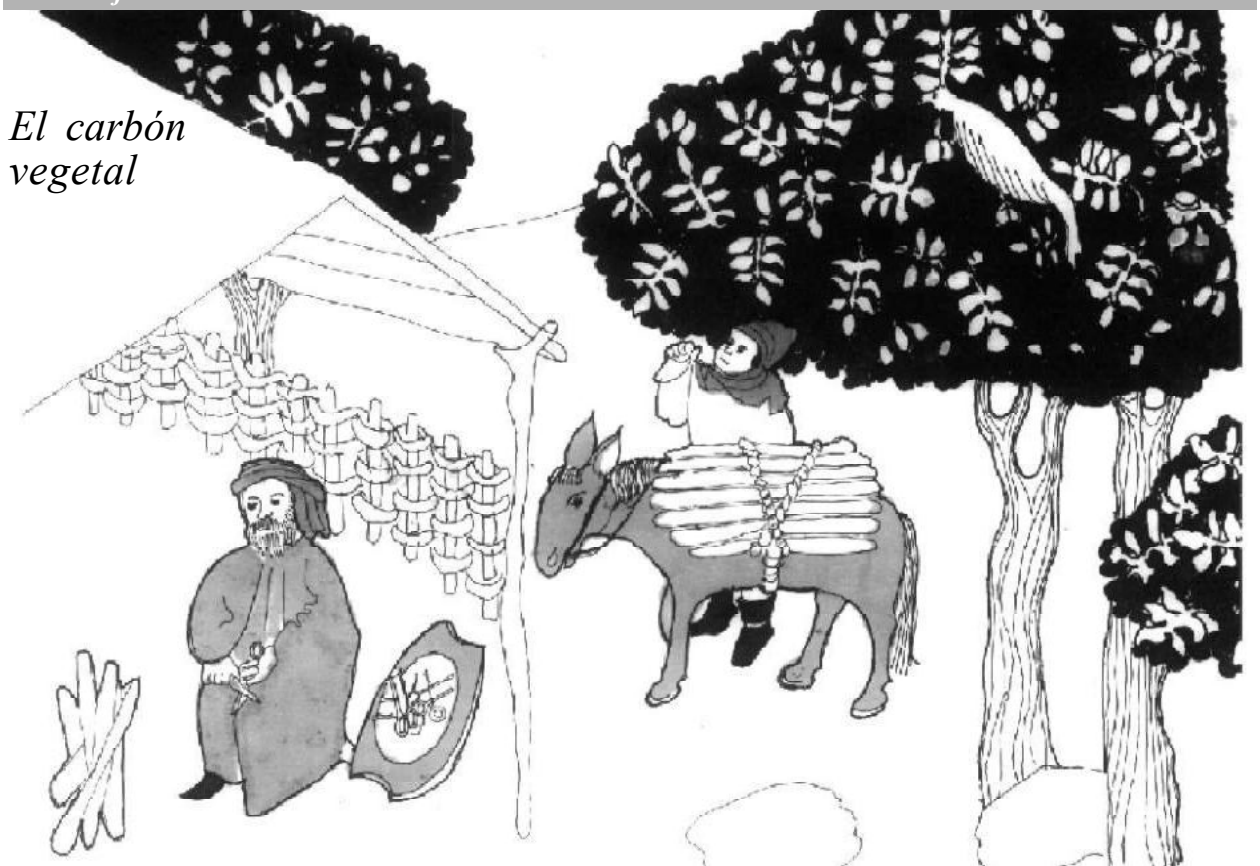
Por muchos siglos la madera fue el material disponible con infinidad de usos: combustible para neutralizar las frías temperaturas y cocinar, la construcción de viviendas, puentes... muebles, herramientas, embarcaciones o carros. Su fabricación con herramientas de hierro (700 a. C.) permitió reducir los troncos o ramas a tablas o vigas, para ello se usaba el hendido con cuñas y luego el aserrado. Para regularizar las superficies se usaban hachas y azuelas. Un importante uso que agotará muchos bosques es la necesidad de madera para abastecer a la industria naval.



"El hacha del hombre del bosque es la principal herramienta primitiva de la humanidad. *Su ocupación parecida a la del castor, que quizás accidentalmente dio por resultado el reinvento humano del puente y del dique, es la forma original de la ingeniería moderna." (11). (arriba izquierda) Hachas neolíticas de piedra pulimentada y con agujero para colocar un mango. Francia. S/ Dechelette. (arriba medio) Hachas de talón de 1 y 2 anillas. Mus. Arq. de Asturias. (arriba derecha) Hacha medieval (Violet Le Duc) (abajo) Para la construcción de las cuadernas con sus diferentes curvilíneas, se prefería buscar troncos que tuvieran las formas similares, que eran señaladas para su corte. De un tratado del siglo XVII. (pág. siguiente). ElDesmonte del bosque que permitió incorporar grandes extensiones de terreno destinadas al cultivo de cereales y otros.*



El carbón vegetal



El carbón vegetal fue el combustible que permitía la extracción y trabajo de los metales. Se lo prepara en hornos abiertos construidos al pie del bosque, formados por troncos apilados alrededor de una chimenea central. Luego a la pila se la recubre con hierba, cenizas y barro, para aislarla del aire. El carbonero debe cuidar permanentemente que la combustión no sea irregular por alguna grieta. Esta dura varios días. Bas. Manusc. B. Univ. de Granada.

(arriba) Otros productos que se extraen de los árboles son las resinas, que se obtienen sangrando algunas especies de pinos. La resina que brota de los cortes hechos en la corteza, se recoge en un recipiente, luego se destila para extraer la trementina, un solvente muy utilizado para las pinturas en la antigüedad. Extrayendo resina de los árboles. Manuscrito B. Universidad de Granada. (abajo). Un hombre recoge petróleo (aceite de piedra según se lo conocía en la antigüedad) Grab. del siglo XV.*

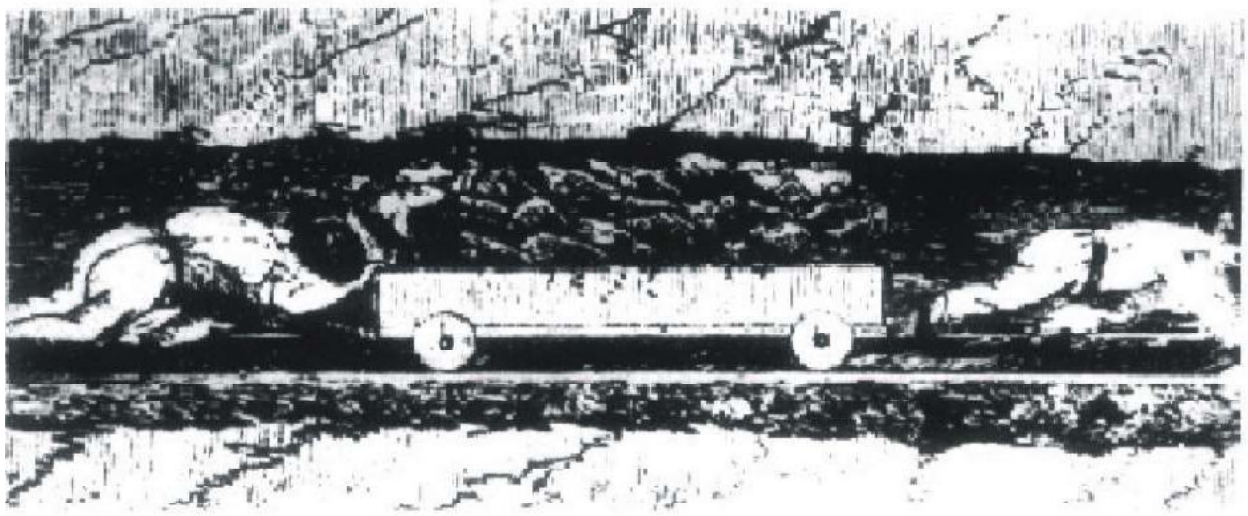
Betunes

En la antigüedad se conocían y usaban los *betunes**. Estos resultaban de las afloraciones de petróleo sobre la superficie terrestre, que, luego de su oxidación, quedaban como residuos. El betún tenía los usos más variados: como medicina, como vínculo en las construcciones, para calafatear en Oriente y Grecia. También se lo usó como un medio inflamable con fines bélicos. En el siglo XVIII, descubre el uso del gas como combustible. En Sicilia en el siglo XV se extraía el petróleo para ser usado como medicina.

Trementina: *Jugo resinoso semilíquido, viscoso, odorífico, inflamable que fluye de los pinos, alerces, abetos.(DLE)*
Betún: *Nombre genérico de varias substancias combustibles que se componen de hidrógeno (ej.: carbono) y se encuentra en la naturaleza en estado líquido, oleoso o sólido (DLE)*

El carbón mineral

Las propiedades calóricas del carbón de piedra se conocen desde la antiguedad, pero su uso es relativamente reciente. En China ya hay referencias de su uso desde el siglo X. En Europa como consecuencia de otras industrias se lo empieza a usar en el siglo XIII. En Inglaterra el carbón se usaba como combustible para la elaboración de sal, cerveza y otras industrias. ***El carbón de piedra fue la fuente de energía básica desde la Revolución Industrial.*** En la combustión del carbón mineral, sus humos sulfurosos, hacían perder calidades a los materiales que se elaboraban. La solución fueron los hornos perfeccionados y la purificación del carbón, así surgió el *coque* (siglo XVII). A fines del siglo XVI aumentó la demanda de carbón de piedra como combustible, no sólo de la casas sino para procesos industriales. *"La producción anual de carbón de toda Gran Bretaña, probablemente menos de 200.000 tn. en el momento de la disolución de los monasterios, (c. 1530) es probable que llegara a 1.500.000 tn. un siglo más tarde. (12)*



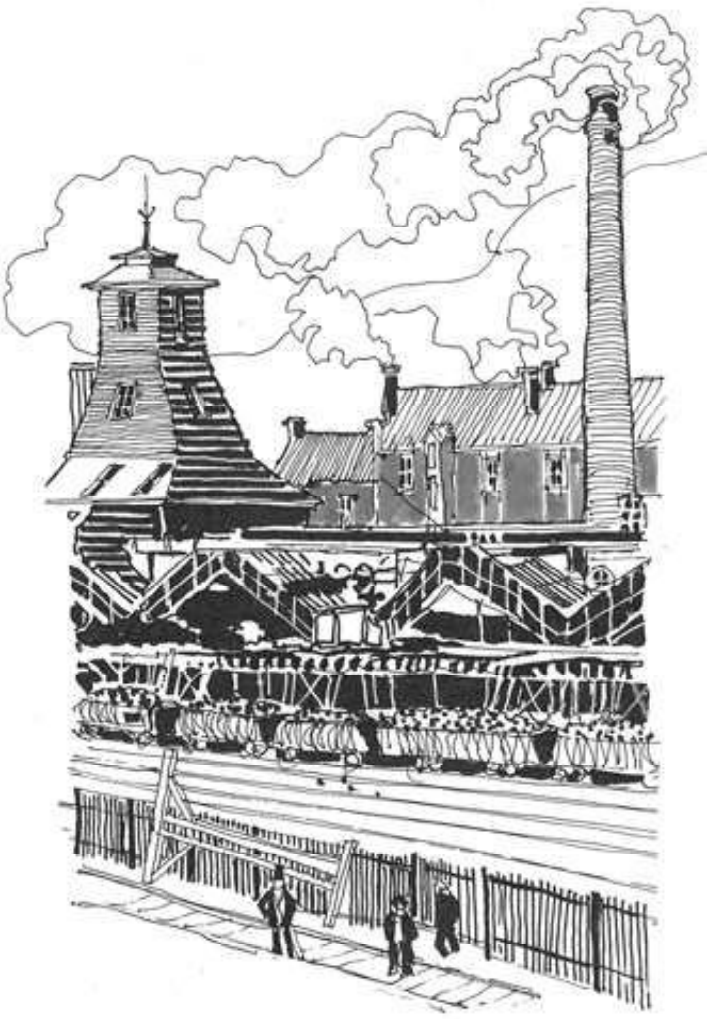
(arriba) Desde el siglo XVI en algunas minas alemanas se usaron vagonetas, éstas se deslizaban sobre carriles de madera. A fines del siglo XVIII se comienzan a usar de hierro fundido, de esa forma se alivio el esfuerzo de los acarreadores. Desde 1763 se usan "ponies" para tirar de las vagonetas, luego se hacen otras innovaciones como usar un cable traccionado por una máquina a vapor. Trabajo en una mina inglesa. Bas. grab. de época. (abajo) En un grabado inglés de principios del siglo XIX se ve a niños trabajando en una mina. Las condiciones de trabajo de los mismos eran extremas. Las jornadas laborales duraban más de 14 horas con condiciones de vida insalubres. La oferta de mano de obra, superaba a la demanda reduciendo su valor.(pág. siguiente) Instalaciones de superficie de las minas de Creusot. Francia 1835. En 1782 se instaló en Creusot el primer horno en Francia para producir el coque.

La escasez de carbón vegetal para la fundición de hierro debido a los enormes desmontes de los bosques en Inglaterra obligó a una búsqueda de combustibles alternativos. Esto se acentuó desde los primeros años del siglo XVIII. El carbón mineral debido a las impurezas que contiene, entre ellos el azufre, empezó a ser procesado resultando el *coque*. Una forma de separar las impurezas del carbón mineral es evitar el contacto con el hierro. Para ello se desarrollan hornos de pudelado donde se daba a la inyección de aire un contacto pleno a la fundición. A mediados del siglo XIX se produce un gran ahorro de combustible con el precalentamiento del aire. Esto permitió usar el carbón no tratado.

La necesidad de evitar los enormes movimientos de material resultó en la reubicación de las industrias metalúrgicas a las cercanías de las minas. También para ayudar a la mejor combustión del carbón mineral fue necesaria la introducción de mayor cantidad de oxígeno y un cambio fundamental a partir del siglo XVIII fue el uso de una bomba de aire accionada por una máquina de vapor. Una de las máquinas que se usó fue la desarrollada por Newcomen.

Para su extracción en una escala desconocida fue necesaria la incorporación de tecnologías más eficaces, desde la ..." *extracción de agua en las minas profundas, la elevación del mineral o de los mineros fueron de a poco reemplazando el acarreo con canastos, o con un torno y malacates movidos por caballos ... los socavones cada vez más profundos se abrían con pólvora ...recién se usó la mecha de seguridad a partir de 1831. Las formas de trabajo se basaban en el modo tradicional: excavando primero las cámaras en ángulo recto en toda la capa del carbón ....éstas dividían al resto del carbón en pilares ...que se picaban luego en tramos de unos 5 m. de ancho"...(13).*

Otro problema que se acrecentó con las excavaciones más profundas fue la aparición de gases residuales de las explosiones con pólvora o del gas *"Grisu"* que se libera del mismo carbón y se transforma en explosivo en contacto con el aire. Al principio se lo trataba de prevenir usando una mecha que llevaba el minero, que precariamente se protegía con telas húmedas, de esa forma se trataban de producir explosiones más chicas y controladas. Luego de muchos ensayos en 1816 Humphry Davy desarrolló una lámpara segura , una consecuencia de vincular la ciencia y la tecnología ... "



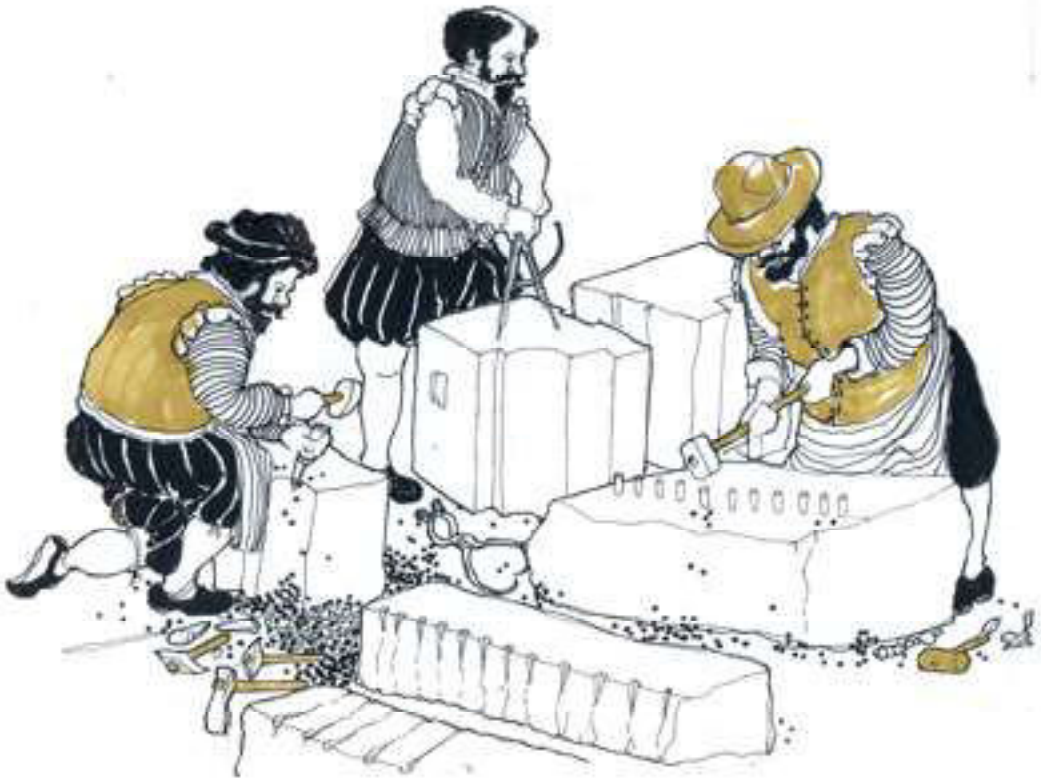
al pasar a través de un cilindro de tela metálica fina, la llama perdía algunos grados"...(14). que ya no podían inflamar los gases con menos temperatura. El trabajo se vio facilitado con la incorporación de la perforadora de Cavi (1850). Otro adelanto importante fue la ventilación del interior de las minas: un sistema era el perforar dos pozos que generaran corrientes de aire para la ventilación, a veces se las complementaba con un horno que producía corrientes ascendentes de aire caliente. En 1807 se usó por primera vez una bomba para la ventilación, construida en madera, podía extraer 170 m3 de aire por minuto. En 1830 se empiezan a usar ventiladores.

La extracción del carbón "ha pasado de los 9 millones de toneladas hacia 1790, a 90 en 1850 que se elevan a 300 en 1880." *(15)*

Materiales para la construcción

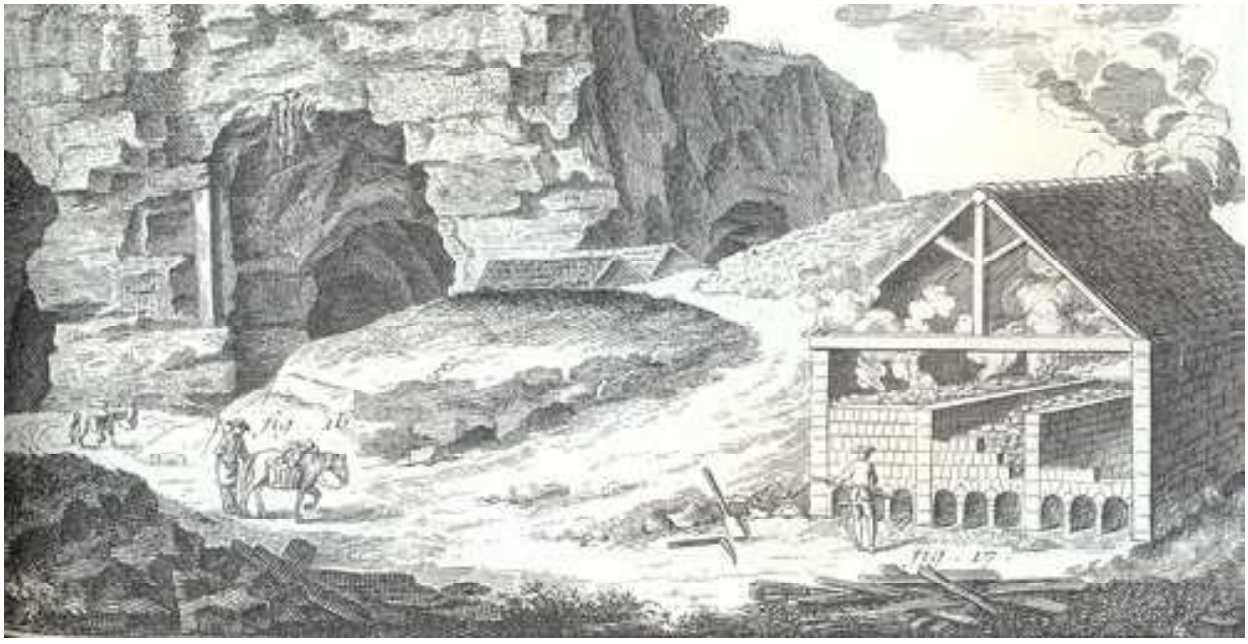
La arquitectura, ese arte de contener espacios, se fue haciendo cada vez más compleja desde los simples habitáculos de ramas y cueros a los sofisticados e inteligentes rascacielos de hoy. Fue un largo proceso de prueba y error que tendrá saltos cualitativos con el modo de pensamiento especulativo de algunos hombres sabios.
El proceso de evolución de la tecnología se basó en la observación de la naturaleza y sus efectos positivos a la vida del hombre; a partir de ello se trató de repetirlos en forma cultural y manipular sus materiales para estructurar espacios. De las tres dimensiones, las más complejas, donde se llega a los límites estructurales, son el ancho y la altura. Estos dos puntos dependieron siempre de la innovación tecnológica que permitía cubrir luces cada vez más grandes. El largo tiene que ver fundamentalmente con la funcionalidad, ya que tecnológicamente es el resultado de la repetición de los módulos estructurales.
Las formas de las viviendas tienen mucho que ver con los materiales usados, como los troncos lineales, que llevan una planta rectangular. Por otro lado, del uso de las técnicas de la cestería o la cobertura con pieles, resultan las formas circulares. Otra condicionante fue si las construcciones eran permanentes o transitorias como las de los nómades. La utilización de los espacios de alguna forma relativamente estandarizados permite también la utilización de soluciones tecnológicas similares acotando las formas con las cuales se materializa la arquitectura. Un determinante del tamaño del componente es su posibilidad de transporte y colocación, en muchos el tamaño y peso están acotados por lo que un hombre puede movilizar.

Desde la antigüedad se conoce la capacidad de la cal como aglomerante. En la Mesopotamia se la usaba en el 2500 a.C. La cal es un carbonato cálcico que calentado a 8500º se descompone en óxido cálcico y dióxido de carbono que se disipa. El óxido cálcico en



contacto con agua se transforma en cal apagada (hidróxido cálcico) que en contacto con el oxígeno del aire se transforma en carbonato cálcico, el que al entrar en contacto con el agua se aglomera vinculando a los agregados con los que está mezclado. Esta posibilidad de hacer una masa integrada fue un gran salto tecnológico con la construcción de mamposterías, hormigones, bóvedas o cúpulas.

(pág. anterior) Leñadores cortando y preparando las maderas en el bosque (arriba) Picapedreros cortando y tallando sillares de piedras. (abajo) Minas y hornos para preparar el yeso (París) usado para revoques. Enc. Diderot S.XVIII.



Regiones lejanas proveedoras de materias primas

La revolución industrial tuvo mucho que ver con el cambio en el tipo de recursos materiales... *"En esos días se pensaba que el gran pilar de la propiedad nacional no era ni el algodón, ni el hierro sino la lana. Pocas personas dudaban que la declinación de esa reverenciada industria provocaría la* ruina de Inglaterra." *(16)*

Con la nueva escala de producción los países industriales deben buscar los recursos naturales en regiones lejanas a su territorio, que cuando son débiles las integran en un sistema dependiente colonial o semicolonial aprovechando ***el desbalance de fuerzas económicas para establecer términos de intercambio provechosos a los más poderosos.*** *"Los cambios tecnológicos de la Revolución Industrial provocaron una redefinición profunda de los recursos naturales: mientras que hasta entonces la humanidad había dependido principalmente de los artículos cultivables para satisfacer sus necesidades naturales, en ese momento se dispuso a usufructuar lo que se había acumulado por millones de años en la corteza terrestre. Por esa vía incrementó extraordinariamente sus recursos materiales... como los metales y materiales. Además de perfeccionar inmensamente el transporte, pudo acarrear desde lugares lejanos grandes provisiones de materias primas y concentrarlas en áreas especiales con gran beneficio para éstas."... (17)*. Entre los diversos productos que se extraían de las colonias tropicales estaba el aceite de palma, que desde 1772 se importaba para la fabricación de velas y jabones y el maní (1830, África) usado para la elaboración de aceites. En tanto se iban incorporando alimentos, fibras y muchos otros productos que era necesario para sostener una revolución industrial donde gran parte de la población se había urbanizado y orientado a la industria. "*La posición ocupada por los tejidos de algodón como producto más importante del mercado de exportación de Inglaterra tuvo influencia sobre sus relaciones internacionales e imperiales como en el caso por ejemplo de la actitud tomada frente a la Guerra de Secesión americana (1861-65)" (18)*

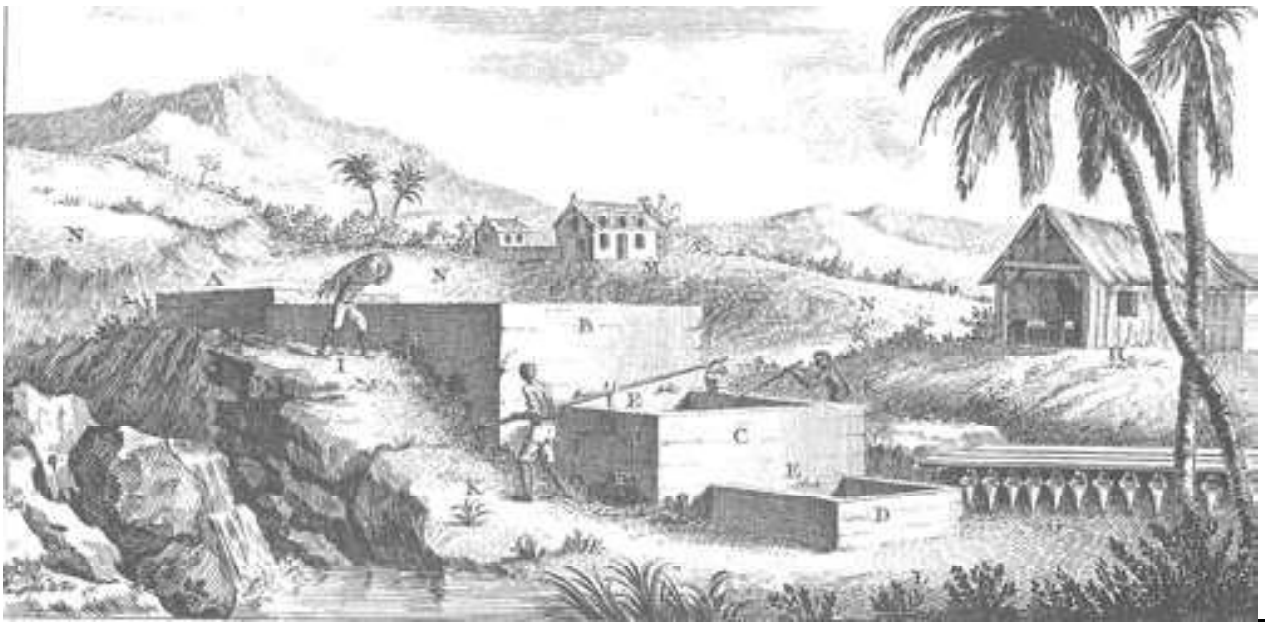
La política económica de España frente a América fue dejarle un rol acotado a la producción de materia prima, tratando de *controlar un mercado cautivo* dependiente de la Metrópoli, lo que dio como resultado que el panorama en la América española en los comienzos del siglo XIX fuese aún más primitivo. Esto la dejaba sin ninguna defensa frente a la avalancha de productos industriales más baratos y novedosos que aportaban los países industrializados, especialmente Inglaterra, que reemplazaron a las manufacturas más caras y de diseño artesanal de las economías regionales. España tenía un extenso imperio con infinidad de materias primas pero gran dificultad para convertirlos en recursos. *"La posición de España como abastecedor de sus colonias era relativamente débil. A fines del s. XVIII, el comercio con las Indias suponía aproximadamente el 50 % del comercio exterior de la monarquía hispana, y de ese 50 % la mitad en la visión optimista correspondía a*

Para las nuevas escalas de producción, ingenios coloniales. Enciclopedia Diderot. m. siglo XVIII.

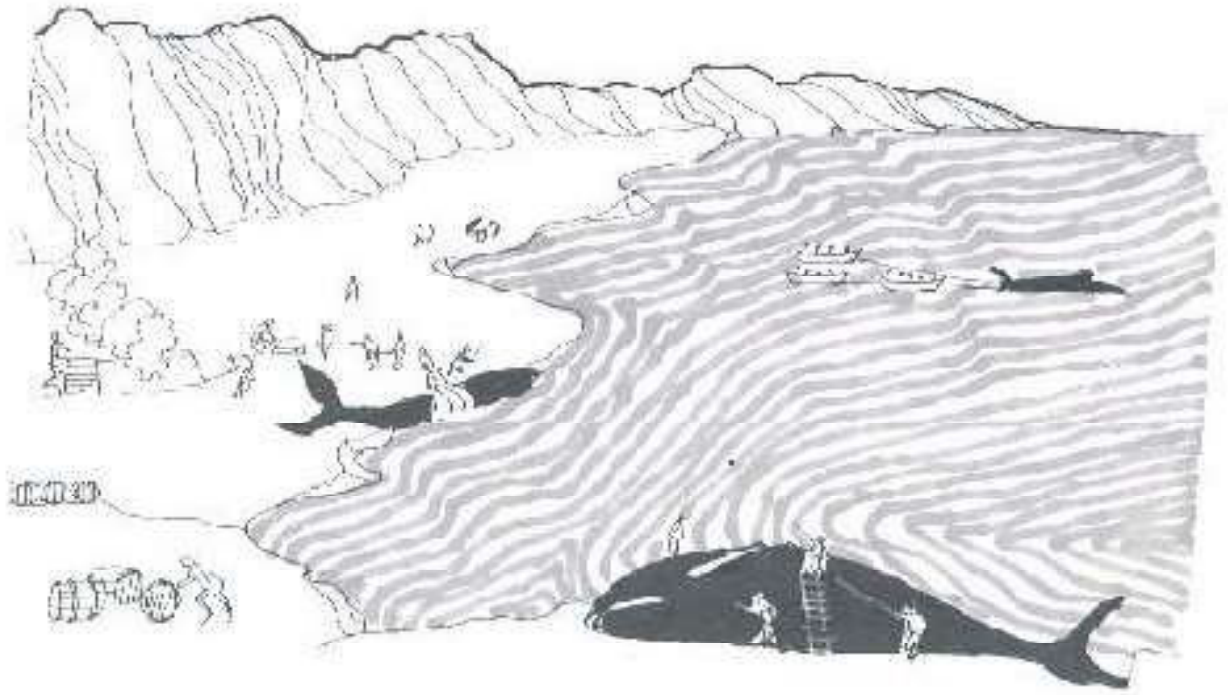
exportaciones de productos españoles de los cuales un tercio eran agrícolas" (19). Los españoles, que habían sustentado una parte importante de su economía doméstica en la producción de lana, especialmente expresada en instituciones antiguas como la *mesta*, tenían un proverbio que lo expresaba *"El cordero tiene los pies de oro y por donde aparece la huella de sus pasos, la tierra se convierte en oro"*. El auge de la cría de ovejas se observa por el crecimiento del consumo de lana: entre 1800 y 1900 crece 1300 %. La producción de lana facilitada por la mejora del transporte se realiza en lugares muy alejados de las fábricas donde se la elabora, de allí surgen nuevas posibilidades para tierras lejanas pero con buenas condiciones ambientales como Australia, Argentina y otras tierras templadas.

En las primeras décadas del s. XIX queda destruido el sistema colonial español y en 1822 Brasil declara su independencia frente a Portugal. En 1830 Francia incorporó a Argelia. En los años 20 los EE. UU. van formulando una doctrina que le asegure el dominio de la antigua Iberoamérica *"América para los Americanos"*. Las formas de dominio colonial como en la India se basaban muchas veces en mantener las estructuras de gobierno locales pero vaciada de poder, con la ruina de las industrias locales *¨El número de piezas de tela vendidas baja de 1.266.000 a 306.000 entre los años 1814 y 1845, mientras Inglaterra introduce más de 51.000.000 de yardas en lugar de 800.000 ¨ (20).*

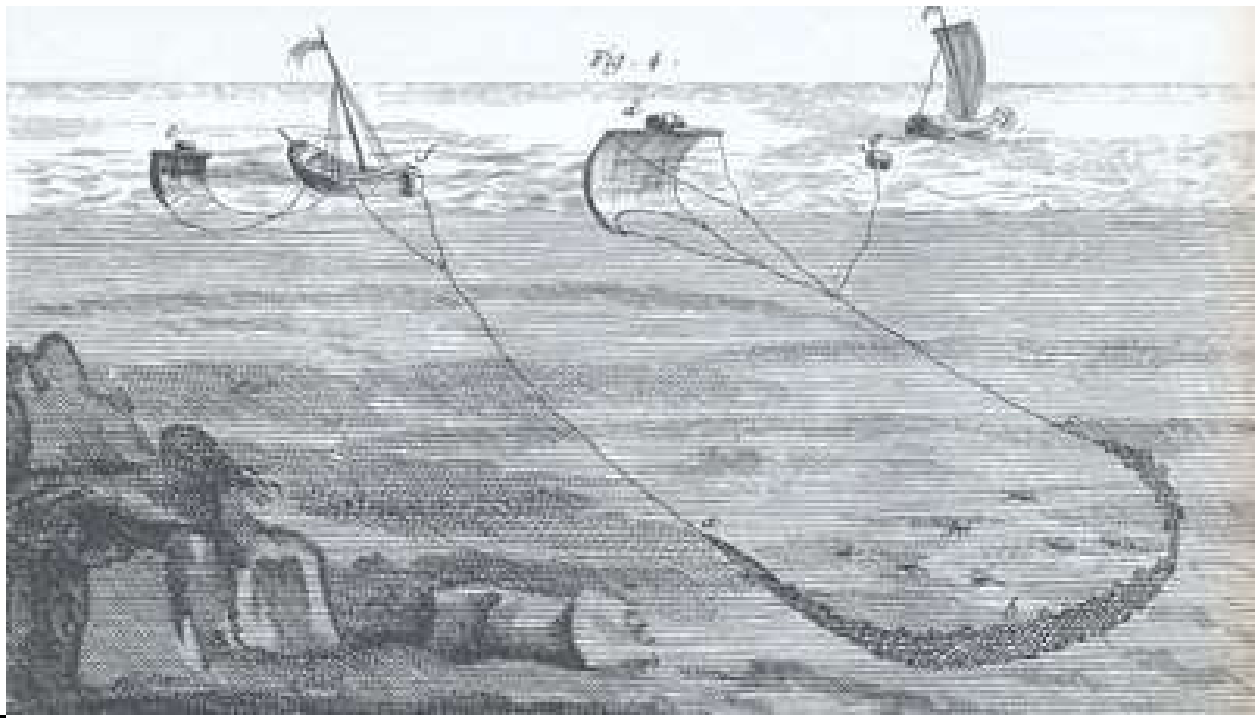
El caucho, una muestra de las políticas coloniales, es una emulsión lechosa que calentándolo se coagula y se separa el agua resultando un material muy elástico. Desde antiguo algunas comunidades indígenas en América, los mayas y aztecas, usaban el látex de caucho que se obtenía haciendo sangrar la corteza de algunos árboles. El más productivo era el Hevea que se encuentra en la foresta amazónica (Brasil). A partir de 1873 los ingleses hicieron muchas tentativas para cultivarlo en Asia tropical. Poco después se hizo un desarrollo más científico. Se recolectaron semillas que sin permisos fueron llevadas a los viveros de Kew en Inglaterra los plantines fueron enviados a Singapur y muchos otros lugares, desde donde en algún momento se superó y desplazó la producción brasileña. Mucho de ello se aprecia en las magníficas obras de arquitectura que se encuentran en Manaos. El caucho era inestable frente al calor, los europeos empezaron a usarlo para impermeabilizar ropa. En el siglo XVIII se le agregaron otros usos, entre ellos la goma de borrar. A fines del siglo en un trabajoso procedimiento se logran fabricar tubos, luego para el sellado de la tela de un globo aerostático. Años después Hancock desarrolló un procedimiento de trituración y amasado que resultaba en planchas que se podían unir por medio del calor. En Escocia Charles Macintosh experimentó con derivados del alquitrán de hulla (derivado de la industria del gas de alumbrado) con caucho disuelto con el cual se impermeabilizaban telas al comprimir el caucho entre dos capas de telas resultando los *impermeables MACINTOSH*. El caucho amplió sus posibilidades mediante el proceso de vulcanización que había inventado un norteamericano, Charles Goodyear. Al tratar con azufre el caucho natural éste se conservaba elástico sin acusar las variaciones de temperatura ni se disolvía.

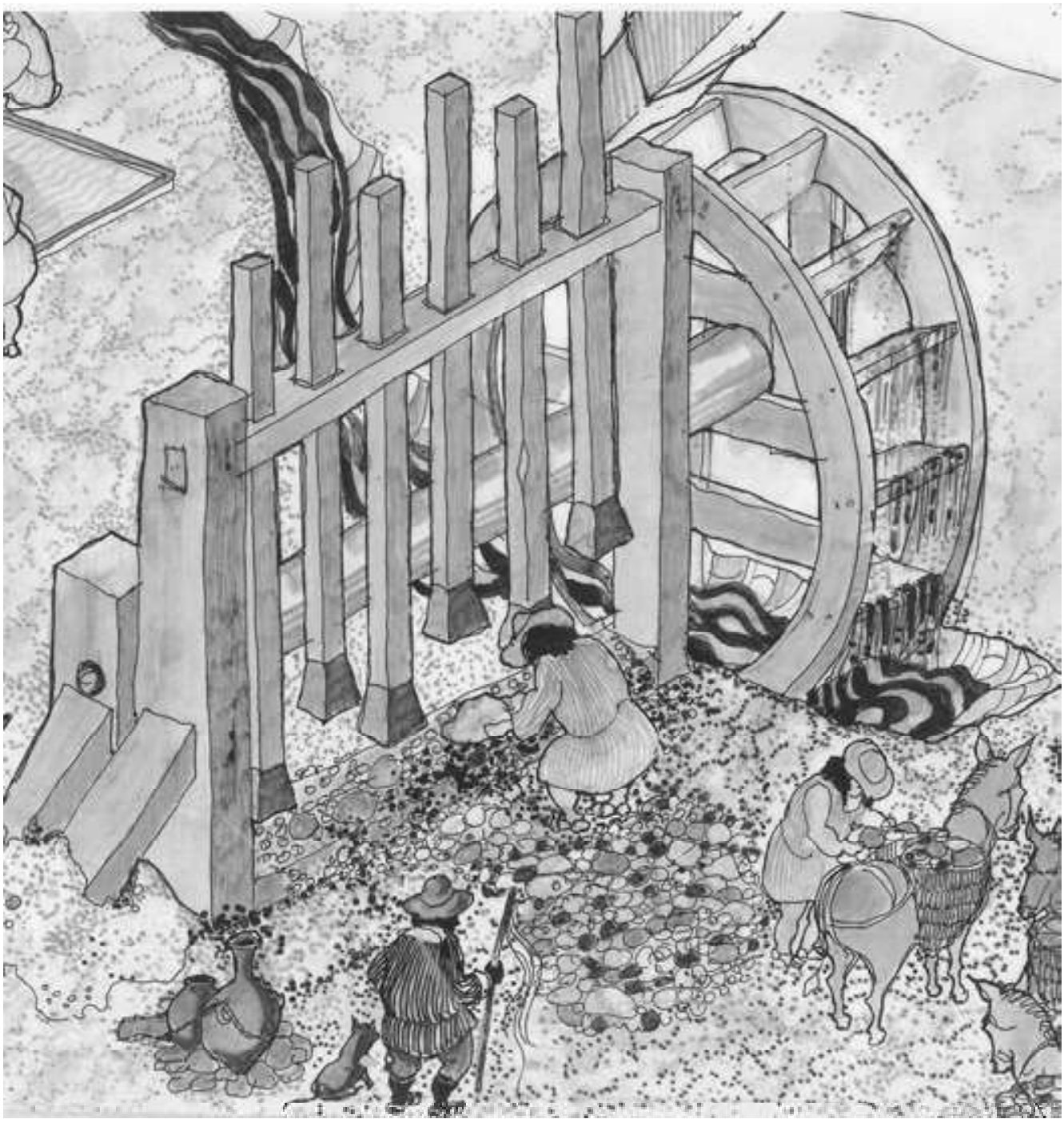


Caza y Pesca



(arriba) Entre los siglos XVII y XVIII la caza de ballenas fue una fuente muy importante en la provisión de aceites y se obtenía como subproducto un material elástico: las barbas, usadas para la fabricación de paraguas, corsés, etc. También se cazaban las focas por sus grasas. La caza de ballenas fue una importante fuente de recursos. Técnica que se desarrolló fuertemente en el Mar del Norte a partir de la Edad Media. (abajo) Ingenioso sistema de pesca con redes y barriles flotadores. Enc. Diderot S.XVIII.





RECURSOS AMERICANOS

(Pág. anterior) Entre los ingenios que se usaban para la molienda del mineral en Potosí se encontraban las almunedetas, máquina hidráulica que por medio de levas acciona los pilones con cabeza de hierro (almunedetas)

Notas

1.- Bennassar Bartolomé La America Española y la Portuguesa (XVI - XVIII). Ed Sarpe Madrid 1985.

2.- Capoche L. Textos y Documentos de la América Hispánica. Céspedes del Castillo. Ed Labor Barcelona.

3.- Díaz Juan. 1518. cit. Ma. Luisa Horcasitas de Baños. La artesanía de Santa Clara del cobre. Ed. Sep. Setentas 87. México, 1973.

4.- Céspedes del Castillo G. La sociedad colonial americana. Ed. Vincens Vives. Barcelona, 1957.

5.-Cieza de León Pedro. La crónica del Perú. Cit. E. de Vedia. Hist. prim. de las Indias. Esp. 1906. Madrid

6.- Cieza de León Pedro. Op.cit.

7.- Defourneux Marcelín. La vida cotidiana en la España del siglo de oro.

8.- Céspedes. Del Castillo G. Op. cit.

9.- Bennasar Bartolomé. Op.cit.

10.- Halperín Donghi Tulio. Hist. Contemporánea de América Latina. Alianza Ed. Bs. As.1992.

11.- Lugar Catherine. Comerciantes, cit. Socolows Hoberman. Ciudades y Sociedad en Latinoámerica colonial. Ed. EC. Cult.. Econ. Bs. As.1992.

12.- Capoche. Op cit.

13.- Bennassar Bartolomé. Op.cit.

14.- Bennassar Bartolomé. Op.cit.

15.- Los Ingenios y Las Máquinas. SEC. F II y C.V. Madrid 1998.16.- Céspedes del Castillo. Textos y doc. de América Hisp. Hist. de España. Ed. Labor. Barcelona, 1988.

17.- Céspedes del Castillo. Textos. Op.cit.

18.- Rosa María José María. Defensa y pérdidas de nuestra independencia económica. Ed. Huemul. Bs.As, 1962.

19.- Halperín Donghi Tulio. Op.cit.

20.- Bennassar Bartolomé. Op.cit.

21.- Spix Johann Bapttist. Von Rec. Wulschner. J. Hans. Ed. Sudamericana. Bs.As. 1976.

22.- Rickard Ignacio F. Viaje a través de los Andes. EMECE Editores. Bs.As., 1999.

23.- Miers John. Viaje al Plata. 1819-25. Ed. Solar. Hachette. Bs.As. 1968.

24.- Miers John. Op.cit.

25.- Rickard Ignacio F. Op.cit.

26.- Rickard Ignacio F. Op.cit.

27.- Rosales Vicente Pérez. Recuerdos del pasado. Ed. F. de Aguirre. Bs.As. 1970.

28.- Hernández Sánchez Barba. La sociedad colonial americana. Hist. de España y América. Ed. Vicent Vives. Barcelona, 1971

29.- Nevins, Alan y Commager S. Henry. Breve hist. de EE.UU. Cía. Gral. Ed.. México, 1953.

30.- Nevins, Alan y Commager S. Henry. Op.cit.

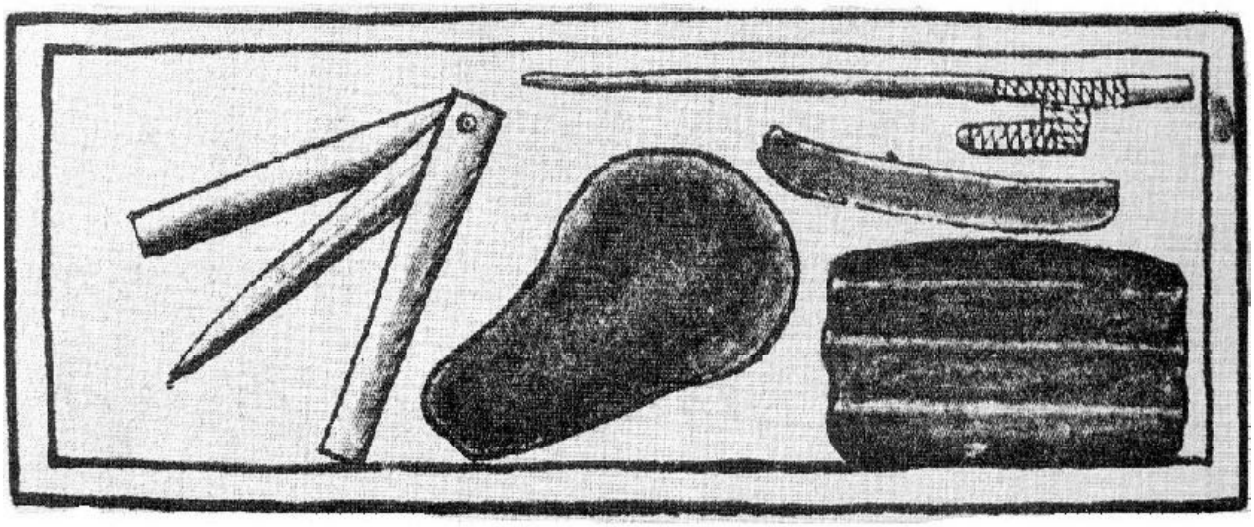
31.- Simonin Louis: Viaje a los Estados Unidos. 1869/ 75. Ed. B&T Public Barcelona 1995.

Palos y Piedras

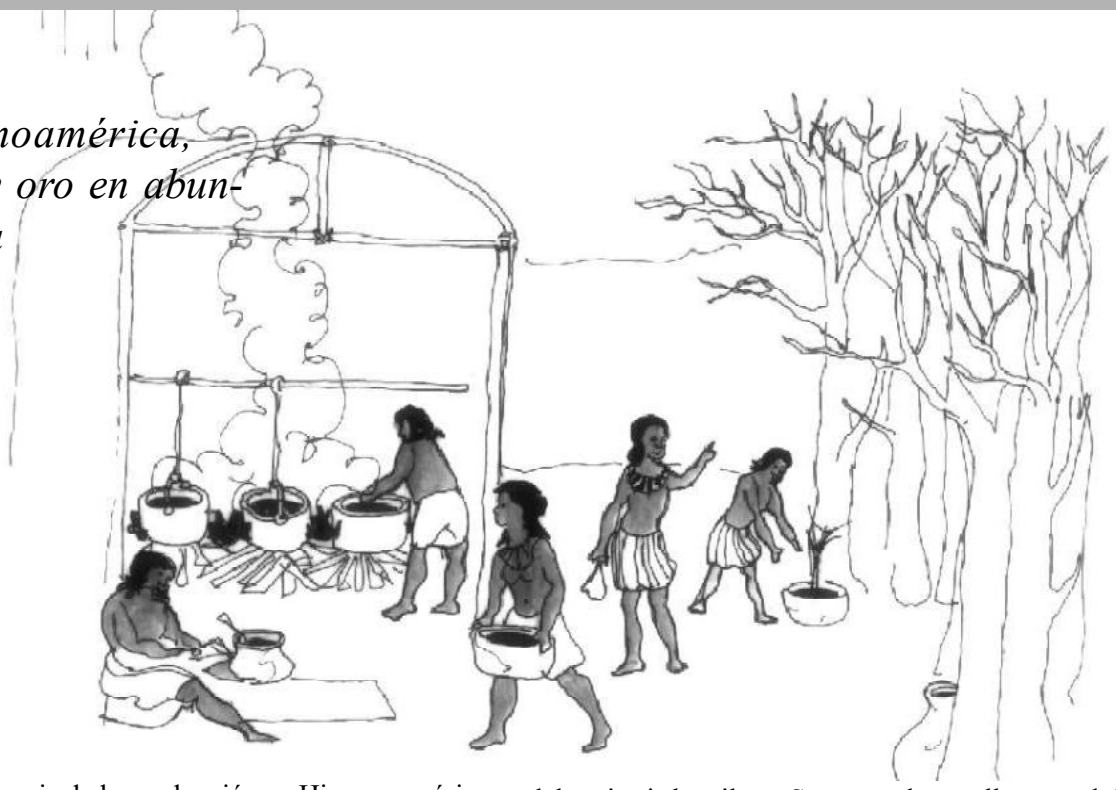
En América en épocas prehistóricas, las comunidades fueron recolectoras y cazadoras. Con las primeras formas de la agricultura se necesitaron piedras para la molienda de granos y raspadores, cuchillos y hachas con un desarrollo muy similar al resto de las culturas. En Mesoamérica, pese a sus avances en otro aspectos de la cultura, a la llegada de los españoles todavía se mantenían formas arcaicas como las herramientas de piedra; entre ellas se destacaban las delgadas navajas de *obsidiana* de forma alargada y con dos filos. Se extraían de un bloque de obsidiana por medio de golpes, pasaban a otros artesanos que regularizaban sus formas largas y angostas por medio de presiones con herramientas en forma de palanca con un gancho. Con la misma técnica de ***percusión y presión*** se fabricaban puntas de proyectiles, largas agujas, algunas con forma de medialuna o figuras de formas excéntricas de carácter ritual (ofrendas dedicatorias) estas piezas presentaban una gran dificultad para su fabricación, seguramente se desarrollaban en un marco ritual.

Otra piedra utilizada fue el *jade,* que se relacionaba con el mundo mágico y se lo usaba para ornamentos, accesorios funerarios, rituales y también utilitarios. El jade estaba asociado con la respiración y con la fertilidad y el poder político. Los modos de su extracción se mantenían en secreto; para su tallado dificultoso, se usaban herramientas de madera para cortar o barrenos para ahuecar basados en el poder abrasivo de las arenas de cuarzo.

(arriba) En el Códice de Michoacán, un grupo de artesanos fabrican navajas de obsidianas. (abajo) En una imagen del Códice Florentino se ven las herramientas para fabricar las navajas, una especie de palanca de 1.5 m de largo con gancho. El núcleo de obsidiana. y como elemento de comparación, una navaja española.

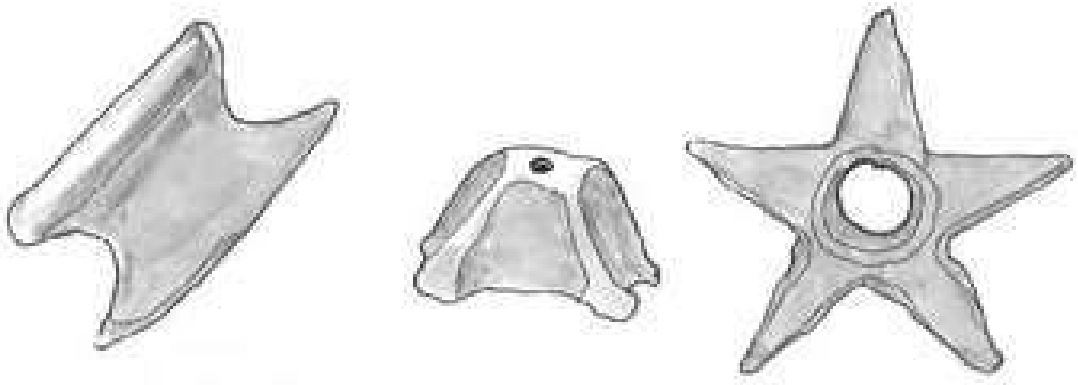


Hispanoamérica, plata y oro en abundancia



La eficacia de la producción en Hispanoamérica estaba facilitada por el suelo y clima combinados con mano de obra esclava o encomendada. Además, nuevos tipos de cultivo y tecnología permitieron un amplio desarrollo de los monocultivos tropicales. El *Palo Brasil*, una madera usada como tintura, fue un producto fundamental para las primeras exploraciones del territorio brasileño. Su mayor desarrollo se produjo años después, aprovechándo los períodos de no producción del ingenio azucarero para cortarlo, usando la mano de obra esclava y los medios de transporte existentes. En forma espectacular se sumaron los metales preciosos que con la abundancia de plata y oro modifican el equilibrio económico de Europa. España extraía de América una parte de sus recursos que a fines del s. XVI llegaban a alrededor del 25 %, la mayor parte provenía de las minas de Potosí... *"La historia del oro y de la plata americanos, empiezan en todas partes de la misma forma: apoderándose de los stocks existen-*

(arriba) Proceso para la obtención de jarabe de álamo en una comunidad iroquesa de América del Norte: El bosque era el lugar de donde se extraían muchos de los recursos vitales. (abajo) En la América prehispana se habían desarrollado, aunque en forma incipiente distintos tipos de metalurgia especialmente en las culturas más avanzadas. 1) cobre martillado. 2) Tumbaga. 3) metalurgia mesoamericana. 4) metalurgia colombiana. 5) metalurgia Perú-Boliviana. Bas. m. Horcasita de Barros. La art. de Santa Clara del cobre. Mx



Entre los escasos utensilios metálicos amricanos encontramos (izquierda) Chilcavec bronce. (centro) Campanilla. (derecha) Maza de bronce (Cultura atacameña.)

tes, ya sea a través del trueque o de la guerra (pillaje o rescate). Más tarde se trataba de recoger el metal precioso existente en estado natural, entonces empieza el ciclo de la búsqueda de pepitas de oro en Santo Domingo, en las antillas y posteriormente en el continente. Este ciclo dura aproximadamente hasta 1540. (1) En México se producía la *grana* o *cochinilla* a partir de un insecto que, secado y molido, daba un tinte rojo muy adecuado para teñir sedas. En Centroamérica se producía el *índigo* o *añil*.

Antes de la llegada de los españoles a América, en aquellas sociedades que tenían un gran desarrollo cultural se había avanzado muy poco en el conocimiento de la metalurgia, para ello su economía tenía que haber generado excedentes suficientes para sustentar a una cantidad de artesanos especializados. La sociedad se estructuraba en base a una división del trabajo donde cada uno produce aquello en que es más eficaz. Los más antiguos registros de trabajo y uso de los metales se encontraron en América del Norte. Usando el cobre nativo trabajaron piezas por medio del forjado *"old cooper culture"*; el período correspondía a desarrollos similares en el medio oriente: 5000-3000 a.C.

El cobre tiene la posibilidad de ser fácil de trabajar y aún de recuperar la forma de sus filos, algo muy importante para las herramientas y armas. Una característica importante para la elaboración es que cuando más se lo martilla más compacto y duro se vuelve, sin embargo calentándolo (recocido) recupera su ductilidad.

Se presentaba en láminas o alambres llegándose a formas netamente culturales: los adornos personales. En la región comprendida entre Costa Rica, Panamá y Colombia, la cultura Chibcha había alcanzado un buen desarrollo de la metalurgia, especialmente en la *"tumbaga"*, aleación de oro de 85% y cobre 15%. Productos de ese tipo se encontraron en un amplio espacio que llegaba por el sur hasta Ecuador y por el norte hasta Costa Rica.

En Sudamérica los pueblos andinos en la cultura Tihuanaco (1100 d.C.) desarrollaron una metalurgia diferente con el oro, la plata, el cobre y el estaño, llegando a fabricar un bronce para herramientas y adornos personales con una aleación de cobre y estaño. Con la expansión del imperio Inca también se extendió su metalurgia especialmente del bronce, el oro, la plata y la Tumbaya de origen Chibcha.

Entre los métodos empleados por los indígenas del Perú para fundir el metal, se encontraron simples instalaciones que aprovechaban la aireación que aportaba el viento en las laderas de la montaña... *"en el campo, en las partes altas unos hornillos de piedras sueltas... huecas a manera de unas torrecillas... y ponían el metal con estiércol de sus ganados y alguna leña... e hiriendo el viento por las aberturas de las piedras se fundía el metal... y el tiempo que es maestro e inventor de las artes enseñó a hacer barro...de unas formas... que llaman guayrachina o guaira es ésta: permanentemente lo muelen y lavan, sacándole la parte que tiene la tierra muerta... después lo ponen en la forma de barro que es tan alta como una vara común... hueca y abierta por ambas... tienen aberturas... porque por ella haga más efecto el viento... llena que está de carbón ponen el metal en la manera dicha y el aire lo hace arder con tanta prisa y movimiento como si fueran fuelles." (2)*

En Mesoamérica la metalurgia no alcanzó el desarrollo de los Incas o los Chibchas, la especialidad de la región tiene más relación con el trabajo de objetos de oro. Un pueblo, los tarascos, llegaron a la fabricación de armas

metálicas. Para extraer el mineral usaban socavones o pozos limitados por la falta de conocimiento para entibar las galerías. Otro tipo de explotación fueron los yacimientos superficiales. Para disgregar la masa rocosa utilizaban el fuego con que la calentaban y luego la enfriaban.

"Para fundir el metal usaban un hogar abierto hecho en el suelo "la Cama". Las herramientas para trabajar el metal eran de piedras con formas de punzones, cinceles o martillos. Para el labrado de piezas como el cristal de roca, la amatista, o las esmeraldas usaban el esmeril y herramientas de cobre templado. Para la fundición de metales usaban unas "cazuelas donde quiera que las hallaban y para fundirlos los servían de fuelles unos canutos de caña". (3)

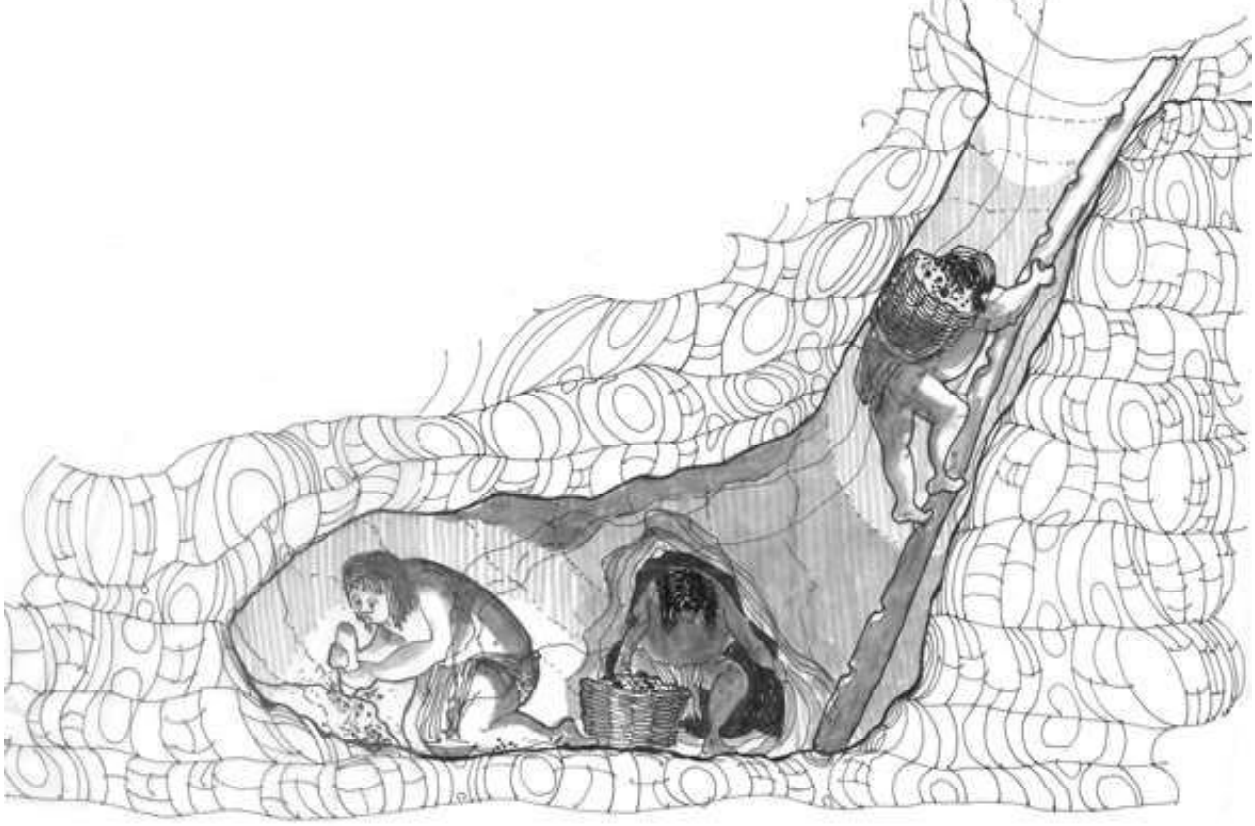
"En un principio la corona se reservó la propiedad de las minas, igual que la de todos los bienes raíces. Con el objeto de fomentar las explotaciones mineras solía

(arriba) En su avidez por el oro los conquistadores hacen fundir el oro de los objetos del tesoro de Axayacatl del códice florentino (izquierda). Pectoral de oro de Miquiztu - Cultura Mixteca. M. Regional de Oaxaca. (derecha) Pectoral de oro del dios Xippe - Cultura mixteca. M. Nac. Antropología. México

conceder, no obstante, su propiedad al particular que las descubría y ponía en explotación, sin exigir a cambio más que una parte de los beneficios, bajo la forma jurídica de los impuestos (4). Desde época temprana, se promulgaron leyes sobre los metales (1504). En éstas se regulaba la proporción del valor de los mismos que correspondía a la corona, al principio fue de un quinto y luego llegó en el siglo XVIII a *el diezmo*... La exportación de cueros, azúcar, tabaco, cacao, etc. se vio ***favorecido por la diferencia de tonelaje necesario entre las más voluminosas importaciones europeas y el poco volumen de la plata o el oro*** que dejaba espacios vacíos en los viajes de retorno, que se podían llenar con estos productos americanos que por sí solos no justificaban el valor del transporte. *"Pues tomada posesión por los españoles; comenzaron a sacar plata: de esta manera, que al que tenía mina le daban los indios que en ella entraban: un marco, y si era muy rica, dos cada semana; y si no tenía mina, a los señores encomenderos de indios les daban medio marco cada semana." (5)*

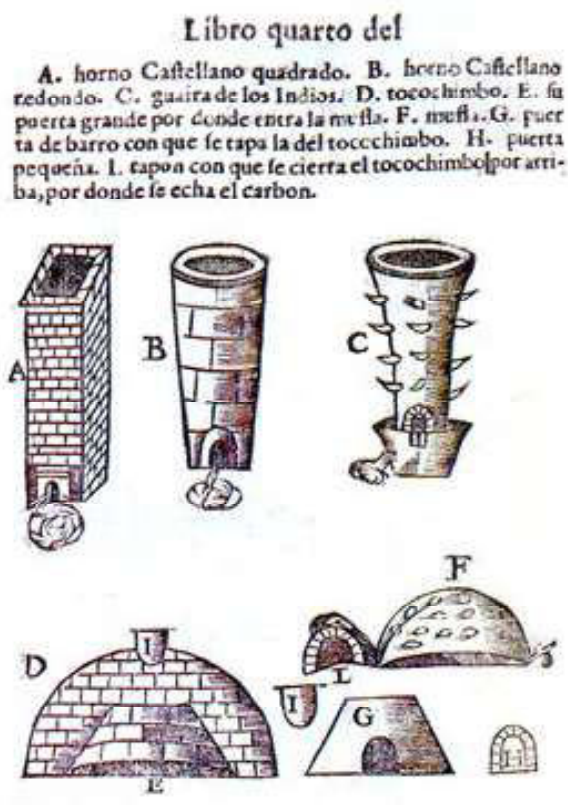
En los primeros años se usaba una primitiva tecnología indígena para su elaboración. La fundición de los metales se efectuaba en crisoles donde el fuego era avivado por el viento. La extracción de la plata, a partir del plomo argentífero, era complicada y costosa.

Luego se fueron incorporando las tecnologías europeas que permitieron otra escala de producción. La abundancia de metales y las necesidades del conquistador pronto dieron paso a una incipiente metalurgia. En 1524 Hernán Cortés informa al rey que fabricó *"Dos medias Culebrinas"*. ***La ambición de los europeos por encontrar oro y plata fue el motivo motorizador de gran parte de la conquista de América***, en los primeros tiempos ésta era parte del botín, luego se lo buscó sistemáticamente a través de los ríos. A los yacimientos



(arriba) Indígenas en la Hispanola recogiendo pepitas de oro de aluvión en el curso de un río. (abajo) Distintos tipos de hornos castellanos y americanos.

ya conocidos por los indígenas, rápidamente se adicionan los nuevos descubrimientos. Entre 1545 y 1610 se extrajeron 270 toneladas de oro. *"Las minas de Poreo y otras que se han visto en estos reinos, muchas de ellas desde el tiempo de los incas están abiertas, y descubiertas las vetas de donde sacan el metal; pero las que se hallaron en el cerro de Potosí... ni se vio la riqueza que había ni se sacó el metal, hasta que el año de 1547, andando un español llamado Villarroel con ciertos indios a buscar metal que sacar, dio en esta grandez, que está en un collado alto, el más hermoso y bien asentado que hay en toda aquella comarca... luego tomaron minas, y descubrieron por lo alto del cerro cinco vetas riquísimas, que nombran Veta Rica del Estaño, y la cuarta de Mendieta, y la quinta de Oñate; y fue tan sonada esta riqueza, que de todas las comarcas venían indios a sacar plata a este cerro, el sitio del cual es frío, porque junto a él no hay ningún poblado" (6).*



En época colonial la economía española estaba basada fundamentalmente en los recursos mineros de América, pocos años después lo vemos en el movimiento de las riquezas americanas cuando llegan a la península... *"En 22 de marzo de 1575 llegaron al muelle del río de Sevilla las naos de la plata de las Indias y comenzaron a descargar y metieron en la Casa de Contratación, trescientas y dos carretas de plata, oro y perlas de gran valor. En 8 de mayo de 1595 sacaron de la capitana tres carretadas de plata y oro y en 23 de mayo trajeron por tierra de Portugal, quinientas ochenta y tres cargas de plata y oro y perlas que sacaron de la Almiranta que dio sobre Lisboa y por los temporales, trajeron la plata por tierra." (7).*

1

Varios problemas técnicos, por siglos marcaron el límite de las explotaciones, cómo drenarlas de aguas, la ventilación, el soporte de los huecos, etc. Los españoles trajeron muchas de las tecnologías europeas que permitieron perfeccionar la minería y la metalurgia mexicana. La minería necesitaba de grandes cantidades de mano de obra. *"La mina exigió unos 15.000 trabajadores en México y otros tantos en Perú. También hay que contar los dos o tres mil mineros de los*

2

El Franciscano Bernardino de Sahagún registró algunas de las tecnologías usadas en México en el siglo XVI para fundir elementos metálicos, entre ellas una forma de "cera perdida". 1) Amasado de los moldes de arcilla y carbón pulverizado. 2) Preparación de una capa de cera y resina para cubrir los moldes. 3) Sobre la forma de cera se cubre con una pasta de carbón y arcilla. 4) Con un crisol se funde el oro y el cobre que colocan en el molde. Con el calor la cera se funde y deja el lugar al metal.

3

En la extracción de la plata los españoles usaron inicialmente *"la oxidación de sus minerales practicada en hornos castellanos de tipo corriente cuya combustión se activa por medio de fuelles. En Perú se generalizaron las guairas u hornos de tipo indígena; cebados con capas alternativas de carbón y mineral provistos de numerosos agujeros de ventilación, en días de vientos fuertes se instalaban por miles en las cercanías de las simas... en sucesivas etapas se iba purificando la plata siendo un sistema costoso que en poco tiempo será reemplazado por el sistema de amalgamación con sus distintas variantes" (8).*

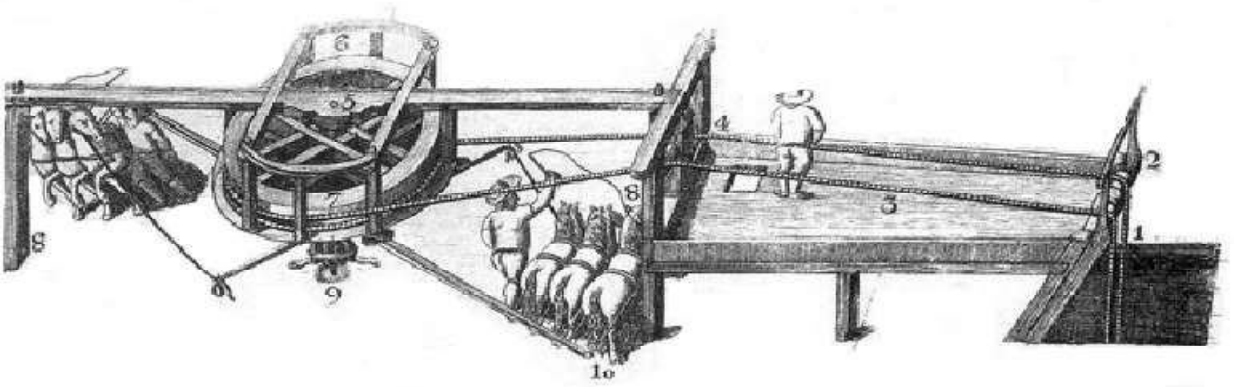
La minería de los primeros tiempos estaba limitada a aquellas tierras, que por su altura y clima seco, facilitaban el drenaje de las minas. Recién a fines del siglo XVIII, por efecto de la revolución industrial, se dispuso de bombeo para achicar el agua. La forma clásica de la minería usaba galerías, socavones y pozos.

4

yacimientos de oro y los varios centenares de las minas de mercurio de Huancavélica. ...coexistieron el trabajo asalariado libre y el trabajo obligatorio muy mal remunerado (Mitas en Perú, repartimiento en México). Pero en México predominó el trabajo libre y en Perú la mita hasta fines del siglo XVIII. Lo más asombroso es que asistimos a migraciones voluntarias de indios de México Central hacia el norte minero para ir a trabajar a las minas y a migraciones de indios del Perú para huir de la mina. Pero ésa es la diferencia entre la libertad y la imposición". (9).

En las fundiciones, menos desarrolladas, se seguía utilizando la tecnología prehispana haciendo el horno con una simple excavación en el suelo que, pese a su primitivismo y utilizando mucha mano de obra, permitía fundir alrededor de 150 kg. de metal en 24 horas. Para las minas se usaron los entibamentos con puntales y vigas de madera lo cual permitió socavones y galerías de mayor profundidad. Para la molienda del mineral se usaron molinos accionados al principio con la fuerza humana, luego con animales y más adelante, con ruedas hidráulicas. Las herramientas de hierro fueron, de a poco, reemplazando a las de piedra. El mineral, luego de lavado, era fundido en hornos castellanos de forma cuadrada y de unos dos metros de altura. Para el combustible se usaba carbón de la madera de pino que se sacaba de los abundantes bosques de México Central. La oxigenación se hacía por medio de fuelles y el material fundido se sacaba por una salida inferior.

La mano de obra destinada a la minería, fue diferente según la región. En México el trabajo libre, incluso las migraciones de indígenas hasta las regiones mineras del norte. En Perú se usaba un antiguo sistema de la organización del trabajo Inca, la *mita,* en ella los indígenas estaban obligados a hacer prestaciones de mano de obra al emperador destinada a los trabajos públicos. En 1574 el virrey del Perú Dn. Francisco de Toledo dedica un capítulo de sus ordenanzas para la organización de las explotaciones y la reglamentación del trabajo indígena. Se organizaba en tres turnos de 4.500 obreros que trabajaban durante 4 meses. *"a la mina se entraba a partir del lunes y se permanecía allí hasta el sábado, sólo se salía al exterior el miércoles a fin de comer algo caliente, se trabajaba con velas de cera... cada empresario recibía una asignación de 50 mitayos.... lo que hizo del área de mesetas y montañas de México a Potosí el núcleo de las indias españolas no fue sólo su riqueza minera sino también la presen-*



1 Boca del tiro.
2 Los molinetes donde pasan las sogas
3 Caxa de agua
4 Donde pasan las guias de las sogas
5 La gualdra
6 Los pilares de la puerca
7 La devanadera
8 Los dos esteos
9 La falda del peon
10 La cruz de los caballos

ARCHIVO GENERAL DE INDIAS SEVILLA

(pág. anterior) Escenas de los mineros en el Alto Perú. Imágenes de G. Poma de Ayala. (izquierda) El Guaina Capac Inca pregunta al español Candia ¿es éste el oro que comes? Los indígenas americanos no podían comprender la avidez de los españoles por el oro, creyendo que lo necesitaban como un alimento.(medio) Castigo del corregidor de minas para disciplinar a los indígenas. (abajo) El indio capitán alquila a otro indio para reemplazar a otro enfermo. (derecha) Minero robando a un cacique. (arriba) Diseño para optimizar un malacate movido por caballos para la extracción de materiales de una noria (ingenios y muestras).

CIVDAD
LAVILLA·DECOVCHO
COS·MINASDEPLATA

CIVDAD
LAVILLARICAENPERE
PLVS
VLTRA
EGOFVLCIO
CVLLVNASEIOS
chinchaysv
yo
colla suyo

cia de poblaciones indígenas, a las que su organización anterior a la conquista hacía utilizable para la economía surgida de ésta." (10).

Con el desarrollo económico de la minería, en cada explotación surgen poblados, algunos de ellos se consolidan y serán el origen de importantes ciudades o reales mineros. Potosí en el Virreinato del Perú (1537), Zacatecas (1548) y Guanajuato (1554) en el de Nueva España. La organización de trabajo implicaba la alimentación, pan, vino, coca, tabaco, aceite y otros artículos que se daban a los mineros. Para los acarreos usaban llamas y para iluminarse en la mina, velas. Todos estos insumos que producía la minería necesita de una cantidad de ***regiones económicamente complementarias, como lo fue el sur hacia el Río de la Plata.*** El problema del fraude a la corona fue una constante que generó restricciones, pues se llegó a prohibir que los plateros fundieran plata o tuvieran fuelles, como también el trabajo de los lapidarios y orfebres. *"La explotación minera era, con frecuencia, una empresa conjunta entre encomenderos, que tenían acceso a mano de obra y mayores facilidades, para adquirir tierras con minas, y comerciantes aviadores o habilitadores, es decir, las aprovisionadores que contribuían con el capital que requería el abastecimiento, el equipamiento, los salarios necesarios para extraer y refinar el mineral." (11)*

Los trabajos en profundidad para la extracción del mineral tenían una gran dificultad operativa, por los débiles instrumentos tencnológicos de la época e insumían muchos de los recursos materiales y especialmente de mano de obra. En algunas minas de México se hacía una rampa de acceso en forma de caracol, lo que facilitaba el transporte de hombres, animales y materiales. Para el desagote primero se usaron tornos accionados por hombres que subían unos baldes de cuero (Zacas) que luego se vaciaban fuera de la misma. Más adelante se trató de superar el problema usando norias o malacates (cabrestantes) movidos por mulas o caballos. En el siglo XVIII se afirman el uso de malacates de acción directa que no usaban los débiles engranajes de madera. En Potosí el drenaje de las galerías era por drenaje natural. Una primitiva bomba de encañados fue usada en México para el desagote del agua, ésta ascendía por el vacío producido por un émbolo, que se desplazaba ajustado dentro de un caño. La energía necesaria la daban los hombres o los animales accionando una noria. Cuando crecían las profundidades se acentuaba la falta

(pág. anterior arriba) Distintas ciudades mineras representadas en la obra de Guamán Poma de Ayala. (abajo)Detalle de la Casa de Moneda de Potosí. La dimensión de la riqueza producida por las minas resultó en la construcción de ciudades que crecieron rápidamente y de a poco estuvieron dotadas con magníficos edificios e infraestructura. Potosí llegó a contar con 160.000 habitantes, un 25 por ciento de criollos, otro tanto de españoles, 6.000 negros o mulatos y el resto indígenas como trabajadores forzosos. En poco más de 20 años se descubrieron los principales yacimientos de plata americanos. Las del Cerro de Potosí fueron descubiertas por un indígena buscador de vetas al servicio de los conquistadores. En 1544 se inició su explotación en forma sistemática y en su pie creció la ciudad. Carlos V la designó como Ciudad Imperial, siendo la más grande de América. Treinta años más tarde tenía 89 vetas en explotación. A fines del siglo XVIII el agotamiento de sus minas se reflejó en su población que se había reducido a poco más de 20.000 habitantes. Las principales vetas del Cerro de Potosí eran la Rica, la de Mendieta; la del Centeno y la de Estaño.

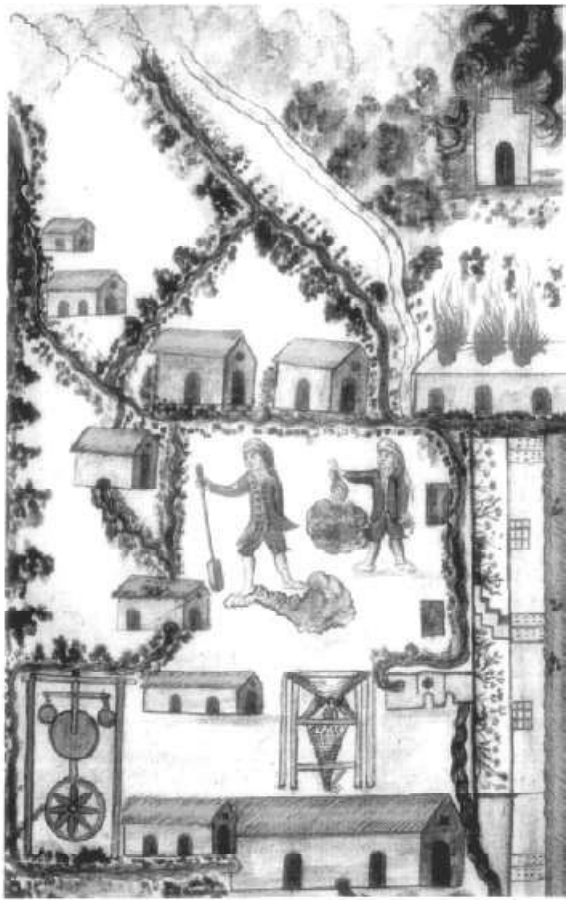
Costales: *Saco grande de tela ordinaria (Ndile)*

de oxígeno. Para la ventilación se usaban los *resolladeros**, las máquinas de fuego o dispositivos basados en la energía hidráulica el como el *tambor de agua,* que insuflaba aire en el interior de la mina. Un mecanismo que se usaba para insuflar aire dentro de las minas fue la llamada *trompa de agua*.

Una lista de herramientas y accesorios necesarios para el trabajo minero, nos da una idea del tipo de *trabajo* basado en la mano de obra indígena y el trabajo manual.: 40 barretas, 40 picos, 5 quintales de hierro para calzar estas herramientas, 6 quintales de hierro para cuñas y quiminas, 8 barretones, 4 martillos para quebrar el material, 12 cucharas grandes de hierro, 10 azadones, 30 hoces para segar, 100 costales de *guasca** o cuerda, 80 quipinas de una vara y media de sayal para sacar el mineral. *Badanas** para llevar el mercurio. Una lista que poco ha cambiado desde las antiguas minas en poca de los Iberos.

El mercurio es un metal de alta densidad y tiene capacidad de disolver el oro y la plata, con los cuales forma una amalgama. Estas propiedades serán usadas para dorar (al mercurio) por los artesanos o en forma industrial la amalgamación en frío, un procedimiento que parece haber sido descubierto en América por un sevillano, Bartolomé Medina (1554). Rápidamente se difunde por América y poco después (1557) ya se usaba en las minas de Guadalcanal en Sevilla. El sistema, que necesitaba de grandes cantidades de mercurio, indujo a ampliar su explotación. Se lo traía desde las minas de Almadén en España y se lo transportaba en unos perfeccionados envases de plomo. La corona transformó las minas de Almadén en un monopolio. Algo similar ocurría en 1573 con las minas de Huancavélica (1572), luego arrendada a los azogueros. ***El método del Beneficio de Patio permitió, pese a su complejidad técnica, abaratar el producto y usar minerales de baja calidad*.** Se procedía

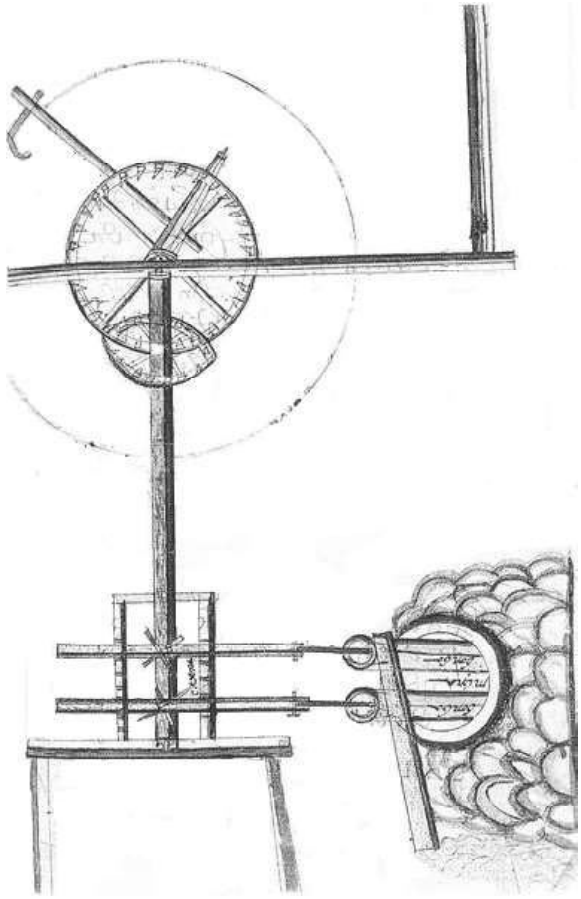
El trabajo de las minas fue la actividad económica más importante pues la plata y, en menor medida, el oro, eran el soporte de la economía española de época. (abajo izq.) En primer plano un molino con su rodezno y el patio de amalgama. (derecha) Operaciones de molienda "incorporo" de azogue y vertida en el buitrón. Baltazar Martínez Campañón. Descripción de Trujillo del Perú c. 1780.



a la trituración y molido del mineral con mazas y molinos, obteniendo una granulometría muy fina del mineral, luego se lo mezclaba con sal, con piritas de hierro y cobre y con mercurio, hasta producir una amalgama que se lavaba y comprimía, quedando las piñas de plata con mercurio.

Finalmente, por un sistema de destilación y fundición se separaban, quedando remanente una parte del mercurio para usarlo nuevamente. Establecía en su complejidad nuevas necesidades como la abundancia en agua, usada como energía para mover los molinos para la molienda. La provisión de agua constante necesitó de fuertes inversiones para represas y acequias. El nuevo método mejoró el rendimiento. Su sistema estaba organizado por medio de "*buitrones"* hechos de piedra y otros de tabla. *"Tienen por largo comúnmente de 40 pies y de ancho 10 por lo hueco y tienen de alto desde su planta y bóvedas, seis o siete pies. Está hueco por debajo que carga su pavimento y suelo sobre una bóveda y paredes ... y tienen sus humeros y vías por donde corre el humo y sobre este primer suelo se levantan las paredes ... y está dividido el suelo en seis partes ... que llaman cajones ... Puesto en cada cajón dos cuadros ... van pasando el metal por los pies de una parte a otra, que llaman repasar, para que el azogue se vaya incorporando y tomando la ley del metal ... Tápase estos cajones con unas tapas ... y por donde se juntan le echan barro para que no se salga el humo causado por el fuego que está dado en las bóvedas como en un baño ... y esto se hace porque con el calor tiene más lugar el azogue de comunicarse con el metal ... y en un espacio de cinco o seis días. Toma el metal la ley y lo sacan del buitrón a lavar en tinas con cierto molinete ... y de aquí lo sacan y lavan con bateas ... limpia que está la plata y azogue del metal, lo exprimen por un lienzo ... y quedan en el unas manzanas de plata y azogue que llaman pella ... y de esta pella hacen las piñas ... y las ponen en cierto fuego donde las tienen cubiertas con un vaso de barro y cubiertas de carbón (ardiendo) y el azogue se destila por dentro de un cañón que lo recibe ... y así se viene a desazogar inflamándose la plata como el hierro en la fragua, expeliendo y destilando de sí el azogue".(12)*

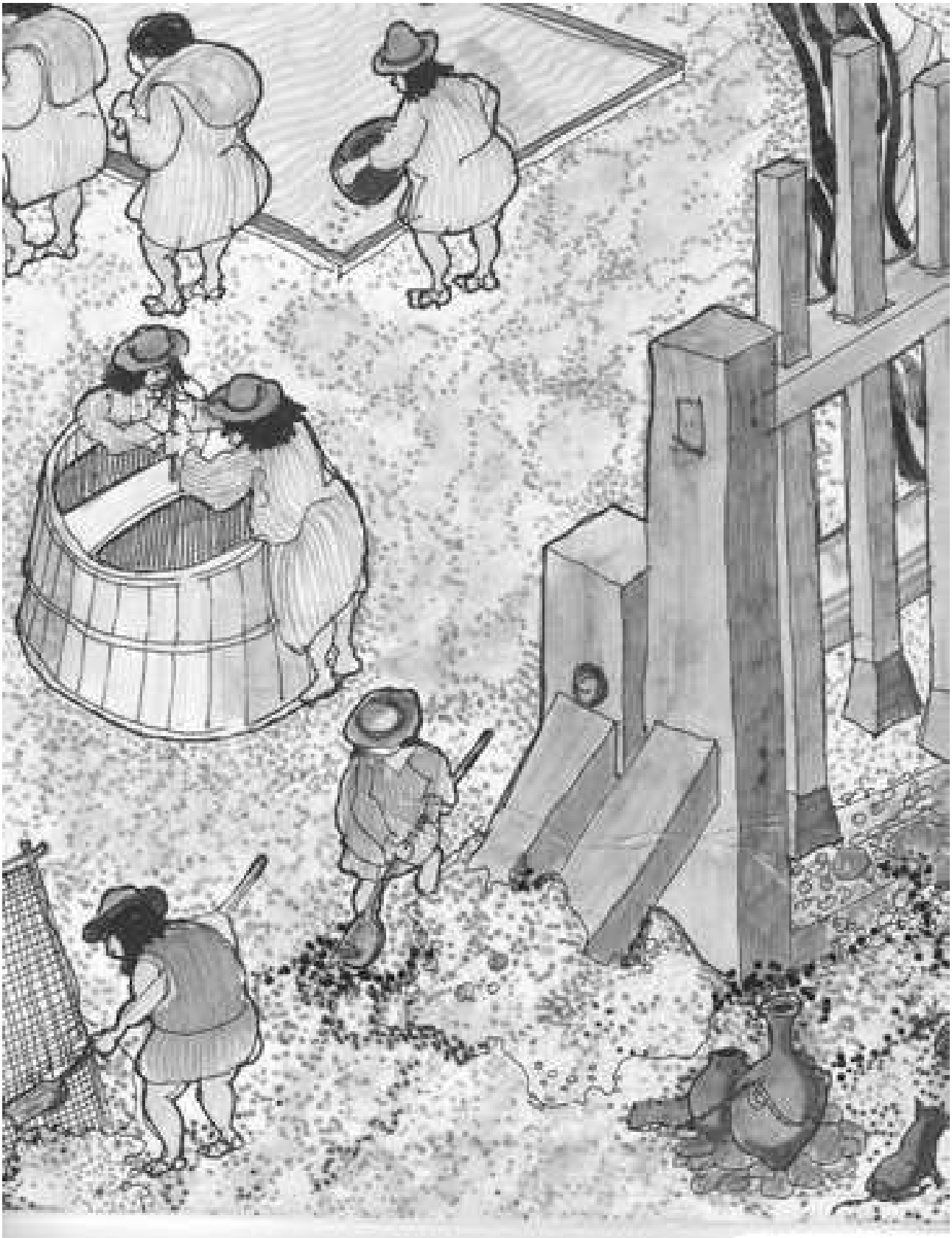
Los mineros del Potosí introdujeron mejoras para procesar el mineral... "*al añadir las negrillas de pirita de hierro o de cobre, que se encontraban allí mismo (llamadas "magistrales") realizando grandes economías de mercurio. Los mineros peruanos obtuvieron así una separación más rápida de la plata, de diez a catorce días frente a las seis semanas en México." (13)*. En el siglo XVIII se intentó utilizar el sistema de



Para desaguar las minas de Zagualpa en México se usaba una bomba de encañados (1608)

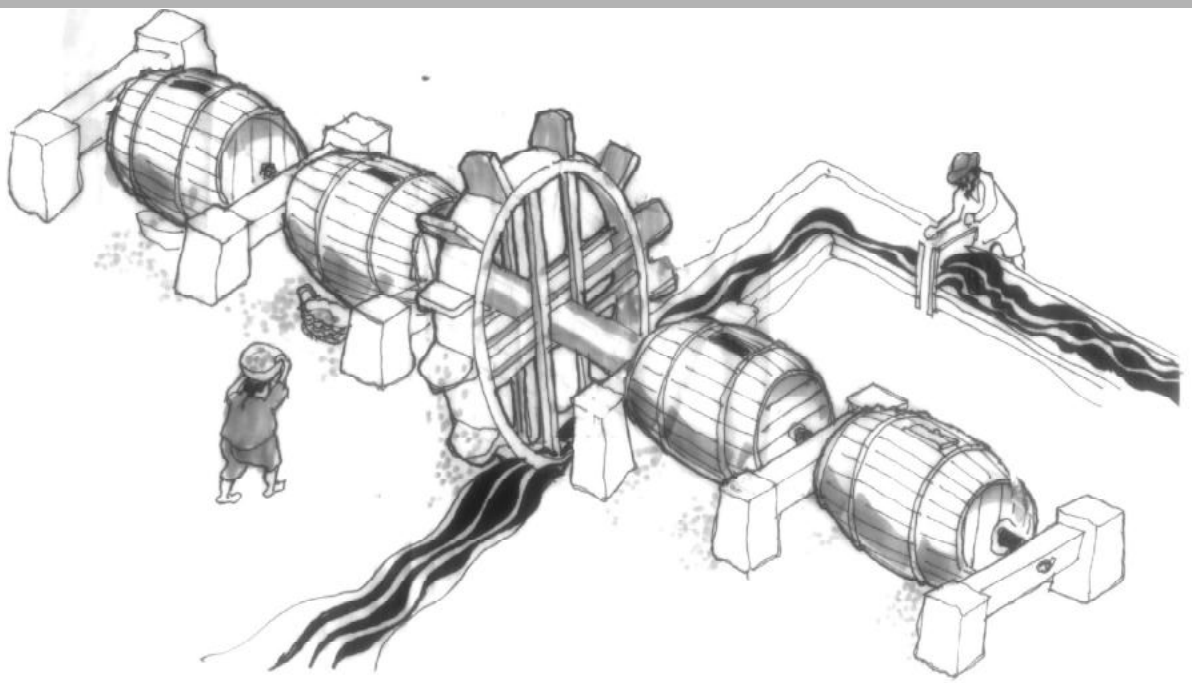
altos hornos como en Europa pero sin mayor difusión. El cambio vino con la organización de una Casa de Fundición por la Real Hacienda (1703) para cuya dirección se trajo a un técnico de Alemania.

El Cerro de Potosí fue el yacimiento de mayor producción americana con casi la mitad de la producción. Los beneficios de la mina la Corona se quedaba con un quinto de la plata. *"En 1585 (s/Capoche) había por lo menos 612 minas que habían transformado al* ***Cerro Rico*** *en una colmena y 500 propietarios de minas ninguno de los cuales tenía más de 50 mineros. La explotación se hallaba bajo el régimen de la pequeña empresa. Los verdaderos dueños eran los refinadores, los* ***azogueros*** *importadores del mercurio que eran 75, algunos de ellos propietarios de minas también. Otro grupo importantísimo era el de los mercaderes de plata que eran sólo 12, que compraban los lingotes a los refinadores y se los vendían a las cecas." (14)*. En el siglo XVIII, en la región de Guanajuato se explotaban las minas más importantes, entre ellas la Valenciana donde llegan a trabajar 3.300 mineros que producían el 80 por ciento de la plata regional. La riqueza de la minería determinó la vida Guanajato por cuatro siglos;



En los primeros tiempos de la minería americana se usan los procedimientos europeos fundiendo el mineral con el complemento de plomo o litargirio de forma de bajar el punto de fusión. A partir de 1555 se pone a punto un nuevo método"en frío" por medio de la amalgamación con mercurio... Para ello hacía falta triturar el mineral hasta un polvo fino, "fue necesario por tanto abordar la construcción de un complejísimo equipo de molinos accionado por bestias de tiro o mediante ingenios hidráulicos. En 1597 funcionaban en Nueva España (México), al menos 406 molinos para triturar mineral, de ellos 167 movidos por energía hidráulica

y 239 por animales de tiro." (15) En las minas de Potosí, donde se tenía abundancia de agua, se construyeron 22 ingenios hidráulicos para lo cual se organizaron muchas represas. Estos ingenios "almunedetas" se componen de una gran rueda, que moviendo un eje con levas levantan los mazos con cabezas de hierro forjado (almunedetas), que son abastecidos de mineral por los numerosos indígenas.Los ingenios eran construidos por carpinteros de lo prieto. Las maderas se buscaban según las distintas funciones y formas.



Máquina para amalgamar en barriles (1789), usada en los ingenios de Aiangi. (Trujillo) en el Perú. Bas. B.J. Martínez Campañón. Los barriles tienen una boca de carga. La energía es hidráulica alimentada por medio de una acequia regulada con una compuerta.

cuando desciende la producción del cerro de Potosí en el siglo XVIII se convierte en el principal proveedor de plata. En sus alrededores se produjo un cambio del paisaje, con la desforestación para la obtención de maderas para la minería.

Entre los monopolios reales, había algunos como el estanco de la pólvora o el azogue, que estaban al servicio de otras ramas de la producción como la minería. Otros como los naipes, papel sellado o el tabaco que eran considerados vicios, tenían como objetivo una mayor recaudación. Como parte de las reformas de la Ilustración, se reorganizó la política económica, incrementando la producción minera, se incorporaron tecnologías de origen germánico, enviando técnicos alemanes o españoles formados en Alemania. Se trabajó en minas cada vez más profundas o de bajo rendimiento; se complementó con la formación de técnicos en América, para lo cual se organizaron escuelas de minería en México y Perú. Se establecen sistemas de regulación con las nuevas leyes de minería, se organizan tribunales de minería y bancos de rescate con el fin de comprar al mejor precio la plata para los mineros y a su vez venderle el azogue a los más bajos, facilitando la producción. En 1783 en el reinado de Carlos III ***se promulgaron ordenanzas sobre la minería*** y era tal el interés por las explotaciones que a los mineros se les exceptuó del servicio militar. Las reformas se consolidaron solamente en México y fracasaron en el Perú y Nueva Granada, donde había estructuras conservadoras que veían afectados sus intereses. Las nuevas ordenanzas tratan de consolidar la minería organizando un Tribunal General de la minería de Nueva España y que su gestión sea por medio de mineros prácticos con más de diez años en la minería, sin olvidar, como corresponde a la época, que debían ser buenos americanos, españoles o europeos pero ***limpios de toda mala raza y ser cristianos viejos.*** Las ordenazas prohiben a los extranjeros adquirir o trabajar minas propias, prohibición que se hace extensiva a los religiosos, a los gobernadores, intendentes, corregidores ni otro cualquier ***justicia.*** También protegen a los mineros y les dan privilegios. *..."además declaro a favor de la profesión científica de la minería el privilegio de nobleza, a fin de que los que se dediquen a este importante estudio y ejercicio sean mirados y atendidos con toda la distinción... los dueños de las minas no podrán ser presos por deudas (16).* La ilustración y su búsqueda de criterios científicos, aportan una forma de conocer la ubicación relativa de las minas, y por lo tanto acotar la propiedad, la llamada *geometría subterránea. ..." para que nunca falten sujetos conocidos y educados desde su niñez en buenas costumbres e instruidos en toda la doctrina necesaria para el más acertado laborío de las minas y que lo que hasta ahora se ha conseguido con prolijas y penosas experiencias... pueda conservarse de una manera más exacta y completa que la mera tradición regularmente y poco fiel... mando que se erijan y establezcan con el mayor esmero y atención en colegios y escuelas que para los expresados fines se me propusieron por los*

diputados generales... se han de dotar y mantener la comida y vestido con la correspondiente regular decencia... por ahora veinte y cinco niños españoles o indios nobles de legítimo nacimiento, siendo siempre preferidos los descendientes o parientes próximos de los mineros. (17)

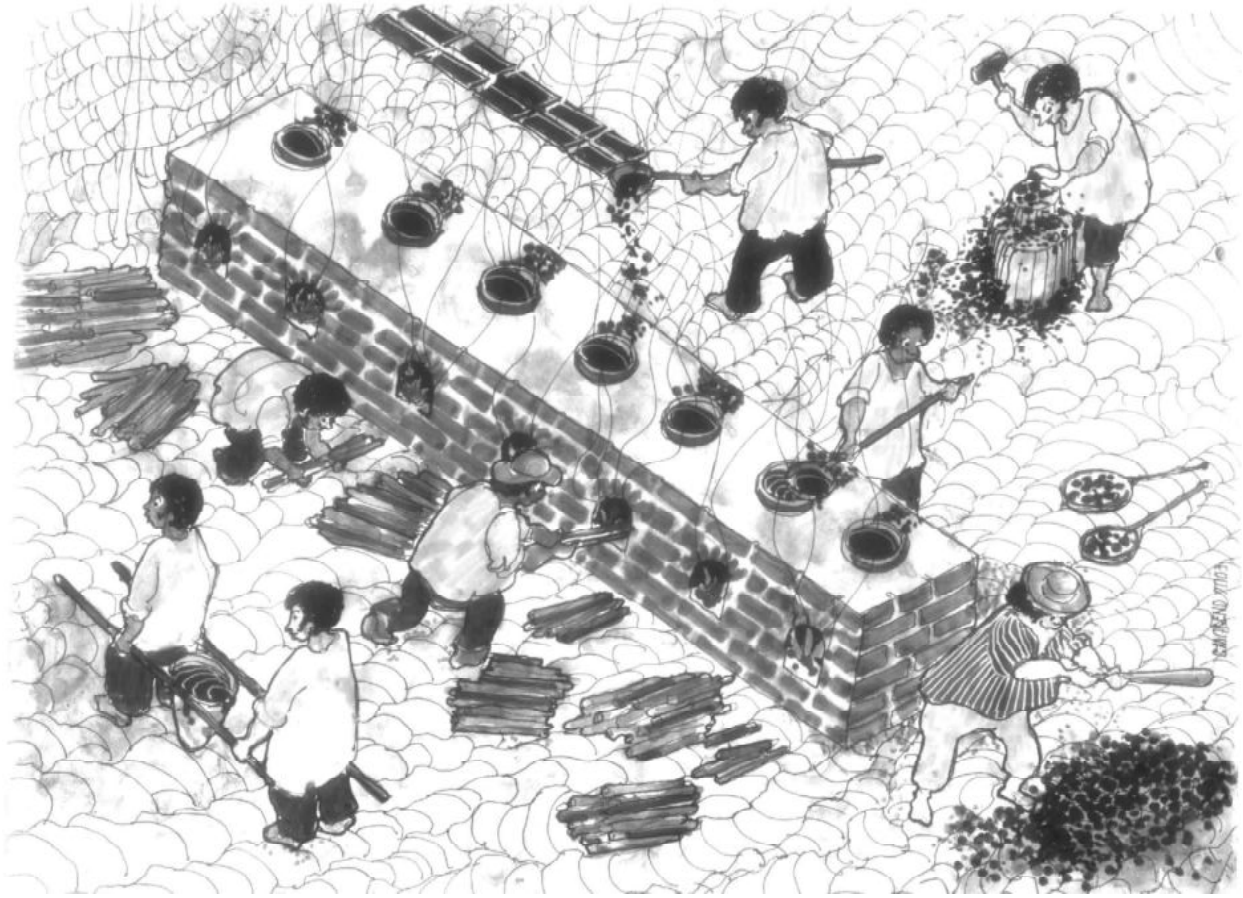
El siglo XVIII lo fue de cambios y propuestas en la razón. Con los nuevos valores que trae la ilustración en los países europeos se realizan numerosas expediciones científicas. *"La ciencia en el progreso la exaltación de las luces se acompaña de una curiosidad general. De los espíritus cultivados por la* ***Naturaleza*** *y el* ***Universo*** *hay un deseo casi generalizado de saberlo todo, de conocerlo todo. En España con ela dvenimiento de los borbones las actividades científicas, en especial las ciencias de la naturaleza recibieron un extraordinario impulso"...* Rosa María - Expediciones científicas en todo el continente, Pérez Estevez, Manual de Historia Universal, América Ediciones Najera, Madrid, 1987.

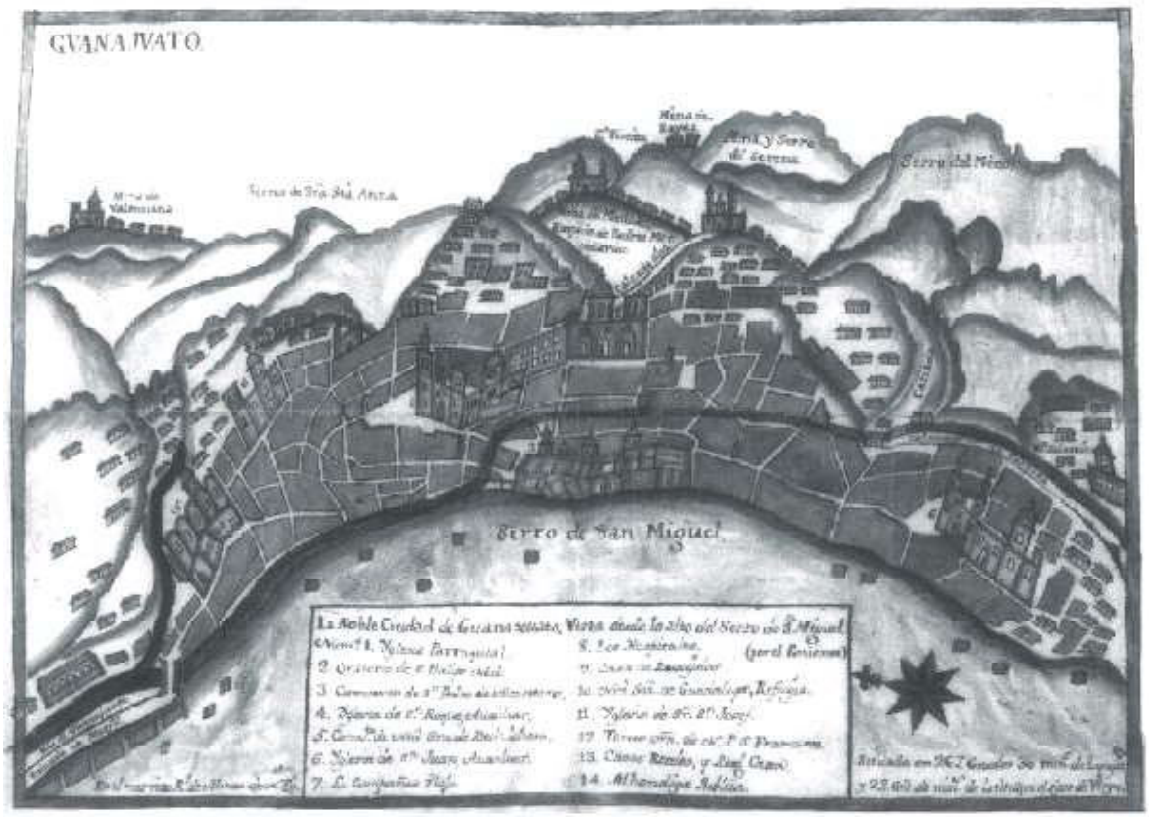
Las expediciones botánicas españolas en el siglo XVIII fueron tres y en México tuvo como consecuencia la organización del Real Jardín Botánico. Todas estas acciones van marcando el crecimiento de la actividad científica en América especialmente en aquellos lugares que eran centro de la economía y sostén de la cultura regional.

En 1794 se organizó una expedición científica a Chile y Perú dirigida por los científicos alemanes Conrado y Cristian Heuland, mineralogistas con el objetivo de trabajar en la formación de colecciones de minerales, cristalizaciones fósiles y conchas de las dos Américas destinadas al Real Gabinete de Historia Natural. Se realizan estudios sobre las *"explotaciones nuevas de estos territorios mandando a Madrid abundantes cantidades de muestras de minerales". Rosa María.*

"Humboldt actúa en América como catalizador para las escuelas científicas allá donde fueron estimuladas las investigaciones. Enseño nuevos métodos y después a su vuelta a Europa proporciono a muchos investigadores libros e instrumentos". (18).

(abajo) Esclavos beneficiando la brea a fines del siglo XVIII. Bas. Trujillo Perú. B.J. Martínez Campañón





(Arriba) La ciudad de Guanajuato (1748) en Nueva España (México) fue uno de los principales centros de la minería colonial. En las afueras se ven las distintas minas, entre ellas se destacaba la veta madre considerada una de las mayores a nivel mundial. En algunas como la Valenciana se podía bajar por una rampa en caracol, lo que permitía usar caballos. Dada la escasez de agua en la zona,todo el movimiento de los ingenios, para sacar el agua o triturar el mineral, se hacía por medio de hombres o animales. (Abajo) Real Seminario deMinas de México. Imponente edificio neoclásico construído entre 1797-1813.

Otras regiones americanas

El Brasil *"ha sido más transformado por el siglo XVIII que Hispanoamérica. Su zona nuclear se ha trasladado del norte azucarero al centro minero, al mismo tiempo la expansión portuguesa ha proseguido hacia el norte y el sur; al norte se ha dado la expansión del Maranhao, la instalación sumaria en el Amazonas. Al sur la apertura de una nueva tierra ganadera en Río Grande." (19)*

En el territorio de Brasil, los portugueses pronto levantaron factorías con algunos galpones y un cerco de estacas para prevenir ataques indígenas. Entre ellas se destacaban las de Cabo Frío, Pernambuco y Río de Janeiro, allí se realizaba el ***rescate, esto es, el trueque*** del palo brasil por espejos, abalorios, cascabeles, peines, cuchillos, etc. tan deseados por los indígenas. Sabida la existencia de oro en la región conocida como Minas Gerais a fines del siglo XVII, en pocos años se produjo una gran afluencia de mineros desde las capitanías de Río de Janeiro y San Vicente." *...en 1680 los descubrimientos de minas empiezan a cobrar importancia, la producción será modesta hasta 1750-4 (fase de apogeo) para ir declinando lentamente hasta fines del sigloXVIII.(20)*

Se generaron fuertes conflictos por la explotación de las minas, que a poco fueron pacificados organizándose los primeros municipios, entre ellos la Villa Rica de Albuquerque (Ouro Preto). Se comenzaron a cobrar las quintas que pertenecían a la Corona y los derechos por la entrada de mercaderías y esclavos; fue tal el desarrollo económico de la región que en 1720 se separó de la capitanía de San Pablo y se organizó la de Mina Gerais. A mediados de siglo ya no era posible mantener la producción de oro por agotamiento de las minas. Entonces debieron explotar nuevas y riquísimas minas en la inaccesible región del Matto Grosso. Luego se explotaron otras en la región de Goias (1725). ***La producción de oro, hasta 1820, en el periodo colonial fue el motor de la expansión geográfica del extenso territorio brasileño.*** La importancia de la producción de oro hasta la época de la independencia fue de 777.500 kg. en Minas Gerais, 190.000 en Matto Grosso y Goias en San Pablo, Ceará y Bahia 80.000, sumando todas más de un millón de kilogramos de oro (según Colageras).

En 1725 se descubren diamantes en Minas Gerais. En el centro del país en una franja desde Minas Gerais hasta Matto Grosso se desarrolla la mayoría de la minería del oro y las piedras preciosas. Una descripción de las formas de la minería tradicional la encontramos en un relato del viajero alemán Baptist Van Spix: *"la mina que nos encontramos, pertenecía al coronel Velozo y es una de las más antiguas y productivas. En varias de las cañadas, que bajan de las alturas, había*

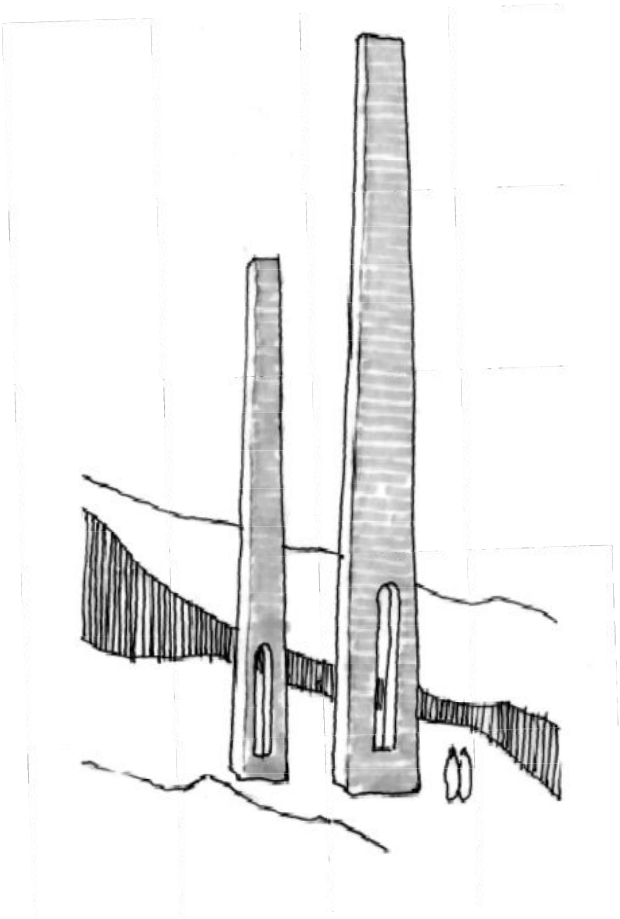
Una consecuencia de los cuantiosos recursos generados por la minería, fueron las espléndidas ciudades que surgieron en la meseta de Minas: entre ellas podemos encontrar Marianna, Ouro Preto y Sabara. En donde se destacan las iglesias barrocas cubiertas de exhuberantes formas y dorados. Palacio de los gobernadores. Ouro Preto. Brasil. Siglo XVIII. Bas. A. SPHAV. PM. Río de Janeiro.

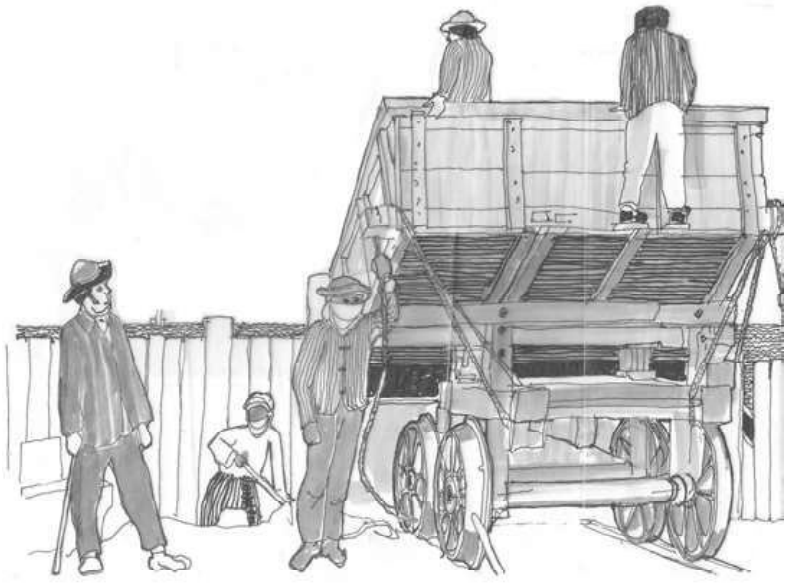
instalado a cierta distancia zarandas y cueros de buey crudos, las primeras destinadas a recoger los escombros más groseros y los cueros para retener el polvo de oro entre los pelos, dirigidos hacia arriba. Aquí y allá observamos también algunas fosas aisladas o mondeos donde se acumula el barro o las arenas auríferas; tan pronto comienza la época de lluvias están en función estos sencillos instrumentos. El agua encauzada artificialmente hacia las aguas enjuaga el oro de las piedras y lo arrastra hasta las fosas o las deja entre los pelos de los cueros de buey." (21) El enorme territorio del Brasil con sus diferentes regiones productoras de recursos: el Amazonas con las maderas y luego el caucho, las mesetas con las tradicionales minas, al centro las tierras dedicadas a las plantaciones tropicales y en el sur la ganadería. El desarrollo de las tecnologías mineras no habían evolucionado gran cosa desde los tiempos coloniales. *"La mayoría de las minas en Sudamérica a primera vista le parecerían meras conejeras a nuestro científico minero inglés; no se sigue ninguna regla o plan en el trazado de niveles o galerías, y de hecho es muy raro encontrar una mina donde se hayan adoptado métodos de trabajo modernos. (22)*

En sus relatos John Miers describe su experiencia para explotar minas de cobre en Chile... *"recibido ofertas para dirigir una empresa de cierta importancia en Chile, reunimos con un amigo un gran capital para iniciar la especulación teníamos intenciones de instalar, en aquel país, una gran empresa para refinar, laminar y manufacturar el cobre destinado a revestimientos. Los alicientes eran poderosos y seductores... se decía que en las minas de Chile podía obtenerse en abundancia, cobre de muy buena calidad por la mitad del precio que se pagaba en los mercados ingleses. Casi todo el cobre obtenido en el país se exportaba en bruto a la Indias Orientales, sus islas y China, a cambio de artículos manufacturados." (23)*

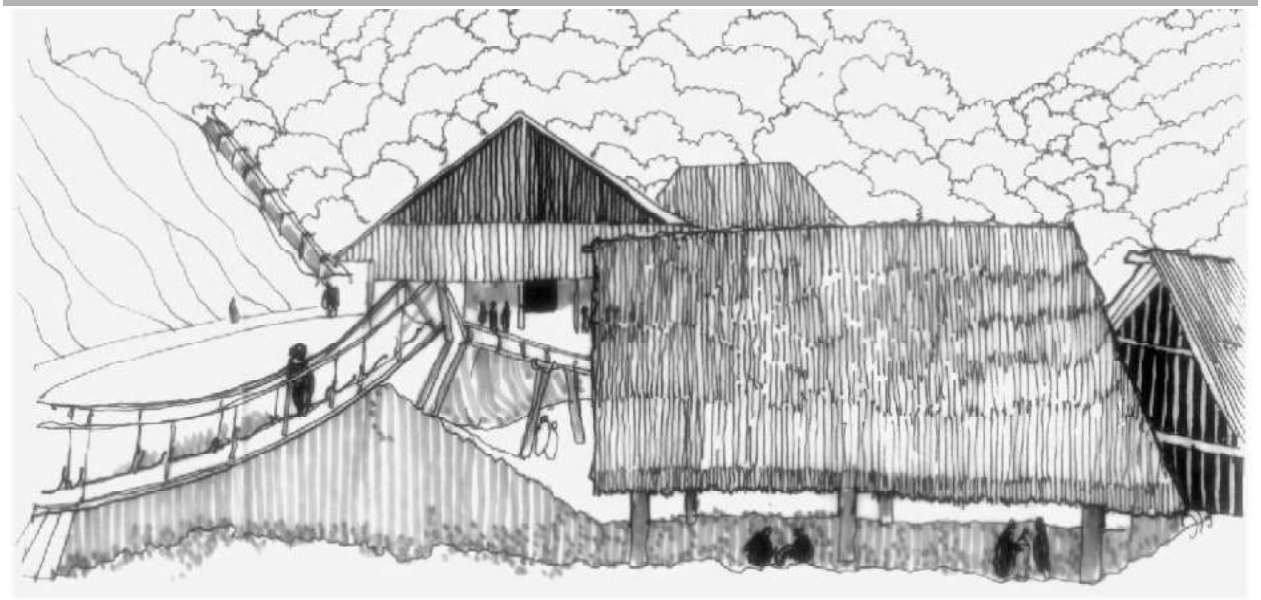
La empresa fue encarada con todas las prevenciones que la distancia hacía prever. Se llevó todo lo necesario para Chile que era su objetivo. *"Cerca de cien toneladas de maquinaria y me embarqué con mi esposa en un bergantín mercante, el Little Sally, juntamente con 70 toneladas más de maquinarias, implementos y bagaje. Llevaba conmigo algunos obreros muy hábiles, ingenieros, constructores de molinos y refinadores. ...En todas las minas de Sudamérica, el descenso hasta los trabajos no se realiza por pozos perpendiculares, sino por una excavación inclinada, o pasaje, tan estrecho que obliga a los obreros a arrastrarse, casi sobre sus rodillas. El mineral se extrae por medio de barretas. Los excavadores se llaman barreteros; los peones que transportan, capacheros. El mineral se transporta hacia la boca de la galería en recipientes de cuero llamados capachos y se lo baja a lomo de mula hasta el pie de las montaña, desde donde se lo*

manda en tinas de cuero hasta la fundición."(24). Copiapó era un antiguo centro minero conocido desde los primeros tiempos de la conquista. Era un pueblo cosmopolita *"allí no se hablaba, ni se debía ni se podía hablar de otra cosa que de minas... desgraciado aquel que ocurriese a ese lugar a gozar de sus rentas o a la sombra de una industria cualquiera que no estuviese en razón directa con el espíritu minerológico de sus habitantes. Tras el saludo de costumbre la primera pregunta que se hacía era por el estado de la mina, la segunda por lo de la mujer"* ...Las técnicas que se usaban eran antiguas, *"todavía no figuraban máquinas movidas por vapor en Copiapó, las que existían impulsadas por aguas cautivaban la atención del que las visitaba por primera vez. En ellas se veían consultadas a un mismo tiempo la solidez, la economía y los principios del nuevo sistema de amalgamación. ...Los trapiches para reducir a arena el metal eran también de hierro macizo y tanto estos cuanto las máquinas amalgamadoras obran estas muchas veces día y noche movidas sin tropiezo por ese sorprendente hilo de agua que se llama río y que por el desnivel natural del terreno tan pronto como dejaba una máquina ya podía emprender con otra"*. *En el caso de oro metálico rara vez se equivocará en su evaluación: de hecho, con frecuencia he visto en Chile viejos mineros que obtienen con la «poruña» resultados más exactos que la mayoría de los profesionales. El modo de usar la «poruña» o cuerno consiste simplemente en tomar un puñado o cantidad determinada de mineral finamente pulverizado y colocado sobre él seco; después se*





(pág. anterior) Mineros chilenos sacando a hombro el mineral (s. XIX). Bas.Grab. época. (arriba) En las minas de cobre de Rincón, Costada, Moratorio y Juna (Chile) estuvo la fundición de labrar y de ella se conservan las chimeneas de los hornos de reverbero (1846). El sistema había reemplazado a los antiguos hornos de fuelle o manga. Las chimeneas están construidos de ladrillos refractarios ingleses y asentadas en mortero de cal y tienen refuerzos de hierro. Son de sección cuadrada (2,05 x 2,05 m. y 18 m. de altura) Monumento Histórico de Chile. (abajo) Transporte de nitratos para su exportación a Europa donde se los usaba como fertilizantes. Bas. El Museo Universal 1863.



(arriba) En el siglo XIV los recursos de la minería colombiana eran el oro, la plata y las esmeraldas. Instalaciones de la mina de plata de Santa Ana en Colombia. (m S XIX bas. album comisión Cartografica). (pág. siguiente) Horno de fundición en América del Norte fines del siglo XVIII. El horno se alimenta por capas con mineral de hierro y carbón. Para la oxigenación se usan los fuelles alternos accionados por energía hidráulica. El material fundido fluye por una vena hasta los distintos moldes armados en el suelo.

agrega un poco de agua y la masa se mezcla bien; las partículas más livianas, barro, etcétera, al flotar, o mantenerse en suspensión por causa del agua, suben, dejando la materia metálica en el fondo mezclada con los granos más gruesos de la matriz. (25) En las cercanías del Aconcagua se encontraban algunas minas de cobre en Catemo; en los años sesenta el inglés Rickard describe el proceso de reducción del mineral de cobre. *"La fundición se hace en hornos de tipo reverberante, pero de pequeñas dimensiones. Cada horno funde por lo general dos cargas en doce horas, de una tonelada y media cada carga, y produce un régulo que contiene alrededor del 35 por ciento de cobre, siendo la ley promedio del mineral crudo de 11 a 13 por ciento; con el segundo fuego el régulo es llevado a entre el 45 y el 50 por ciento de cobre, y a veces se lo envía al mercado de Valparaíso en ese estado. Para producir barras de cobre del 98 o 99 por ciento en general le dan cinco fuegos, pero la ley rara vez excede esta última cifra, a resultas de lo cual el precio obtenido por la barra de cobre chileno en Europa siempre es menor que la del inglés". (26)*

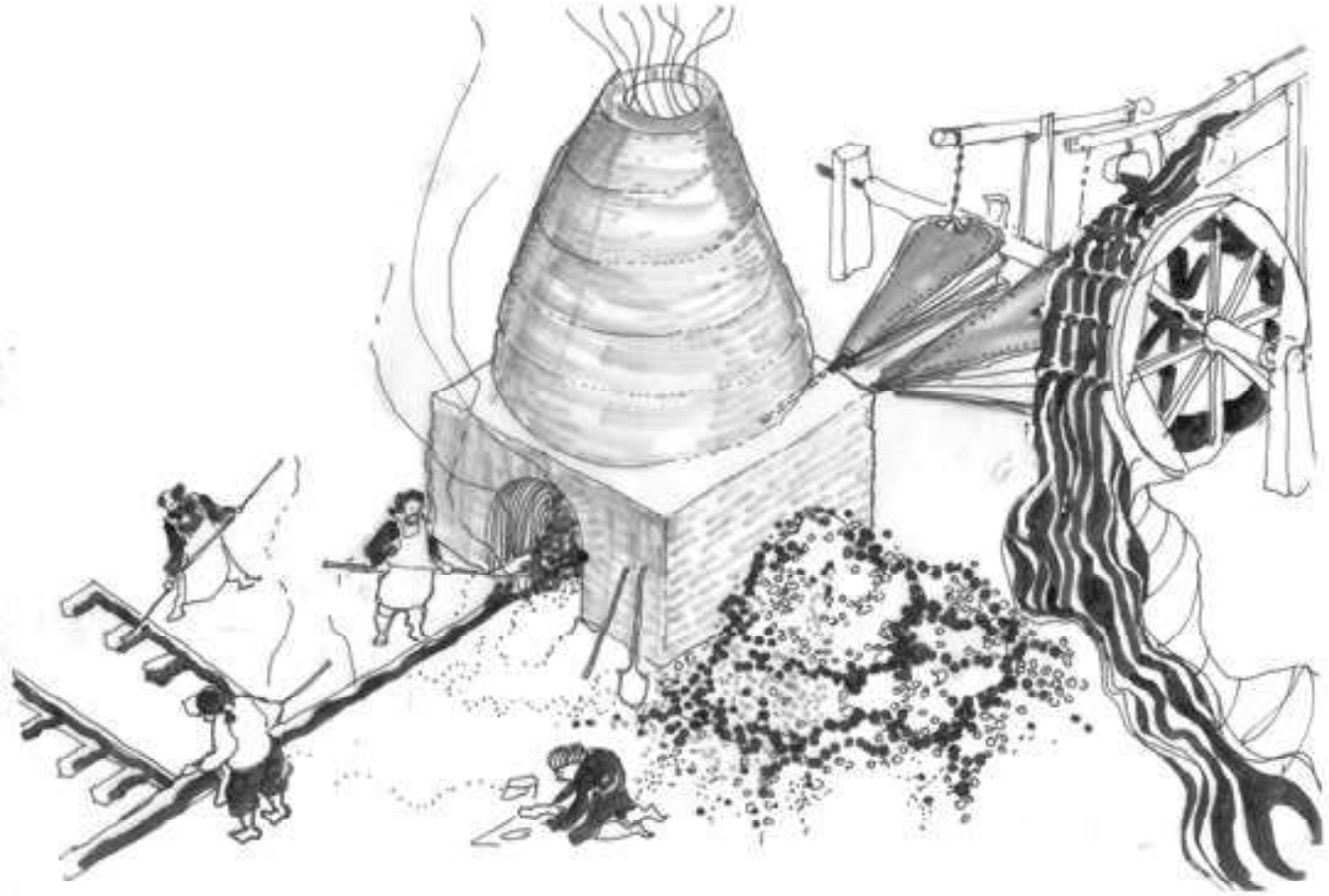
Para responder a las nuevas necesidades alimenticias en los agotados campos europeos se difunde el uso de fertilizantes. En América se empiezan a explotar los yacimientos de guano de las islas Chincha (Perú). En la parte continental se encuentran fosfatos que también son buenos fertilizantes y el salitre usado para los abonos azoados y como fundamental en la fabricación de pólvora.

Para la explotación en la región de Atacama tanto del salitre como del guano se forman compañías especialmente inglesas. El gobierno del Perú declara su explotación como monopolio del Estado, quien debía dar las concesiones. Entonces las empresas extranjeras buscaron el amparo del gobierno chileno. Las guaneras y salitrales estaban en Atacama (Bolivia). En 1842 Chile reconoce las regiones del Norte y encuentra depósitos de *guano**, salitres y nitratos dentro del territorio boliviano. Ese mismo año se extiende su territorio al paralelo 23 y se establece la posesión del Estado de los yacimientos. Pese a las protestas de Bolivia se consolida la ocupación con población y comunicaciones. En la región de Atacama entre el Perú, Bolivia y Chile se desarrolló por los años de 1880, una cruenta guerra, que en el fondo era la apropiación de los yacimientos de nitrato sódico mineral, que se encontraban en gran cantidad en la región. Antiguamente esos recursos habían permitido un fuerte desarrollo al Perú, luego de la guerra pasaron a posesión de Chile, llegando a ser el 80% de sus ingresos fiscales. *La ley de minas, u «Ordenanza de Minería», tal como fue establecida originalmente por los españoles en México, sigue en vigor, con pequeñas modificaciones para adaptarla a las ideas e instituciones republicanas, es quizá la más favorable, y, para el minero, decididamente la más ventajosa, de todas las que yo he conocido. Cualquier persona de veinticinco años de edad o más, cualquiera que sea su nacionalidad, religión, ocupa-*

ción o profesión, puede adquirir y conservar propiedades mineras.
Es decir que cualquier persona que descubra la existencia de una vena metálica fuera de los límites de un área ya reclamada (una «pertenencia»), adquiere derechos legales sobre ella mediante una mera denuncia hecha ante escribano público del distrito, y presentando un documento sellado (valor del sello), en el que se describa la posición, límites y clase de mineral; debe presentar asimismo una muestra de este último, y declarar que tiene a su disposición los medios necesarios, etc., para trabajar y explorar la vena. La mina le es cedida, a él y sus herederos, a perpetuidad. (27)

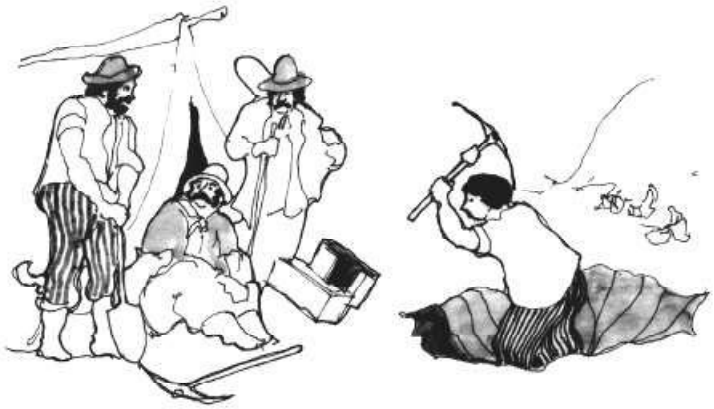
Luego de la independencia la minería mexicana entra en decadencia, las tres minas de plata más productivas del globo fueron la Veta Madre de Guanajuato, la Veta Grande de Zacotecas y la de Potosí en Bolivia. Han producido durante tres siglos, la mayor parte de la plata siendo el sustento del Imperio Español. Las influencias de las formas coloniales perduran por más de un siglo. ..."*México heredó la doctrina española sobre la propiedad estatal de la riqueza del subsuelo.....Benito Juárez, en un decreto de 1863 afirmaba que en materia de minería la nación tiene el dominio directo".. (28)*

Las industrias metalúrgicas de las colonias inglesas de América del Norte son muy antiguas. Para ello se conjugaron varios factores como la tradición metalúrgica de los inmigrantes del norte de Europa, la disponibilidad de insumos como el abundante mineral de hierro y el carbón de los extensos bosques... *"en 1619 John Berkeley construyó una fundición de hierro en Falling Creek, Virginia... En las colonias de la bahía una compañía emprendedora obtuvo títulos gratuitos, exención de impuestos y el monopolio para construir una fundición... Las más importantes fundiciones de hierro estuvieron al norte de Jersey... en el cual Peter Cooper y Abraham Hewitt introdujeron el sistema de horno abierto para producir acero. Después de 1800 aparecieron florecientes fundiciones al oeste de Alleghanys en Pittsburg, donde existía una afortunada combinación de mineral de hierro, carbón, piedra*



caliza y madera para combustible. Pero estas fundiciones y fraguas primitivas solamente eran pequeños emprendimientos. Hasta 1850 la producción de hierro en lingotes de todo el país era sólo de 1.000.000 de toneladas al año y la fabricación de acero insignificante... Esta situación se modificará sustancialmente con el descubrimiento de enormes minas de hierro en Michigan y Wisconsin. (28) En Estados Unidos a partir de 1840 se empezó a usar la antracita en lugar del carbón vegetal y en los '60 el coque para la fundición de hierro. *(29)*

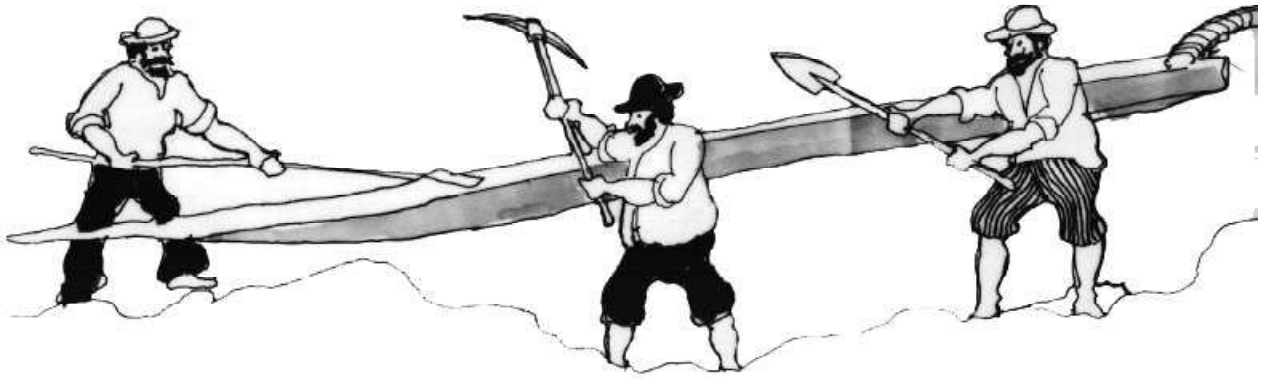
En 1848 Estados Unidos se queda con la mitad del territorio mejicano, y a poco en él se descubren ricos yacimientos de oro en California. La noticia se difundió rápidamente, dando lugar a la ***fiebre del oro,*** cuya producción consolidara la economía y población en California. El movimiento fue espectacular, en 1848 había 5000 mineros, cuatro años después eran 100.000. Al principio el oro se encontraba a flor de tierra pronto se agota y fueron necesarias tecnologías cada vez más complejas. Primero se usa la simple *gamella**, luego una artesa basculante y ésta evoluciona al *long-tom**, desde la Hispanoamerica mexicanos y chilenos traen el *arrastre*, que era una especie de malacate con dos piedras abrasivas, que molía el mineral. El material molido se lavaba y mezclaba con mercurio, produciendo la amalgama. Para separar el oro se estrujaba en una bolsa de gamuza o vaporizándolo. ***La extensa y creciente geografía de los EEUU tenía una disponibilidad de recursos suficientes para sustentar su exponencial desarrollo industrial..."*** *hecho notable en la historia de los recursos naturales de EEUU: muchos de ellos sólo eran utilizables en gran escala después de 1850. Se había extraído mineral de hierro desde los primeros tiempos coloniales, pero lo que dio supremacía a los EEUU en hierro y acero fue la apertura de las cuencas del norte de Michigan y del Lago Superior. En 1859 el coronel Drake encontró petróleo ...también se había explotado cobre en Michigan ...se explotaron ricos yacimientos de plata en Colorado en 1859 y los de Nevada y Montana en los sesenta, las minas de plomo de Missuri y la región de galena en Illinois ya eran famosas antes de la guerra de la secesión ...todo esto afecto hondamente la estructura económica y política financiera del país".....*

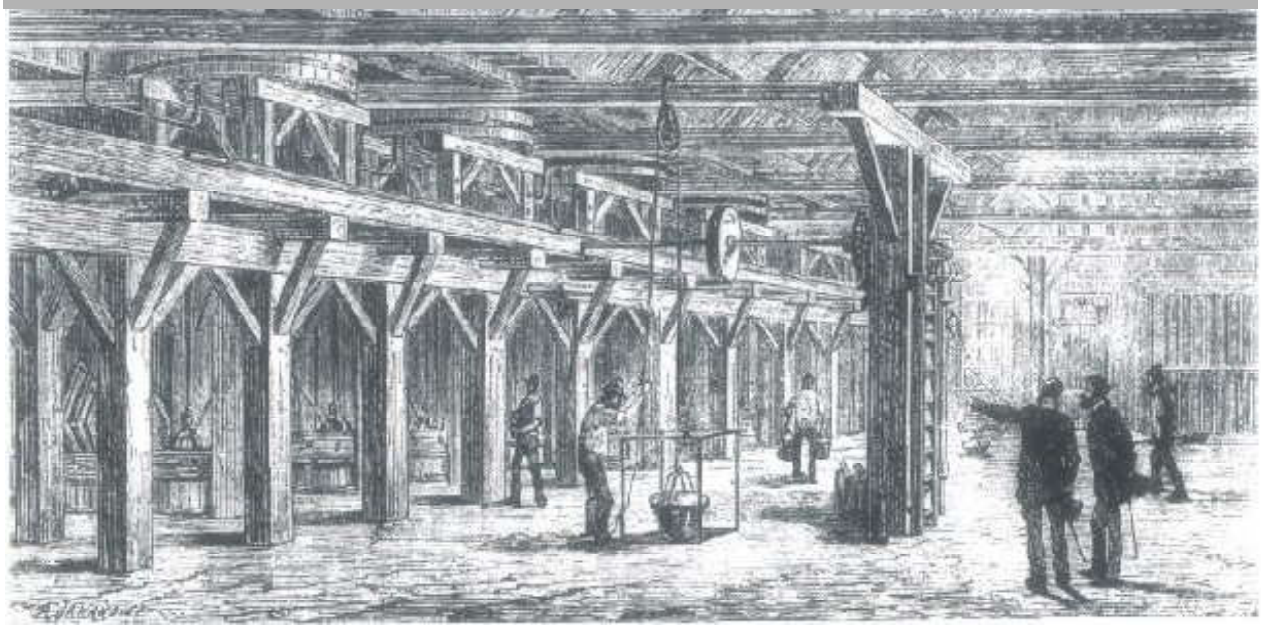


(arriba) Mineros en California (gambusinos) en la época de la fiebre del oro (c. 1850) (abajo) Luego que se agotaran los primeros y rendidores placeres se debió incorporar tecnología más elaborada como el long-tom.

***Gamella**: plato de hojalata o hierro que se llenaba con tierra y luego se lo agitaba bajo una corriente de agua separando el polvo del oro más pesado.*

***Long-Tom**: Canalón dividido en dos partes, una de tres metros en pendiente y terminaba en una chapa perforada; el material con el agua caía en la caja del peine donde quedaban las partículas de oro. Una variante fue el lavadero de arena formado con un canalón más largo con peines .*



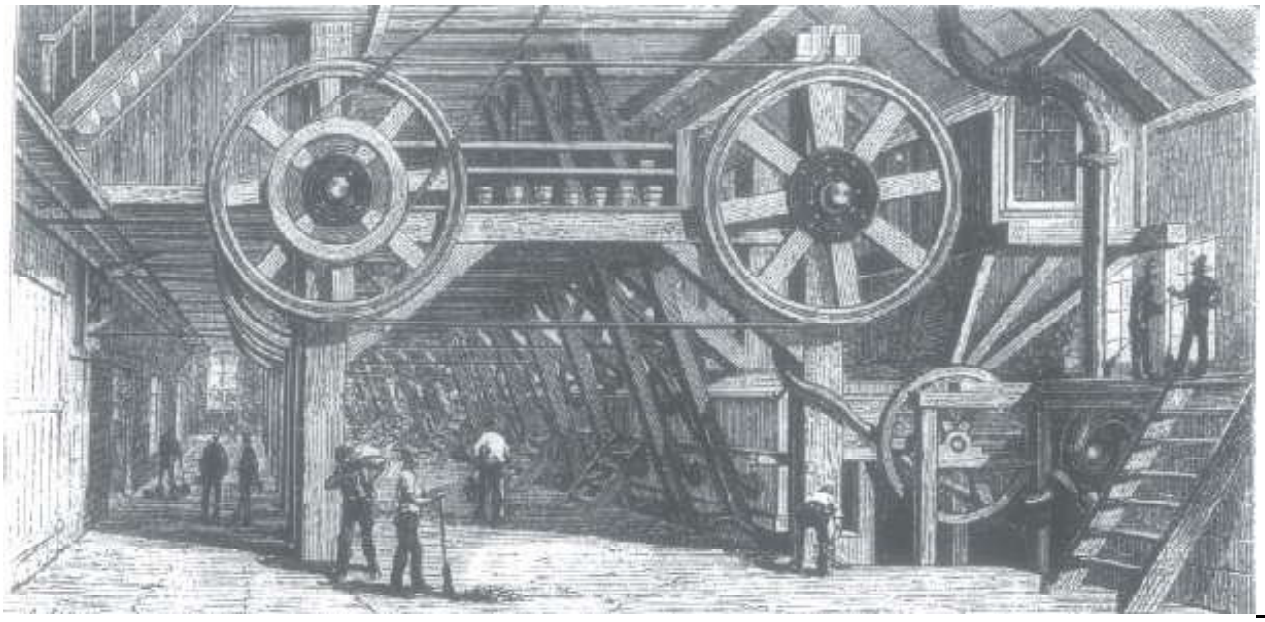


(arriba) Molino de amalgamiento para el tratamiento de los minerales de plata. (abajo) Batería de molinos para triturar el mineral de plata en una mina de Estados Unidos (c. 1860)

(30) La posibilidad de disponer de grandes cantidades de energía producidas cerca del lugar de trabajo, permitió un mayor y más eficaz explotación de los recursos mineros. En las minas de Manhattan en 1863 *..."el mineral se envía luego al molino para reducirlo a polvo, se comienza por hacerlo pedazos entre dos cilindros que giran en sentido inverso como los destinados a triturar la caña de azúcar y después se pulveriza en enormes morteros mecánicos, alineados en series de unos veinte cada una." (31)*

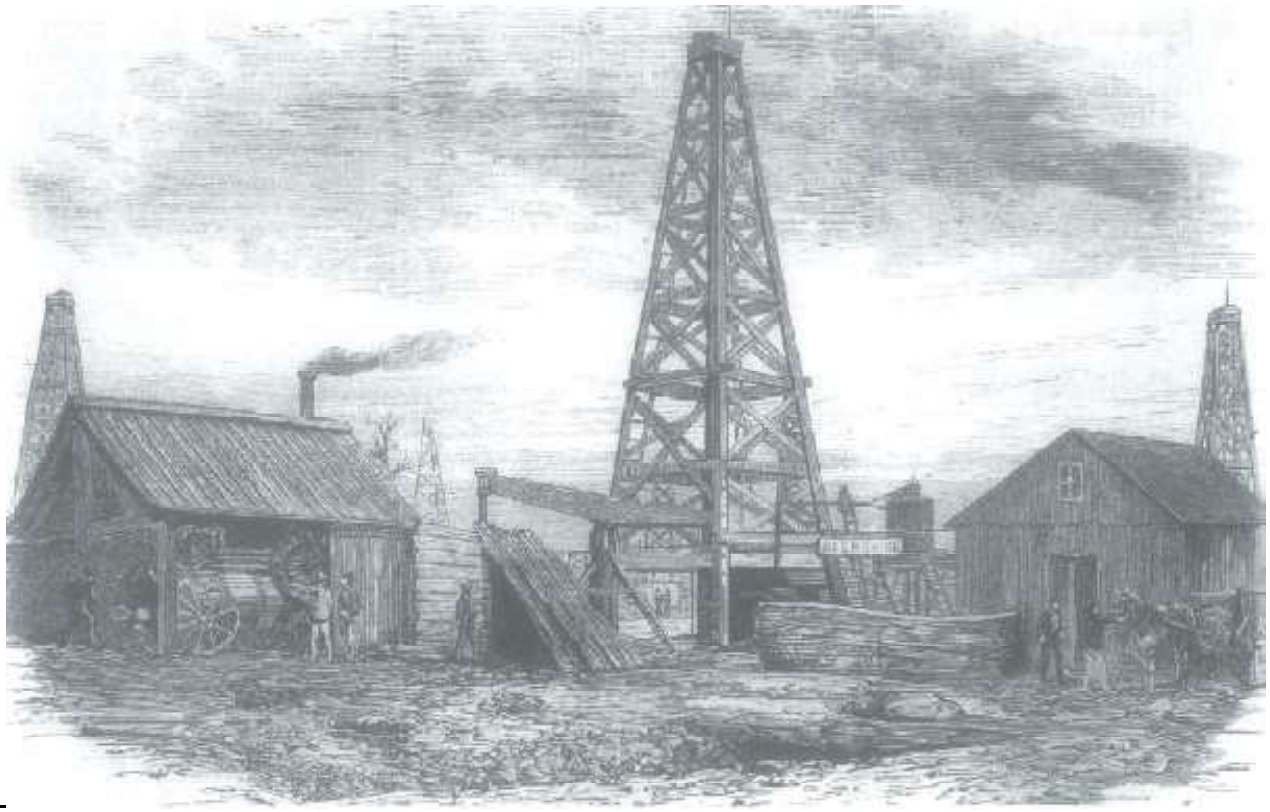
A fines de los años cincuenta se producía petróleo parafinado para alumbrado. En los EE.UU. Abraham Gesner desarrolló la producción de kerosene a partir de diferentes métodos de destilación de rocas asfálticas, el líquido era luego purificado con ácido sulfúrico y cal, luego se lo destilaba otra vez. El kerosene, para alumbrado, en poco tiempo reemplazó al aceite de ballena. El petróleo era más facilmente destilado y reemplazó a los otros minerales. La perforación era una tecnología que se conocía desde el Siglo XIII en la región de Arlés en Francia: allí tuvieron su origen los llamados *pozos artesianos*.

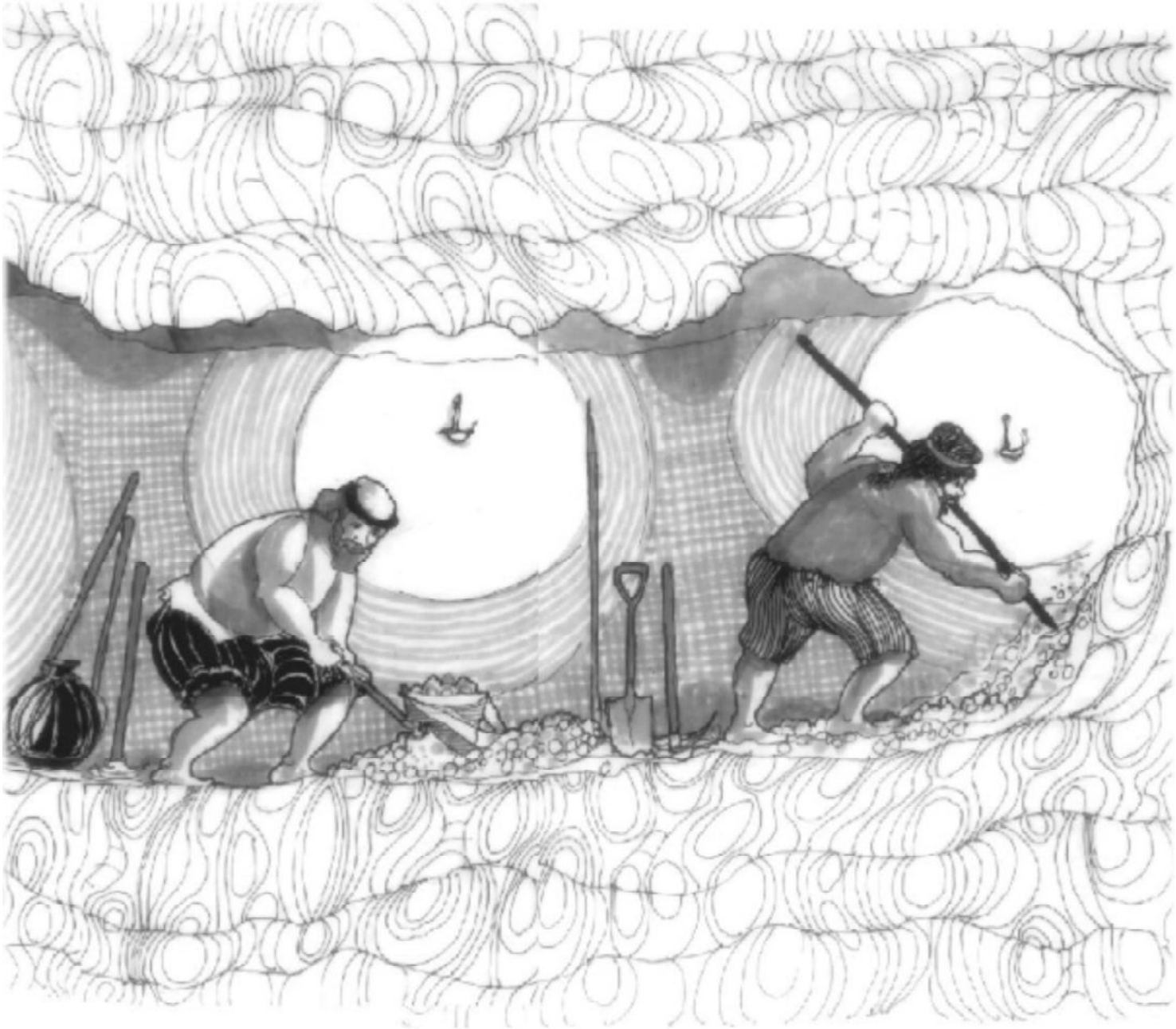
En el siglo XIX se los usaba también para extraer agua o sal. En 1830 se empiezan a usar las torres que facilitan el funcionamiento de las herramientas de taladrar.



Luego en 1850 se empieza a mover por medio de máquinas de vapor. El sistema usado en Norteamérica era conocido como Pennsylvania y se basaba en el antiguo sistema chino de cuerdas que suben y bajan el taladro. En Europa se usaba un método más avanzado para perforar el suelo: desde 1846 se bombeaba agua a la punta hueca del taladro de donde salía en forma de chorro y servía también para extraer residuos. En terrenos normales su rendimiento era de casi un metro por hora. En 1838 en Pennsylvania encontraron petróleo cuando estaban haciendo un sondeo para buscar sal. El aceite de roca (como se conocía al petróleo) contaminaba el agua, se lo separaba y era vendido como ungüento para tratar el reumatismo, la gota, y otras enfermedades. El pozo que en 1859 perforó el Coronel Drake tenía una profundidad de 20 m. y un rinde de 8 a 10 barriles de petróleo por día.

(Arriba) El sistema usado en América para perforar pozos era conocido como Pennsylvania y se basaba en el antiguo sistema chino de cuerdas que suben y bajan el taladro. Perforando un pozo de petróleo con el simple y agotador "perforar a pie". Por medio del impulso alternativo y continuo se hacía llegar a las herramientas de perforación suspendidas de la soga central hasta más de 100 m. de profundidad. La pértiga actúa como un resorte que nivela el esfuerzo. (Abajo) Grabado de la ilustración Española y Americana que muestra uno de los primeros pozos para extraer petróleo en el valle de Oil Creek. E. U.





MATERIALES, COMBUSTIBLES, CUEROS Y SAL

(Pág. anterior). Excavación de una mina en la región andina con herramientas primitivas (principios del siglo XIX)

Notas

1-3.- Lagiglia Humberto. Presencia hispánica en la minería indígena y colonial de Mendoza. Ed. M.H.N. Mendoza 1983.

2.- Levilier Roberto. Cit. Nueva Crónica de la Conquista de Tucumán. Bs.As. 1932.

4.- Molina Evaristo. cit. Martínez Santos Pedro. Hist. Económica de Mendoza durante el Virreinato. Ed. Ciudad Arg. Bs. As. 2000.

5.- Rosales Vicente Pérez. Recuerdos del pasado. Ed. F. de Aguirre. Bs.As. 1970.

6.- Levene Ricardo. Riqueza, industrias y comercio durante el virreinato. H.N.A. Bs. As. 1940.

7.- Haigh Samuel. Bosquejos de Bs. As., Chile y Perú. Biblioteca de la Nación Bs. As. 1918.

8.- Gould Eduardo G. S. La minería en la Intendencia de Córdoba del Tucumán. Boletín de la Junta de Estudios de Hist. de San Luis. San Luis 2000.

9.- Sánchez Labrador S.J. Paraguay Catholico. Los ind. Puelches, Pampas y Patag.Ed. Vials y Zona Bs. As. 1936.

10-11-12.- Hernández Pablo S.J. Memorial 1643. Organización social de las doctrinas guaraníes. Ed. Gustavo Gili. Barcelona, 1913.

13.- Beverina Juan. El servicio de arsenales de guerra. Revista Militar. Bs.As. 1931.

14-15-22-23-25.- Nicolao Juan Carlos. Antecedentes para la historia de la industria argentina. Bs.As., 1968.

16-17-18-19-20-21-24.- Holmberg, Luis. El Artillero. Bs.As., 1999.

26-31-32.- Miers John. Viaje al Plata 1859-24.

27.- Stubbe Carlos F. Vocabulario minero antiguo. Bs. As. 1945.

28- Martínez Santos. op. cit.

29.- Rickard Ignacio F. Viaje a través de los Andes. Emece Ed. Bs.As.. 1999

30.- Head F.B. Las pampas y los Andes. Ed. Hispamérica. Bs.As. 1986.

33.- Estévez Carmen N. Facundo Quiroga. Industrial y Banquero. T.H. Nº 9 Bs. As. 1968.

34.- Estévez, Carmen N. Op. cit.

35.- Morales Guiñazú cit. Martínez Santos. Op. cit. Ed. Un. Tucumán 1942-44

36-37.- González Luis. Samuel Lafone, empresario del cobre. T. H. 353. Bs. As. 1996.

38.- Rickard, Ignacio F. Op.cit.

39.- Vaquer Antonio. Hist. de la ingeniería argentina. Ed. EUDEBA. Bs.As., 1968.

40-42-43.- Parish Woodbine Bs.As. y las provincias del Río de la Plata. Ed. Hatchette Bs. As.

41.- Udaondo, Enrique. Libro de documentos. Luján

44.- Guillespie A. Bs. As. y el interior. Ed. Hyspamérica.

45.- Concolorcorvo (Carro de la Vandera) Lazarillo de ciegos caminantes. Ed. Solar.Bs.As. 1942

46.- Lizarraga Reginaldo Fray. Descripción colonial. Ricardo Rojas. Ed. Bib. Arg. Bs. As. 1916.

47-51- Faulkner. Descripción de la Patagonia. UNLP. Ed. Biblioteca del Centenario 1911.

48.- Sánchez Labrador. Paraguay Catholico. Los ind. Puelches, Pampas y Patag.Ed. Vials y Zona Bs. As. 1936.

49.- Tapary H. (1753) Relación .... Colección P. de Angelis. T. IV. Ed. Plus Ultra. Bs. As. 1969.

50.- Cardiel J. S.J. Las misiones del Paraguay. Crónicas. de América. ed. Hist. 16 Madrid 1989.

52.- Morris Isaac. cit. Vignati. Viajeros y doc. estudio del hombre americano. Imp. Coni. Bs.As.1956.

53-54.- Sánchez Labrador. op. cit.

55.- Mac Cann Williams. Viaje a caballo por las prov. argentinas. Ed. Solar Hachette. Bs. As. 1969.

56.- Faulkner. Op.cit.

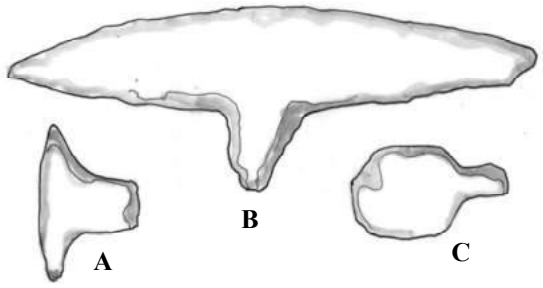
57.- Rosas Juan Manuel. Instrucciones para los mayordomos de Estancias.

58.- Vicuña Mackena Benjamín. Argentina en el año 1855. Revista Americana de Bs. As. 1936.

59.- Head F. B. op. cit.

60.- Nicolao, Juan Carlos. Ant. para Hist. de la industria arg. Bs.As. 1968

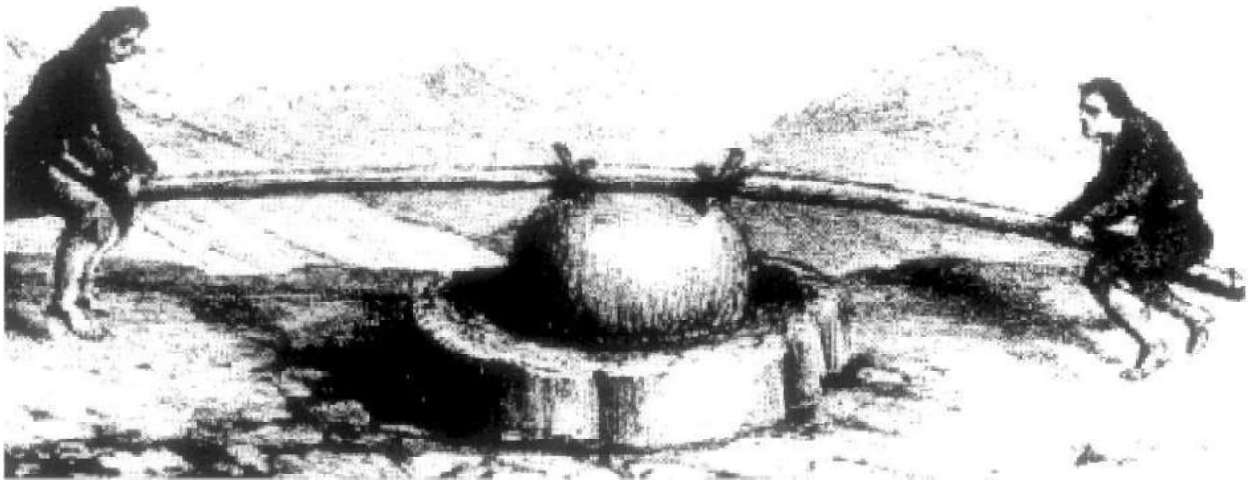
Una región con algunos recursos mineros



Con la formación de las concentraciones urbanas y la jerarquización social, se desarrollan con más fuerzas las producciones artesanales, entre ellas las metalúrgicas. Cuando se produce la dominación incaica (1470 DC) se perfeccionan e incorporan nuevas formas de explotación de minas en Jujuy, Salta, Catamarca, La Rioja, San Juan, Mendoza, San Luis y Córdoba. En el año de 1536 llegan los españoles, pero ***el choque de culturas tardará muchos años en producir cambios económicos que desestructuren las culturas locales y sus tecnologías.*** En la región de las Capillitas en Catamarca recién se producirá luego de un siglo. En el valle de Uspallata había antiguas explotaciones mineras que trabajaban los Huarpes. En la zona se había desarrollado un sistema de molienda simple... *"el maray, formado por una roca dura y pesada prismática, o tronco piramidal de base rectangular, que era utilizado en la molienda (trituración y pulverización) de minerales. Este molino indígena estaba integrado por dos partes, una solera denominada pie y el maray, que oficiaba como muela volandera. Mediante movimientos de vaivén, oscilaciones o rotaciones, el mineral era reducido a polvo." (1)* En el territorio de la Puna los cronistas mencionan cuatro minas prehispánicas: Incahuasi, la cuenca del río San Juan u Orosuayo, Santa Catalina y Rinconada.
En San Antonio de los Cobres fueron también encontrados huairas (hornos para fundir), naray o narayes (morteros) y moldes hechos de piedra refractaria para recoger el mineral fundido.

En los tiempos de la Conquista de Córdoba (1573) Jerónimo Luis Cabrera, encontró muchas evidencias de la presencia de oro y plata en piezas que tenían los indígenas. Las explotaciones regionales fueron de baja intensidad, salvo el gran centro de Potosí desde 1546. Había algunas minas de plata en Cuyo y Famatina, de cobre en Córdoba, en Jáchal, en San Luis, etc. Provisión del Virrey del Perú, donde encargó al nuevo gobernador de Tucumán, Gonzalo de Abreu, una fundación ... *"En esta tierra (se refiere el relator a la zona montañosa de Salta) hay minas de oro descubiertas y se han hallado entre los naturales muchos metales de plata ricos."*

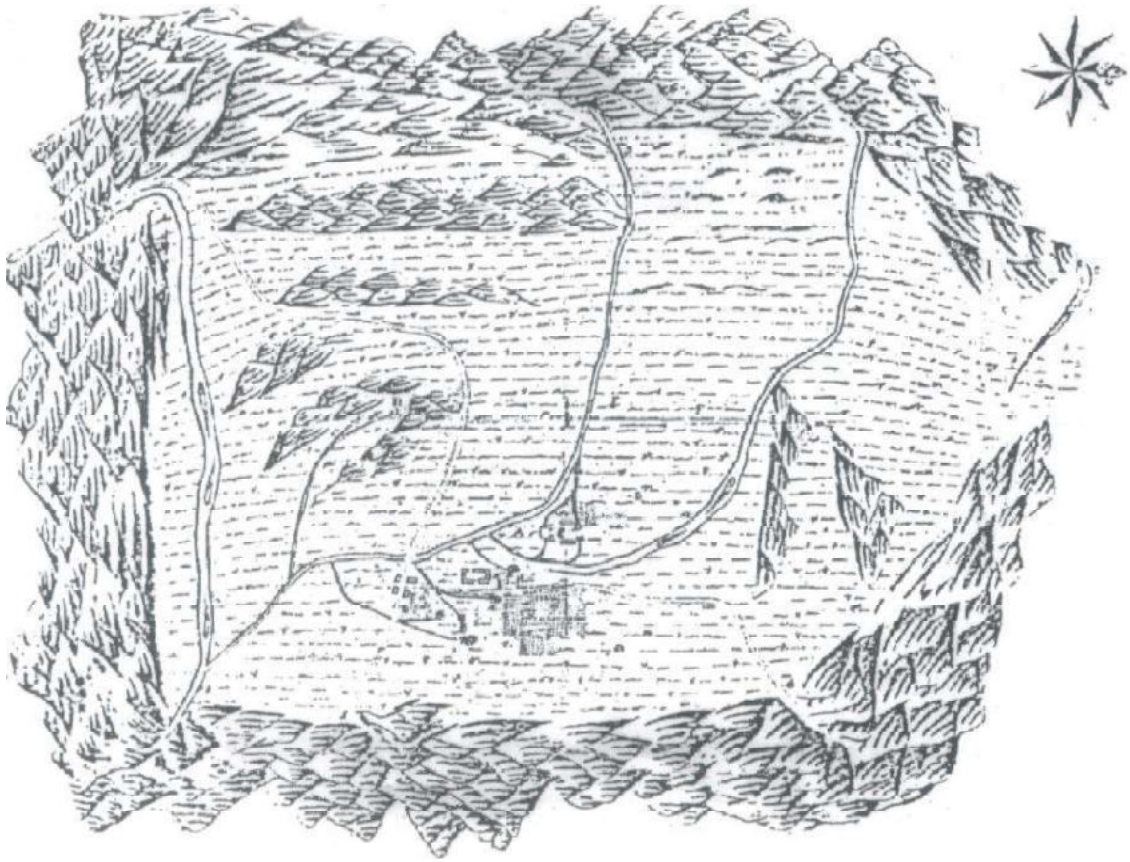
(arriba) Herramientas de piedra en la Puna. A) hacha. B) azada. C) pala. (abajo) Forma simple de moler el mineral con un trapiche indígena que constaba de una solera de pie (fija) y una muela volandera, el maray.



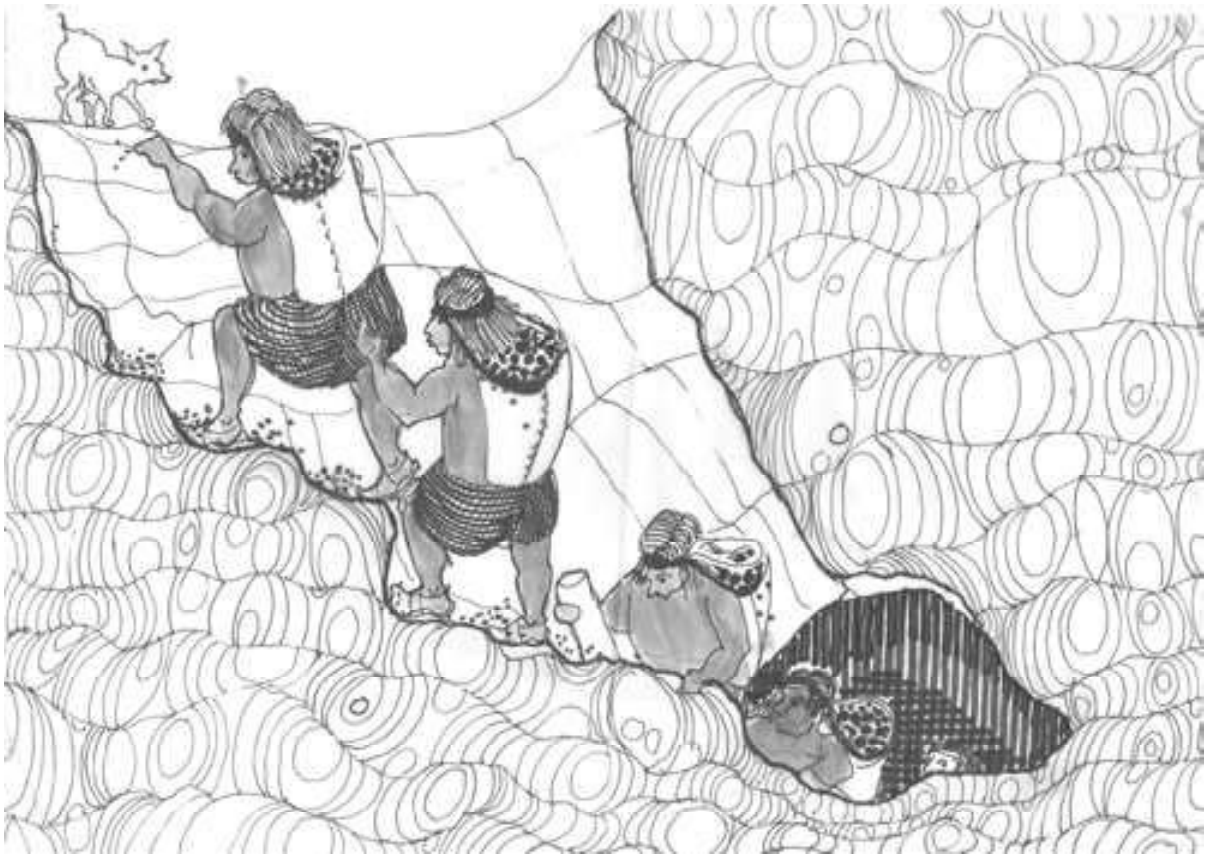
Tiénese noticia de muchas minas de plata, y hánse hallado grandes asientos de ellas del tiempo de los incas ... y era que si le queríamos seguir que nos cargaría las naos de oro y plata porque estaba cierto que entrando por el Río de Solís iríamos a dar en un Río que llaman Paraná, el cual es muy caudalosísimo y entra dentro de este de Solís con veintidós bocas y que entrando por este dicho río arriba no tenía en mucho cargar las naos de oro y plata, porque dicho río de Paraná y otros que a él vienen a dar y van a confinar con una sierra, adonde muchos indios acostumbran ir y venir, y que en ella había mucho oro y plata y otro género de metal, y que esta sierra atravesaba por la tierra más de 200 leguas y en la aldea de ella había asimismo muchas minas..." (2).

La región de Cuyo con explotaciones mineras desde 1683, es un territorio rico en minerales que antes del virreinato dependía del reino de Chile; los Jesuitas propulsaron allí una importante industria minera, especialmente en el valle de Uspallata con las minas del Paramillo, de donde se extraía un mineral que posteriormente era refinado, beneficiando cobre y algo de plata. En el valle los españoles continuaron la explotación de las minas y beneficio del oro, la plata y el cobre. La mano de obra fue de indios sometidos a la *mita* y criollos condenados. El cronista Ovalle describe: *"De la parte de Cuyo me escriben ahora que se van descubriendo otras muy ricas, que por estar ya fuera de lo riguroso de la Cordillera, se pueden labrar todo el año y con gran comodidad; porque pueden llegar carretas hasta el sitio, que es cosa de gran consideración para el beneficio del metal y para la comodidad y buen pasaje de los mineros y demás gente necesaria para labrar las minas ... de algunos años a esta parte se han comenzado a descubrir ricas minas de plata, con cuya fama empezó a acudir gente de Potosí». (3).* Sus minerales ensayados en Potosí, Lima y Chile resultaron de buena calidad. El abate Molina descubre la composición y forma de las minas. *"La veta capital conserva constantemente nueve pies de ancho, pero por una y otra parte arroja un gran número de venas de todos tamaños que subdividiéndose en otras infinitas se derraman y esparcen por todos*

Mapa de las minas de San Lorenzo de Uspallata en Mendoza, remitido por el gobernador, Marqués de Sobremonte. f. siglo XVIII



(Arriba) Cateando el terreno en busca de minerales. (Abajo) Sacando cargas de mineral del socavón. Los jesuitas organizaron la explotación minera en la región de Uspallata.



aquellos montes que tienen muy cerca de diez leguas de ancho. Su matriz que es térrea y variamente pintada desde la veta en cinco partes paralelas y desiguales: la del centro no tendrá más de diez pulgadas de ancho, es negra aunque la gran copia de metal que contiene la representa blanquizca, por cuya razón la llaman los mineros la guía, las dos contiguas a ella y que llaman pinterías son pardas, y las dos más externas llamadas brozas son de color gris celeste. Aunque esta vena se difunde horizontalmentese interna de tal modo en la tierra que alguna de las bocas fueron excavadas en el año 1766 hasta los 300 pies de profundidad." (4)

En un viaje a Mendoza en 1836 el inquieto chileno Vicente Pérez Rosales investigó en los archivos del Cabildo de Mendoza la historia de la minería en Uspallata ...*"según los expedientes de minería existían en 1660 319 bocaminas con 300 trabajadores, las riquezas extraídas debieron haber sido muchas puesto que de las actas de visita se desprende que las guías daban a razón de 800 marcos* por cajón, las pinterías a razón de 40 y los brozos de 10 a 12"... (5).*

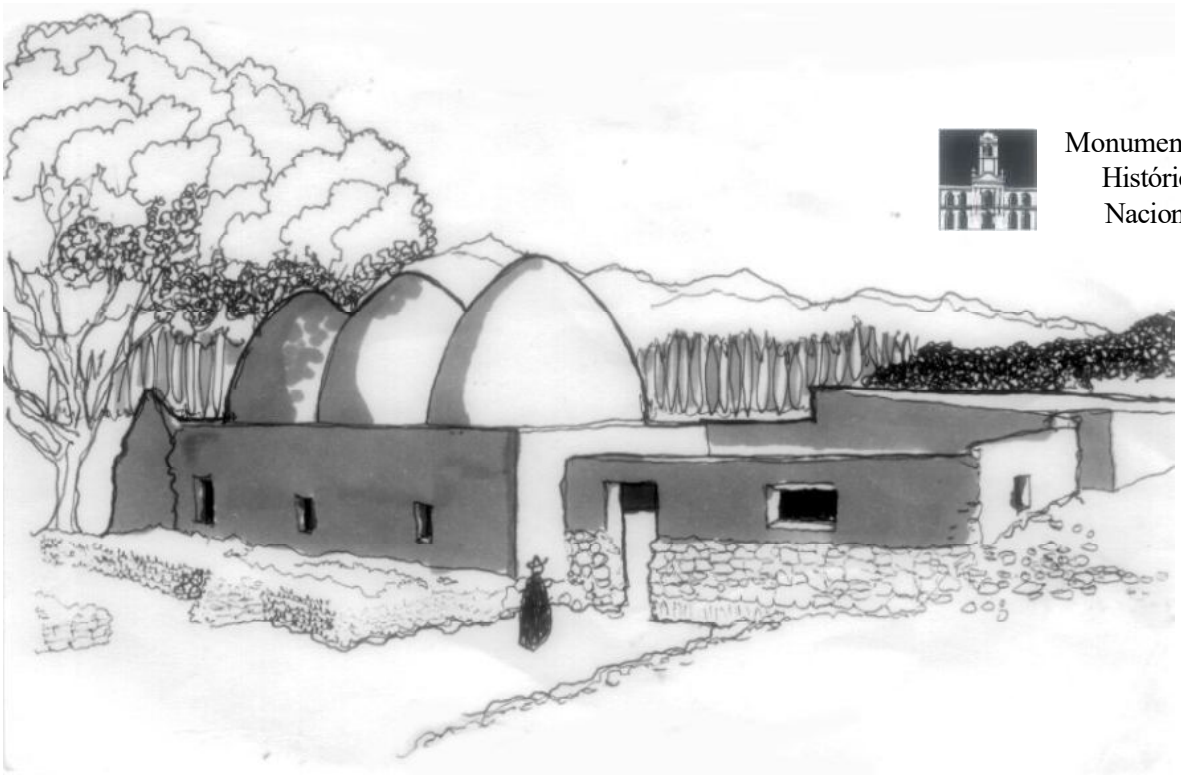
La minería cuyana tuvo un razonable desarrollo a fines del siglo XVIII. "*En 1792 ya se habían establecido en Uspallata dos máquinas, una de cuatro barriles y otra de dos. La de dos barriles consistía en una rueda vertical en cuyo eje se hallaban asegurados los barriles, la de cuatro estaba sostenida por un eje apoyado en cuatro pilares gruesos de madera para evitar la curvatura". (6)* ***Un recurso para obtener hierro en la época era el que se extraía de los meteoritos.*** En la región chaqueña se encontraba uno de enorme tamaño conocido como el ***mesón de hierro*** en Otumpa. En 1576 se organiza una expedición que lo localiza. Se extrajeron varios trozos que se llevaron a Santiago del Estero. Más adelante siguieron los intentos por aprovechar el hierro incluso un estudio solicitado por el Virrey Vértiz.

Con el impulso del Gobernador de Córdoba y del Tucumán, Marqués de Sobremonte (1788) creció la minería Cuyana. En el Paramillo *" hay algunas célebres minas de plata en las cercanías y en el camino pasamos varias bocaminas. Desmonté y penetré alguna distancia en una mina que había sido explotada y me sorprendió que un ser humano encontrase sitio para trabajar en espacio tan reducido. Estas minas son como laberintos, pues los indios con sus toscas herramientas siguen las sinuosidades de los filones de plata con inteligencia intuitiva que prueba entien den estos asuntos mucho mejor que sus teóricos e ilustrados hermanos blancos de Europa". (7)* La zona tenía por esos años una fuerte actividad minera con cuatro mil quinientos mineros matriculados y trescientas sesenta y tantas minas de trabajo. Se llega a usar la mano de obra de prisioneros y el Gobernador indica al Cabildo de Mendoza que destine un real diario a su mantenimiento. *La minería fue un tema postergado que, en nuestra región, costó tomar impulso, a diferencia de otras partes de América. Fue la falta de vocación, limitada por las distancias y falta de tecnologías adecuadas y las convulsiones que generaron las guerras civiles.*

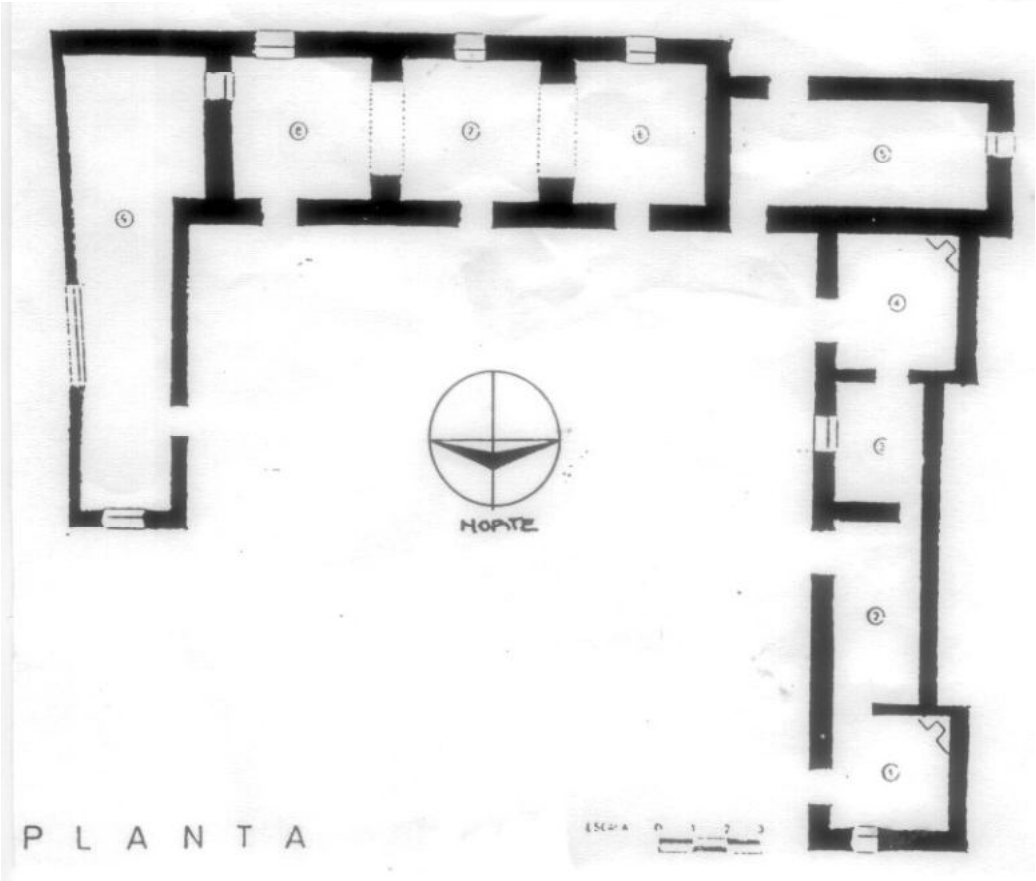
En el siglo XVII la Compañía de Jesús, siempre inquieta y permanentemente industriosa, comenzó con la explotación de las minas de Famatina, en la Rioja. Usaron la mano de obra de los indígenas que extraían oro y plata en forma de *"Piñatas y pastas"*. Luego de la expulsión de los jesuitas se conservó la tradición oral que hablaba de planos y de minas tapadas. En época de la Revolución de Mayo aparecieron dos mineros aragoneses ...*"así se llamaban los jesuitas secularizados"* que parece ser, reencontraron las antiguas minas

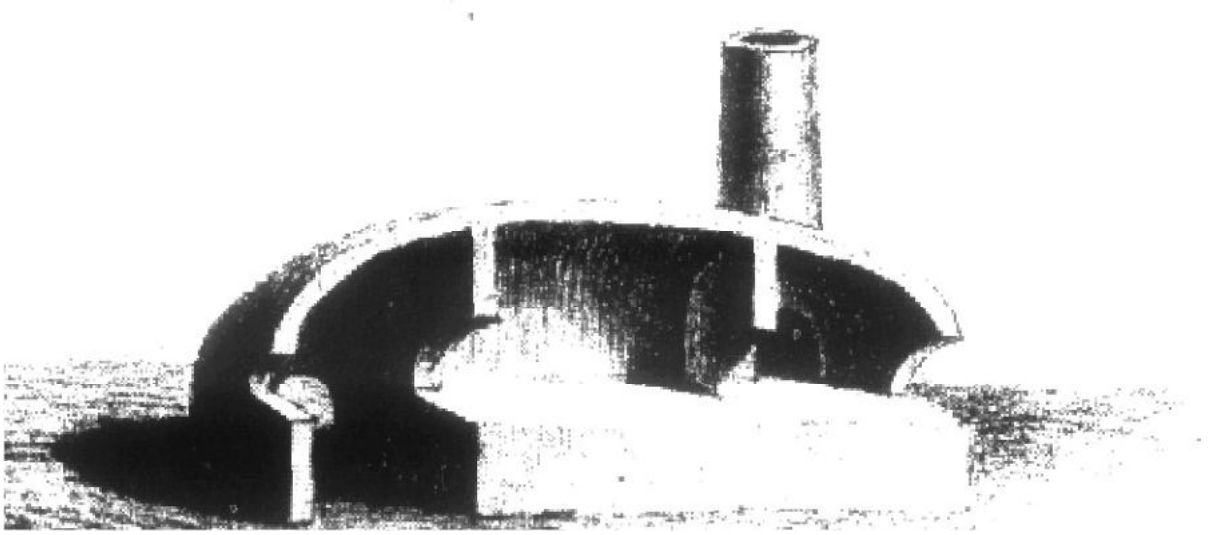
Marco: *Unidad de peso usada en Castilla para la plata equivalente a 0,230 kg.*
Cajón: *"Cantidad de mineral que extrae un minero en un día y que comúnmente pesa 50 quintales". Molina Cit. Martínez S.P.*
Piña: *"Cono esponjoso o poroso de plata que queda después de la destilación de la amalgama o pellas y que a veces tenía forma de piñas". Stubbe.*
Capacho*: canasto o zurrón.*

(Pág. siguiente) Instalaciones de los antiguos hornos y patios empedrados, donde se acopiaba y reducía el mineral que se traía desde las minas del Paramillo, (al pie de los socavones, se conservan aún pilas de escombros) que luego se llevaba a lomo de mula para su refinamiento a la zona de Uspallata, donde quedan parte de los sistemas hidráulicos con sus muelas de piedras duras que servían para desmenuzar el mineral. Las cúpulas fueron reconstruidas en su origen pudieron ser chimeneas como se puede ver en las Potterie inglesas. (hornos para la fabricación de cerámica) Planta de las instalaciones en su estado actual. En la época de la organización del ejército de los Andes se usaron las instalaciones para la maestranza del ejército de los Andes que estaba bajo la dirección de Fray Luis Beltrán.



Monumento
Histórico
Nacional





extrayendo 1000 marcos de metales preciosos que cambiaron por otros productos en Chilecito. Como el trabajo lo hacían ellos personalmente dentro de un gran secreto, esto dio pie a la formación de leyenda sobre las minas. Desde el siglo XVII, sobre el cerro del Aconquija en Tucumán había algunas explotaciones mineras.

A fines del siglo XVIII se descubren metales preciosos en la Sierra de la Invernada en San Luis. Cuando la noticia se difundió atrajo a muchos mineros que pedían su *"estaca"*, que era la forma de definir el área asignada. El lavadero por su forma de explotación primitiva no alcanzó las expectativas despertadas y en 1786 empieza a ser abandonada. Recién "*a partir de 1790 comienza a cambiar la suerte de San Antonio de las Invernadas....hasta ese momento, el metal se obtenía de los arroyos de la zona y también haciendo pequeñísimas excavaciones en las lomas de los cerros... al agotarse estas formas, los mineros intensificaron la búsqueda de vetas ... en 1793 un experto, fray Mariano Miranda, descubrió allí un yacimiento de plata aurífera, éste se encontraba en alto porcentaje entre los metales "pacos"... otra vez creció la población , en 1795 había 25 minas abiertas... sin embargo de manera similar a otras grandes ilusiones, diversos factores contribuyeron a que la Carolina cayera en decadencia "... (8)*

(Arriba)Horno utilizado para la fundición del cobre. (abajo) Patio de amalgama (Grabado p. siglo XIX. Miers)

El conocimiento de las cosas de la tierra y la educación

En nuestro territorio, con una dilatada y variada geografía, con posibilidades de sustentar dignamente una creciente población, muchas veces faltó el conocimiento para saber como transformar esas materias que contiene su generosa naturaleza en recursos útiles para la vida. En los primeros tiempos de la colonia, con una débil economía de productos primarios, bastaban algunos artesanos e idóneos. Luego, cuando crecieron las posibilidades económicas, fue necesario mayor conocimiento. En el siglo XVIII hubo algunos reconocimientos de la flora y de la fauna, de la lingüística o geográficos realizados por padres Jesuitas, entre ellos Bernabé Buenaventura Suárez S. J., uno de los primeros en estudiar la meteorología y astronomía en el país. El padre Lozano publicó en 1733 una ***«Descripción Chorográfica del terreno, ríos, árboles y animales de las dilatadísimas provincias del Chaco Gualamba y de los ríos y costumbres de las innumerables naciones bárbaras e infieles». (9)****, con formación académica, estudió la historia natural y FIorián Paucke estudió la flora, la fauna y la vida de las comunidades indígenas y escribió* ***«Hacia allá y para acá»****. Thomas Faulkner descubrió en 1760 un gliptodonte a orillas del río Carcarañá y poco después Fray Manuel de Torres encontró un megaterio en la del río Luján (1787), que fue enviado al Museo de Historia Natural de Madrid.*

Con la organización del virreinato se abrieron nuevas posibilidades, especialmente con los ***virreyes ilustrados****. Surgió la necesidad de nuevos conocimientos para sustentar las nuevas formas de desarrollo.* ***La ilustración, como en otros lugares de América, incorporó nuevos valores y nuevas respuestas****; el virrey Vértiz fundó en 1786 el colegio de San Carlos con más de 100 alumnos, usando las antiguas instalaciones jesuíticas.*

En 1817, a poco de la independencia, se abrió el Colegio de la Unión del Sur, donde se reemplazaron los antiguos contenidos escolásticos de la enseñanza. A fines del siglo XVIII llegaron al Río de la Plata las comisiones que debían demarcar los límites con el Brasil (Tratado de San Ildefonso). Entre ellas vino un grupo de personas con formación científica que trajeron en su equipo moderno instrumental. En la ciudad de Buenos Aires hicieron varios trabajos como las observaciones sobre un eclipse de Luna y la determinación precisa de la longitud y latitud de la ciudad. Una figura que se destacó fue la de Félix de Azara que trabajó en la región durante veinte años. Hizo reconocimientos para la geografía, la cartografía, la flora y la fauna escribiendo ***«Apuntamientos para la historia natural de los pájaros del Paraguay y del Río de la Plata» (1802) y «Apuntamientos para la historia natural de los cuadrúpedos del Paraguay y del Río de la Plata»****, entre otras obras.*

Entre los viajeros que reconocieron la región con criterio científico encontramos al francés Luis Antonio de Bouganville (1763/4) que hizo detalladas observaciones de la flora y la fauna regional. En 1789 llegó a la región la primera Expedición Científica. Española, comandada por Alejandro Malaspina. Con él vinieron científicos de distintas disciplinas, naturalistas, hidrógrafos, matemáticos, etc., acompañados por pintores y dibujantes especializados en el registro de la flora y la fauna americana.

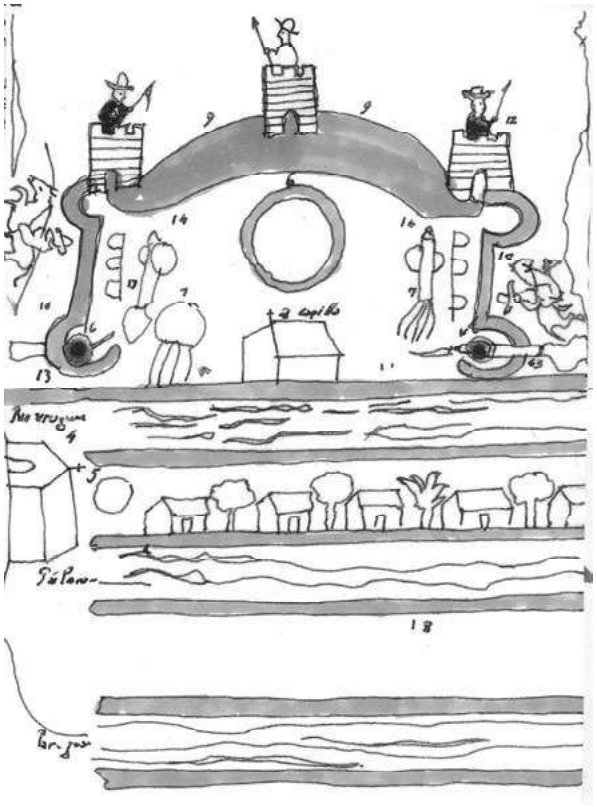
En la ciudad, en 1783, se había organizado el ***Protomedicato****. Otra de las instituciones de apoyo para la enseñanza y el conocimiento fue la* ***Biblioteca Pública de Buenos Aires.***

El Dr. Manuel Belgrano, secretario del Consulado de Buenos Aires, fundó la ***Escuela de Náutica*** *donde se enseñaba matemática, ciencias y dibujo, y cuya estructura se basaba en el modelo napoleónico. En esos años se estimaba que solamente el seis por ciento de la población sabía leer y escribir.*

En los años veinte, cuando se organizó la provincia de Buenos Aires, se fundaron escuelas de niños y luego de niñas en los pueblos de la campaña. En 1821 se fundó la ***Universidad de Buenos Aires****. Ésta debió superar problemas internos y externos de los centros universitarios tradicionales, Chuquisaca, Chile, las Universidades peninsulares o la oposición de Córdoba. La* ***Universidad de Buenos Aires*** *tenía propuestas superadoras. En su programa encontramos los estudios preparatorios, las ciencias exactas, la medicina, la jurisprudencia y las ciencias sagradas.*

Hasta mediados del siglo XIX el país sufrió las consecuencias de las guerras exteriores y civiles, que influyeron negativamente en el desarrollo de las ciencias.

Las minas en las reducciones jesuíticas



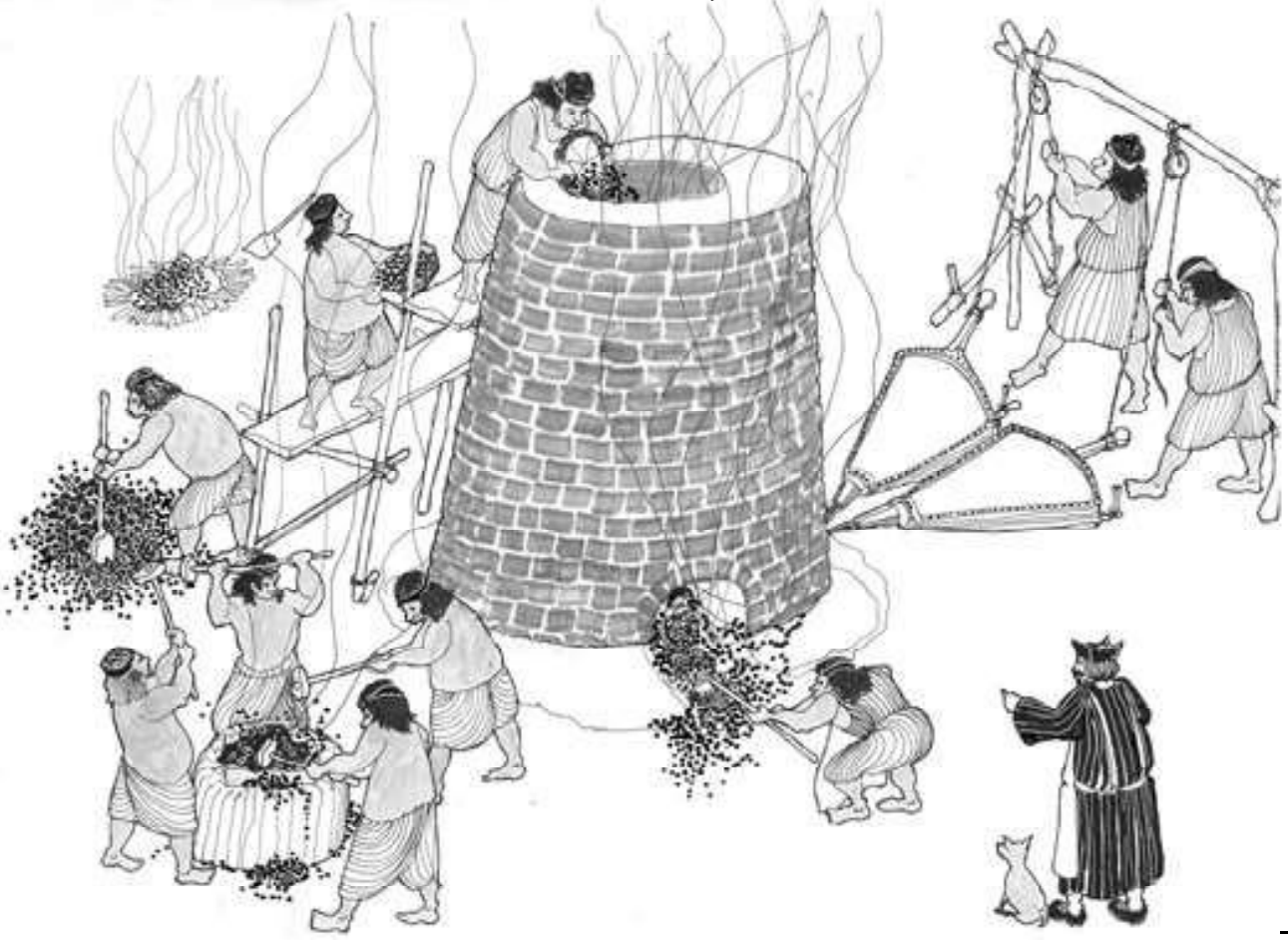
El tema de las riquezas ocultas se usó como un argumento más para descalificar y combatir a la Compañía de Jesús. Desde los primeros tiempos se dijo que los jesuitas habían encontrado ricas minas de oro. Todo ello tenía mucho de esa lucha por tener indígenas encomendados. En 1632 el Gobernador Ravela comunicó al Consejo de Indias *"La eficacia de este gobernador en la averiguación de este caso dice el P. Montoya que enviaba un Alcalde ordinario al desembarcadero a visitar las alhajas y aún los ornamentos de los Padres" (10).* Esas noticias fueron investigadas y desechadas por falta de fundamentos y pese a ello poco después algunos vecinos de Asunción solicitan licencia al Gobernador para entrar en las doctrinas a buscar las minas prometiendo al Rey descubrir un *"Nuevo Potosí"* pero cuando fueron conminados por el Juez a encontrar las minas, cosa que se excusaron por ello, fueron condenados a penas de destierro. Años después aún seguían latentes las dudas cuando la expulsión (1767) se mandó a unos Gobernadores interinos para que averiguaran *"de qué parajes extraían los indios de estos pueblos los pedazos de metales que en algunas ocasiones solían dar a sus precedentes "* y de proceder *"con toda cautela a que induce la reflexión de que el mismo interés de los indios puede inducirlos a ocultarlas" (11)*

En las mismas se realizaban trabajos de fundición de metales pero lo traían de lugares lejanos como el que usaban para las campanas traídas de Coquimbo en Chile. Más adelante el P. Antonio encuentra hierro y acero: *"Pero finalmente, en este año de 1700 se descubrieron uno y otro, por dignación de nuestro Criador, después que tanto tiempo se había andado buscando inútilmente. El caso sucedió de esta manera. Hay en el país una piedra común que de tal modo se endurece a los rayos del sol, que como el oro, solamente a fuerza de vivo fuego puede domarse y fundirse. Y si en este punto se vierte agua sobre ella, se endurece y viene a quedar como el más bien templado acero... Esta piedra es fácil de arrancar al primer golpe del pico o del martillo, y sus vetas serpentean entre la verde pradera o el césped bañado por el sol y las continuas lluvias. De suerte que la misma naturaleza le hace traición y la descubre, poniendo de manifiesto en las colinas que se alzan sobre la llanura el precioso tesoro que lleva encerrado en su seno. Llámanla los indios Itacurú por las variadas notas o manchas negras que son patentes muestras de contenerse allí hierro. Tales piedras, elegidas primero y cocidas luego al fuego, dan por su fundición hierro y acero. El modo y forma de sujetar dichas piedras a la acción del fuego para fundirlas, viene a ser la siguiente. Fabrícase de ladrillos crudos un horno de cocción y fundición como de ocho a diez pies de alto y seis de ancho, que tenga en el medio un hueco de un pie en cuadro para chimenea o colector del humo. Por este hueco se introduce una parte de la sobredicha piedra rota en pedazos menudos y machacada, con seis partes de carbón de quemar. Pero antes de machacarla, ha sido necesario tostarla bien al fuego, como previa diligencia para hacer salir de ella toda la humedad que contiene, y expeler sus espesos vapores o exhalaciones terrestres. Y como es menester que el horno esté sumamente encendido, se han de poner dos grandes fuelles para que el fuego se conserve incesantemente con toda su intensión, y soplar con vehemencia sobre él; para que gradualmente, como enseña el arte de la fundición, se separen unos de otros los minerales: cayendo al fondo el hierro, y sobrenadando la escoria o espuma del metal,*

(arriba) Dibujo de las supuestas minas en la región de las reducciones jesuíticas con sus castillos para defenderlas. Bas. en el plano presentado en un juicio. Arch. Indias, Sevilla

que se escurre por un canal practicado al efecto. Cuídase de ejecutarlo así durante veinticuatro horas y entonces se abre el horno, y por las puertas de abajo, *con azadones largos de hierro, se sacan las masas de metal, que todavía están enrojecidas y llevándolas al yunque así en caliente, las baten y consolidan bien cuatro valientes herreros estirándolas al fin y reduciéndolas a largas barras de hierro, de las que se pueden fabricar las varias herramientas. Y no sin admiración se observa una cualidad que en los hierros de Europa no se encuentra en modo alguno, y es, que este hierro que yo he encontrado, es el mejor, el más perfecto y duro acero que jamás se haya visto. Dóyle la dureza y naturaleza del acero, virtiendo sobre él más o menos agua fría de fuente, cuando todavía está el metal enrojecido, con lo cual voy templando y apagando poco a poco su ardiente calor. De manera que las azadas o cuñas que yo doy a mis herreros indios son acero puro y neto: sólo que en tanto las baño yo en agua, en cuanto lo exige la clase de corte que han de tener, dando a cada pieza su proporcionado temple. Lo mismo ha de entenderse de todas las herramientas. Y esto ha traído una utilidad inapreciable. "Y he aquí que cuando más me apuraba la necesidad, por estar edificando un nuevo pueblo desde sus cimientos, finalmente he venido a hacer este descubrimiento. ¡Oh cuán visible se muestra aquí la infinita misericordia de Dios!". Aún después de hallado el modo de fabricar el hierro, no parece que se utilizó sino en contados casos de gran necesidad, según se ve en el informe de Zavala arriba citado y de otros documentos consta que el hierro usado en las doctrinas era el que venía de España". (12)*

En las misiones guaraníticas hubo una experiencia de explotación de los metales. A principios del siglo XVIII el padre Antonio Sepp extrajo hierro para forja de las piedras conocidas como itacuras. El procedimiento que describe el Padre Sepp era una adaptación local de las forjas catalanas usados en la zona pirenaica donde se extraían unos tochos de mineral de hierro con escorias que se batían para expulsarlas y darle al hierro la necesaria consistencia.



Recursos para armar los ejércitos patrios

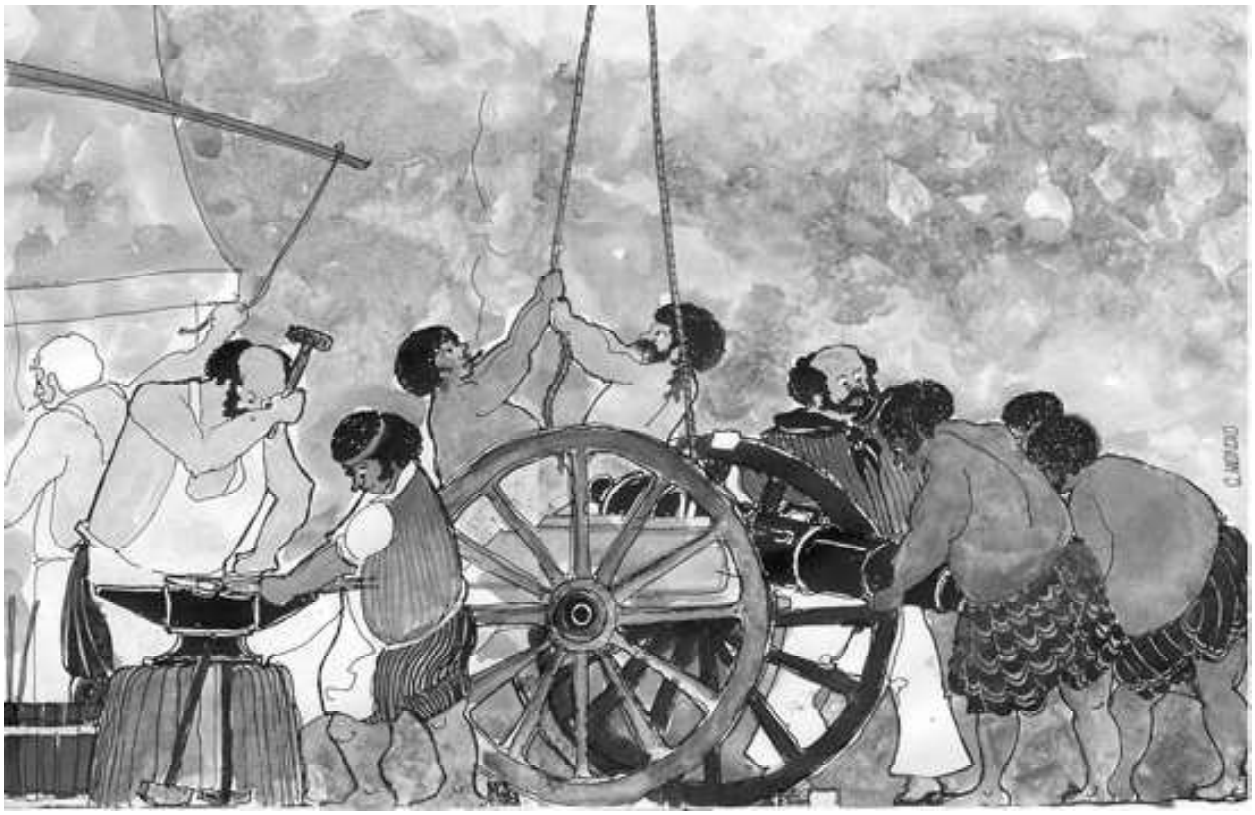
Los ejércitos se componen entre otras cosas de soldados, cuantos más, más fuerza, y para ser eficaces era necesario un apoyo logístico para lograr su capacidad guerrera. Buenos Aires no tuvo, en su historia colonial, guarniciones con gran cantidad de tropas. Cuando se organizó el sistema de defensa de la frontera de Buenos Aires en 1752, el cuerpo de blandengues no tuvo uniformes hasta 1789, lo que muestra lo precario del apoyo logístico. El primer esfuerzo importante se realizó con la conquista de Colonia del Sacramento, donde hubo que movilizar un fuerte ejército. Luego de las invasiones inglesas, se organizaron, con gran cantidad de personal, pero fue una situación de emergencia y acotado por un hecho bélico de corta duración. La situación cambió fundamentalmente luego de la Revolución de Mayo, sustentada por las armas. *«Los únicos establecimientos militares de armas que en 1810 existieron en Buenos Aires eran la Armería Real que, más tarde, se llamó simplemente Sala de Armas y el Parque de Artillería. La primera, situada en el fuerte, era un simple depósito de armas de fuego portátiles y de armas blancas sirviendo de Taller de Reparaciones. (13).*

En el "Plan de Operaciones" atribuido a Mariano Moreno se señala ..."la necesidad de desarrollar la actividad industrial, poniendo particular énfasis en la minería, por razones obvias, conducente a obtener oro y plata que permitiera financiar las actividades del nuevo gobierno. El artículo 69 de dicho plan se refiere al fomento de los fondos públicos, «para los gastos de nuestra guerra y demás emprendimientos, como igualmente para la creación de fábricas e ingenios y otras cualesquiera industrias, navegación, agricultura y demás. A tal efecto, propugna un monopolio estatal, por el término de 10 años para la explotación de las minas de oro y plata; el hacer nuevos descubrimientos minerales y evitar la fuga de capitales al exterior que disminuyan los fondos metálicos con que contaba el país. La asamblea del año 1813 nuevamente se ocupa del fomento de la minería. A tal efecto, Larrea redactó un mensaje, donde luego de aludir a los ricos yacimientos existentes, expuso la conveniencia de su explotación, mediante una extracción intensa y racional. Se concedían franquicias a los extranjeros que explotaran yacimientos, declarándose libre de derechos los útiles a ser empleados. Además se establecía un tribunal de minería en Potosí. Este proyecto fue aprobado en la sesión del 7 de mayo de 1813. (14)

En 1810 el Deán Funes, diputado por Córdoba, presentó

un proyecto para la creación de una fábrica de fusiles y otra de pólvora. Poco después se ponía en marcha la fábrica de salitre. El responsable de la fábrica de pólvora fue el controvertido José Arroyo. Luego la dirigiría el Dr. Paroissien, destruida por un incendio en 1815. *Sus principios fueron muy modestos, pero el nombramiento de Domingo Mateu, como Director General, el 29 de Setiembre de 1811, comenzó a darle mayor importancia. Un año y medio después, en febrero de 1813, se construyó un edificio de 15 por cuatro y media varas destinado a los maestros alemanes. Asimismo Holmberg aumentó el número de fraguas de ocho a veinte. El mismo Holmberg ordenó la construcción de un edificio de catorce varas de cuadro, para una nueva instalación. Se trataba de una máquina de taladrar cañones de fusil y tubos de bayonetas, accionada por mulas, en lugar de utilizar esclavos como se efectuaba hasta entonces.*
El primer lote de cañones fabricados por Monasterio fueron cuatro piezas de a 8, de bronce, fundidas a principios de 1814 y probadas en marzo del mismo año «luego de ser colocadas en sus montajes, fueron entregadas al Regimiento de Artillería de la Patria. Señalemos que el peso aproximado de un cañón de 8, era de 647 kilogramos. (15)
Para reunir fondos para la fábrica de fusiles se hizo una suscripción pública incluyendo una corrida de toros (1812) Luego de la Revolución de Mayo se trató de reunir las armas del Rey que estaban en manos particulares y el 21 de agosto de 1810 se dio un plazo de veinticuatro horas para su entrega.
Cuando se organizó el Ejército del Norte el Baron de Holmberg fue designado a cargo de la Maestranza, dándole una actividad y disciplina *"que no conocía, absorbía gran parte de la actividad manual de los artesanos, herreros, talabarteros, carpinteros, fundidores"*. Reclamó por la falta de herramientas e insumos. *"Barrenas, hojas de cepillo, lima, escofinas,*

En 1816 el gobierno designó a Esteban de Luca como Director de la fábrica de armas del estado en Buenos Aires. La fábrica estaba en el Cuartel de Artillería (manzana del actual Palacio de Tribunales). En ella, pese a lo elemental de las instalaciones, se producían armas y se hacía el mantenimiento de otras La misma contaba con 1 mayordomo y 3 armeros. Luego se agregaron 6 oficiales de fragua, 12 llaveros o compositores y 5 llaveros, 6 limadores, 2 bronceros, 7 cajeros, 1 carpintero, 1 bagueano, 6 mojadores, 24 aprendices y 7 esclavos. Para el ejército de los Andes produjo 10.000 herraduras para mulas



formones, cuchillos para talabarteros, tijeras para hojalateros, martillos, tornos de mesa, palas, picos, azadas, tinajas, etc. Para la fabricación de cartuchos de cañón se pedían 60 piezas de lanilla y para los fusiles 130 resmas de papel común, hilos de acarreto, hilos de sastre, velas de cera, 43.000 piedras de chispa, etc." (16)

Hasta la revolución, la pólvora sólo se traía desde España o de Lima. Luego se estableció una fábrica en Córdoba. En 1815 había una pequeña fábrica en La Rioja y un año después otra en Mendoza dirigida por el Capitán José A. Condarco. Se fabricaban balas de plomo usadas en los fusiles, las de cañón eran de cobre. Las granadas necesitaban de una tecnología más refinada, pues eran de fundición de bronce huecas, usándose moldes individuales, con una cuidadosa proporción de los metales. Para disparar los cañones se fabricaban unas mechas con estopas de lino retorcido. Luego se las trataba por dos días con una lejía para desengrasarlas. *(17)*

Para la artillería se fabricaban tarros para metralla, hechos con hojalata con una base de hierro, sobre la que luego se apoyaba el cartucho. Los tarros se cerraban con una tapa de hojalata con el borde doblado. Las balas para cañón se hacían de hierro forjado. Durante la batalla de Tucumán, los españoles destruyeron la fábrica y se llevaron los tornos y herramientas. Para reponer lo perdido, Belgrano pidió treinta nuevos *"tornos y diez y seis yunques y veinte linguetes de tres barras de largo y cinco de seis pulgadas de grueso". (18)* La sección que más operarios ocupaba era la talabartería. Se fabricaron el calzado de suela descarnada y las cabezadas, monturas, guardamontes, botas de potro, correajes, vainas, etc. Se preparaban según las formas de trabajo de la época los cueros y su descarne.

La falta de armamento y pólvora eran los límites para la cantidad de soldados incorporados. En 1812 *el Regimiento 6º de Infantería que figuraba con 613 hombres... sólo poseía 247 fusiles útiles con 130 bayonetas, quedando 366 hombres sin armamento".* En el arsenal se contaba con munición para sostener una hora de fuego *"48 cartuchos por fusil".*

Un informe del material fabricado en poco más de un año (1811-12) hablaba de *"75 fusiles nuevos además de 18 cañones de fusil taladrados en bruto y 13 que se hallaban limados que se lleva el enemigo; se habían* compuesto 1009 armas de chispa" *(19).* Lo que muestra el verdadero carácter de la fábrica: el mantenimiento de las delicadas armas de la época y la intención imperiosa de fabricar algunas armas nuevas, que resultaban mucho más caras que las extranjeras, con tecnologías más avanzadas.

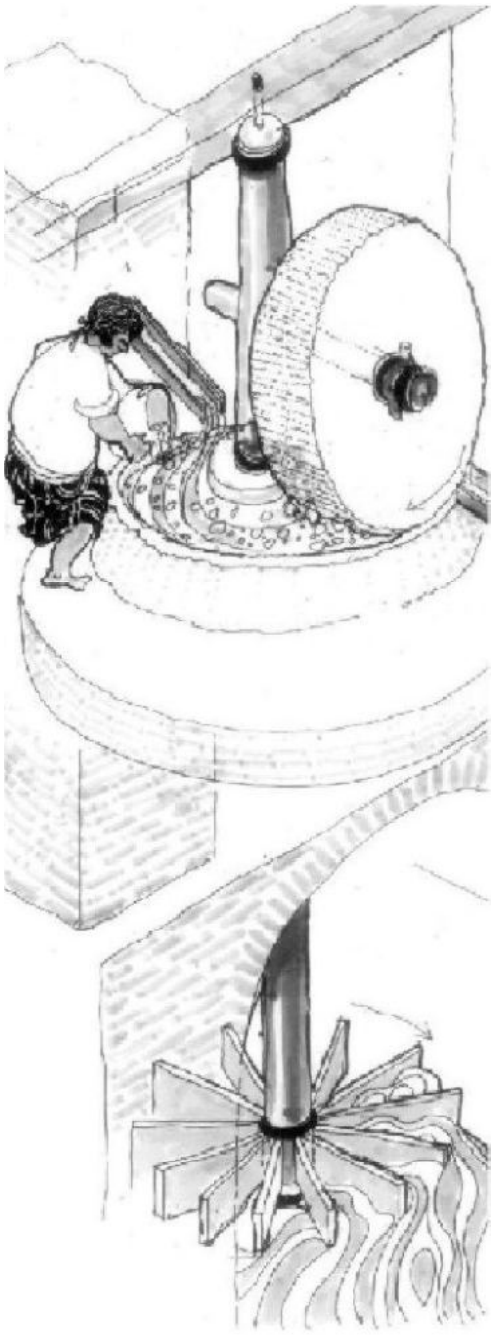
En algunos casos, el ingenio enfrentaba la necesidad, como fue el cambio de calibre de unos cañones por medio de un taladro, para aprovechar municiones en existencia. Los trabajos fueron tan variados como las necesidades: en la herrería se utilizaban dos prensas para hacer "escarapelas nacionales", posiblemente de hojalata que luego se pintaban. Lo primitivo de la manufactura de armas de Tucumán que debían responder a las imperiosas necesidades de las guerras de la Independencia, se ve en el tipo de tecnología que se usaba para hacer los fusiles: con una barra de hierro de Viscaya o Suecia, taladrada para hacer el cañón, con la sola diferencia de ponerle los dos respiraderos verticales; teníamos cuatro hornos y dispusimos se desvaratasen en los últimos momentos de nuestra salida, que se podían construir en cualquier otro puesto. Habiendo metales, en todo punto se puede establecer la fábrica y conseguirse cuanto se desea en materia de artillería, sin necesitar nos la traigan de Europa, y tal vez, haciendo de ella un ramo de comercio, quitando las utilidades a las fábricas de fundiciones de hierro, pues bien se sabe cuántos más preferibles son las piezas de bronce. (20).

En la Maestranza de Jujuy se usaron los sencillos hornos de los campaneros para hacer campanas agregándoles dos respiradores verticales, se fundieron, según informa Manuel Belgrano en 1812, *"dos morteros de ocho pulgadas y dos obuses de seis pulgadas y tres líneas, se están amoldando culebrinas ...en víspera de mi retirada de Jujuy se fundieron cuatro culebrinas de a dos de las cuales salieron tres perfectas, habiendo tenido la desgracia de que la una no llenase bien y quedase sin el cascabel" (21).* La fundición se hacía con cuatro hornos que aportaban en sucesión el metal;

tenían grandes problemas, pues estallaban fácilmente. Un sistema más elaborado era el unir, forjando, un rulo de hierro.

En San Juan, las condiciones eran similares y las explotaciones eran de menor importancia. Se conocen datos frag-mentarios que informan el envío a Chile de 421 onzas de oro en pella, en 1813, por don Ignacio Espíndola. En 1816, San Martín escribía el 16 de febrero, al teniente gobernador de San Juan, acerca de un rico mineral de plata y cobre descubierto en Pismanta. *"En 1815, las sierras de Pismanta y Huayaguaz comenzaron a proveer plomo al ejército embrionario de los Andes, y en solo el año citado, se remitieron a la capital de la Intendencia, 27 quintales de plomo y gran cantidad de azufre, de lo que hemos hallado constancia en los archivos de la Provincia." (22)* En la ciudad de Buenos Aires se instaló una fábrica en la antigua residencia dirigida por Dn. Angel Monasterio, donde según "La Gaceta" (VII 1812) *"...vaciándose un mortero de doce pulgadas como a lo "gomer" la pieza salió felizmente... La fusión se hizo en un horno de nueva construcción fundada su teoría en aquel principio de hidrodinámica que todo fluído aumenta su velocidad cuando pasa por un caudal ancho a otro más angosto ...a las cuatro horas de haberse colocado los metales en el altar o meseta se hallaban todos unidos en el crisol y una perfecta fusión,cuando a los hornos que llaman de reverbero apenas alcanzó ese tiempo para ponerlos candentes." (23)*
Hubo producción de fusiles, pistolas de arzón, espadas, cartuchos, balas de cañón y 10.000 pares de herraduras destinadas a las mulas del ejército de los Andes. Años más tarde, en la región de Cuyo, el Gral. San Martín organizó la *maestranza* para la fabricación de armas para el Ejército Libertador, dirigida por Fray Luis Beltrán (también funcionaban varios batanes para el tratamiento de las telas para el vestuario de las tropas). El uso constante obligaba a la reparación de las débiles armas de la época. En 1820 Dorrego envió a la fábrica 38 camas de hierro para ser convertidas en espadas de caballería. Algunos fragmentos de hierro meteóricos fueron usados por Esteban de Luca en 1816 para la fabricación de armas de fuego.

(pág. anterior) Fray Luis Beltrán, franciscano y patriota, en los tiempos de preparación del ejército de los Andes se hizo cargo de la Maestranza en el campamento del Plumerillo. Acompañó a la Expedición Libertadora en Chile donde se encargó de la preparación del armamento. (Abajo) La fabricación de los cartuchos era una tarea relativamente delicada "cuando se usaba papel, sin cola, se enrollaba éste en varias vueltas sobre un cilindro de la vaina y se introducía un redondel de cartón sobre el cual se pegaban los sobrantes del cartucho; reiterándose el cilindro... una vez seco." (24) Mujeres fabricando municiones en la maestranza de Tucumán.



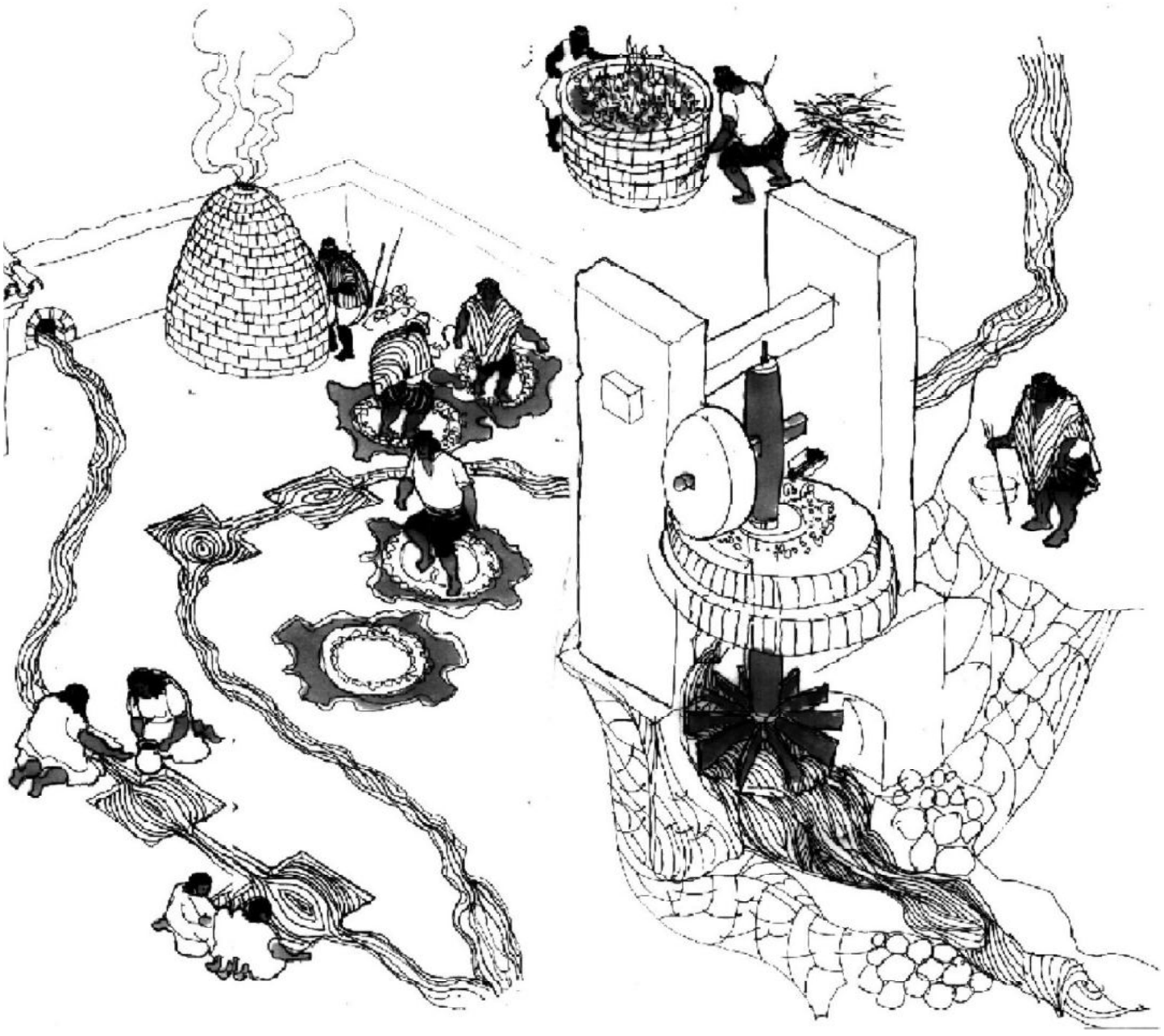
Los trapiches usados para la molienda del mineral eran "una forma primitiva de molino chileno. Este consistía en dos piedras, una horizontal y otra vertical que corría en círculo sobre la primera. La pared interior estaba ligeramente inclinada hacia el centro en su parte baja. El mineral se molía algunas veces en seco pero generalmente en agua y después de molido y lavado se dejaba asentar para luego ser llevado al arrastre." (27)

Organización de tiempos de paz

La preocupación por los recursos mineros que en épocas anteriores había sido fuente de la riqueza regional con el Alto Perú y otras explotaciones menores fue encarada por la Asamblea de 1813. *"Larrea redactó un mensaje donde luego de aludir a los ricos yacimiento existentes expresó la conveniencia de su explotación mediante una extracción intensa y racional. Se concedían franquicias a los extranjeros que explotaran yacimientos... y se establecía un tribunal de minería". (25)*

Luego de las luchas por la independencia muchos de los emprendimientos y avances de la metalurgia quedaron de lado. Se habían perdido las urgencias de la guerra y costó mucho reorganizarlo. Esto se acentuaba en el interior donde las tecnologías de la minería y de la mecánica no se diferenciaban de las antiguas de época colonial.
Un caso lo encontramos en el relato de John Miers de 1819 cuando necesita reparar su carro y acudió a un herrero en San Luis y allí observa la precariedad de las industrias regionales: *"La fragua estaba construida con barro, los fuelles eran redondos y bastante rústicos, el carbón era el único combustible. Un trozo de hierro unido a un palo servía de martillo, y un trozo de bronce atado a una estaca de madera clavada en el suelo, de yunque. Estos dos elementos junto con dos o tres limas fuera de uso, algunas libras de hierro en barras y unas cuantas herraduras constituían el instrumental completo y los exponentes de su manufactura. Los únicos trabajos en hierro que se utilizan entre esta gente son los requeridos para el equipo del caballo y es asombroso cómo, con semejantes materiales rústicos se elaboran los excelentes y hermosos frenos, argollas y otras chucherías de uso corriente entre los gauchos. Después de prolongada minuciosidad el herrero consiguió por fin soldar los pernos que tenían un diámetro de cinco octavos de pulgada cada uno. Hubiera estado muy por encima de las posibilidades de su arte el forjar tales pernos, y aunque los hubiera forjado, hacer la rosca y la tuerca correspondiente." (26)*

El ingeniero inglés Head vino al Río de La Plata en 1825 como gerente aquí, de la Río de La Plata Mining Company, organizada para la explotación de las minas de Famatina. En un viaje a la región andina describe las primitivas condiciones de las explotaciones mineras de



En el conjunto de Uspallata se encontraban todas las fases del proceso de Beneficio del Mineral. Un trapiche minero movido con la energía hidráulica que se trae por la acequia y accionaba la rueda hidráulica horizontal. en el sitio se usan fraguas y hornos de fundición. "Reducido primeramente en polvos del mineral en un molino semejante a los molinos de yeso lo pasan por una zaranda de alambre y extendiéndolo sobre cueros de buey lo mezclan con sal, con mercurio y con estiércol bien putrefacto, derramando encima una porción suficiente de agua. Hecho esto ya en estado, lo golpean y pisan muy bien por espacio de ocho días y dos veces por lo menos a las veinticuatro horas las vuelven y revuelven con mucho esmero para que el mercurio se evapore mejor y se una con el metal." (28) Bas. Grab. Peter Schmidmeyer.

Hipotético corte de una mina andina. Los socavones se van abriendo siguiendo la dirección de las vetas. Las herramientas son muy simples: barretas, picos, masas, palas; para el transporte sacos de cuero (capachos) colocado a hombros; para subir o bajar un simple palo con muescas. Se hacían fuegos para acelerar la ventilación o para resquebrajar las rocas. Para iluminarse usaban candiles o velas de sebo. La tecnología de zonas marginales pareciera no haber tenido cambios en miles de años. En la bocamina el canchero seleccionaba el mineral. Luego con mulas se lo llevaba hasta el trapiche donde se lo molía. Subir el mineral era una tarea penosa como lo describe Rickard en fecha tan avanzada como 1865. Con su peso de 197 libras era considerada una carga por debajo de lo corriente. El 'apire' (asistente del minero) la había subido ochenta metros verticales, parte de

ellos por un pasaje estrecho, pero la mayor parte por postes con muescas, colocados en una línea en zigzag por la galería. De acuerdo con la regla general, al apire no se le concede un descanso en mitad del trayecto si la mina tiene menos de 600 pies de profundidad; la carga promedio es de algo más de 200 libras, y aseguraba que, a modo de prueba, se había subido una de 300 libras desde la mina más honda. En ese momento, los apires estaban transportando las cargas usuales doce veces por día, esto es, 2.400 libras, desde 80 yardas de profundidad, y en los intervalos se ocupan de romper el mineral con picos; y sin embargo estos hombres, exceptuando los rastros de accidentes, tienen aspecto saludable y se los ve alegres". (29)

la época: *"Primero descendimos por una galería o plano inclinado y luego bajamos gateando los palos con muescas, usados a guisa de escaleras en todas las minas sudamericanas. Despues de bajar 250 pies... llegamos al sitio donde los hombres trabajaban. Era asombroso ver la fuerza con que se servían de sus martillos pesados y el esfuerzo continuo con que trabajaban y aunque parezca extraño todos coincidimos nunca vimos ingleses dotados de tal fuerza y que trabajasen tan duro. Mientras los barreteros trabajaban el filón, los acarreadores llevaban el mineral sobre sus espaldas. Realmente era interesantísimo al mirar arriba y abajo, ver aquellas criaturas cada una con su vela y trepando el palo muescado con carga tal sobre su espalda"...(30)*

Una gran cantidad de inversores y técnicos e informantes se diseminarán por el mundo luego de terminadas las guerras napoleónicas en Europa, entre ellos John Miers, quien informa sobre la potencialidad minera de Argentina y Chile... *"En la parte septentrional de la provincia de San Juan hay algunas minas de oro; son todas pequeñas y de baja calidad. Sobre el límite de las provincias de Córdoba y San Luis hay dos minas de oro de alguna fama entre los nativos, aún cuando no se las trabaja; no se hallan muy separadas una de otra, sobre cerros aislados, llamados montaña de Soloasta y Carolina. Se dice que las minas de Carolina son las más ricas, y fueron anteriormente de gran estimación hasta que se inundaron repentinamente. Algunos cordobeses de gran respetabilidad que recordaban que habían sido trabajadas, me han asegurado que el mineral forma una veta uniforme de espesor considerable;dicen que no es de la calidad común que exige la extracción por medio de operaciones de voladuras, barretas o cuñas, sino que sólo puede extraérselo por el cincel, pues es un mineral duro, metálico y extraordinariamente rico; el metal que se obtiene es una aleación de oro y cobre, en una proporción de sesenta a cuarenta de este último. Si esto es verdad, estas minas pueden ser importantes; sin embargo hemos de hacer algunas concesiones por lo que se refiere a la exageración, y buena parte de esas mentadas riquezas deben catalogarse en la categoría de maravillas..." (31)*

Luego de la independencia las exportaciones de plata sellada se reducen significativamente, como consecuencia de las modificaciones territoriales y la inestabilidad política. En 1822 se exportan metales preciosos por 1.350.000 pesos fuertes que quince años después bajarán a 670.000. La región del Río de la Plata es pobre en recursos minerales.

El desarrollo minero en general, no fue suficiente por la falta de inversiones y tecnologías adecuadas. Se organizó a partir de la Independencia con capitales ingleses para la explotación, especialmente en las minas de Famatina. *"Situadas en una cadena de montañas bajas a unas treinta leguas al sur de La Rioja, ciudad que se encuentra a 600 millas de Córdoba y a 250 de Santiago del Estero, que es la ciudad más próxima en cualquier dirección. Se dice que los minerales de Famatina son muy ricos. Se descubrieron hace treinta años. El mineral se encuentra en un cerro bajo y casi aislado, de unas cinco leguas de circunferencia, de forma oval en medio de una elevada altiplanicie y del desierto más estéril que pueda concebirse. Pequeños arbustos resinosos y secos se encuentran en los alrededores y constituyeron el combustible único del lugar; el agua potable más próxima se encuentra a treinta y seis millas de las minas. Se empezaron a explotar por primera vez allá por 1800 y siguieron suministrando rico mineral durante diez años cuando a causa de la Revolución, el capital español invertido allí fue retirado. Posteriormente no se las ha explotado más. El mineral es una plata sulfurosa mezclada con plata nativa y forma una roca compuesta de carbonato de cal y esquistos arcillosos: se halla distribuido en la forma que los españoles llaman manto,es decir una veta delgada muy extendida, de un espesor casi parejo y muy cerca de la superficie de la montaña. Por lo tanto, jamás ha habido una explotación regular o galerías, ya que es suficiente excavar un pequeño pozo u hoyo de unas pocas yardas de profundidad para llegar al mineral; como el espesor del manto del mineral no es mucho, el pozo queda exhausto rápidamente. La riqueza del material depende de la presencia de la plata natural en el estrato calcáreo; algunos de los pozos son tan ricos que han dado 121 marcos* por cajón. Entiendo, sin embargo, que el término medio de lo producido durante esos años alcanzó a 53 marcos y medio por cajón, lo cual significa una riqueza extraordinaria cuando consideramos que el término medio del producto de las minas de Potosí rara vez alcanzó un promedio superior a seis o siete marcos por cajón." (32)*

Terminadas las guerras napoleónicas especialmente en los años veinte, en Inglaterra hay abundancia de capitales. Los capitalistas y los ahorristas burgueses que le iban a la zaga buscaban nuevas formas de venta. Una de las formas fueron las inversiones en la minería y para ello se buscaron nuevos horizontes en hispanoamérica que consolidaba su independencia de España, generando un nuevo espacio de oportunidad económica. Hacia Chile,

México, Perú y las Provincias Unidas, se orientaron proyectos e inversiones. Hubo propuestas exploratorias en Buenos Aires y un grupo de inversionistas locales, se reunieron encabezados por Braulio Costa y lo secundaron J.P. Sáenz Valiente, Juan F. Molina, Pedro de Aguirre, Nicolás de Anchorena, Marcelino Carranza y Ruperto Albarellos, cabe señalar que son siempre, con escasas variantes, los mismos nombres que figuran en todos los grandes negocios y concesiones de la época.

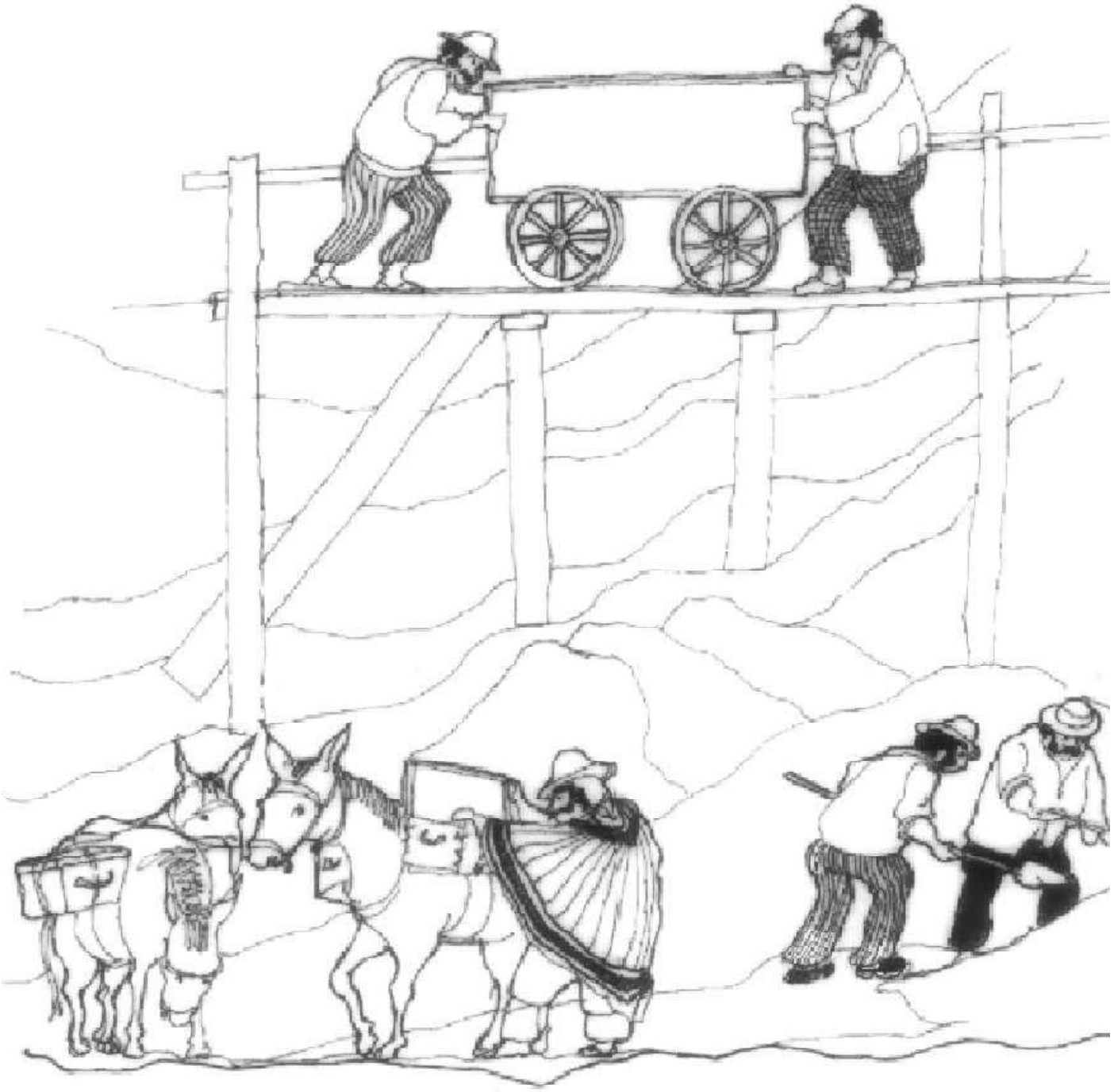
En la primera reunión de este grupo se decidió nombrar una persona de entera confianza que lo represente ante el superior Gobierno de la Rioja y que solicitara a nombre de la sociedad un privilegio exclusivo, para la explotación de las minas del Cerro de Famatina y de todas las de la Provincia."...*"El gobierno de la Rioja al otorgar la concesión minera al grupo financiero porteño riojano pretendía introducir en la provincia un factor de desarrollo, que reactivaría su economía"... (33)*

Se abrieron caminos, se otorgaron créditos mineros, y la exención de impuestos. Facundo Quiroga, cuando fue gobernador de la Rioja, demostró ser un hábil impulsor de la minería en su provincia. También fue un fuerte inversionista en el Banco de Rescates y Casa de Moneda (1835), encabezando la lista de accionistas con 400 acciones. Luego a distancia le seguía Guillermo Robertson con 170 y más lejos aún Britain y Vázquez con 85. En 1822 en las provincias andinas la industria minera producía oro, plata y cobre. En 1824 en Famatina trabajaba la compañía minera más importante con un capital de 1.000.000 de pesos. *"Rivadavia siendo ministro de Martín Rodríguez inició el movimiento con un decreto (24-XI-1825) para promover la formación de una sociedad inglesa*

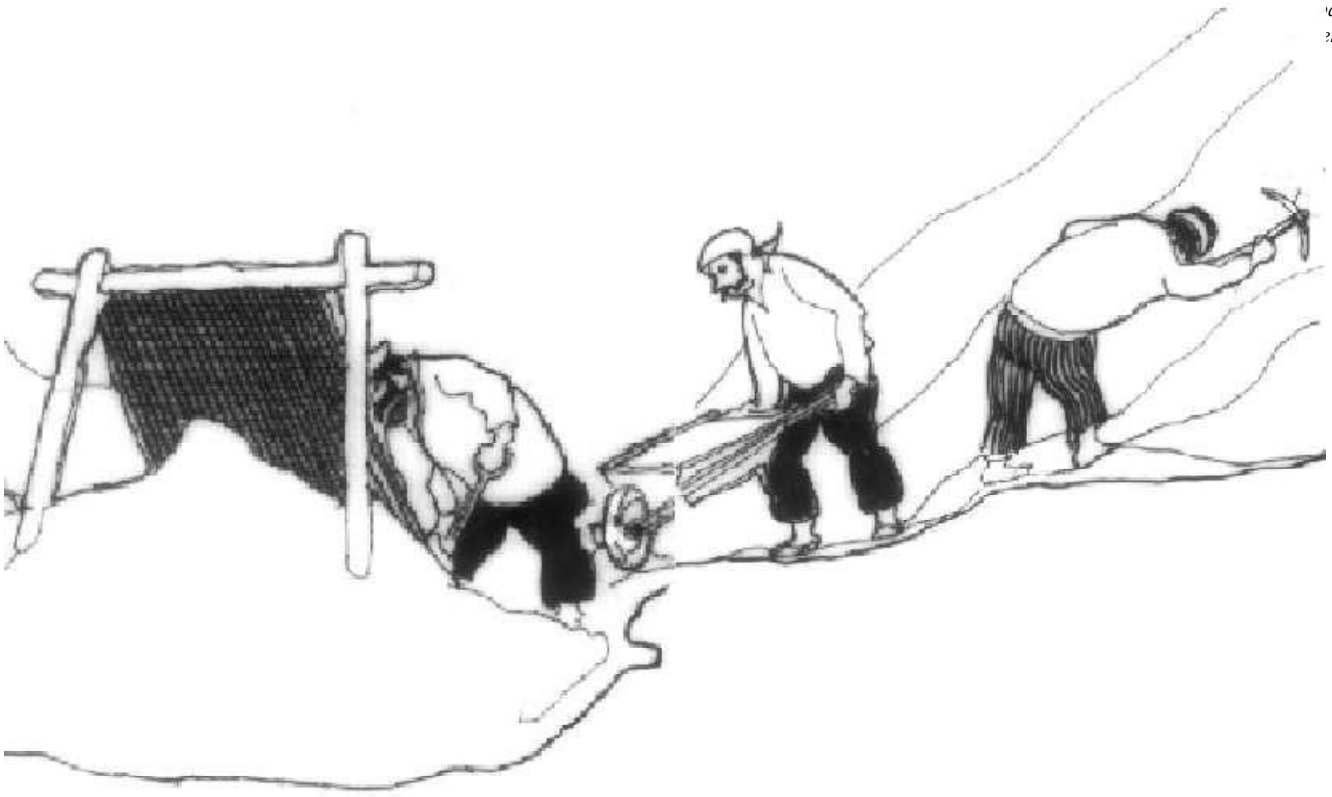
Fundición de mineral de cobre en un taller puntano. El horno es un simple pozo donde por medio de dos fuelles se oxigena la combustión. Bas. J.Miers. S. XIX

para la explotacion de las minas de oro y plata existentes en el territorio de las Provincias Unidas... Los personajes influyentes de la alta sociedad porteña, los militares más representativos, comerciantes de todo tipo, volcaron sus ahorros, al desenfrenado juego especulativo... e aquí algunos nombres de aquellos inversionistas: Quiroga, Martín Rodríguez Pueyrredón. La Madrid, Carlos de Alvear¨ (34)

Los hornos que se usaban en el procesamiento del mineral eran de dos formas... *"En uno se ponía la harina o metal molido que era como un cajón grande*



de piedra de sillería y otro que llamaban a fuego. Fabricado de modo que poniendo los metales dentro se daba fuego por debajo de la hornilla y era el que servía para beneficiar los minerales de plata". (35) En la década del treinta existía conciencia general en las provincias interiores sobre la necesidad de adoptar una política de protección a las industrias vernáculas, vistas las consecuencias negativas de la política librecambista propugnada por Bueno s Aires en la década del veinte, vertebrada sobre la Leyde Aduana de 1822, dictada por el gobierno de Martín Rodríguez. En la Sierra de las Capillitas, cerca del pueblo de Andalgalá (Catamarca) se encontraban vetas de minerales compuestos de cobre y en menor medida oro y plata. Éstas, desde antiguo, habían sido explotadas por las comunidades indígenas. Allí el inquieto empresario Lafone Quevedo encontró los restos de *"hornillos de manga o huayras*"* usados para fundir el cobre. Después de la conquista los españoles organizaron algunas explotaciones mineras, llegando a hacer socavones de 40 m. de profundidad; de esa época es el nombre de Capillitas. Por los años veinte hubo intentos de volver a explotarlos, pero finalmente fueron abandononados por las convulsiones de las guerras civiles, que asolaron por años la región. En 1851/53 se reanudaron los intentos, basados en el conocimiento tradicional pero respaldados con nuevos reconocimientos y cateos, a partir de los cuales se reorganiza el laboreo de las minas. Eran los tiempos en que se trataba de concretar la organización nacional y también en esa relativa pacificación algunos empresarios plantean la organización de emprendimientos industriales, entre ellos el inglés Samuel Fisher Lafone quien en 1856 compra la mina La Restauradora. La ley más importante en el sentido de proteger y estimular las industrias locales, se dicta el 23 de diciembre de 1835, buscando el fomento de la minería. Esta ley en su artículo primero establece: *"Siendo de justicia conceder algunas regalías a los ciudadanos que en las circunstancias afligentes del país redoblan sus esfuerzos a costa de grandes sacrificios por impedir la calamidad pública, se declara que los empresarios en la formación de trapiches y explotación de minas queden exentos de empréstitos o contribución directa o indirecta. Sus personas, peones y dependientes, estarán libres de todo servicio activo y pasivo en la milicia, a no ser que la provincia sea invadida por un enemigo exterior que la precise a una alarma general".*



Horno de fundición en Pilciao. El combustible algarrobo o retamo era cargado a mano, el horno podía alcanzar una alta temperatura (1500ºC) bas. grabado de 1870. Grupo de mineros. Mina Peregrina (Cerro Negro) C. 1880

Lafone encaró la explotación de las minas con un criterio moderno, trayendo nuevas tecnologías y mineros extranjeros que las conocían. *Se reemp*lazan los *capachos** por malacates movidos por mulas, para el deasagote del agua se usan bombas, permitiendo la explotación a profundidades que antiguamente debieron ser abandonadas... *"en 1869 los trabajos estaban dirigidos por el ingeniero inglés Diego Tirell, quien contaba con 59 operarios de los cuales 7 eran ingleses....años más tarde La Restauradora tenía un socavón de 1100 metros de largo y 400 de labores" (36).* La forma de organizar la explotación se dividía en dos partes: la mina de donde se extraía , picaba y seleccionaba el mineral y en otro lugar más o menos lejano en función de las disponibilidades de combustible, el "ingenio" donde se lo procesaba en hornos. El combustible que se disponía en la zona era el algarrobo y el retamo que daban un buen resultado. Su relativa cantidad obligaba a permanentes cambios de ubicación de los ingenios con su consecuente pérdida de eficacia. En 1860 se reorganiza el sistema de ingenios, centralizándolos en el Pilciao a unos 25 kms de Andalgalá. Allí se construyen 9 *"hornos de reverbero*"* llegando a trabajar más de 600 obreros. La mina perfecciona su producción cuando se contrata en Inglaterra a un renombrado químico de origen alemán: Federico Schickendantz. Este tendrá años más tarde un rol protagónico en la educación e investigación científica regional. El horno de reverbero tenía dos cámaras separadas por una pared. En una se realizaba la combustión y en la otra se procesaba el mineral. Se construía con ladrillos y en su interior tenía un revestimiento de ladrillos refractarios. Las dimensiones eran de alrededor de 4x 5m. con una chimenea que se elevaba a 6... *"atendido por un maestro fundidor, seis fundidores expertos y veinte obreros. ...por día se fundían 256 quintales de mineral de los cuales se obtenían 42 a 50 quintales de cobre metálico"... (37)*.

Lo dificultoso de las comunicaciones a un lugar tan alejado del puerto, resultaban en elevados costos de los insumos importados, entre ellos los pesados ladrillos refractarios de origen inglés. En 1860 se empiezan a usar ladrillos refractarios fabricados en la cercana La Rioja. Los materiales de base eran areniscas blancas locales; con el tiempo se ensayaron otros materiales que permitieron superar algunos defectos iniciales. El transporte de la producción era también dificultoso, primero se sacaba el mineral de la mina en recuas de mulas y luego desde el ingenio donde se procesó el mineral, se llevaba a Córdoba a lomo de mula, superando, de esa forma, el área montañosa, allí se lo transfería a carros que lo llevaban al puerto de Rosario. El ferrocarril recién llegó a la ciudad de Córdoba en 1871. En el interior del país la industria minera estuvo limitada por las malas

HORNO DE REVERBERO: *Aquel que está cubierto con una placa que refleja el calor producido en un hogar independiente.*

comunicaciones. Uno de los problemas más graves que tenían las explotaciones mineras sudamericanas era la inaccesibilidad para incorporarles maquinaria pesada o sacar luego el mineral hasta los puntos de transferencia. *"Por mi larga experiencia en viajes y medios de transporte sudamericanos, yo no recomendaría enviar ninguna pieza de maquinaria destinada a fines mineros o metalúrgicos que pese más de ciento cincuenta libras; en caso de que no sea posible limitarse a esa cifra, el tope máximo debe ser de trescientas cincuenta libras, nunca más. He visto abandonados en Sudamérica, en desiertos y montañas, máquinas y materiales para los establecimientos reductores, cuyo valor debe de haber sido de miles de libras esterlinas, perdidos por los propietarios, y todo por no tomar en cuenta que las mulas no pueden transportar una tonelada de hierro o cualquier otro material. De ahí que el resultado, en nueve de cada diez empresas mineras en Sudamérica, sea el fracaso; no debido a la pobreza de las vetas o a la calidad del mineral, sino a la innata obstinación de los ingenieros europeos que no se convencen de que es una locura enviar semejantes volúmenes de hierro, que sólo nuestros ferrocarriles ingleses pueden transportar: no tienen la más remota idea de lo que son los caminos sudamericanos, especialmente los que llevan a los distritos mineros; pues es un hecho bien conocido que los filones minerales se encuentran casi invariablemente en los sitios más apartados e inaccesibles.(38)*

Durante el siglo XVII un franciscano reconoce los manantiales de petróleo en Salta. Por esa fecha los petróleos de Mendoza ya eran conocidos y con sus betunes se impermeabilizaban odres y tinajas. ... *"En 1797 Francisco Amigorena... exploró el pasaje Agua del Corral, hoy minas de Cacheuta, estimando que la producción probable sería de 600 barriles de brea... En 1860 Martín de Moussy indica la existencia de mantos petrolíferos en Jujuy"...(39)*.

En 1865 la Legislatura de Jujuy concesionó los yacimientos a la Compañía Jujeña de Querosene. En 1874 se iluminó la plaza de Salta con petróleos extraídos en la provincia. En la exposición de Córdoba de 1871 se presentan 13.000 muestras de minerales incluidos petróleos y breas, lo cual da idea de la extensión del potencial de la minería nacional, débilmente explotada. En 1886 se crea la Empresa Mendocina de Petróleo que instala un oleoducto de 40 km. desde Cacheuta hasta las cercanías de la ciudad.

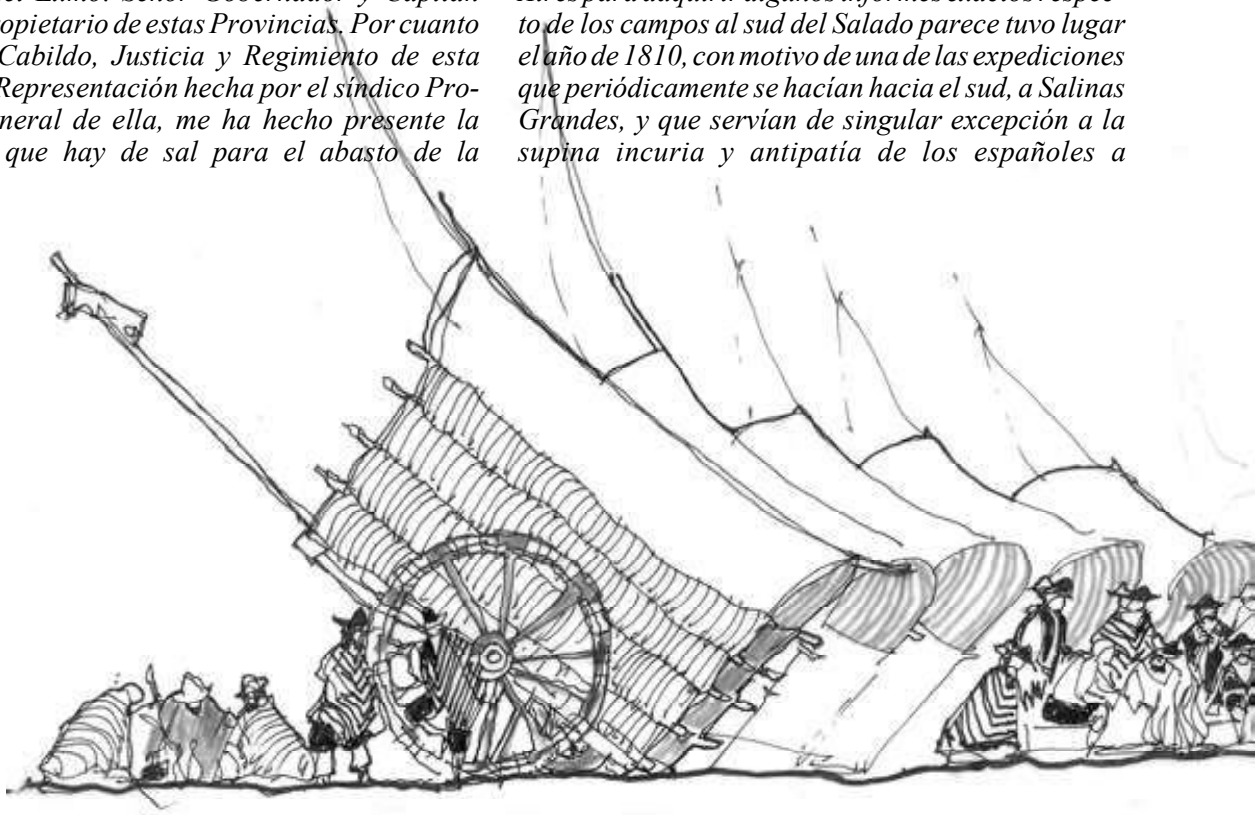
El conocimiento científico de la minería argentina nace con Stelzmer y Brakebusch entre 1860 y 1870.

Provisión de sal

Entre los mocobíes la escasez de la sal vital tenía alternativas *"Allí arriba donde el cuero con el cual él se cubre y viste, está liado, tiene él en esta misma correíta una punta de cuerno hueca con una tapa de cuero (sobado) o cuero crudo; en ésta tiene el tabaco de hojas mascadas con algo de sal o polvo de costillas vacunas quemadas que debe suplirle la carencia de sal." (40)* La sal era un elemento fundamental en la preparación de las salazones para conservar las carnes y en la alimentación con base vegetal. En las cercanías de Buenos Aires no había salinas, y la sal debía importarse de lejanos lugares, por lo cual resultaba escasa y cara. Durante los primeros tiempos de la Colonia, se la importaba de Cádiz, luego de Brasil y Paraguay.

Ya en 1668 se conocían las Salinas Grandes ubicadas en territorios muy al interior del territorio indígena, a cien leguas de la ciudad. Desde allí se la traía por medio de expediciones militares , organizadas por el Cabildo cada dos o tres años-. *«Don Diego de Salas Teniente Coronel de los Ejércitos de S. Ma. Teniente de Rey de esta plaza y a cuyo cargo está su Gobierno por ausencia del Exmo. Señor Gobernador y Capitán General propietario de estas Provincias. Por cuanto el Ilustre Cabildo, Justicia y Regimiento de esta Ciudad la Representación hecha por el síndico Provincial General de ella, me ha hecho presente la necesidad que hay de sal para el abasto de la República pidiendo que se disponga el viaje para las salinas de esta Jurisdicción en la forma que se ha acostumbrado en otras ocasiones, lo que he tenido por bien el mandar que así se haga. Por tanto ordeno y mando a todos los vecinos y moradores de esta Ciudad y su Jurisdicción que tienen carreta, bueyadas, se apronten en la frontera de Luján para el día primero de agosto próximo venidero de este año para que marchen a las dichas salinas a traer sal, con el auxilio que se dará de la tropa correspondiente; y para que llegue a noticia de todos se publicará este bando en la forma acostumbrada, sacándose copias para remitir a los partidos de esta Jurisdicción. Buenos Aires y Marzo veinticuatro de mil setecientos sesenta y tres. Diego de Salas por medio de su Sría. S. Ma. Zenzano escribano público y de gobierno. Concuerda con su original publicado en el día de su fecha: y en verdad de lo mandado y de procedimiento del Procurador de esta Ciudad, lo autorice y firme enella a once de Abril de mil setecientos sesenta y tres. José Zenzano. Escribano público y de gobierno». (41)*

Era una sal sin refinar, con impurezas, que debía ser lavada y molida. Luego de la Revolución de Mayo, *"La primera tentativa hecha por el gobierno de Buenos Aires para adquirir algunos informes exactos respecto de los campos al sud del Salado parece tuvo lugar el año de 1810, con motivo de una de las expediciones que periódicamente se hacían hacia el sud, a Salinas Grandes, y que servían de singular excepción a la supina incuria y antipatía de los españoles a*



traspasar sus fronteras. Componíanse de grandes convoyes de carretas expedidas por orden y dirección de las autoridades municipales para recoger sal para el abasto anual de la ciudad, escoltadas por una fuerza militar. Los indios se habían habituado a esas expediciones, y en vez de mirarlas con recelo las esperaban ansiosamente en general, a causa del tributo anual que en forma de regalos les pagaban los españoles en remuneración de que los dejasen pasar por entre sus territorios sin molestarlos; y aún, a veces, en cambio de baraterías y abalorios llevados de Buenos Aires, los ayudaban a cargar las carretas en las Salinas." (42)

También se traía sal desde la lejana Patagonia. En 1752 Domingo Basavilbaso mandó a las cercanías de San Julián (Santa Cruz) a una pequeña embarcación: el Patacho San Martín. Allí había dos salinas de las que se extraía sal. Luego de la primera expedición quedaron algunos peones para preparar otro embarque. A poco éstos fueron saqueados por los indígenas y de allí trataron de llegar a Buenos Aires por tierra y solamente Hilario Tapary lo logró luego de caminar durante dos años.

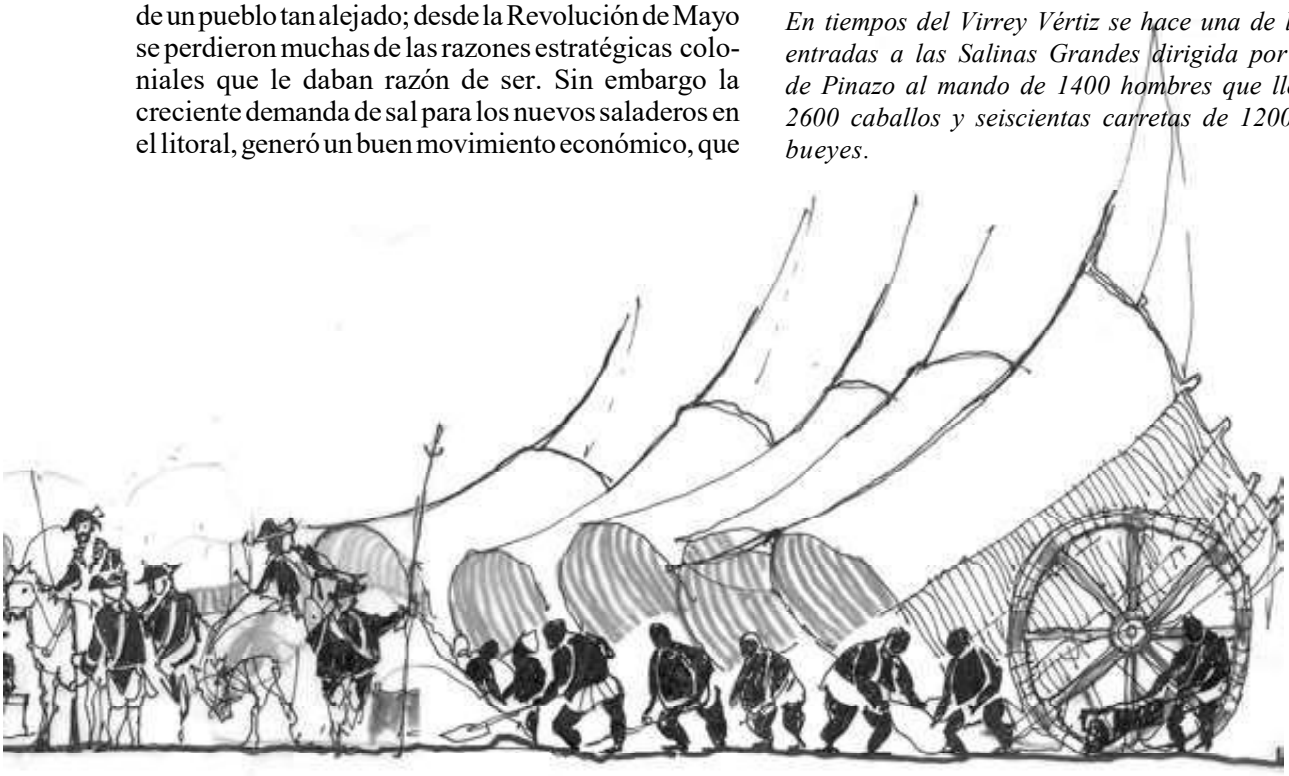
Las salinas en las cercanías de Carmen de Patagones fueron un factor muy importante para la supervivencia de un pueblo tan alejado; desde la Revolución de Mayo se perdieron muchas de las razones estratégicas coloniales que le daban razón de ser. Sin embargo la creciente demanda de sal para los nuevos saladeros en el litoral, generó un buen movimiento económico, que en definitiva sustentó el comercio local.

En las provincias del noroeste se extraía la sal de las grandes salinas en forma de panes de unos 70 cms. de lado y 20 cms. de espesor que se traían a lomo de mula a los mercados de los valles.En el inventario que se hizo de los artículos y objetos salvados del incendio figuraban:

«16 sacos de salitre de La Rioja, 6 sacos de salitre de Mendoza, 3 sacos de salitre de Santiago, 3 sacos de salitre de rompidos de Santiago, 5 sacos de Mendoza, rompidos, 24 arrobas de salitre refinado, 2 cajones - con dos y medio sacos de salitre en polvo, 2 sacos de salitre de Santiago, quemados» lo cual nos indica claramente la procedencia de tan importante materia prima para fabricación de la pólvora.

La pólvora de aquellos tiempos, denominada pólvora negra, es una mezcla de salitre, carbón vegetal y azufre, componentes que luego de pulverizados y mezclados son reducidos a pasta agregándoles agua y se convertían después en granos, más o menos pequeños, según fuera la pólvora para fusil o cañón. La proporción de los componentes utilizada en aquel entonces era de 7.2.1. para el salitre, carbón y azufre, lo cual señala la importancia de contar con apreciable cantidades de salitre.

En tiempos del Virrey Vértiz se hace una de las entradas a las Salinas Grandes dirigida por Manuel de Pinazo al mando de 1400 hombres que llevaban 2600 caballos y seiscientas carretas de 12000 bueyes.



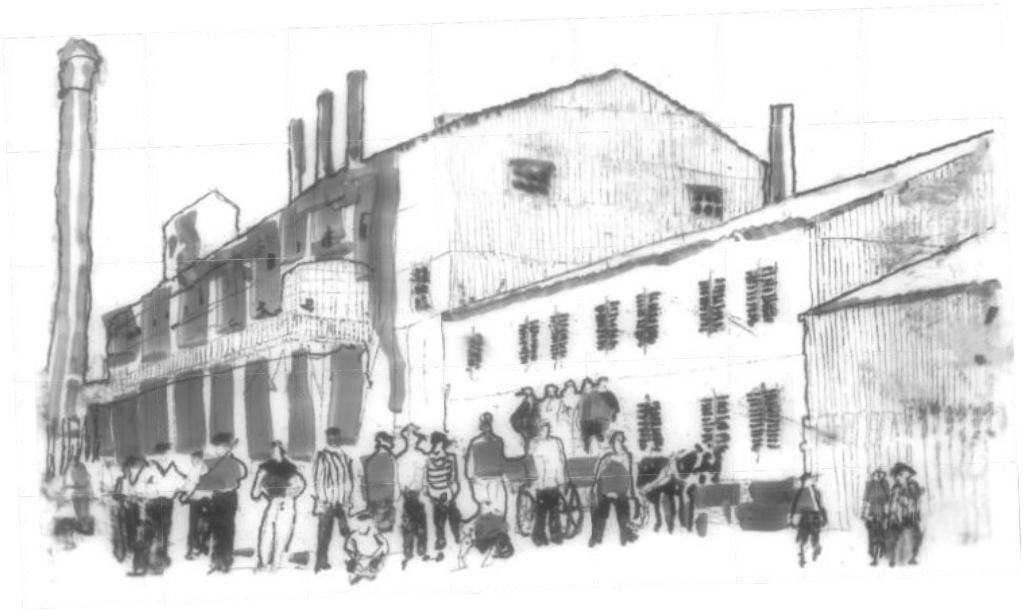
Para poder echar leña al fuego

La ciudad de la Trinidad desde su fundación tuvo el problema de la provisión de combustibles , dada la naturaleza de la pampa, que casi no tenía árboles, excepto en las riberas de algunos arroyos o del mismo Río de la Plata.

Las *Islas* eran montes que se encontraban de tanto en tanto y de los que se extraía leña. En las cercanías de la ciudad tenemos al *Monte Grande* (San Isidro) en el norte, el *Monte Castro* (Versailles) en el oeste. En las islas del Delta se producía carbón de leña y leña en rajas. A principios del XVII y alentado por el Cabildo, se habían plantado grandes montes de duraznos para la extracción de leña. La chacra de Diego Caseros (1788) tenía un monte con 150.000 árboles en la cañada del arroyo Morón.

"El más valioso de todos los árboles introducidos de Europa es el durazno; su crecimiento es muy rápido, y se planta en grandes cantidades en las cercanías de la ciudad, para leña. Su fruta es muy buena y abunda mucho; y en algunas chacras se recoge lo que se puede para el consumo de la población y después se echan los chanchos en los montes o bosques para que engorden con el sobrante". (43) Durante el 1700, de los montes cercanos a la ciudad,en particular de la costa, se extraía la leña. El Cabildo de Buenos Aires decretó que *"los montes silvestres de la ribera han sido y son comunes a todos los vecinos y deben gozar de ellos".*

(Abajo) Extrayendo leña de un monte de talas en las afueras de Buenos Aires. (Pág. siguiente) Fábrica alemana de extracto de quebracho (tanino) en Calchaquí, al norte de la provincia de Santa Fe.



Otros combustibles que se usaban en la Campaña eran los cardos, los huesos y la grasa ... *"Nuestro refrigerio esa noche se compuso de algunas tajadas delgadas que ensartadas en un palito con puntas en ambos extremos, se clavaba en el suelo y ocasionalmente se invertían las puntas, hasta que la carne se asaba, o más propiamente se quemaba. El fuego se mantenía encendido con grandes pedazos de gordura echados en las brasas y de cuando en cuando un poco de material o algunos yuyos (...) Los ladrillos son quemados con cabezas de bueyes o huesos de oveja cuyas osamentas con frecuencia se encienden para conservar el calor".(44)*

Hacia el oeste de la ciudad y según la descripción de Concolorcorvo (1778) se encontraba el camino conocido por el nombre de Arroyo las Conchas: *«Este camino es deleitoso y fértil en más de ocho leguas, con quintas y árboles frutales en que abunda mucho el durazno (...) pasando el Riachuelo se encuentra un monte poco espeso de árboles que llaman tala y se dilata por el espacio de dos leguas..... El dueño tiene su casa dentro del propio monte, cerca del camino Real, en una ensenada muy agradable, y le hallé en un patio rajando leña sin más vestido que unos andrajosos calzones. Dijo que tenía 85 años y su mujer igual edad, ambos españoles y con porción de hijos y nietos que se mantenían del producto de la leña de aquel monte, a donde iban a comprar los carreteros de Buenos Aires.» (45)*

En el Norte de la región del Gran Chaco se desarrolló en las últimas décadas del siglo XIX, una forma de manejo del monte: *"el obraje"*, que con la llegada del ferrocarril se pudo conectar a los mercados. Se extraía la madera que luego tenía distintos tipos de industrialización para la producción de leña, carbón, durmientes para el ferrocarril, postes, vigas, y el más elaborado tanino para el curtido de cueros. El extracto de quebracho fue dado a conocer en la Exposición de París en 1870, por Ernesto Duboise, un industrial que trabajaba con maderas tintóreas. Los obrajes se instalaron en el Norte de Santa Fe, Santiago del Estero, Chaco, Formosa y Jujuy. La forma de explotación es netamente extractiva, destruyendo el monte natural y muchas veces perdiendo fertilidad la tierra con todas sus consecuenciaspara el ecosistema. Las primeras explotaciones fueron de pequeños empresarios con poco capital y luego serán desplazados por grandes empresas que sacaban los rollizos del monte, como el obraje en Argentina en 1899. En esa época también con capitales alemanes se instala un obraje en el monte de Santa Fe, en Calchaquí. Las especies que se usan son el quebracho colorado y el blanco, el itín, guayacán, acacias, caldén, tala, vinal, el urunday, algarrobo y otros. El quebracho colorado contiene un alto contenido de materias tánicas (20/21% de su peso) con un 70% de tanino. Son árboles de crecimiento muy lento, necesitando por lo menos un siglo para tener su pleno rendimiento. Los obrajes crearon grandes conflictos sociales por las primitivas condiciones de trabajo en que se desarrollaban.

La energía de los bosques nativos en el patrimonio natural argentino

*«La guerra del fuego» es una excelente película de Jean-*Jacques Annaud donde se narran las aventuras de tres guerreros ulams (hombres post-neardental) que parten en busca del fuego que su tribu ha perdido. La historia expresa claramente lo importante que era el fuego -obtenido casi accidentalmente- en la antigüedad y no es muy difícil realizar una analogía con las luchas actuales por acceder a las distintas formas de energía Y es que a pesar de nuestros avances tecnológicos seguimos dependiendo de la naturaleza (y de sus fuentes energéticas) como hace más de un millón de años. La vida depende de la energía: palabra procedente del griego y que significa «en y ergon En acción» Por eso se la asocia a actividades o a la falta de ella.

Las fuentes energéticas tradicionales son los combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas), la energía nuclear y la energía hidroeléctrica y sólo esta última puede renovarse. Vemos así que la tierra posee un patrimonio energético limitado. Pero ¿de dónde viene la energía? Para comprender mejor el tema hay que empezar por explicar algo que vemos en la escuela, pero que resulta alejado de nuestra vida cotidiana: el proceso de fotosíntesis es aquél por el que las plantas toman el dióxido de carbono del aire y agua (y nutrientes disueltos en ella) del suelo. Con la ayuda de sustancias verdes que hay en las hojas (la clorofila) el dióxido de carbono y el agua se transforman en «alimento de las plantas» Por eso las plantas se llaman productor, porque son el único soporte viviente que produce alimento y oxígeno para los otros seres vivos. Los consumidores son los que se alimentan de plantas o de otros animales. Algunos consumidores son sólo herbívoros y otros (los carnívoros) son consumidores secundarios... pero todos continúan dependiendo de las plantas para vivir. Para cerrar el ciclo falta mencionar a los descomponedores que son los «recolectores de basura» de la naturaleza. Sin ellos el mundo estaría cubierto de plantas y animales muertos. Los descomponedores (bacterias, hongos, etc.) son los primeros recicladores naturales.

El proceso que se acaba de describir se llama cadena o trama alimentaria (y aunque parezca obvio) si las plantas atrapan la energía solar, un bosque o una selva son grandes depósitos de energía y por lo tanto de vida. En este artículo nos concentramos en poner como ejemplo el ambiente natural que gran parte de los argentinos tiene más cerca: La región pampeana. La provincia de Bs.As es la zona más poblada y más alterada del país (2), el pastizal pampeano prácticamente no existe más como ambiente natural, y los bosques se salvaron porque son marginales. La acción del hombre -mediante la agricultura, ganadería, industria e instalaciones urbanas- ha desdibujado el paisaje original pero esto no impide aún distinguir sus características naturales. La provincia de Bs.As prácticamente no ha *hecho un manejo de bosques, un poco por la tradición pampeana donde no había una masa boscosa significativa y otro -como veremos más adelante- por falta de planificación. Seguramente muchos lectores se sorprenderán al saber que allí encontramos tres tipos de bosques bien definidos desde el punto de vista de la distribución geográfica de las plantas y que -en contradicción con la poesía popular- la pampa no tiene el ombú, ya que éste es un árbol o arbusto propio del espinal.*

Los bosques de la provincia de Buenos Aires son:

1) Los bosques del Espinal o Talas enclavados sobre el Noreste de la provincia con dos subtipos: los bosques de barranca que llegan a través de las barrancas del Paraná hasta la zona de Palermo y Parque Pereyra Iraola donde aún encontramos pequeños reductos de bosque de Algarrobo y luego los talares de albardón que siguen sobre la zona marginal de la provincia de Buenos Aires orillando Bahía de Samborombón hacia la zona de Cabo Corrientes. Estos serían los bosques secos, los talares típicos. El tala, es la especie dominante homónima, cuya persistencia desde tiempos remotos dio nombre a la región, se presenta como un bosque de poca altura cuyos ejemplares poseen un tronco tortuoso, de leño muy duro y hojas caducas. Ha sido explotado para la obtención de leña desde los comienzos de la colonia, en especial durante las guerras mundiales aprovechando su madera dura y pesada. Aunque el bosque se regenera fácilmente, el semblante cambia debido a los rebrotes de la base, adquiriendo un aspecto arbustivo muy característico. La zona de Talares representa un mosaico de ambientes donde parches de bosque se combinan con pastizales y comunidades costeras del Río de la Plata. La explotación de madera para combustible a la que fue sujeto de manera desenfrenada hace casi imposible determinar hoy el área que potencialmente alcanzaron estos bosques.

Otro árbol característico de la zona es el algarrobo. Los algarrobales eran llamados por los indígenas guaraníes «ibopé» o «igopé» que significa «árbol puesto en el camino para comer». En idioma quechua se le daba el nombre de «yanatacú»: simplemente árbol y en diaguita: «pată». Actualmente se lo puede encontrar en algunos puntos de las barrancas del Paraná, en las cercanías de la estación Lima, como así también en Campo de Mayo, sin olvidar un magnífico ejemplar existente en San Isidro. Otras especies arbóreas de la provincia del Espinal son el coronillo, el espinillo, el incienso y el chañar.

2) Los bosques de Chañar y Caldeo en el Sudoeste bonaerense con varios subtipos, que serían el espinar del Sudoeste, los caldenales, ligado al espinal pampeano.

Estos son dos bosques secos distintos, uno en el noroeste y otro en el sudoeste.

3) Los bosques hidrófilos que bajan a través del Delta del Paraná y la Ribera Platense interior. Estos son bosques húmedos que podemos diferenciarlos en bosques de sauces

o bosques ribereños y las selvas marginales. Estas últimas tienen una distribución mucho más restringida sobre la Ribera del Plata y en pequeños sectores del Delta.

Pensando en estos ambientes boscosos como recursos energéticos, los manejos de la leña son oportunistas. Por falta de asesoramiento, al declarar una zona como bosque protegido existe una excepción de impuestos para los propietarios del terreno. Esto no se hace como estímulo, en realidad no se declaran bosques permanentes o bosques protectores y la gente no tiene el estimulo de eliminar o bajar la tasa impositiva que les vendría bien, entonces el desmanejo lleva a que se explote en condiciones donde nadie saca ganancia El propietario del campo deja pasar al leñero que le paga muy poco y saca la leña a precio de costo. Es decir nadie gana con esto ni se está beneficiando a mucha gente. Algunas panaderías en la zona de la costa tal vez ganen algo, pero los márgenes de ganancia son mínimos, ni siquiera es recurso para gente carenciada. Simplemente es falta de manejo y ausencia de una política global sobre los recursos a la que la conservación del bosque no es ajena.

La destrucción de los talares y de los algarrobales y de prácticamente todas las masas boscosas nativas de la provincia de Buenos Aires, para su uso tanto como madera, leña, postes de alambrado o simplemente para extender la frontera agropecuaria, demuestra que la falta de planificación, el cortoplacismo con producciones intensivas como la de la soja y el desconocimiento, es lo que impera en el manejo de la naturaleza. «El campo argentino se transformó en un desierto verde», me señaló hace poco tiempo un preocupado cultivador ante el avance de esta leguminosa- La soja se convirtió en el primer producto de exportación de Argentina y sus plantaciones se expanden cada año a expensas de la ganadería y otros cultivos tradicionales como maíz, trigo, algodón, papa o lentejas. El productor es consciente de que la soja lo hace dependiente, que deteriora el suelo y que afecta la diversidad, pero 'la necesidad tiene cara de hereje»', sintetizó el mismo propietario, dueño de un predio de 100 hectáreas que también destinó al cultivo de soja.

La falta de un plan ambiental siempre trae consecuencias inesperadas. Por ejemplo podemos preguntamos por qué la deforestación afecta tanto a los suelos. La respuesta la encontramos al comprobar por un lado, que las raíces de los árboles son el principal método de fijación para el suelo. Por otro lado, al no poseer árboles que la protejan, la capa superior del suelo es arrastrada por el viento o recibe el impacto directo de las gotas de lluvia. Cabe recordar que todo este material que se desprende del suelo es arrastrado por el agua hasta alcanzar cuerpos de agua tales como lagunas, ríos e incluso el océano.
Y este problema no se soluciona con una campaña de forestación. Hay que diferenciar lo que es un bosque nativo y un bosque implantado y los objetivos de ambos son totalmente distintos. Un bosque implantado no contribuye directamente a la conservación de la naturaleza y su entorno y un bosque nativo sí y este último no se puede implantar, tiene que crecer. Entonces si hay que hacer manejo de bosques nativos esto implica que tiene que dar lugar a la regeneración y difícilmente a la replantación de este tipo de bosque. Esto no ocurre prácticamente en ningún lado.

Para garantizar la conservación de los bosques y sus ambientes asociados, es necesario contar con una planificación territorial. Esto requiere una decisión política que tenga en cuenta la opinión de los técnicos y donde- por ejemplo- las reservas naturales tengan la superficie, los recursos económicos y la fuerza suficiente para que aseguren la conservación de la unidad de estos pequeños bosques. Conjuntamente propiciar fuera de las reservas, el desarrollo de un tipo de agricultura sustentable que implica varias medidas: Cultivos rotativos, control biológico de plagas, utilización de productos químicos menos perjudiciales para el ambiente, respetar la cantidad de ganado por unidad de superficie para evitar el pisoteo y emplear animales adaptados a cada región. Respetar la tasa de renovabilidad de los bosques, no sobrepasando la capacidad de regeneración de los mismos.

Las transformaciones del paisaje de los últimos años han sido sustanciales. Si no se toman los recaudos ahora estamos hablando de muy poco tiempo, es cuestión de un par de años para que este tipo de ambiente desaparezca.

Los bosques nativos son mucho más que adornos, hacen posible vivir con y de la naturaleza. Nos brindan energía positiva cuando los transitamos y también cuando los utilizamos cotidianamente, aún cuando no los tenemos presentes. No sólo tiene sentido su conservación como parte de nuestro patrimonio natural, sino también por ser fuentes históricas, turísticas, artísticas, paisajísticas u originadores de toponimias. Lo más trascendente: son la base del mantenimiento de un sistema ecológico que el hombre aún no ha podido reemplazar o superar tecnológicamente.

Entre los muchos recursos naturales que hemos perdido recordemos a los dinosaurios. Son atractivos y populares por muchos motivos: porque han desaparecido y su vida es un misterio científico a descubrir, porque sus restos son la fuente energética principal que dominó los siglos XIX y XX: el petróleo, porque son sinónimo de poder y actual motivo de entretenimiento en películas y exposiciones.
Si no tomamos rápidas e inteligentes acciones, lamentablemente, palabras como «Tala», «Algarrobo», o «Quebracho» podrán tener, para las generaciones futuras, la misma implicancia que «dinosaurio» hoy tiene para nosotros.

Carlos Fernández Balboa

De tierras y palos

Concolocorvo dice que *"todas las chozas se techan y guarnecen de cueros y lo mismo los grandes corrales para encerrar el ganado"*. Su uso se extendía a las puertas de las habitaciones y sus techos y con guascas de cueros se ataban y unían las estructuras de madera de las construcciones. La cúpula de la Iglesia de la Compañía, en la ciudad de Córdoba, es un ejemplo del uso de guascas para tal objeto. ***Los recursos materiales de un territorio sólo tienen valor, cuando una comunidad los puede usar teniendo el conocimiento para extraerlo de la naturaleza y transformarlos en función de la necesidad***. En la región del asentamiento de Bs.As., la falta de leña en cantidad suficiente indujo a la plantación de árboles de durazno que se podaban cada tres años y a partir de ello se dispuso de leña para fabricar ladrillos cocidos y tejas, algo que por varias generaciones había sido solamente privativo de unas pocas construcciones. La producción de insumos se hacía por medio de un sistema donde intervenían distintas especialidades y calidades de la mano de obra. Una viga de madera labrada empezaba su proceso en el territorio de las misiones, donde un hachero cortaba el árbol, luego se le daba una forma de viga donde se eliminaban las partes sobrantes, desde el monte se la transportaba con carretones al puerto, allí se formaba una jangada que navegaba hasta los puertos como Santa Fe o Las Conchas. Desde allí se la volvía a transportar en carretas hasta la obra, donde se la labraba y ajustaba. Un proceso que iba sumando costos, especialmente con el aumento de las distancias terrestres. Un similar proceso se daba en la producción de la cal y la obtención de piedra o arena.

La producción de ladrillos o tejas tenían un costo menor ya que frecuentemente se realizaba en las cercanías de la obra. Las miles de viviendas que se construyeron, especialmente durante el siglo XVIII con propuestas más elaboradas, necesitaron de muchos millones de ladrillos y tejas, de miles de puertas, ventanas, rejas y accesorios, para lo cual fueron necesarias muchos miles de horas de personal especializado, que trabajaban en lugares preparados para ese fin, y con herramientas relativamente complejas. Para poder construir muros con capacidad de carga como bóvedas, cúpulas o muros de carga, era necesario usar morteros de asiento de cal y arena. La cal era traída desde zonas cercanas como las caleras sobre las barrancas, en el actual barrio

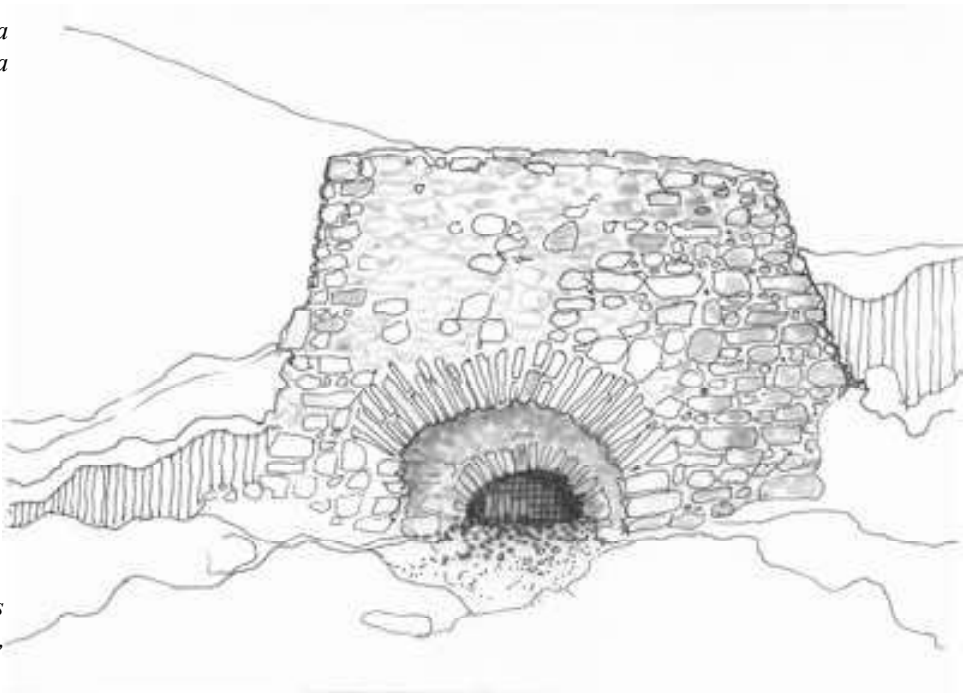
de Belgrano; también se la traía de lugares más alejados como de la Banda Oriental o las de mejor calidad desde las Sierras de Córdoba. Para usarla se la debía tratar en hornos donde se la deshidrataba, luego, previo a usarla, se la apagaba.

Las formas de trabajo propias de una región y sintetizar las experiencias locales, y que en general no han sido mayormente influenciadas por referencias culturales exteriores a su medio. Las condiciones geomorfológicas del territorio y las formas culturales de la gente si son parecidas producen en distintos territorios soluciones similares. Es un ejemplo de ello la estructura y cerramiento de un rancho con materiales vegetales propios de lagunas, y alejadas de la posibilidad de las maderas de los bosques. Algo similar se produce con la tapia o el adobe en lugares desérticos y con falta de madera. Cuando se usa una técnica que *no es funcional a una región* aunque se la haya traído de otros lugares donde estaba consolidada, éstas a poco son reemplazadas.

Las tecnologías de tierra (tapia o adobe) no fueron funcionales en las húmedas tierras del Litoral del Río de la Plata, donde apenas se tuvo disponibilidad de leña: se usó el ladrillo cocido. El hombre que viene de otras culturas como los primeros conquistadores, un hombre que ha viajado y conocido algunas formas diferentes en su medio cultural, cuando viene trata de mejorar su hábitat incorporándole los elementos que considera de más eficacia y prestigio. Prestigio que se nutre mucho de la información y posesión de elementos similares a los que se usan en aquellos puntos de referencia de cada época. La moda en la corte de Lima tenía como referencia a México y sobre todo a la Corte en España y ésta en gran medida a la Corte Francesa del s. XVIII y ese gran referente universal que fue Versalles.

Ese mundo que parecía inaccesible tenía de todos modos una relativa permeabilidad para aquéllos que disponían de recursos. Estas nuevas necesidades indujeron a la transferencia de recursos desde territorios lejanos cuando la sociedad podía asumir los costos de las transferencias. Un caso lo tenemos en la iglesia en Río de Janeiro cuyas piedras labradas fueron traídas desde Inglaterra, o más acá las casas de madera o hierro compradas en Europa por medio de catálogos.

(pág. anterior).En una región con escaso combustible para quemar ladrillo o tejas como Buenos Aires en los primeros años de la conquista, las construcciones se hacían con muros de tapia (tierra apisonada) o adobes y se cubrían con paja . Imagen de la construcción del muro de defensa del primitivo Real (1536)
(abajo) De las selvas del Noreste sobre Paraguay y Misiones se extraían maderas con las diferentes calidades apropiadas a los más diversos usos (construcción de edificios, carretas, embarcaciones, muebles, etc.), luego se las bajaba en jangadas por el río Paraná.



(arriba) Cortando tablas de cardón en la Quebrada de Humahuaca. El sistema era hendiendo las fibras de forma tal de sacar tablas. El cardón es la única posibilidad de tablas o vigas de relativa resistencia en una región sin árboles. (abajo) Antiguo horno para fabricar cal en las cercanías de la Estancia Jesuítica de Alta Gracia (S. XVIII). La fabricación de cal como aglomerante de los morteros aumentó considerablemente la capacidad de las formas constructivas como muros de mampostería, bóvedas, cúpulas.

La recolección

La recolección es la forma más elemental de apropiarse de materias útiles de la naturaleza como frutas, granos o piedras y palos. El hombre con la observación y la experiencia aprende a conocer los modos de la naturaleza y se producen las grandes transformaciones de la cultura como es la agricultura o la domesticación de los animales. Sin embargo, la recolección permaneció hasta casi nuestra época como una forma de subsistencia. La recolección permaneció en una relación casi inversa al grado de culturización de la naturaleza no hay casi recolección en el medio urbano (salvo la residual), se conserva algo en la campaña y es una proporción importante en las regiones menos desarrolladas. En los primeros tiempos de la colonia con poca población, se usaron muchas de las formas de obtener recursos de las originales comunidades indígenas locales. Una de las más importantes desde el punto de vista económico fue la yerba mate (cerca de 20.000 arrobas) se cosechaba en los yerbatales naturales hasta que muchos años después se la aprendió a cultivar al descubrir el modo como podían germinar las semillas. El proceso de la yerba comenzaba con la recolección de las hojas en el monte, su transporte hasta unos hornos (barbacoas) donde se la tostaba y luego su molienda en morteros de cuero.

Recolección de la cochinilla. (arriba) A comienzos del siglo XIX el Dr. Manuel Belgrano propone como una industria potencial la siembra (culturización) de la cochinilla. Un insecto que producía una tintura roja (grana cochinilla) usada por los aztecas como tinte y que en época colonial era exportada a Europa junto al Palo Brasil y el Palo Campeche en grandes cantidades. (abajo) Recolección del fruto del algarrobo (chauchas) usado como alimento (dulce) con su harina se fabrica el patai. En muchas regiones se hace una fiesta: la Algarrobiada con motivo de la recolección.

El cuero, un recurso casi infinito

La pampa era la fuente de los recursos vitales de las comunidades indígenas. Waki matando a un puma. Grab. Vida entre los patagones. G.Ch. Musters

En 1536, el Adelantado Dn. Pedro de Mendoza, había traído caballos en su expedición, que quedaron en libertad cuando Buenos Aires fue despoblada por Irala. En 1580, al refundarse Buenos Aires, Juan de Garay introdujo las primeras vacas en esta región, algunas escaparon a esas pampas sin límites y ese ganado vacuno y caballar, ahora *cimarrón**, se reprodujo prodigiosamente para convertir, en corto plazo, esa área marginal, las pampas bonaerenses, en el centro económico y político del país. Su extensión se estimaba en 42.000 leguas. El desarrollo histórico del indio y del criollo también quedaba signado por estos nuevos ocupantes de las llanuras que presentaban condiciones óptimas para su reproducción en un territorio sin depredadores. Aprovechando los recursos naturales de la región, los conquistadores usaron los cueros de la fauna que cazaban. *"Los venados, en todo el Río de la Plata, son muy grandes y no de menores aspas, las pieles curan y hacen de ellas cueros que parecen de ante". (46)* El litoral durante los primeros siglos de la colonización española era la parte más pobre, la menos desarrollada, no tenía minerales como tampoco pueblos indígenas con un desarrollo cultural económico que fueran integrables a la economía. El régimen español limitaba las posibilidades del Puerto de Buenos Aires que sólo eran superadas por el contrabando. Su escasa población se sustentaba de una débil economía de mercado basado en el ganado cimarrón de sus pampas.

El ganado cimarrón fue considerado como el primero llevado por los colonos y por tanto con derecho a propiedad por parte de los vecinos fundadores. El *derecho de vaquería* fue regulado por el Cabildo y desde 1589 llevó un registro de marcas. *"En los primeros tiempos no pasaban años sin que zarpasen de seis a ocho buques de Bs. As. cargados de cueros en su mayor parte, grandes eran las matanzas sin que se aprovechase más que los cueros, la gordura y el sebo." (47). "Estas pampas o llanuras corren del Norte a Sur como unas cien leguas, que se cuentan desde Buenos Ayres hasta la Serranía del Volcán, Tandil, y Cayrú. De Levante á Poniente se extienden estas*

CIMARRON: *salvaje o montaraz, con este sentido general la voz corre en el país desde fines del siglo XVI (GEA).*

tierras llanas cosa de doscientas leguas empezando desde el Mar, ó boca del Río de la Plata hasta la cordillera de Chile... Sin embargo estas tierras llanas, ó pampas, aun que en parte, como se há dicho, carece de árboles, su esterilidad no es absoluta, pues producen substanciosas plantas, que sirven de pasto á los animales. Crece lozano el heno, el trébol, y muchas especies de paja. Es verdad, que no las riegan fuentes, arroyos ó ríos frequentes, peró las lluvias copiosas y abundantísimas forman en lugares bajos lagunas, cuyos vapores refrescan los pastos, ofrecen bebida á los animales y alivio á los viajantes. A veces lo intenso de los calores, o la multitud de caballos cerriles, y silvestres, que llega á brevarse, agota estas lagunas, y entonces todo es aridéz, y desconsuelo, hasta el río Salado, que corre dos leguas más abajo de la Reducción de los Indios Pampas." (48). Las haciendas originariamente mansas y de rodeo comienzan por separarse, las *"haciendas alzadas"*, procreadas en libertad, dieron origen al ganado *"cimarrón o bagual*"*. En las cercanías de Buenos Aires se encontraban grandes rebaños que constituían la mayor riqueza de la región. *"Por fin llegaron a las cercanías de estas campañas de Buenos Aires, y él (Tapary) lo reconocía por la abundancia que había de yeguas cimarronas de que se mantenían..." (49)* Otro viajero, el jesuita Cardiel refuerza esa idea...*"Las yeguadas bagualas se extienden en numerosísimas manadas por todas partes hasta donde yo llegué empezando de las estancias de ganado de Buenos Aires dicen los indios que no llegan al río Colorado".... (50)* La cantidad de animales sin dueño siguen asombrando a otro jesuita el R.P. Falkner... *"Hay también gran copia de caballos mansos, y un número increíble de baguales. ... Los caballos alzados no tienen dueño, y andan disparando en grandes manadas por aquellas vastas llanuras... Andan de un lugar a otro contra el viento, y en un viaje que hice al interior, el año 1744, hallándome en estas llanuras durante unas tres semanas, era su número tan excesivo que durante quince días me rodearon por completo... " El indígena, a poco de la conquista, se transformó en un excelente jinete. Adquirió una gran destreza en cazar los caballos cimarrones, con lazo o con boleadoras, y muy rara vez se le escapaba uno" (51).* Cuando esto ocurría, era mirado con desprecio. Respecto al método de cazarlos, es interesante la

descripción, de 1742, de Isaac Morris: *"Tienen dos maneras diferentes de capturarlos, cada una de las cuales he visto practicar con increíble destreza. La primera es con una lonja de cuero de caballo de una dos pulgadas de ancho y cincuenta pies de largo con un nudo corredizo en un extremo. Este nudo lo sostienen en su mano derecha y el otro extremo en la izquierda, hasta que se aproximan a unas pocas yardas de la bestia y entonces arrojan el nudo corredizo por sobre su cabeza, aún a toda velocidad, y aguantan la otra punta fuertemente con la izquierda. La bestia es pronto detenida y tomada. El otro método es con una angosta correa de cuero de caballo, de unos doce pies de largo, en cada uno de cuyos extremos está atada una bola redonda de hierro de unas doce libras de peso. Cuando están a cierta distancia de la presa, revolean una bola varias veces por sobre su cabeza hasta que toma suficiente vuelo, y luego la arrojan a las patas del caballo soltando la bola de la mano izquierda al mismo tiempo, lo cual rara vez falla en trabar sus patas y voltearlos al suelo" (52)* Los caballos, una vez cazados se reúnen en un acopio común y se distribuyen según su condición: *"Si hay algún cavallo galán, y de buen pelo, (que hay muchos) le reservan para su silla; ó si es yegua, para cría." (53). La abundancia de ganado cimarrón, pronto permitió una tarea netamente extractiva. Sólo se aprovechaban el cuero y las astas.El ganado se cazaba con unas lanzas que tenían una punta en media luna, con la que el jinete cortaba los jarretes* del animal que quedaban inmovilizados. Luego se los remataba degollándolos y cuereándolos.*

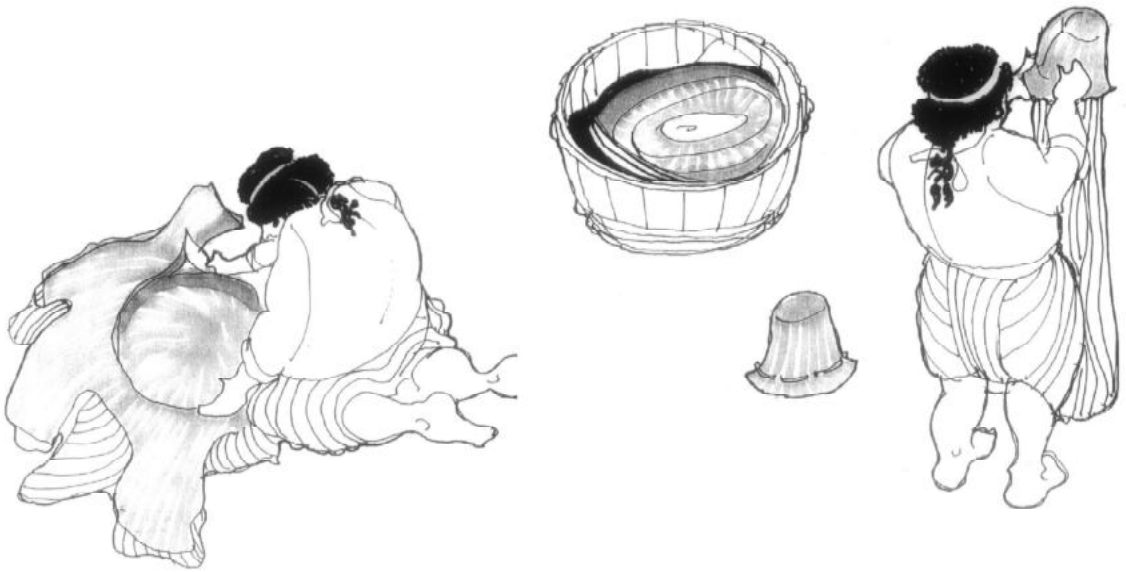
***JARRETE:** la corva de la pierna del hombre o el corve si son de los animales. (E.C.S.)*

Tanto el ganado caballar como el vacuno, tuvieron distinta significación. El caballo fue aprovechado en forma intensiva por las comunidades indígenas pampeanas reemplazando al guanaco, modificando tanto la dieta alimentaria, como las formas de caza y tácticas de combate y acentuando aún más la movilidad propia de los grupos, proveyendo materia prima para la vivienda, el vestido, medios de transporte, etc. *"Años pasados, quando las campañas, y llanuras inmediatas á Buenos Ayres, mantenían tanto ganado bacuno, que las inundaban, bajaban algunas tolderías de Indios Serranos, Thuelchus, Peguenches y Sanquelches por el interés de su caza... Queda dicho, que desde Buenos Ayres hasta la Serranía del Volcán, y de aquí al río Colorado hay dilatadísimas campañas, ó pampas limpias de arboleda, peró con buenos pastos para animales, En estas llanuras inmensas vaguean tropas, y manadas prodigiosas de cavallos, y yeguas, que llaman baguales, cimarronas, ó lo que es lo mismo silvestres y cerriles. No será fácil dar á comprehender su multitud, á quien no la há visto. Baste decir, que por más de trescientas leguas de norte á sud; y más de doscientas de oriente a poniente, están las campañas inundadas de tales cavallos, como si fuera una hacienda, ó estancia poblada únicamente de ganado. Los caminantes en sus viages, sino las espantan con diligencia... corren riesgo de quedar á pié; porque corren como una exhalación en grandes manadas, y arrebatan las cavallerías del carruage... El año de 1749 hubo grandes sequías, y falta de agua en las pampas, concurrían á sus acostumbrados abrebaderos los baguales, y como no hallaban agua, caían muertos de sed, trepando unos sobre los otros, de manera que sus cadáveres formaron tan excesivos montones, que parecían Lomas, ó colinas altas." (54)*

En esta etapa de pre-araucanización el ganado vacuno tuvo importancia secundaria para las comunidades indígenas. Vinculado, desde tiempos muy tempranos, al tráfico de ganado con Chile, este fenómeno se agudizará con el proceso de araucanización. En este período no disminuyó la importancia del caballo en la vida aborigen, pero el ciclo del ganado vacuno cobró dimensiones más vastas. ***Así, tendremos que a la etapa de la explotación del caballo correspondieron períodos de relativa calma con el blanco, mientras que el ciclo del ganado vacuno implicó el enfrentamiento franco de las dos sociedades, la española y la indígena.*** Por muchos años la principal producción local

extractiva fue el cuero *"que regularmente venden allí de seis a nueve reales a proporción de su tamaño. Por el número de cueros que se embarcan para España no se puede inferir las grandes matanzas que se hacen en Montevideo y sus contornos y en las cercanías de Buenos Aires, porque se debe entrar en cuenta las grandes porciones que ocultamente salen para Portugal y la multitud que se gasta en el país. Todas las chozas se techan y guarecen de cueros, y lo mismo los grandes corrales para encerrar el ganado. La porción de petacas en que se extraen las mercaderías y se conducen los equipajes son de cuero labrado y bruto." (55)* En la región ganadera, uno de los subproductos valiosos del saladero fue el cuero, que se procesaba en una forma elemental: primero se lo mojaba con salmuera y posteriormente se lo lavaba. Se lo podía conservar por un período de doce meses en pilas donde se intercalaban cueros y capas de sal. *"Pero el secado de los cueros es una operación engorrosa que exige cuidado y atención. Los que deben enviarse al mercado inglés o alemán son estirados sólo a lo largo de modo que el cuero al secarse quede más grueso. Se usan veinticuatro o veintiséis estacas para asegurar los dos extremos al suelo."(56)* Si se enviaban a países como España, se los preparaba para formar un cuero delgado estaqueándolos en todo su perímetro. Se hacía una selección según la calidad. La extracción de cueros en los saladeros, correspondía a las actividades principales... *" Los cueros se someten a no menos prolijas y bien organizadas operaciones que la carne. Como*

(pág. anterior) Desollando el ganado. (abajo) Sacando el cuero estaqueándolo y hombre haciendo soguillas. "El cuero se colgaba en el corral y cuando el ayudante hacía su recorrida, retiraba los cueros y pagaba al que los hubiese secado. El cuero no debía estar desgarrado y bien estaqueado; en caso de deficiencias, se rebajaba el importe correspondiente por desaseo"... "están secos y si el lomo está duro se mojará bien con un trapo por el lado del pelo y luego que esté blando se doblará y apretará y estando seco se guardará en la pila durante la primavera y el verano cada quince días se debían sacudir y en otoño o invierno una vez al mes." (57)



no sería posible estacarlos en el recinto del establecimiento, se salan en un baño de salmuera (de cuya operación estas casas han derivado su nombre de saladeros), donde permanecen dos horas y después son colocados en pila en un galpón, esparciendo sobre ellos una fracción de sal. Aunque ésta abunda mucho en el sur de la provincia, es traída generalmente de Cádiz y los saladeristas compran cargamentos enteros. Una vez preparados, los cueros se embarcan a granel en los pequeños buques que llegan por el Riachuelo hasta la puerta de los saladeros, que están situados en sus orillas y cada uno de los cuales tiene un muelle particular para su uso." (58). De la Real Fábrica de Curtidos de Sevilla se envían dos expertos (1790) para enseñar el arte en Buenos Aires. La exportación de cueros y pieles creció en relación de las

(Arriba) Fabricando artesanalmente un sombrero "panza de burro". Se le da forma mojándolo y golpeándolo sobre un poste. (abajo) Curtiendo cueros a fines del siglo XVIII

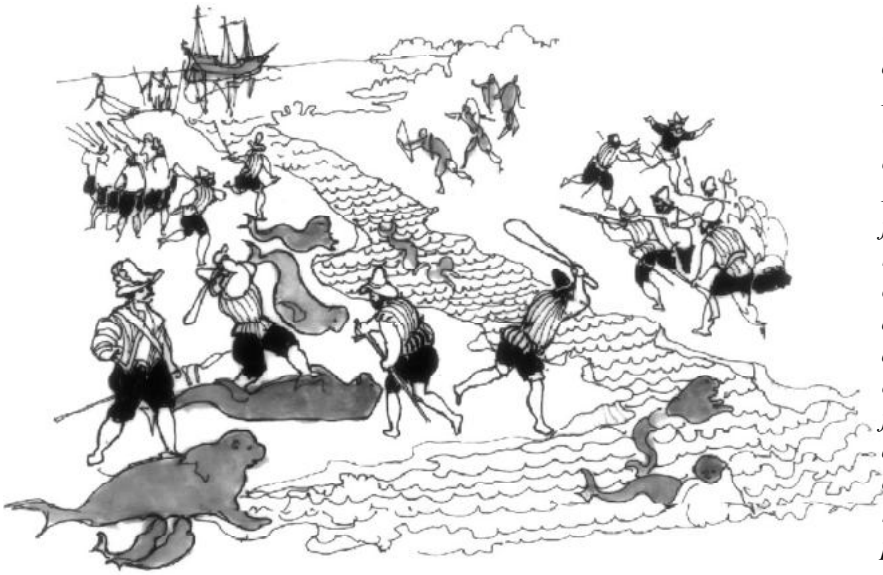
nuevas condiciones del comercio en América en 1770 se exportan 150.000 cueros en 1780, 800.000 y tres años después 1.400.000. En Buenos Aires en 1793 apareció una industria que estaba en directa relación con la producción de cueros, la curtiembre. Según un informe del Diputado del Real Consulado en 1801 *"de la existencia en Corrientes de una fábrica de curtiembres, propiedad de D. Julián del Molino Torres con una producción de 3500 suelas anuales. Otra de igual naturaleza se conserva en la Ensenada distante 6 leguas de la ciudad... en Itatí existía otra curtiembre."* El cuero siguió siendo hasta avanzado el siglo XIX el elemento principal para realizar los *vínculos*, refuerzos, aperos y tantas otras cosas en el medio rural. Head relata en su viaje a la cordillera de la utilidad que le daban los criollos al cuero, ataduras.. *"El capataz me pidió dinero para comprar cueros, que luego fueron cortados en largas tiras de un ancho de tres cuartos de pulgada; la lanza y casi toda la carga del carruaje se ligaron fuertemente con cuero mojado que, una vez seco, se encogio formando atadura casi como de hierro. Los rayos y con mucha sorpresa nuestra, las circunferencias de las ruedas, se ataron de modo semejante para que, efectivamente, rodaran sobre el cuero. Todos declaramos que se cortaría antes de salir del pavimento de Buenos Aires, pero aguantó perfectamente bien setecientos cincuenta millas y fue cortado entonces por filosas rocas que no vimos al pasar". (59)* La ganadería y sus anexos dominaron la escena económico-política luego de la independencia pese a las propuestas de Manuel Belgrano en defensa de los labradores y desarrollo de la industria. En un fragmento del memorandum que José Mario Roxas y Patrón presentó a la reunión con otras provincias del litoral. *"La industria casi exclusiva de las provincias de Buenos Aires, Santa Fe y Entre Ríos es la ganadería y aún en Corrientes es como la base de las demás. Esta es la que más conviene porque para ella los brazos son un gran capital empleando aún los menos útiles. Por otra parte nuestros campos en la mayor parte están despoblados, siendo baratos por lo mismo y como la demanda que hacen los extranjeros de cueros y demás que producen los ganados es siempre creciente resultan que cuantos hombres y capitales se emplean hacen una ganancia exorbitante.* Luego de la revolución se modifican muchas de las regulaciones económicas de la colonia decretando la disminución de los impuestos a la exportación de cueros, sebo y otros productos ganaderos. En 1812 se declara libre de impuestos la exportación de carne salada.

Otros recursos que se extraían de la pampa, eran las pieles, las plumas de avestruz, etc.que las gentes del campo y las comunidades indígenas cambiaban por los vicios en las pulperías.

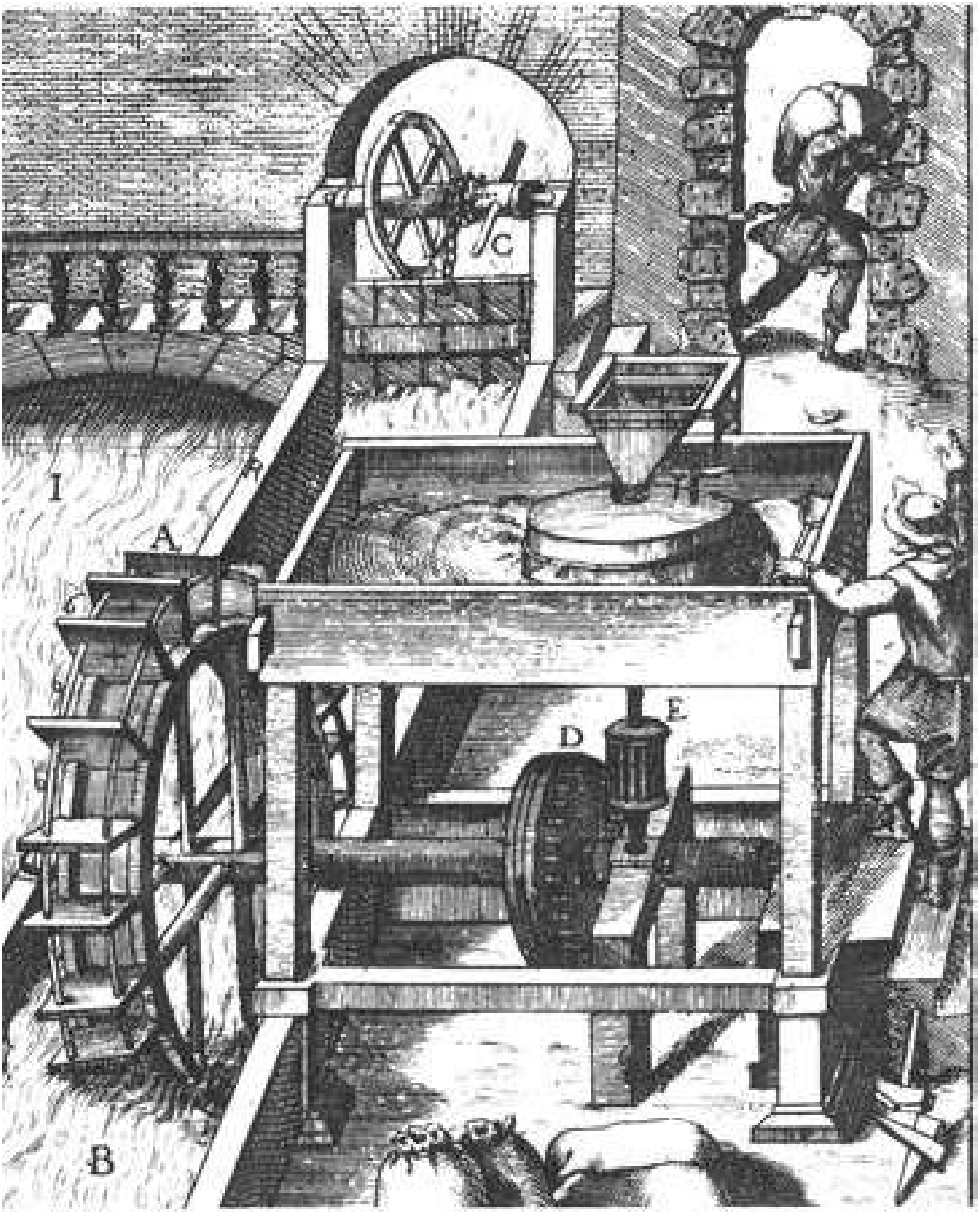
Recursos del agua

En 1778 llegan al Virreinato precisas instrucciones para poblar algunos lugares de la costa patagónica y promover la pesca de la ballena. Un empresario, Francisco Medina, organiza dos expediciones a los mares del sur, tropezando con grandes dificultades por la falta de personal especializado, valiéndose de europeos, portugueses o prisioneros norteamericanos apresados en un barco inglés. Solamente en la segunda expedición tuvieron un razonable resultado. La falta de personal no permitió seguir con la empresa.

"Levene nos habla de las industrias marítimas, la cual parecería haberse circunscripto únicamente a la pesca de lobos marinos por la Real Compañía, en la isla de Los Lobos. En 1802, se obtuvieron 17.766 cueros y 619 barriles de aceite. Al cesar la compañía se hizo cargo de la administración de las operaciones la Real Hacienda. Hacia 1808, se dio licencia a favor de José Braña y Juan Fernández para la explotación, debiendo repartir los beneficios con la iglesia de Maldonado y las familias pobres. En 1810, solicitan se prorrogue el permiso de explotación.Con anterioridad a esas fechas el Rey ordenó fundar en 1778, un establecimiento en San Julián para llevar a cabo la pesca de ballenas, debiendo además aprovechar las abundantes salinas para la salazón de carnes, pero un informe efectuado siete años más tarde por Francisco de Paula Sanz en mayo de 1786 dice la imposibilidad de fomentar las poblaciones en esa zona. En tiempos del virrey Loreto, se autoriza a Tomás Antonio Romero y J. Alberto Capdevilla para la pesca de bacalao y sardinas en 1a costa patagónica. (60)



(Arriba) Pescando en las costas del Río de la Plata. Dib. de Florian Paucke (c. 1750) (abajo) Cacería a palos de focas y lobos en Puerto Deseado BAS Grab. Pretty (1586). La pesca fue otra forma de obtener alimentos tanto en las zonas de la costa como en el lejano sur, donde la pesca de la ballena fue fomentada desde el siglo XVIII. Las principales empresas eran de los ingleses, franceses y en forma creciente de los norteamericanos. En las costas patagónicas se explotaba la caza de las lobos marinos para la extracción de aceites y cueros.



DEL MUSCULO A LAS MAQUINAS

(Pág. anterior) Sistema de un molino hidráulico renacentista. Desde una represa se regula la entrada de agua por medio de compuertas o por un canal el agua llega a la rueda hidráulica. A las aguas usadas se alejan en un nivel inferior. La energía se transmite a las muelas por medio de un engranaje y su linterna.

Notas

1- Schultz. Helga Historia económica de Europa 1500-1800. Ed. Siglo XXI. Madrid 2001.
2- Derry T. K. y Trevor I. Williams. Hist. de la Tecnología . Ed. Siglo XXI. Madrid 1970.
3.- Schultz. Helga. Op.cit.
4- Los ingenios y las máquinas. SECC FII y CV. Madrid 1998.
5- Giménez Ovidio. El trigo y su molienda. Bs.As. 1961.
6- Mumford Lewis. Técnica y civilización. Ed. Alianza Un. Madrid, 1982.
7- Caro Baroja. Los pueblos de España. Ed. Itsmo. Madrid, 1990.
8- Klinckowstroem Carl Von. Hist. de la Técnica. Ed. Labor. Barcelona. 1980.
9- Ducasse Pierre. Hist. de la Técnica. Ed. EUDEBA. Bs.As., 1960.
10- Derry T. K. y Trevor I. Williams. Op cit.
11- Legazpi M. José. Ingenios de madera. Oviedo.
12- Mumford Lewis. Op cit.
13- Derry T. K. y Trevor I. Williams. Op. cit.
14- Los ingenios y las máquinas. Op.cit.
15- Los ingenios y las máquinas. Op.cit.

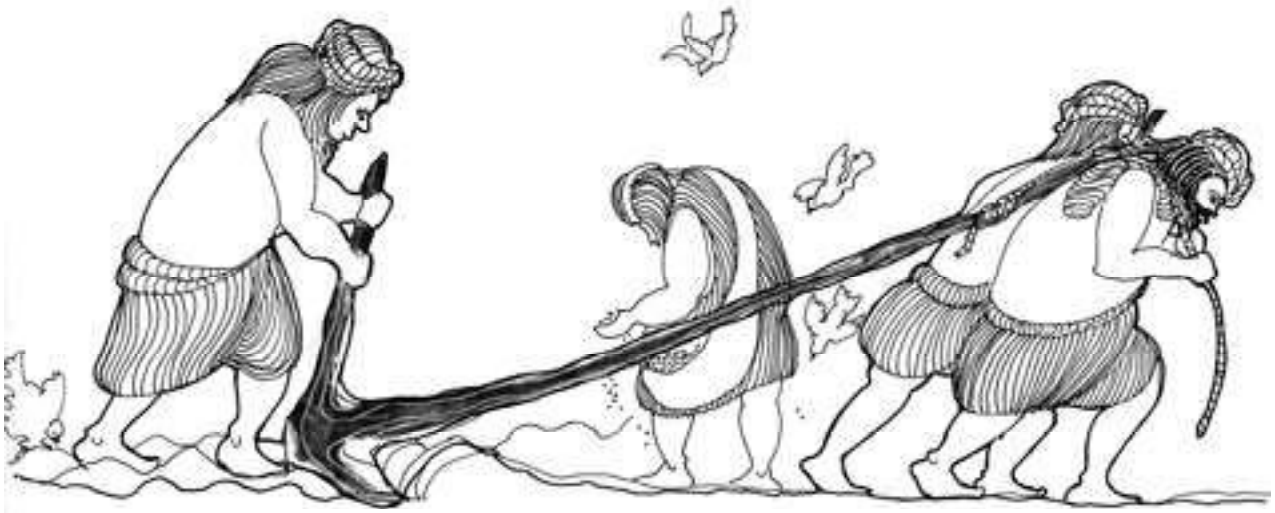
De la fuerza del hombre

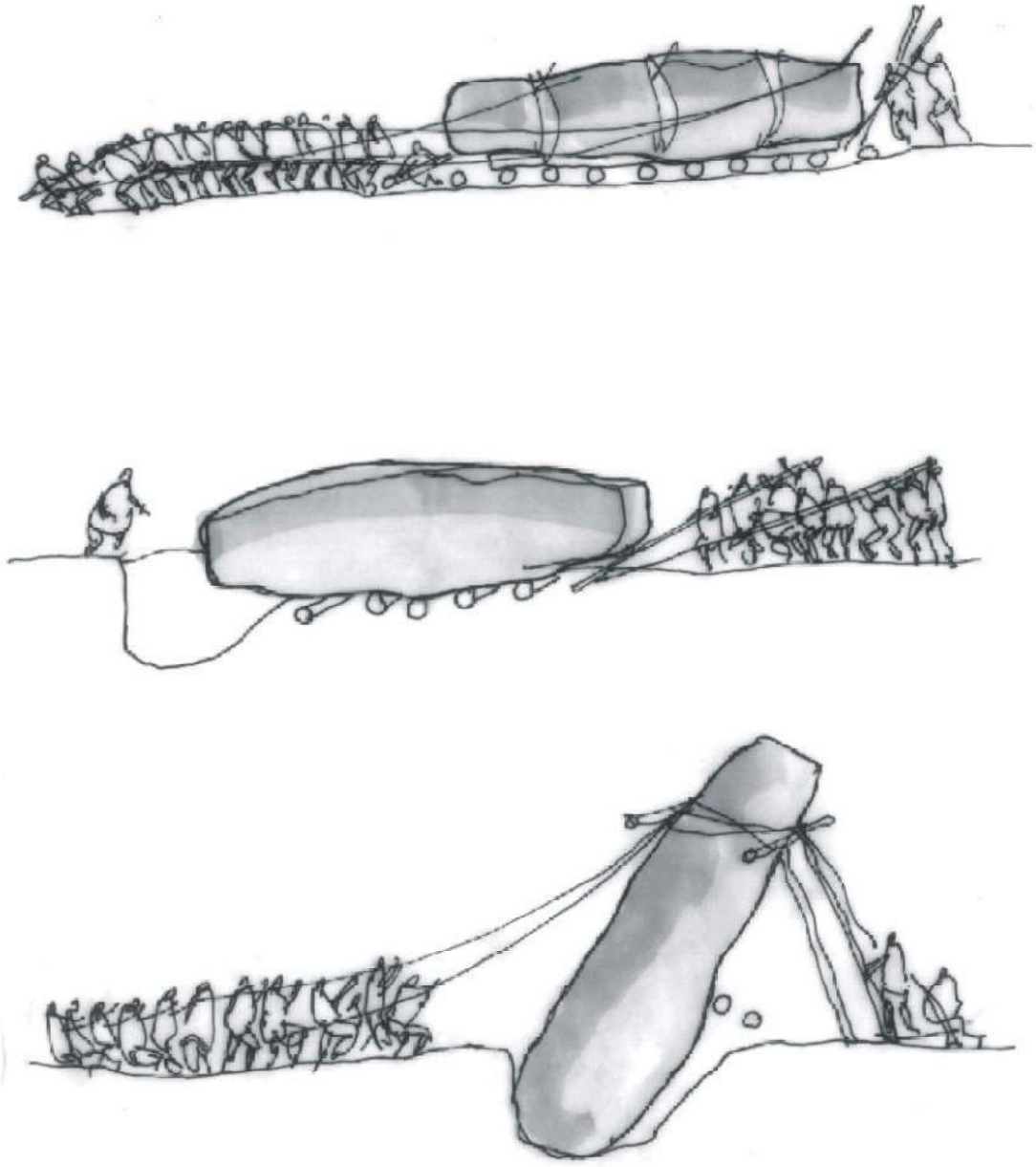
El arco fue una aplicación de energía en un material elástico con capacidad para acumularla. Esto amplió las posibilidades de alimentación y defensa. De acuerdo a sus principios se construyeron armas de gran porte como la catapulta de torsión o los "*escorpiones*" en el s. II a.C.

Las prensas de viga como el "*prelum romano*", permitían extraer aceite, vino o sidra y se usaban accionadas por energía humana hasta la época moderna. En el siglo II las prensas con una viga habían alcanzado un buen desarrollo. Un siglo más tarde apareció el tornillo (husillo) para prensar.

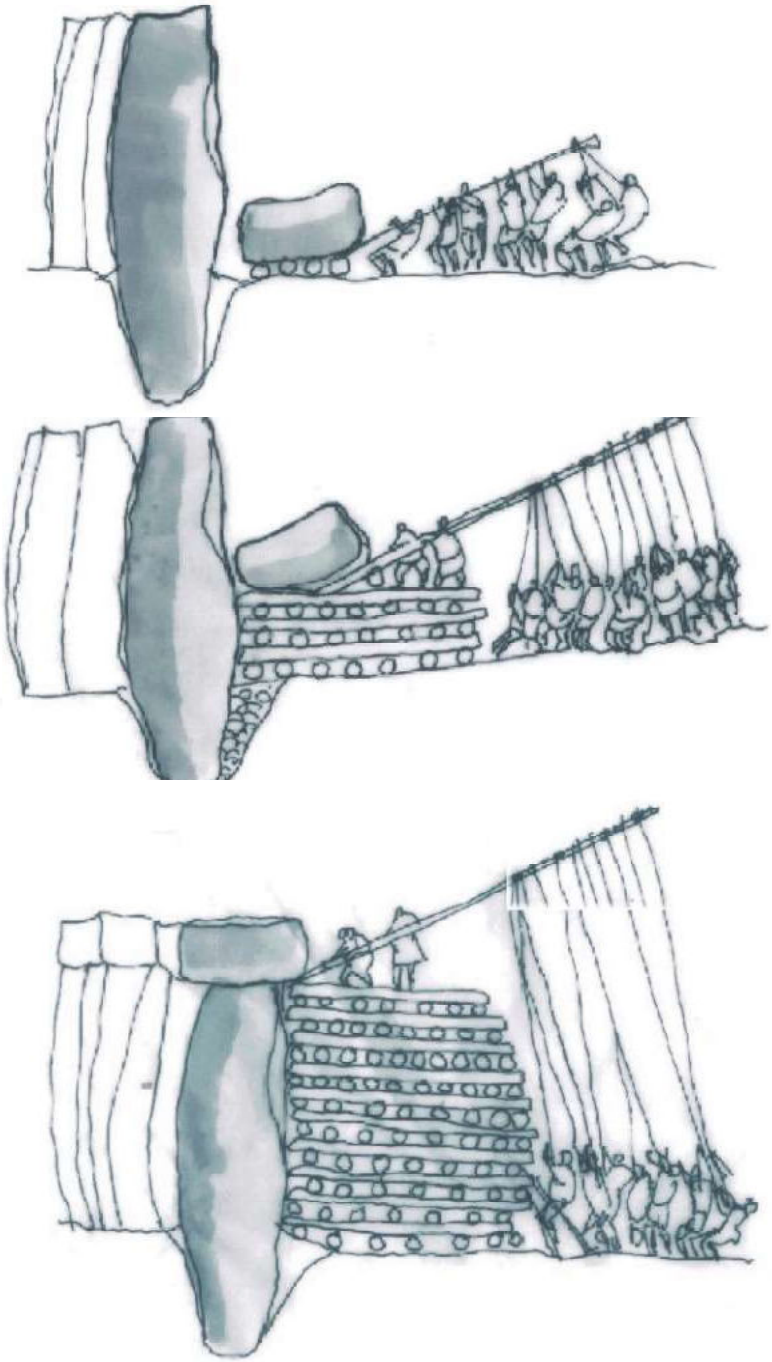
Cuando grandes cantidades de energía eran necesarias para un trabajo, se aplicaban a la acumulación *por la sumatoria de los esfuerzos individuales de una cantidad de gente coordinada*, o por un mecanismo que permitía transformar una pequeña fuerza en una mayor, como las palancas o las poleas compuestas, las cuñas, las ruedas apoyadas sobre un eje y el tornillo.

(arriba) Arqueros en el Paleolítico. El arco fue una máquina que permitió una caza más eficaz y menos peligrosa al no necesitar acercarse el cazador a su presa. (abajo) Agricultores en los tiempos del Neolítico tirando un primitivo arado por medio de energía humana

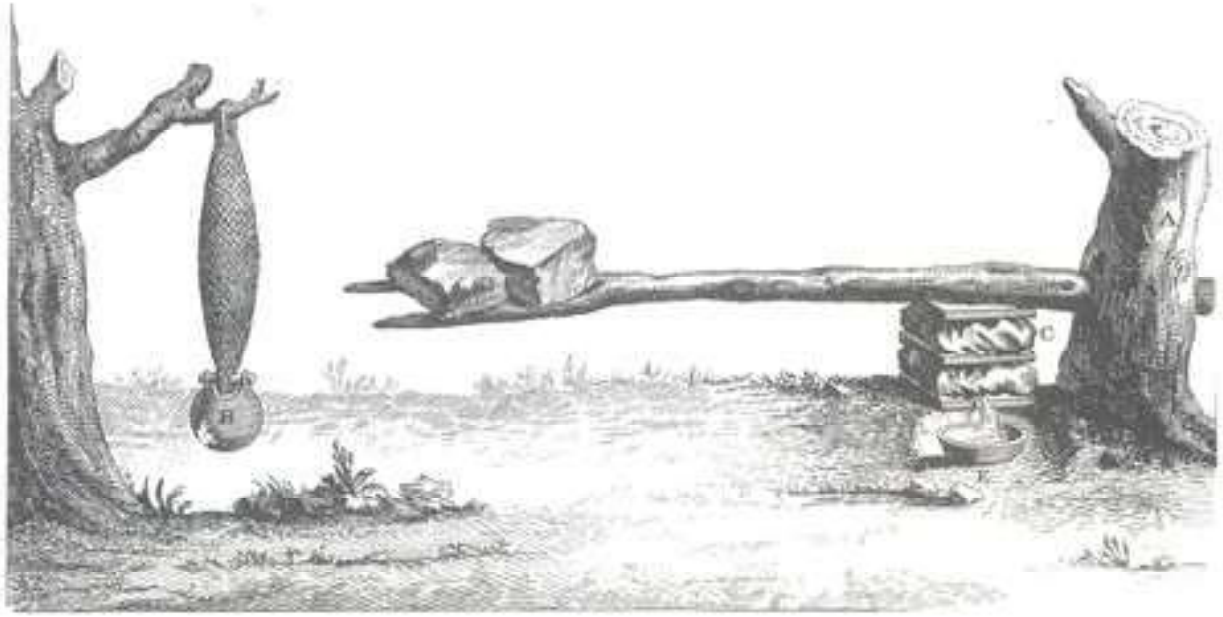




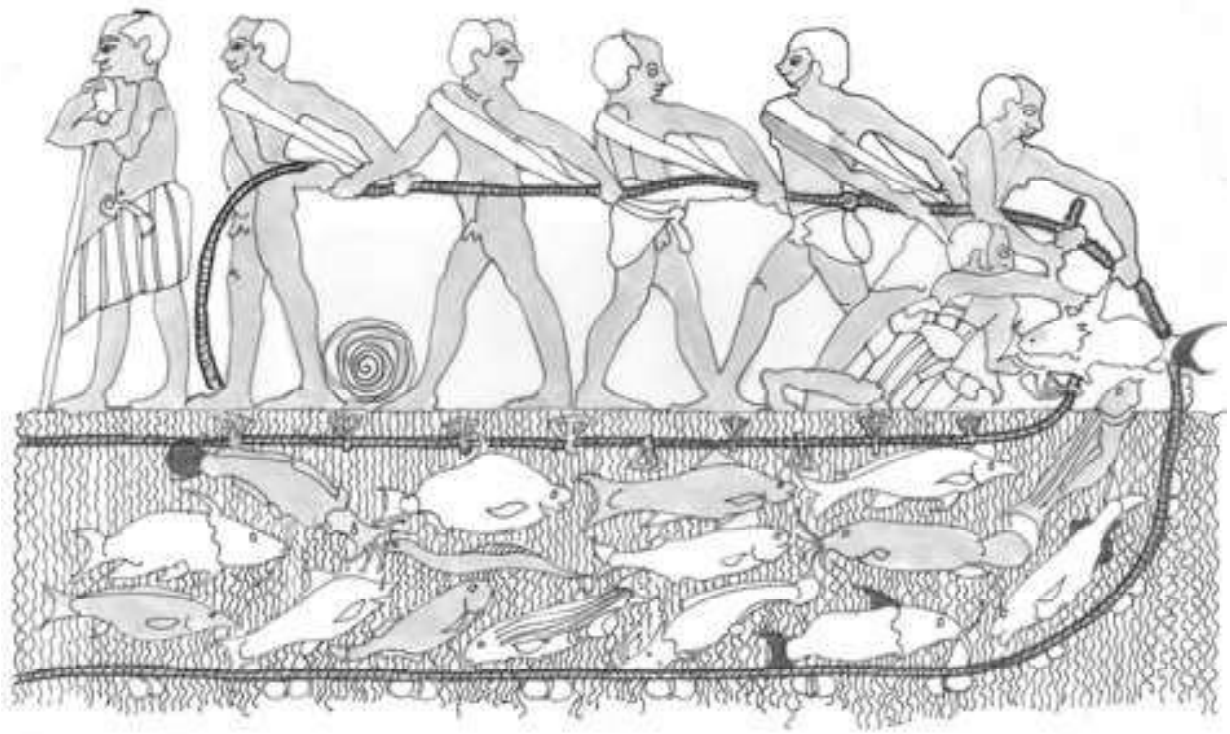
Organización social para el trabajo de gran escala. En la llanura inglesa de Salsbury, hace más de 4000 años se empezó a construir el gran recinto con forma de círculo de 100 m. de diámetro que conocemos como Stonehenge. La escala del trabajo necesitó de una organización social que tuviera excedentes alimentarios para mantener grandes cantidades de trabajadores, con una estructura social con ciertas especializaciones. El primer trabajo fue la elección del sitio y en él la traza de la forma, en cuyo perímetro se construyó una trinchera amontonando las tierras en dos terraplenes. Las rocas para la construcción de los trilitos debían ser traídos desde un sitio a 30 km de distancia. Los bloques elegidos debían ser desbastados en las formas necesarios con procedimientos simples pero eficaces, calentando la roca y luego enfriando bruscamente con agua. Para el transporte se necesitaba aunar los esfuerzos de más de 1000 hombres.

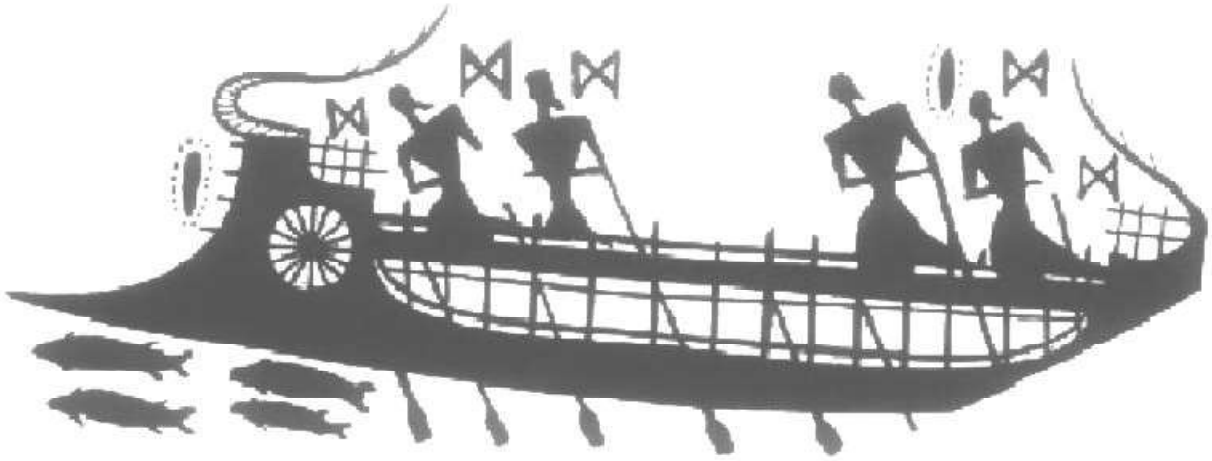


Los bloques de 50 toneladas se colocaban sobre un trineo de troncos, que se hacía deslizar sobre un camino de rollos de troncos. Para erigir los pies se cavaba un pozo a donde se los deslizaba ayudado por cuerdas y troncos, luego el dintel era elevado por medio de palancas, con calces formado por un escalonamiento de troncos... Los grandes megalitos cuya construcción podía durar muchas generaciones se encuentran en diversos lugares de Europa y denotan una vida relativamente segura. Hacia el 1500 A.C. las condiciones cambian, con nuevas necesidades de defensa y el esfuerzo colectivo debe ser orientado a obras de defensa. Con la difusión de la cultura del bronce y luego del hierro se abren otras posibilidades de estructura económica y social, con una sociedad más estratificada. Muchos siglos después la capacidad de ***organizar un sistema integrado en el uso de energía*** *tuvo su expresión en 1556 cuando Fontana eleva la columna de San Pedro en Roma. Fue una empresa compleja donde se integraba la energía de 800 hombres, 150 caballos y muchas máquinas pensadas y construidas al efecto.*



Las pesas y palancas forman mecanismos simples usados para prensar desde la antigüedad. Enciclopedia Diderot. m. siglo XVIII. (arriba)El trabajo en su escala social . La soga permite sumar los esfuerzos individuales para accionar la red barredera. V Dinastía. Egipto.(abajo)



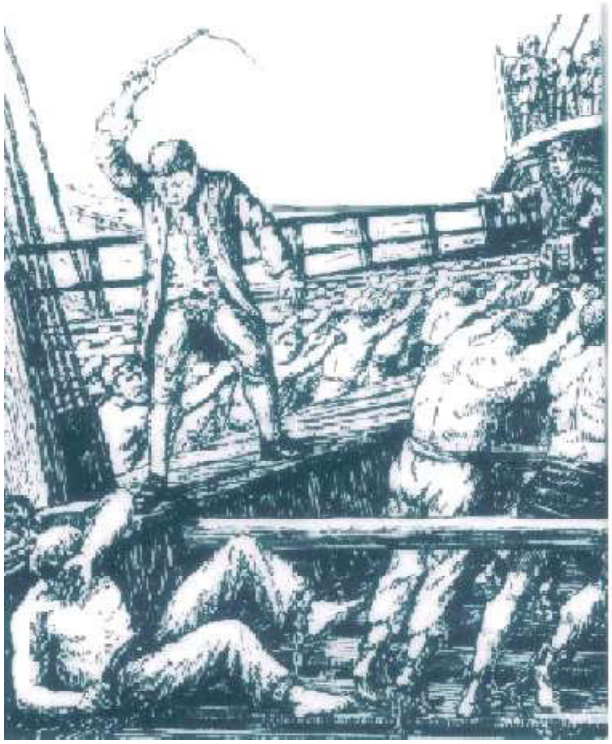


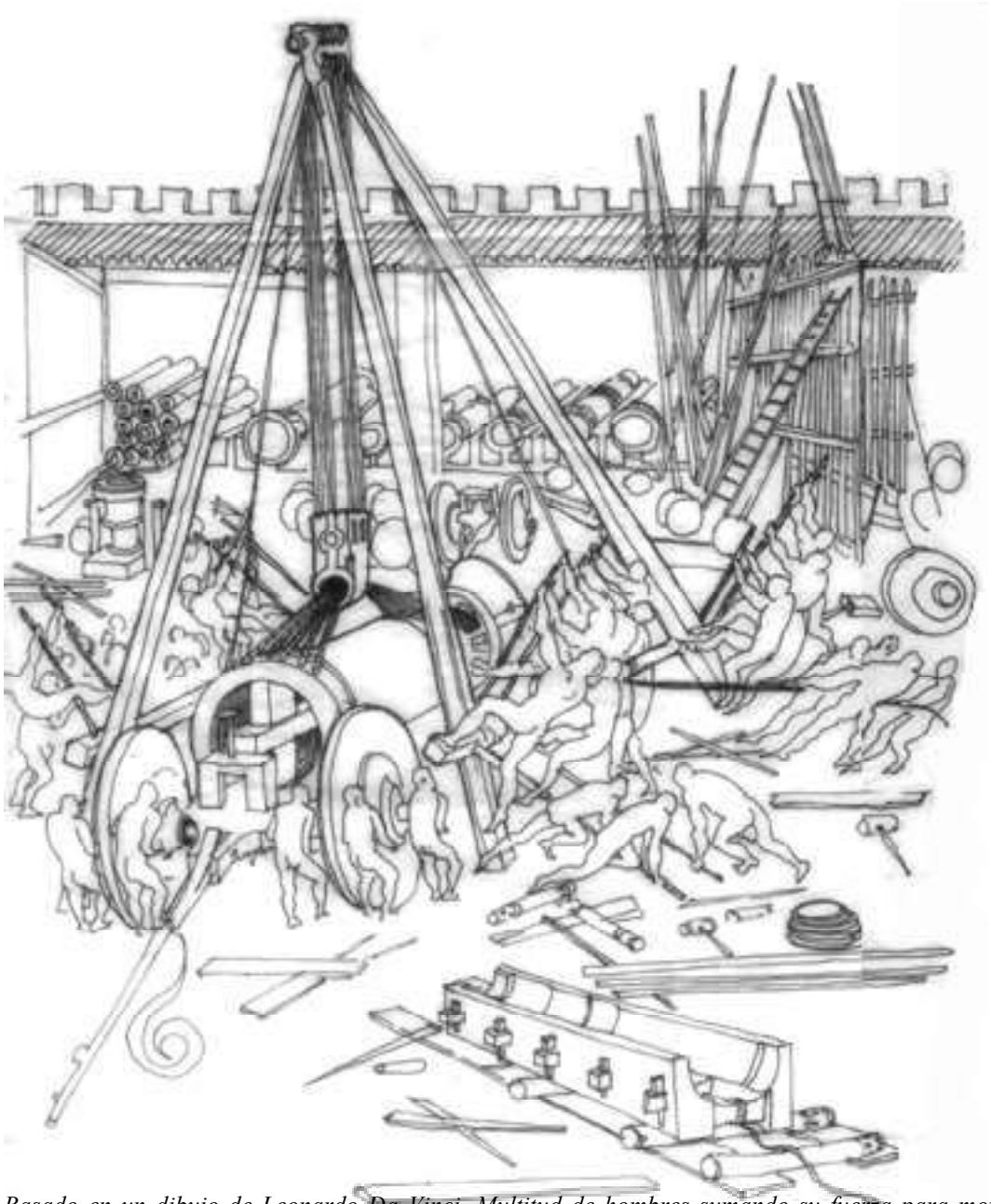
Hasta la domesticación de los animales, la única energía que se podía usar era la del hombre. Cuando las necesidades eran superiores a la potencia de un individuo, se apelaba a la *conjunción* de varios o muchos de ellos a través de una *coordinación social.* Para mover una galera se usaba la fuerza de la *palanca* (el remo) accionada por la energía de muchos remeros *coordinados*. La energía necesitaba aplicarse sobre un instrumento o una máquina para ser útil. Uno de los problemas de su manejo era el modo de transmitirla o acumularla. El resorte es una forma de acumular energía. Podemos ver un ejemplo en la naturaleza: una rama movida por el viento u otra que cede por el peso de la nieve y luego recupera su forma.

Desde los tiempos más remotos el hombre conoce por la observación de la naturaleza algunos ingenios que le permiten multiplicar su fuerza. El más importante fue la palanca que posibilitará una gran diversidad de usos. Otros sistemas basados en la palanca según Herón son la cuña, el tornillo, la polea compuesta y la rueda con un eje.

Un desarrollo que define en adelante las formas de manejo y transformación de la energía era el de **las ruedas sobre un eje**. Se encuentran referencias de su uso desde 4000 a.C. desde el simple estrecho cilindro con un agujero cuadrado donde se encajaba el eje. En el 2300 a.C. su forma evoluciona hasta tener rayos. El movimiento giratorio de la rueda fue fundamental para el transporte. Los molinos, los tronos usados en sus formas simples desde la edad de bronce, entre ellos se destaca el torno para modelar cerámica. Arquímedes formuló las leyes físicas que explican el funcionamiento de la palanca, sintetizando su capacidad en "*dadme un punto de apoyo y moveré el mundo"*. En el siglo VIII a. C. en un bajorrelieve apareció la representación de la polea, mecanismo para elevar cargas especialmente en las construcciones. En el siglo V a. C. los griegos usaban cabrestantes en sus construcciones.

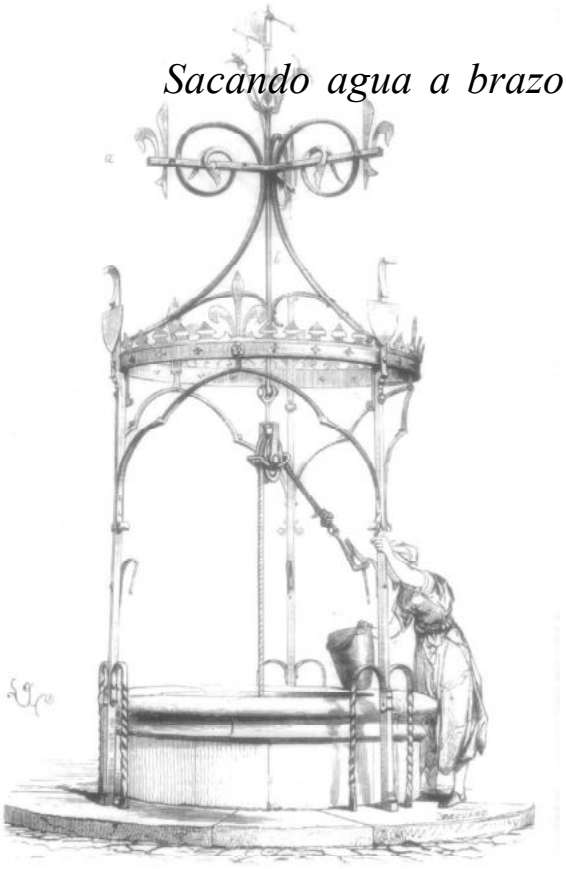
(arriba) En un vaso griego (750 a. C.) aparece la imagen de una embarcación impulsada por cuatro remeros. El remo es una de las formas de la palanca. (abajo) Los esclavos en sus diferentes formas de sujeción debían ser quebrados como personas. El castigo constante era lo habitual. Imagen de una galera francesa con los galeotes encadenados a los remos. Grabado s. XVIII.



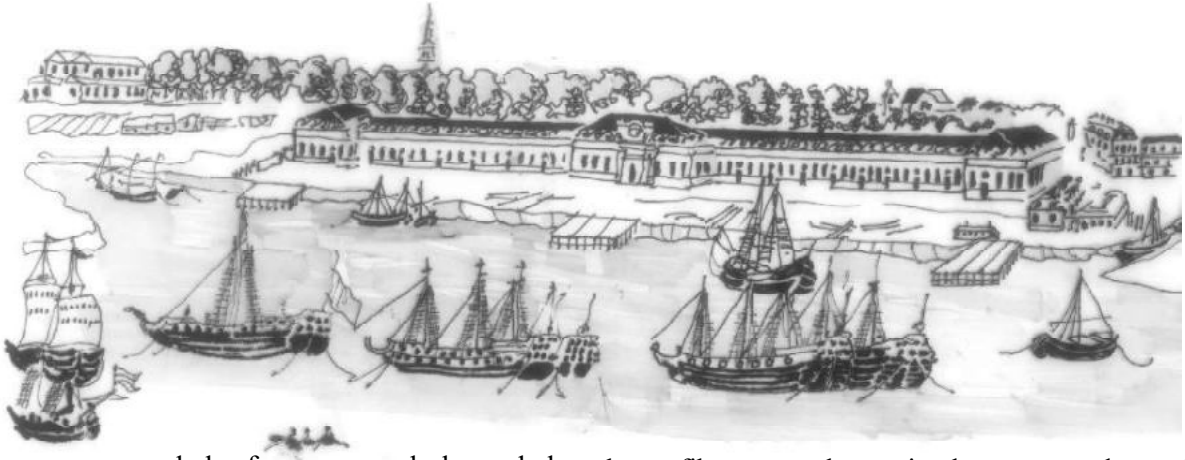


(arriba) Basado en un dibujo de Leonardo Da Vinci. Multitud de hombres sumando su fuerza para montar un enorme cañón (c. 1485-88) (arriba). (pág. siguiente arriba izq.) En Egipto (2000 a.C.) se usaba un ingenioso mecanismo para elevar el agua para riego: ***el cigoñal.*** *Se basa en una pértiga con un recipiente en una punta y un contrapeso en la otra. Un hombre hace bascular la pértiga y puede elevar cerca de 2500 litros a una altura de 2 metros en un día. Otro mecanismo, la noria de cangilones, más apropiada a la energía de animales de tiro. Desde muy antiguo se excavaban pozos en busca de las napas freáticas; para elevar el agua se usa una simple polea que con una cuerda y un recipiente es accionada a mano. Luego se perfeccionaron usando un animal de tiro y una manga de cuero como recipiente. También se usó con un criterio de sistema que escalonaba varios cigoñales para elevar a mayor altura el agua. (pág. sig. arriba derecha) Brocal medieval con un arco y polea para elevar agua. Violec Le Duc. El drenaje con tracción humana era posible solo hasta una profundidad de 20 metros. "Cuando hubo que buscar el mineral cada vez a mayores profundidades, se utilizaron los malacates de caballos introducidos en grandes cantidades; a partir del s.XVI proporcionaron una potencia más grande". (1) (pág. siguiente abajo) La Corderie Real, el edificio industrial más grande de Europa en su tiempo (siglo XVIII) 9000 m2. Su forma depende del largo de las cuerdas (195 m.) Rochefort Francia.*

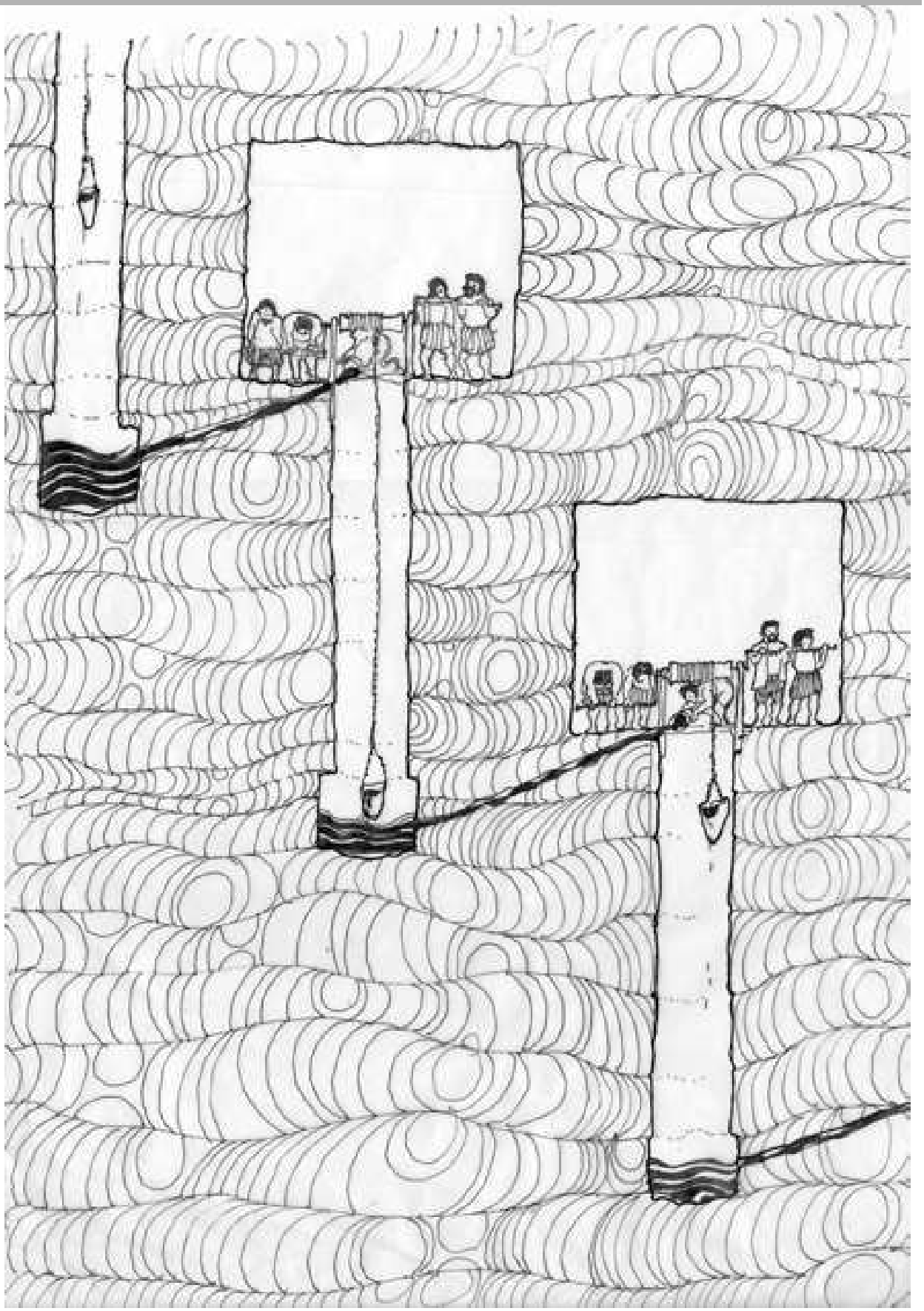
Sacando agua a brazo

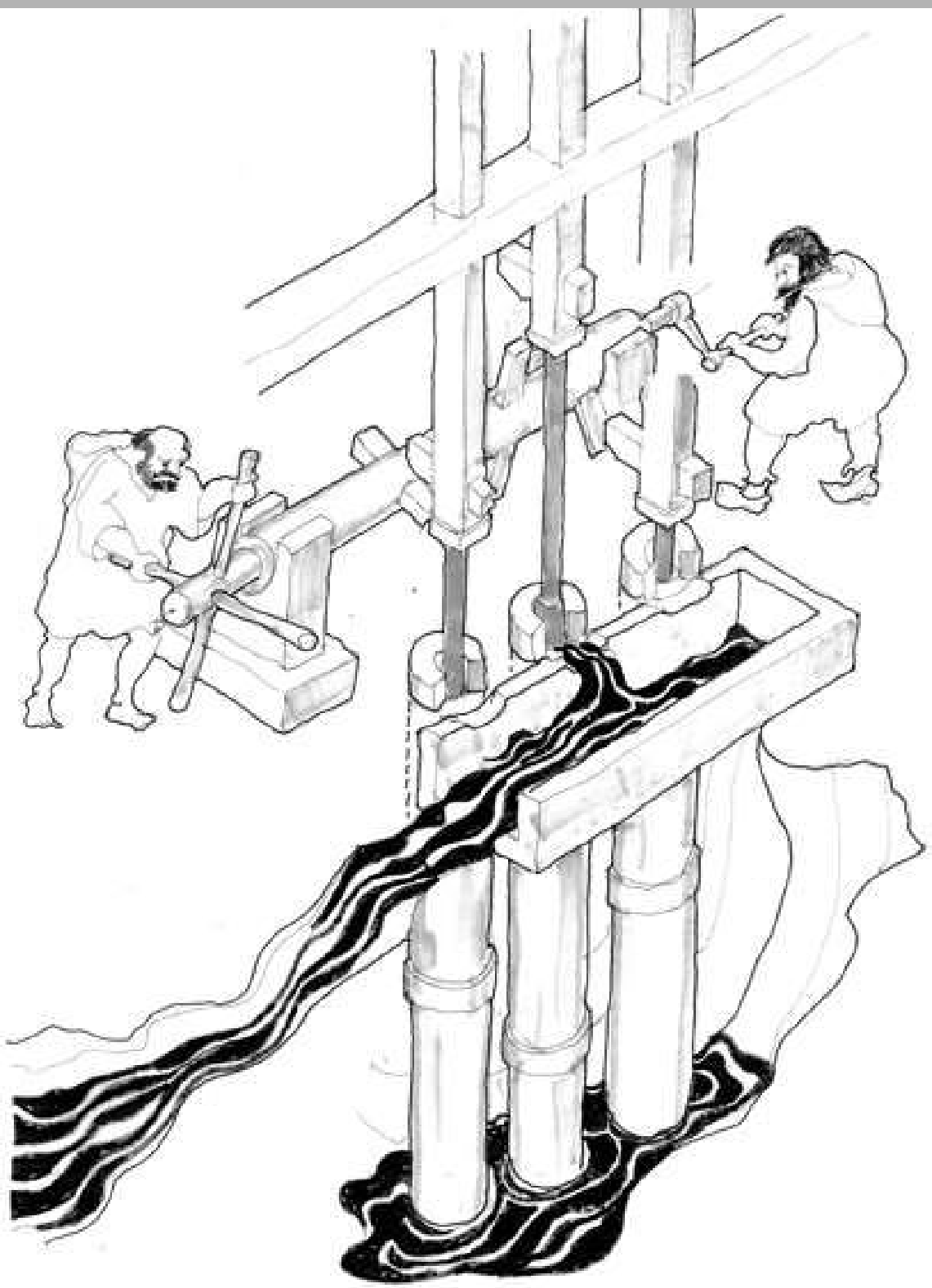


La soga como vínculo para unir y transmitir



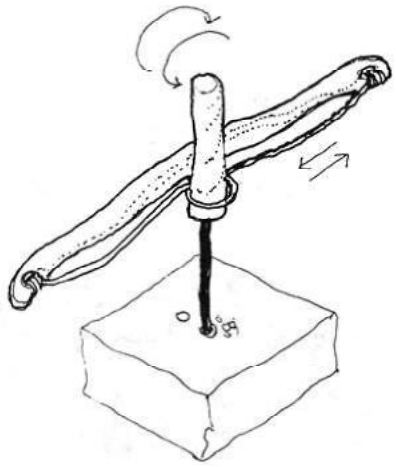
La *soga* es una de las formas que a lo largo de la historia tuvo y tiene infinidad de aplicaciones, especialmente en el uso de la energía. Una soga es un *vínculo* que permite sumar la fuerza de muchos individuos resultando su energía de una dimensión que permite mover grandes cargas y que luego con los griegos y la incorporación de la polea tendrá múltiples aplicaciones en la navegación, en la construcción y en el transporte. Posiblemente la cuerda realizada en base a fibras vegetales y animales ya era usada por el hombre en el paleolítico. Se conocen sogas egipcias del quinto milenio antes de Cristo. El proceso de fabricación se puede dividir en tres pasos distintos: *"retorcer las fibras hasta formar hilos, los hilos hasta formar cabos y los cabos hasta formar sogas. A fin de evitar que la cuerda terminada se deshiciese se retorcían los cabos en la dirección opuesta en la* que iban a ser retorcidos juntos." *(2)*





Ingenioso sistema de desagüe usado en las minas de Almadén (España) basado en un encadenamiento de pozos y tornos, que estaban limitados por la fuerza que podían hacer algunos hombres (1674) (pág. anterior). En la imagen de arriba un sistema más evolucionado basado en un eje con levas que accionan unas bombas fabricados totalmente en madera con su enorme peso relativo. Bas. agrícola S.XVI. En la comparación de los dos métodos se puede apreciar el mayor desarrollo del conocimiento mecánico y sus posibilidades en la tecnología del norte de Europa en el siglo XVI

Tornos

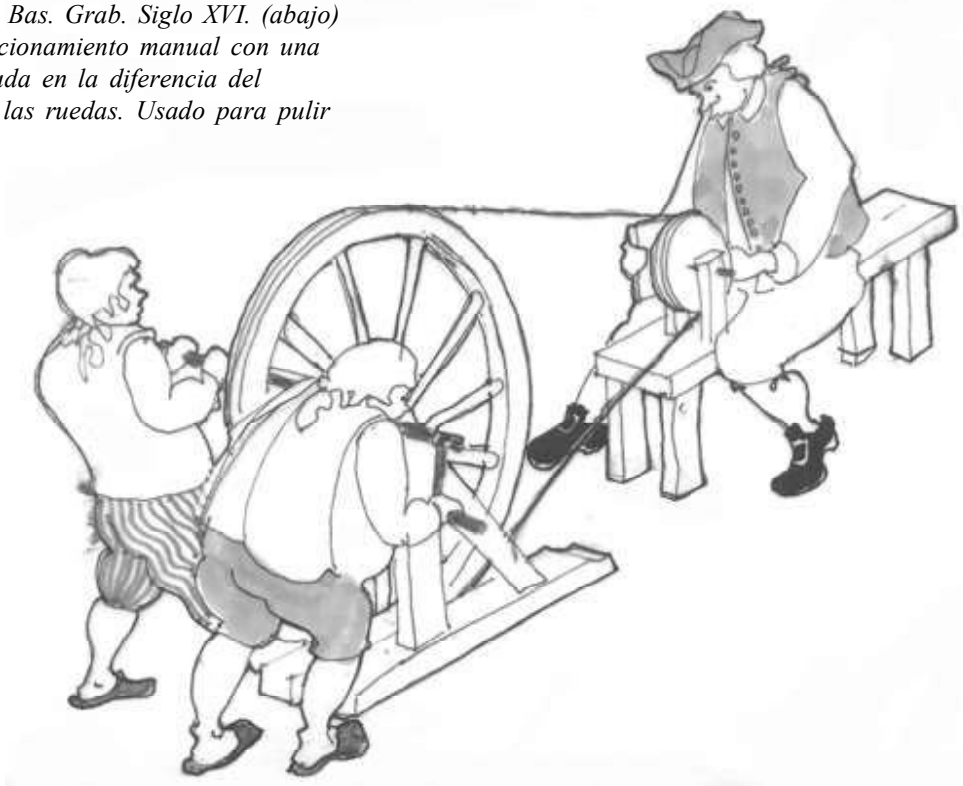


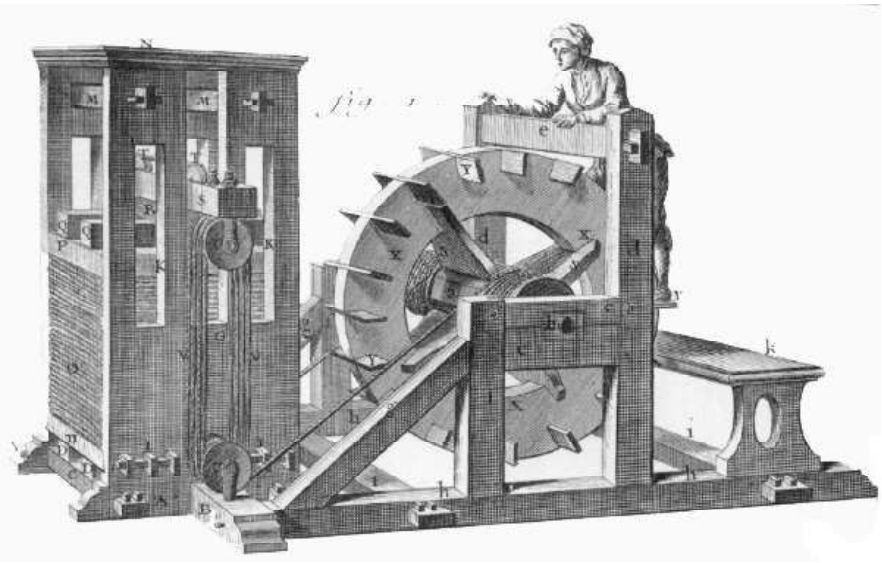
El tornillo es un ***plano inclinado*** que se desarrolla alrededor de un eje. El más antiguo que se conoce fue planteado por Arquímedes, con un mecanismo para elevar el líquido, la ***cloquea o tornillo de Arquímedes***. También desarrolló el ***tornillo sin fin*** que permitía cambiar la dirección del movimiento con una o la velocidad, según los diámetros relativos. El trabajo se modifica pero la energía necesaria es la misma, extendida o reducida en el tiempo.

Herodoto definió a la prensa con tornillo. En el siglo XVI. Agrícola usa a los tornillos como vínculo de los diferentes materiales en unos fuelles. El tornillo y la tuerca tendrán una gran aplicación en la unión de piezas de hierro. A fines del siglo XVIII se inventa el destornillador. Los tornos están basados en la ***diferencia de diámetros entre el eje y su cilindro***. Se los utiliza para aumentar la fuerza *allí donde el trabajo humano era barato, sobre todo en las manufacturas rusas. Con mano de obra servil y en presidios y talleres en Occidente. Incluso en Inglaterra existían hacia 1800 ruedas movidas por hombres.....en 54 penitenciarías. El salario diario de un trabajador libre era por lo general en esa época en Europa varias veces el coste de mantenimiento de un caballo; por lo que había que usar la fuerza animal cuando no se necesitaba del entendimiento humano". (3)*

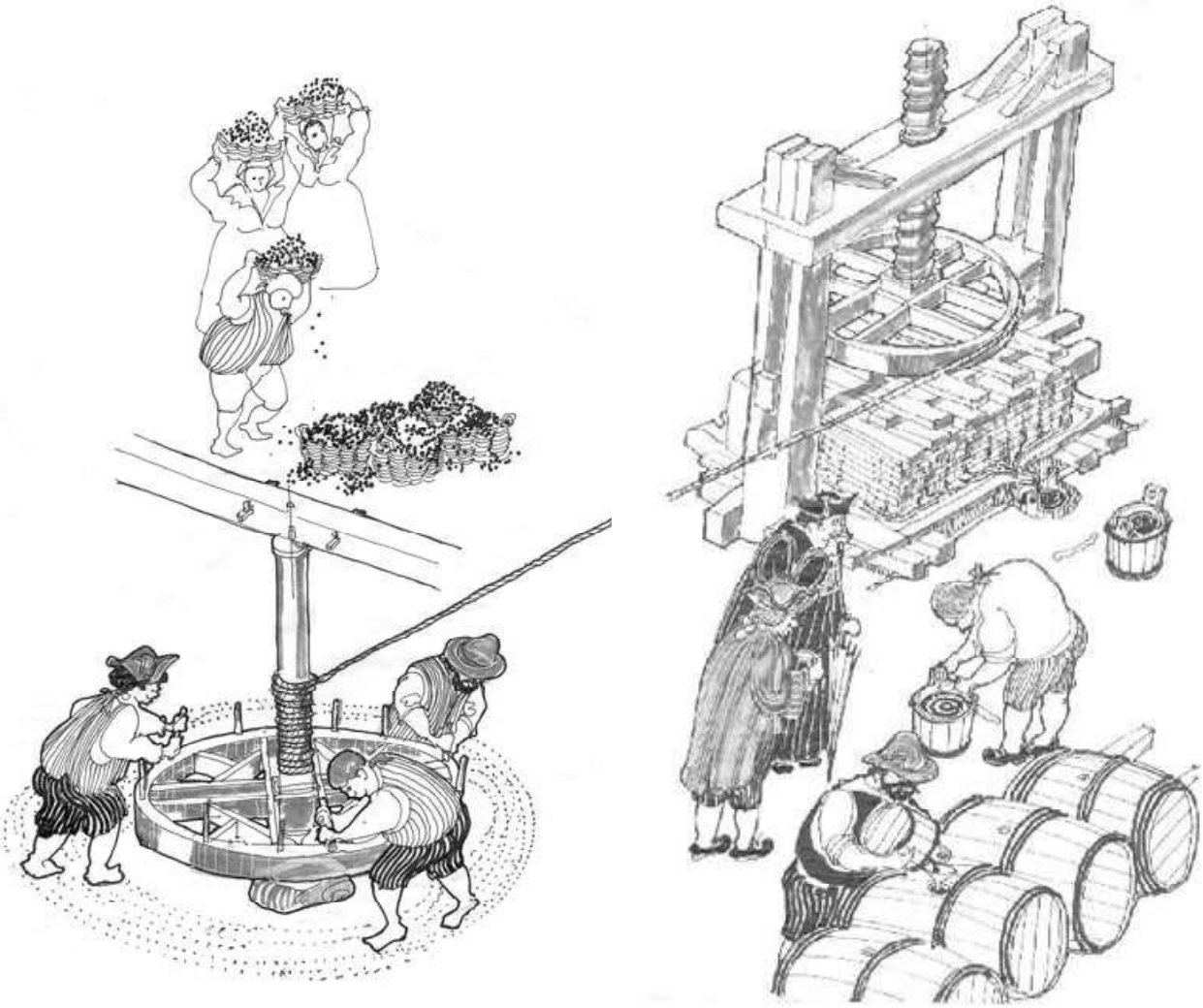
(izq. arriba) Taladro de arco. (arriba) Afilador, accionando la piedra con un pedal. Grabado Magazine Pittoresque. (abajo) Pequeña agujereadora soportada en la boca de un artesano oriental. Se acciona con el sistema de arco.

(Arriba izq.) Torno de arco. El artesano debe atender con una mano al movimiento del arco y con la otra soporta la pieza. Bas. Grab.Siglo XVI. (derecha) Torno de pértiga (balancín) accionado por un pedal vinculados por una correa. El artesano tiene las manos libres para sostener la herramienta. Bas. Grab. Siglo XVI. (abajo) Torno de accionamiento manual con una reducción dada en la diferencia del diámetro de las ruedas. Usado para pulir (siglo XVIII)

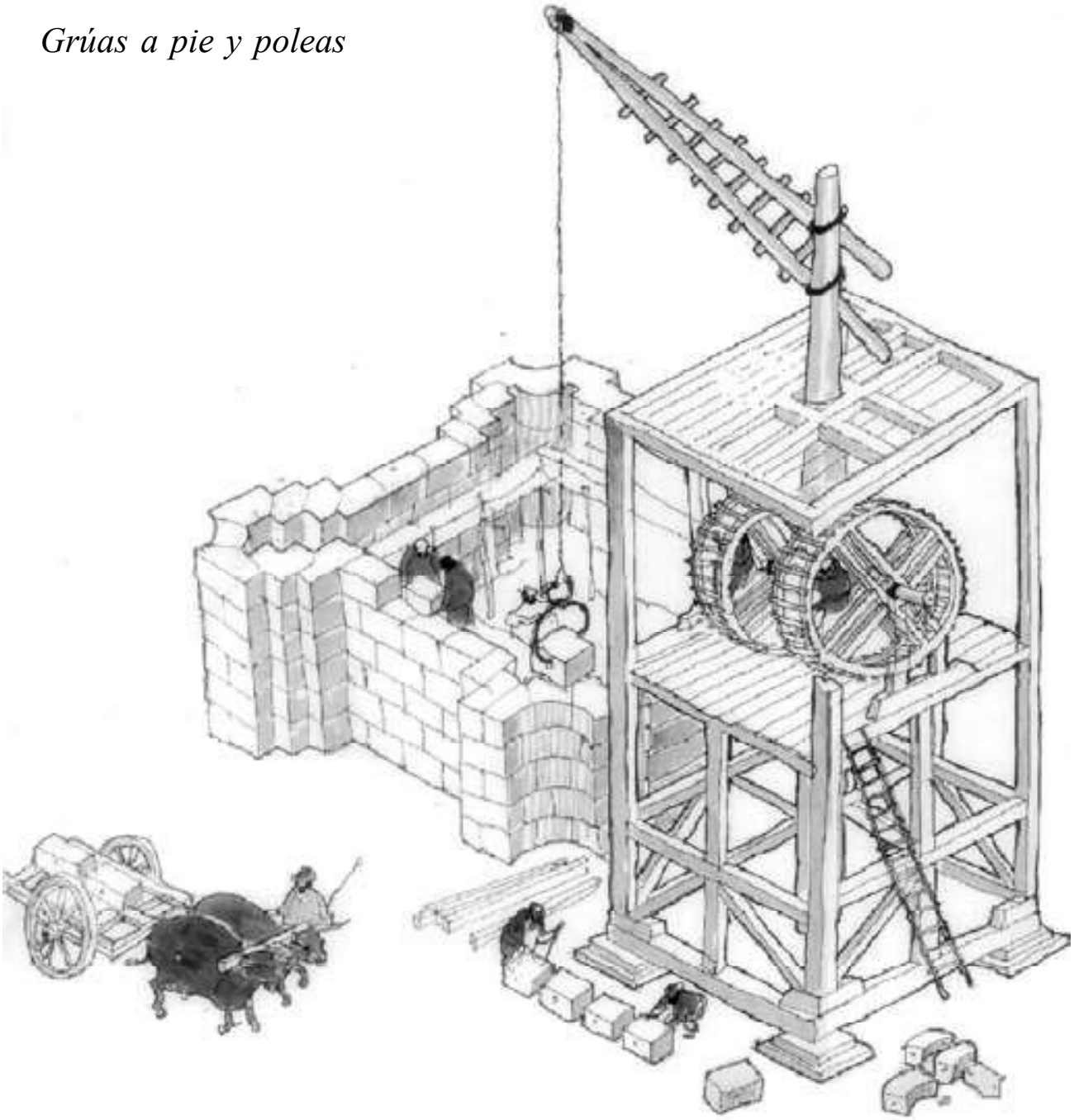




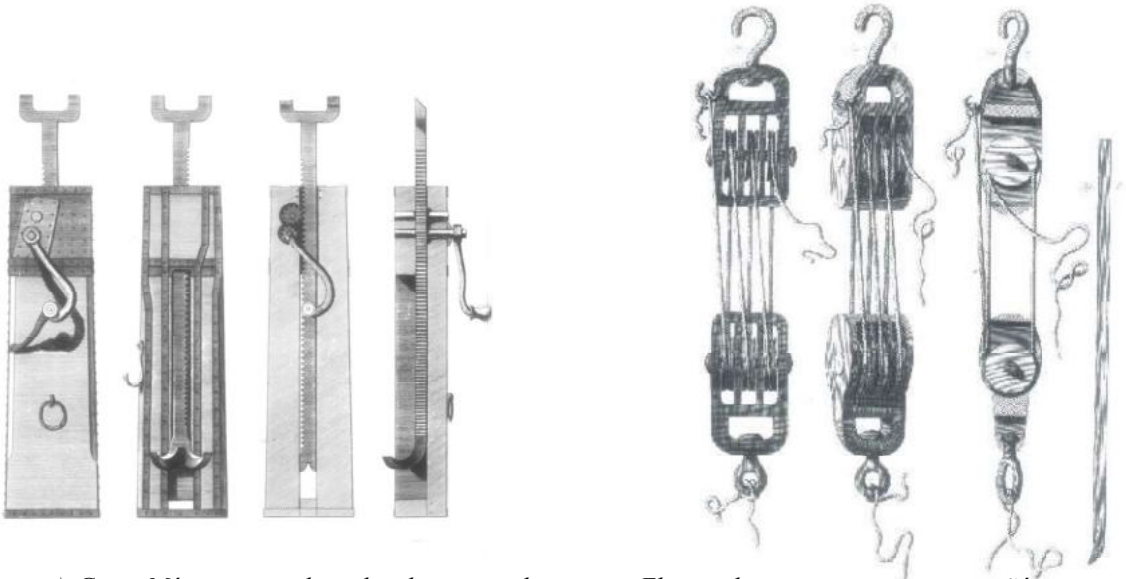
Prensa accionada por un torno "a pie" Enciclopedia Diderot m. siglo XVIII. (arriba). Un sistema más evolucionado para prensar la uva.La prensa está accionada por energía humana. Para multiplicar la fuerza desde un torno vertical se enrolla una soga que hace girar el tornillo (husillo). Bas. Enciclopedia Diderot. M.s. XVIII. (Abajo)



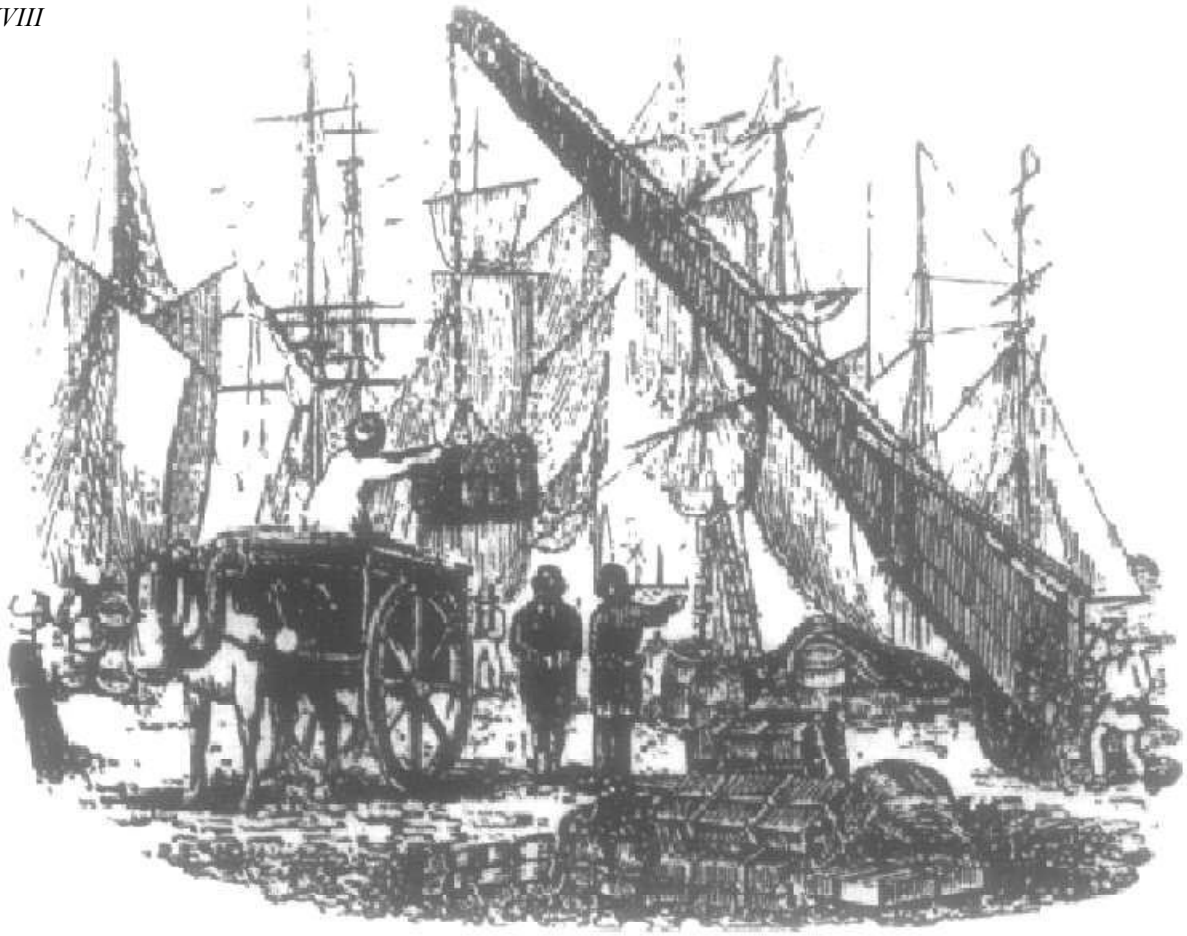
Grúas a pie y poleas

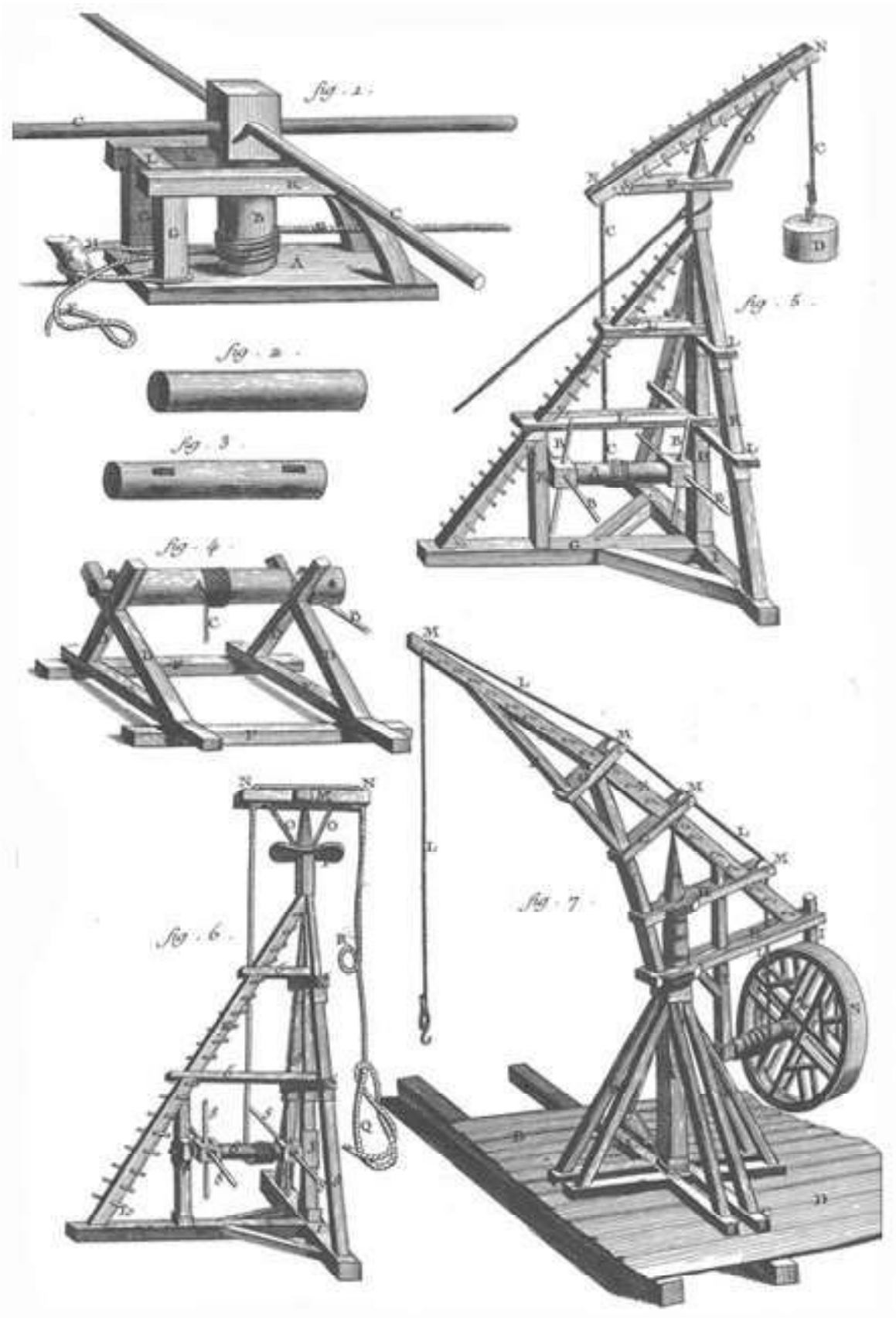


Para la construcción del Escorial su arquitecto Juan de Herrera diseñó las grandes grúas: «[...] éstas, constituidas por dos "ruedas de pisar", fueron utilizadas masivamente en las obras del Monasterio.[...] Iban mantenidas por un eje vertical, alrededor del cual podían girar y por tanto orientarse en la dirección más conveniente. Empleaban por tanto la misma disposición que los molinos de viento de poste o de trípode, frecuentes desde la Edad Media en buena parte de Europa. Para aumentar su radio de acción, las grúas de construcción tenían una larga pluma de madera y eran accionadas por uno o varios hombres que se movían en el interior de las ruedas de gran diámetro, provistas interiormente de travesaños, de manera que se multiplicaba el esfuerzo, permitiendo levantar grandes pesos. En general estas ruedas, y también las portuarias que son parecidas, aunque más pesadas, tienen dos ruedas, lo que posibilitaba aumentar la seguridad, al permitir la sustitución de uno de los gruístas sin perder el control de la máquina « (4)



(arriba izq.) Gato. Máquina simple utilizada para subir pesos. El manubrio se mueve por un piñón que engrana y mueve una cremallera. Enciclopedia Diderot. m. siglo XVIII. (arriba der.) Las poleas se usan desde el siglo VIII A. C. permitían multiplicar las fuerzas, para elevar pesos. Las poleas se arman con ruedas que giran en la misma dirección. El vínculo es por medio de cuerdas, correas o cadenas. Las hay simples o compuestas (polipastos) (abajo) Grúa manejada con un torno manual. En un puerto europeo se usó hasta la difusión de las grúas con máquinas a vapor (s. XIX). (pág. siguiente) Para el movimiento de cargas se usaban grúas a pie y manuales. También se usaban otras máquinas como los malacates, tornos y grúas. Enc. Diderot S.XVIII

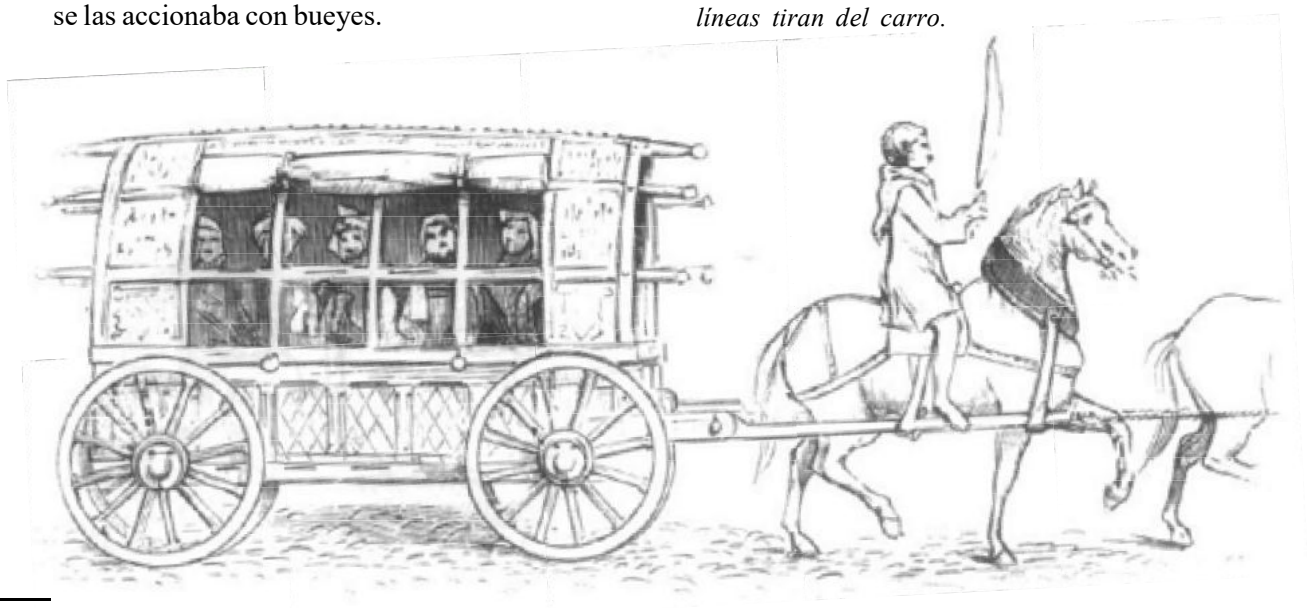


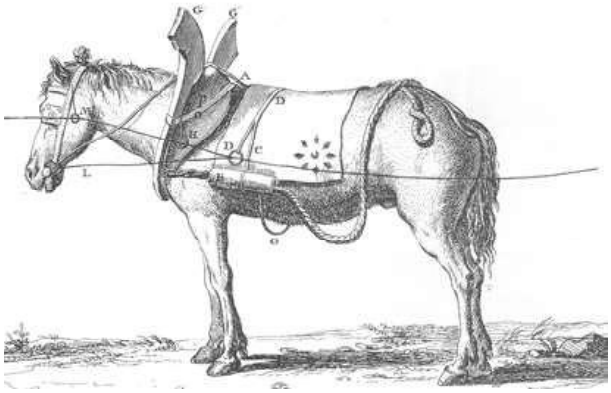


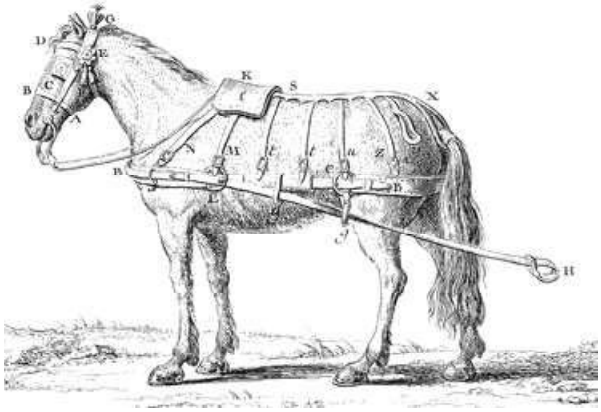
Energía animal

Sobre la tierra, eran grandes las dificultades de transporte con cargas. El hombre con su fuerza, y la mujer con la espalda, eran las formas corrientes de trasladar cargas. Un armazón de dos palos permite una mayor capacidad de carga que luego se perfeccionará con la *narria*, especie de trineo usado para el transporte, que fue el método usual para acarrear, incluso las grandes piedras. Con la domesticación de algunos animales y el desarrollo de los *arneses* apropiados fue posible reemplazar la energía humana por la de los animales. Para el buen aprovechamiento de la energía animal fue fundamental el tipo de arneses usados. Los antiguos comprimían el pecho del caballo dificultando su respiración y su capacidad se reducía a una cuarta parte de la que resultaría más adelante con las *colleras*. Los bueyes se inician para el trabajo con un arnés atado a sus cuernos. En las condiciones de vida de la antigüedad, la energía humana era más económica y flexible que la de un caballo. En el siglo V a.C. ya se había desarrollado un molino movido por un asno al guiarlo alrededor de un eje. En las minas de plata de Atenas se usaba un molino similar para desmenuzar el mineral, también empleado en la molienda de las aceitunas. Los árabes habían introducido en España las norias movidas por un burro o asno. Llevar el agua fue una tarea que consumía muchos de los recursos humanos. La noria era una máquina que permitía elevar el agua y las cadenas de cangilones eran posiblemente conocidos desde la Edad del Bronce. Desde el 200 a.C. se las accionaba con bueyes.

(arriba) El yugo y el timón permitieron usar la fuerza de los animales. BAS. Grab. medieval. La introducción de la collera permitió usar la energía de los caballos usándose razas para trabajo pesado que antiguamente habían tenido su desarrollo como caballos de guerra que debían soportar las pesadas armaduras medievales. Con el tiempo se cambió la forma de tiro de los caballos, que se dejan de colocar en fila india para ubicarlos uno al lado del otro. Se empiezan a usar herraduras, permitiéndoles andar por caminos pedregosos. La energía que produce un caballo es equivalente a la de 10 hombres. (abajo) Carro de origen galo romano aún en uso en el medievo. Los pasajeros viajan sentados. La caja montada sobre los ejes de las cuatro ruedas y protegido por una cubierta de tela. Los caballos en líneas tiran del carro.



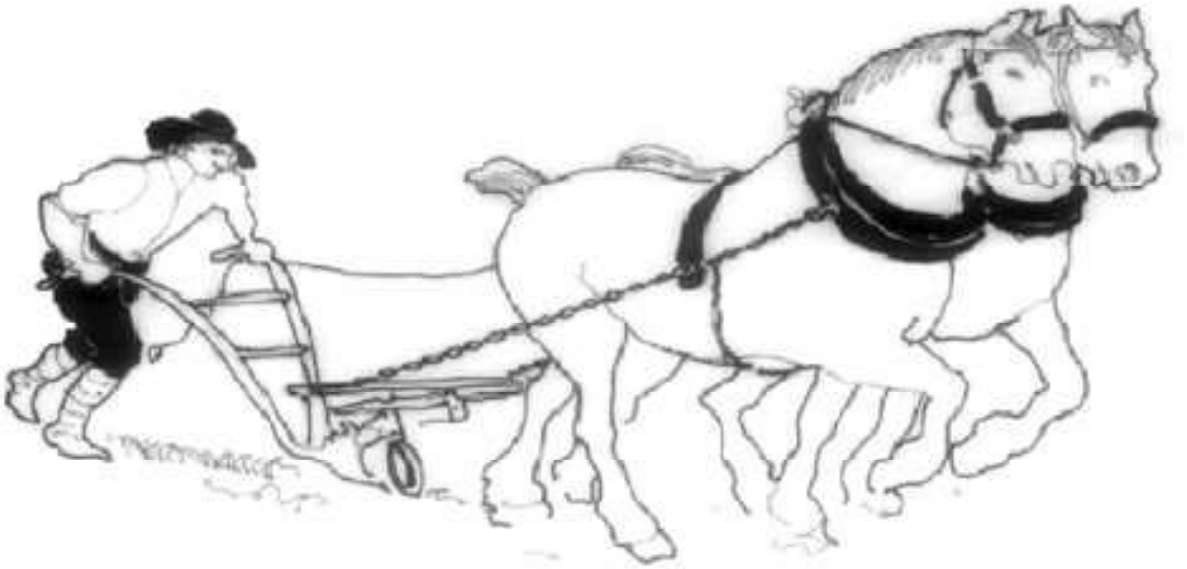


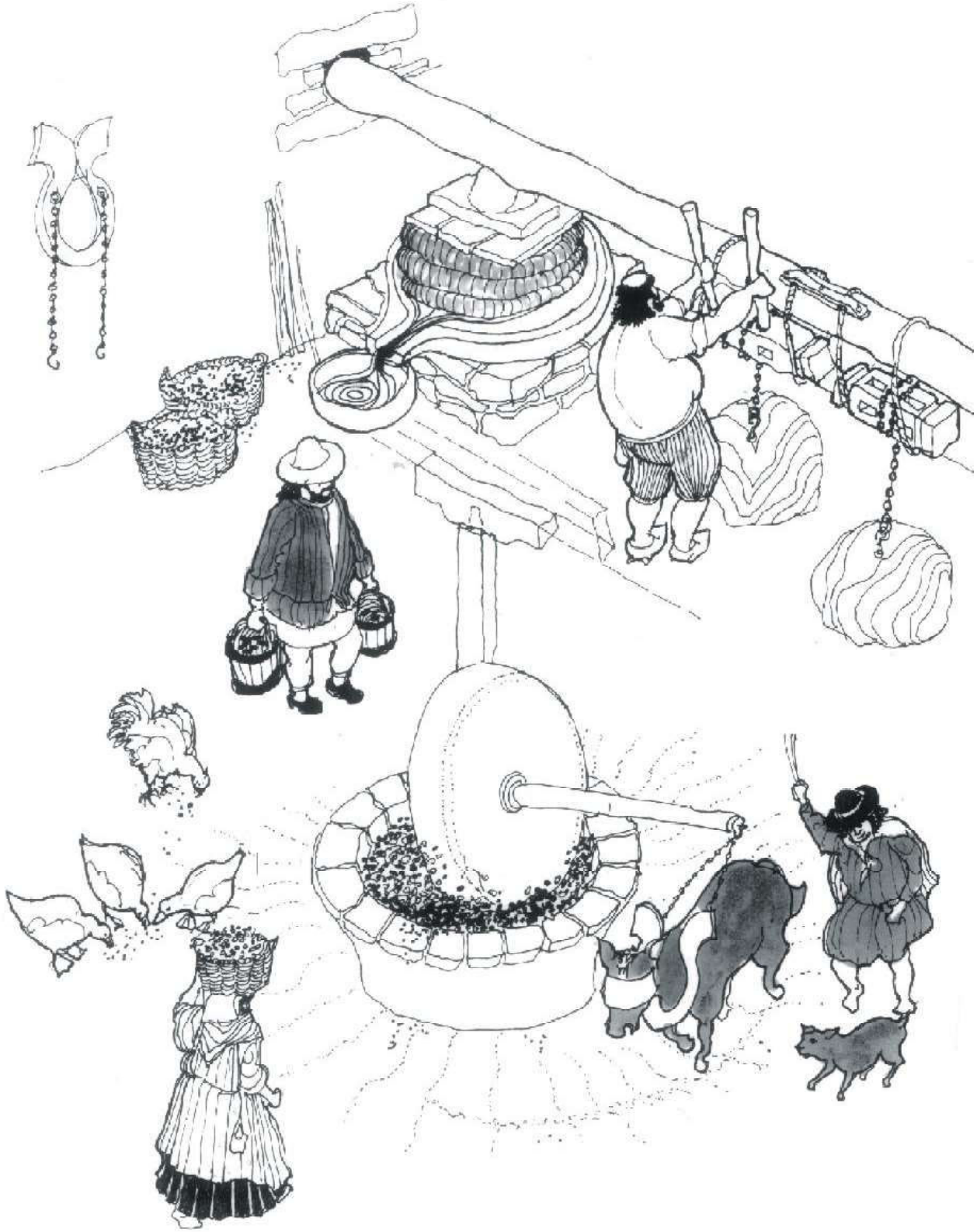


En Roma los sistemas de molienda respondían a la escala de producción con grandes piedras de molino y el accionamiento por energía humana o por animales. ... "*La torre de angosto talle estaba formada por dos piezas. La parte inferior era la piedra del molino fija. El otro hueco estaba colocado encima de ella y era móvil. Se ven las manijas. De ella los animales tiraban de la vara...Cuando hacían girar esta cámara de piedra alrededor de la piedra inferior fija se trituraba el grano echado desde arriba por una boca abierta al efecto. La harina se deslizaba afuera por debajo de la `blusa´ o ranura ... El material empleado era un tipo de piedra volcánica de poco peso". (5)*

Los caballos por más que eran más fuertes y rápidos fueron más caros que los bueyes, al igual que su alimentación. Durante siglos el caballo era requerido fundamentalmente por los ejércitos. En Europa se desarrollaron algunas razas equinas de gran envergadura y fuerza, capaces de soportar el peso de los caballeros con sus pesadas armaduras. Algunas de éstas razas se utilizaron siglos después como animales de tiro y trabajo especialmente cuando se mejoró el tipo de arnés.

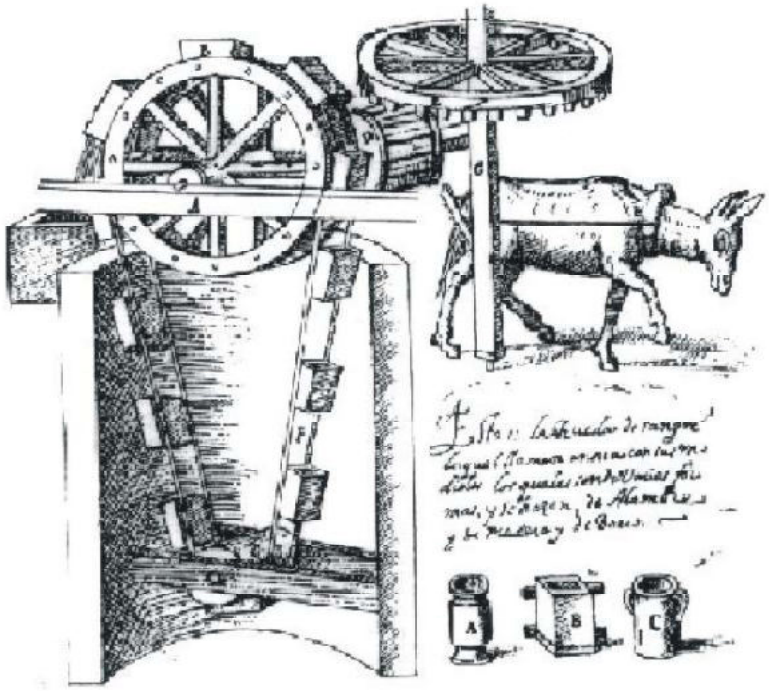
(arriba izq.) Arneses para tiro S. XVIII. Enc. Diderot (abajo) Collera que permite el tiro sin comprimir el pecho del caballo. Esto facilitó el aumento de la capacidad de tiro del caballo.

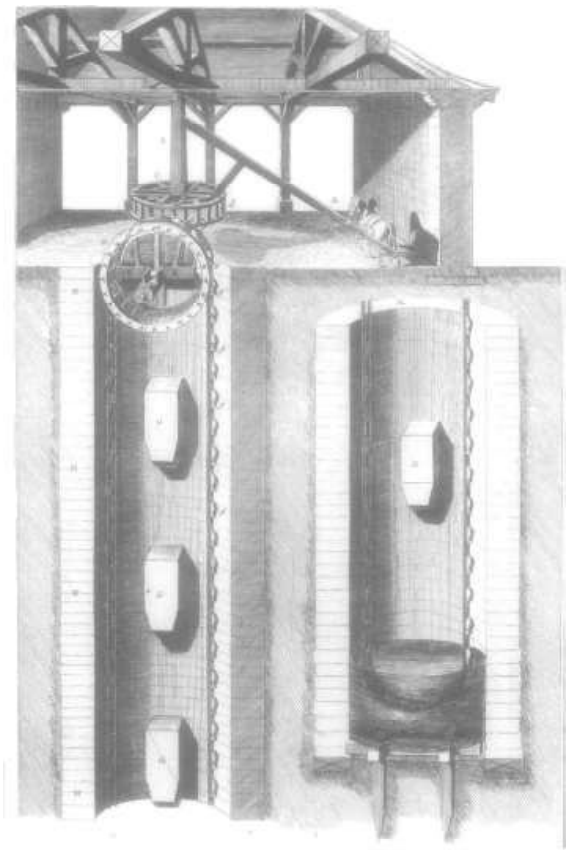


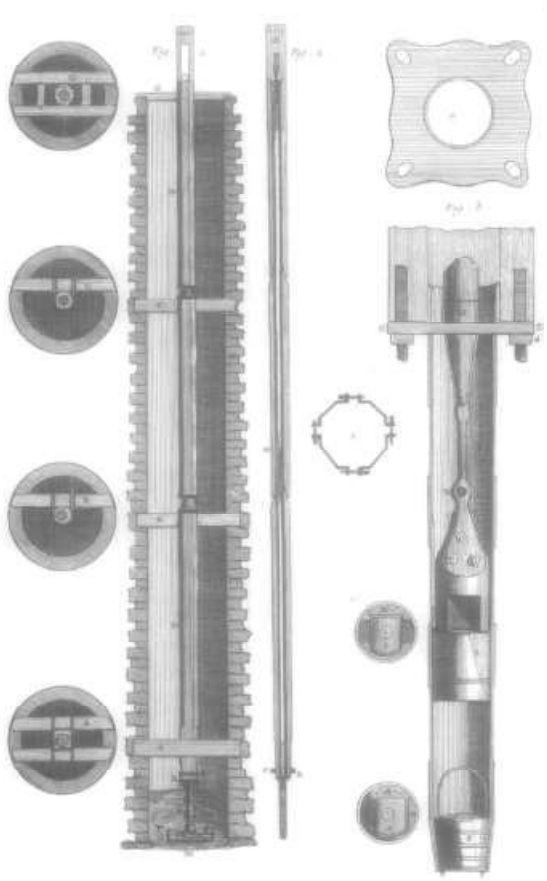


En una granja de Córcega (Francia) en el s. XVIII se fabricaba el aceite de oliva en las formas preindustriales. La aceituna es molida por un molino con una piedra horizontal, la solera, sobre la que gira la volandera. La pasta es colocada en capachos de esparto donde se extrae el aceite por la presión de una viga a la cual se adicionan grandes piedras que se elevan por medio de palancas, para darles presión.

(arriba) La noria movida por un animal de tiro, era usada para sacar agua. En España la difundieron los árabes. Este mecanismo transformaba el movimiento rotativo del animal, que hacía girar la rueda dentada. Luego movía un engranaje de madera (linterna) que accionaba una rueda con una cadena de cangilones o "arcaduces" que elevaban el agua y la volcaban sobre un canal o reserva. (abajo) Noria accionada por un malacate. (abajo derecha) molino de agua con un moderno sistema de bombeo usado en Rouen (Francia) durante el siglo XVIII.







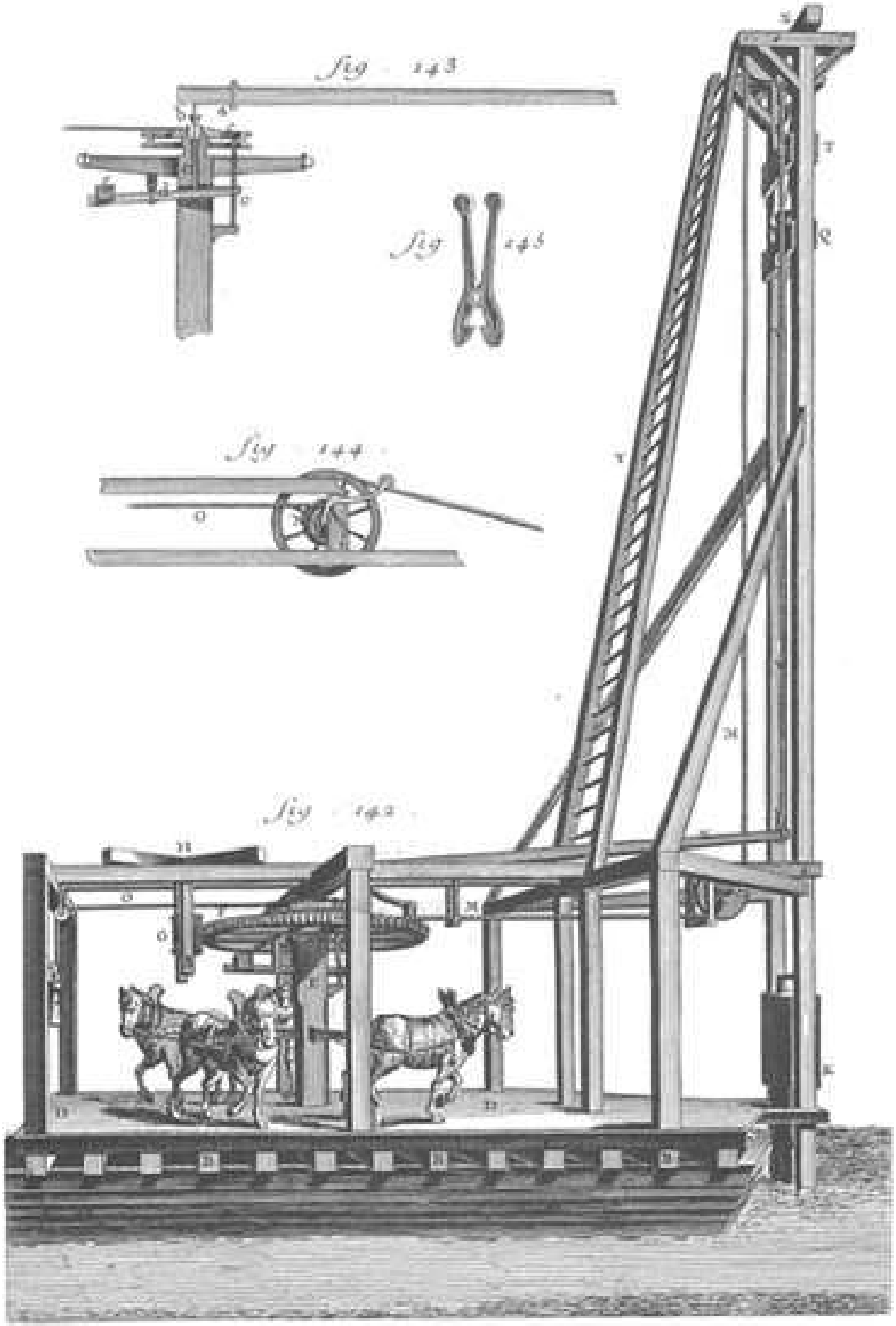
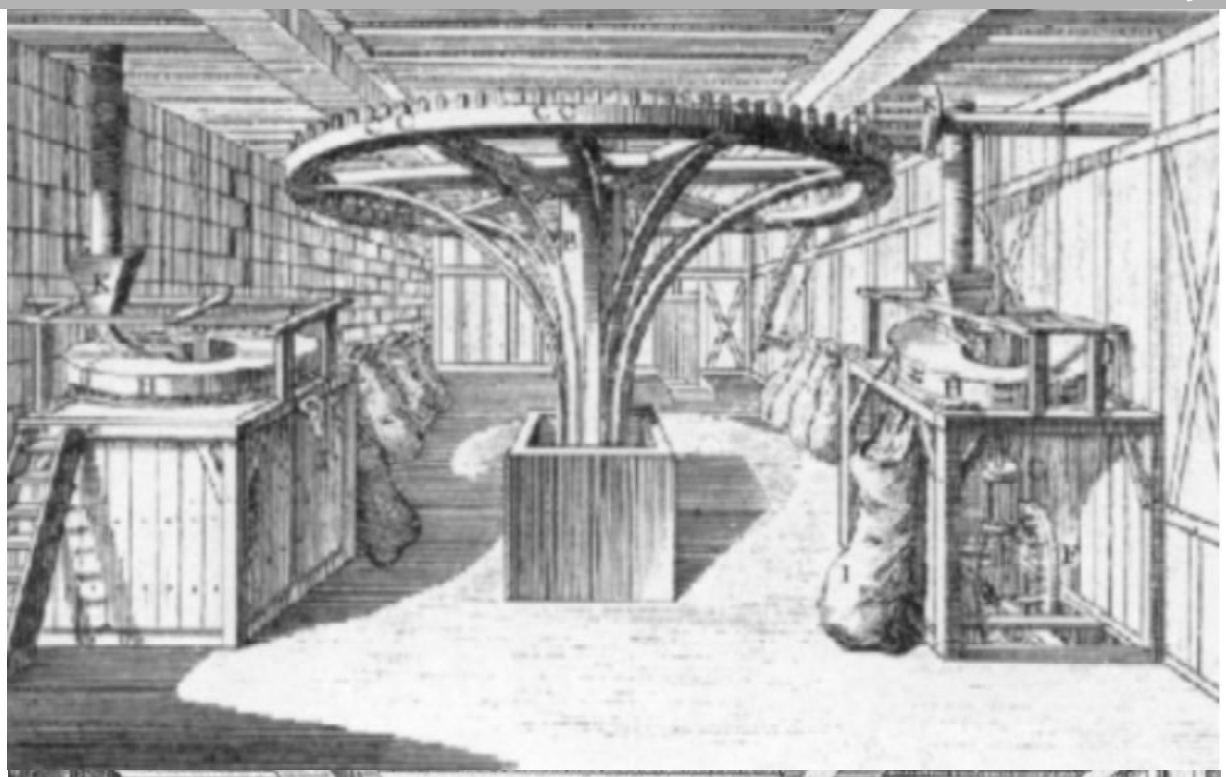
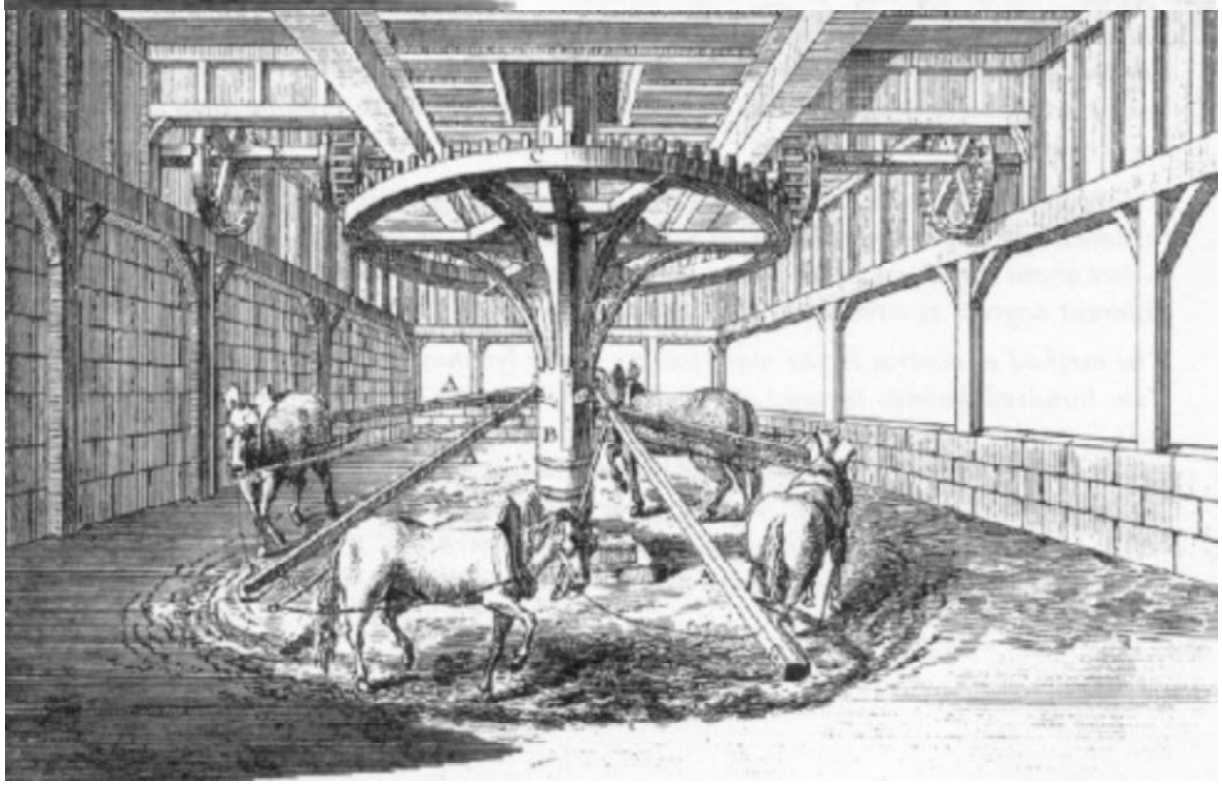


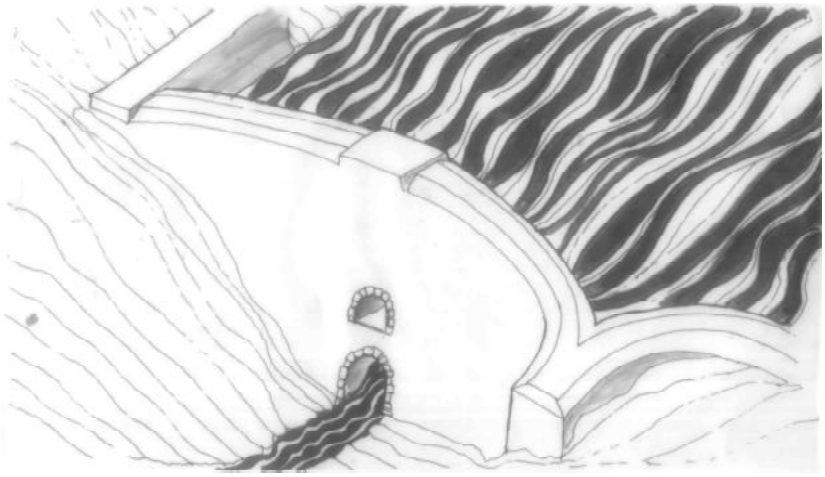
Fig. 143
Fig. 145
Fig. 144
Fig. 142

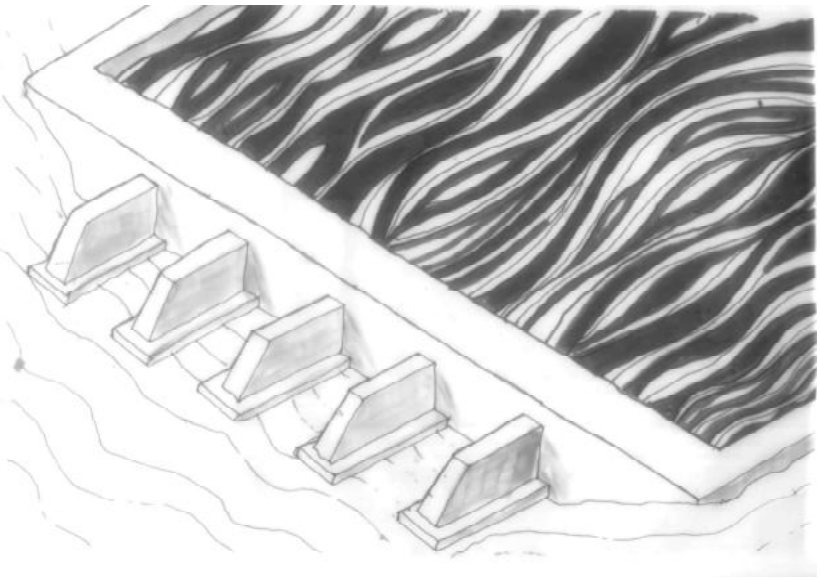


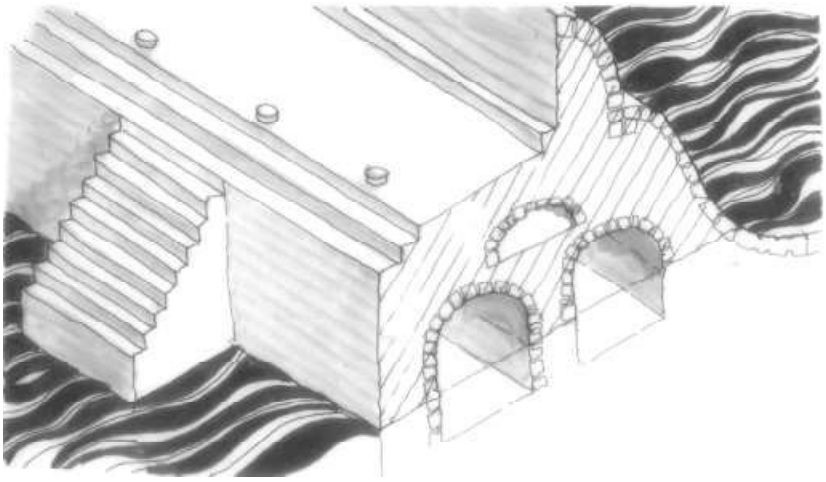


(pág. anterior) Martinete para hincar pilotes para fundaciones en terrenos de poca capacidad de carga. La fuerza motriz es generada por un malacate con cuatro caballos. (arriba) Complejo sistema para accionar los molinos de una fábrica de cerveza. El malacate accionado por cuatro caballos mueve el eje (árbol) en la planta baja. La rueda dentada transmite el movimiento a una linterna a cada lado que acciona a la rueda dentada vertical que mueve la linterna que acciona las muelas del molino. A su vez el eje central sigue a la planta alta donde acciona otra linterna. La mayor parte de la energía generada por los caballos se pierde en mover las pesadas piezas de madera y su rozamiento. (Enciclopedia Diderot m. siglo XVIII)

Represas



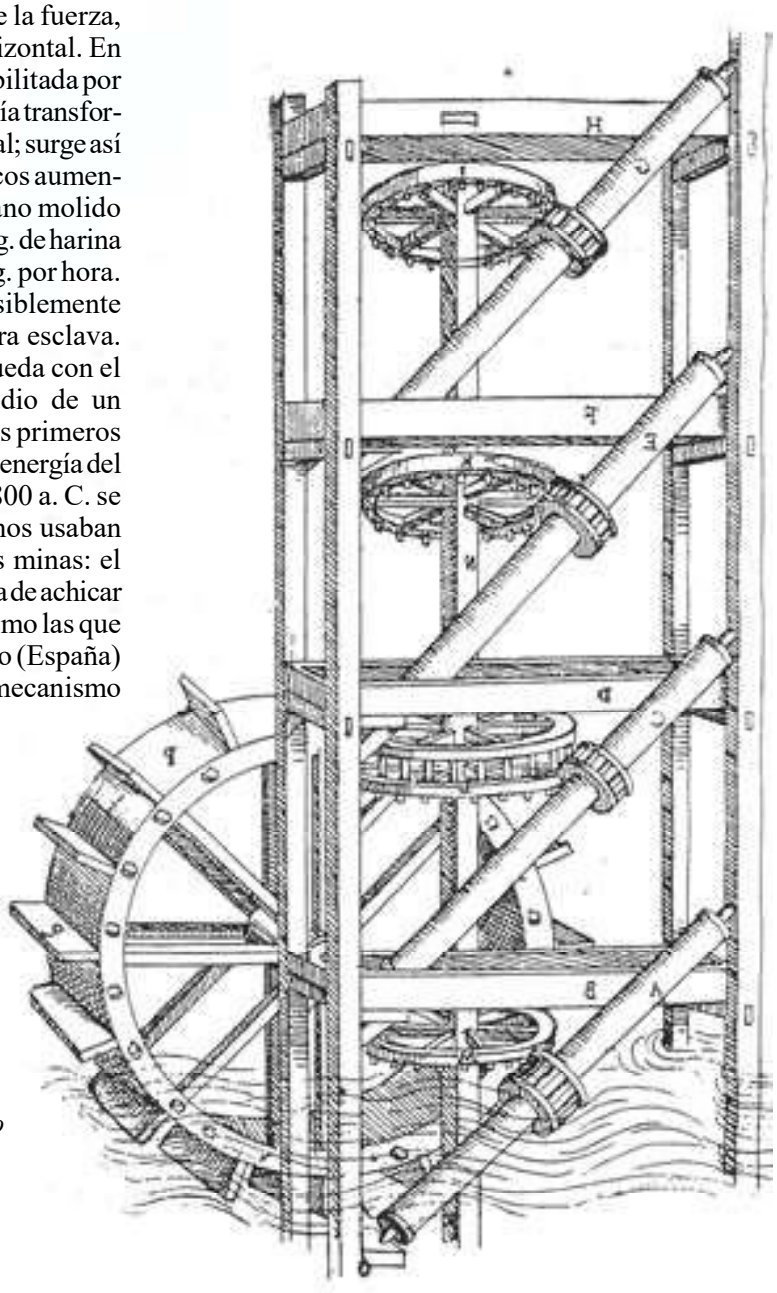




(arriba) El poder represar el agua para usarla cuando se necesita se conoce desde la antigüedad. En Egipto (4000 a.C) se construyó la primera represa de mampostería (15 m. de altura y 450 m. de ancho) Los romanos en sus sistemas de manejo del agua habían desarrollado la tecnología para represar las aguas. En España se encuentran algunas conocidas como "presas de gravedad" basadas en un muro cortina que actuaba como pantalla impermeable y para asegurar la resistencia un talud de tierra exterior. Estas formas constructivas perdurarán hasta el siglo XVI. Por esos tiempos se construyen algunas presas de gravedad incorporando una planta curva, antecedentes de las presas de bóvedas. En 1580 se construye una en Tibi (Alicante) con cuarenta y un metros de altura. En 1590 se avanza en el diseño con la forma de la presa de Elche con 23 metros de altura y un muro de relativo espesor que arranca con 12 m. y remata en nueve, en un lado se apoya en la roca y en el otro en un muro. Puede ser considerada la primera represa de bóveda del mundo. (medio). En 1562 se usa un sistema de presas conocido como holandés con un doble muro y un relleno de tierra de unos 16/20 m. de espesor. El muro tenía una altura de 7 a 9 m. La presa de Ontigala a poco tiene problemas de estabilidad y fue necesario la construcción de contrafuertes. (Abajo) Corte con el declive o talud para formar una represa según los veintiunlibros.

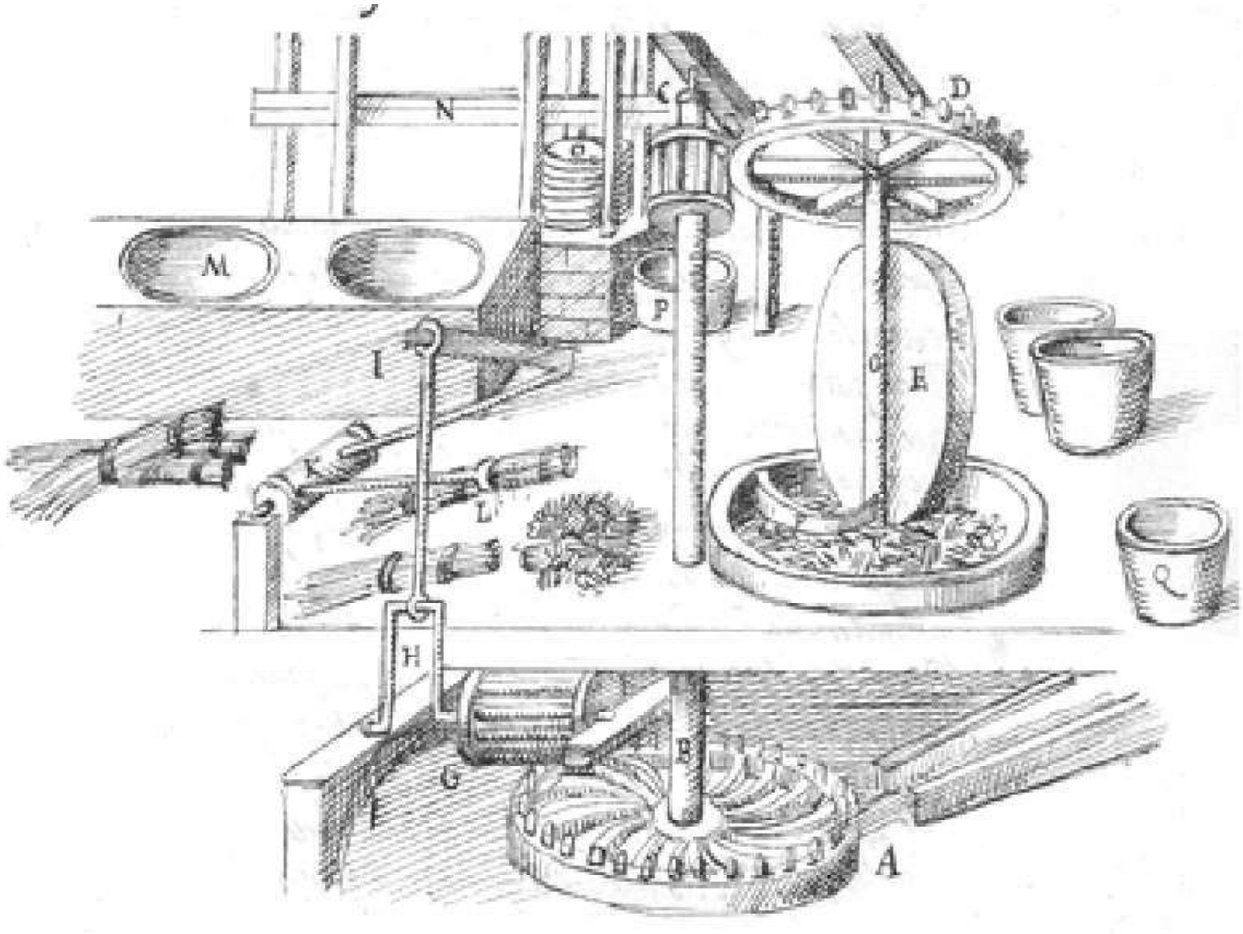
Energía hidráulica

"Gracias a los humildes servicios del viento y del agua llegó a existir una intelligentsia y las grandes obras de arte, ciencia e ingeniería pudieron crearse sin recurrir a la esclavitud. Una liberación de la energía, una victoria para el espíritu humano." (6) Las ruedas hidráulicas fueron el otro gran paso en el uso de la energía desde la invención de la vela (energía eólica) (3.000 a. C.). La eficacia de los molinos hidráulicos sobre los de energía animal o humana quedó demostrada por el aumento de la producción. Era un mecanismo sencillo ya que no necesitaba un elemento o engranaje para el cambio de dirección de la fuerza, como era el caso de los molinos de eje horizontal. En el 200 a.C. aparece la rueda hidráulica posibilitada por la introducción de un mecanismo que permitía transformar un movimiento vertical en uno horizontal; surge así el primer *engranaje.* Los molinos hidráulicos aumentaron en gran medida la producción de grano molido manualmente o con un animal que molía 5 kg. de harina por hora, los hidráulicos pasaban de 200 kg. por hora. Tardaron mucho tiempo en difundirse, posiblemente por la gran disponibilidad de mano de obra esclava. Generaban un movimiento directo de la rueda con el eje, sin reducción de velocidad por medio de un engranaje. La rueda hidráulica sirvió en los primeros tiempos para elevar el agua aprovechando la energía del flujo de aguas (Egipto 3000 a. C.), en el 2800 a. C. se usó una *cadena de cangilones*. Los romanos usaban dos mecanismos para sacar el agua de las minas: el tornillo helicoidal (caracol de agua) y la rueda de achicar para elevar el agua a alturas importantes como las que se usaron en las minas de cobre del río Tinto (España) con ocho pares de ruedas . Se integraba un mecanismo complejo que elevaba el agua a 30 metros. Vitrubio en el siglo I a.C., propuso la rueda hidráulica vertical con cangilones que mueve el eje horizontal, el que por medio de un engranaje cambiaba *de dirección la fuerza.* De esta forma se modificaba la relación entre el movimiento de la rueda y del eje vertical, de uno en uno en una de uno a tres, cuatro o cinco según el diámetro de la rueda y engranajes. En el siglo VI se desarrollaron los molinos flotantes. Tuvieron una gran difusión en Europa y algunos llegaron al siglo XIX. *En el medioevo se extendió el uso de la energía derivada de la naturaleza.*

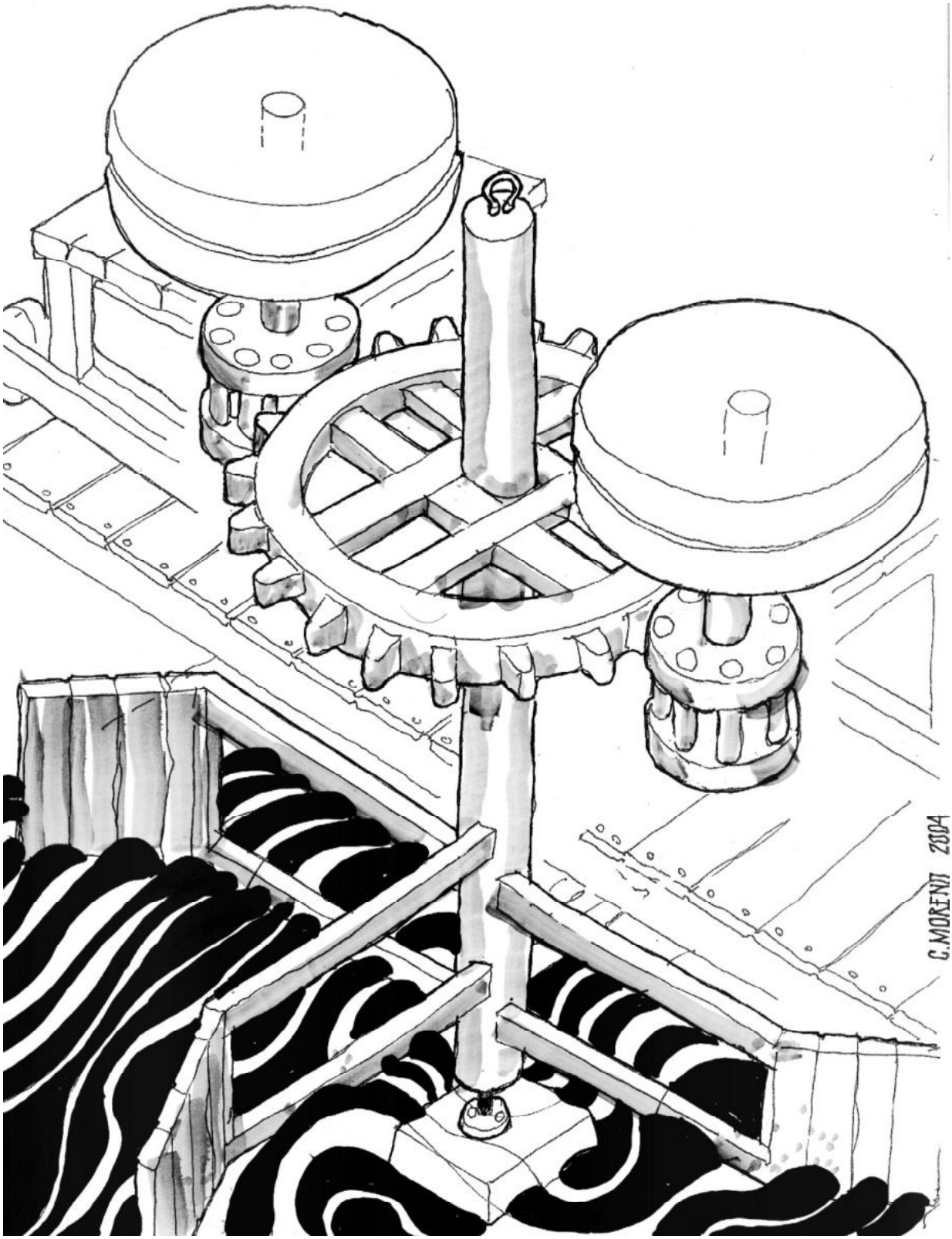


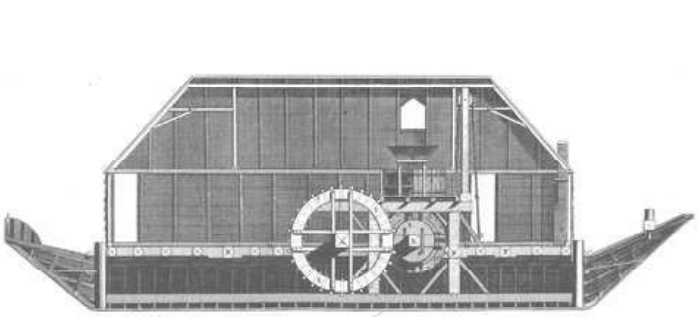
Desde el siglo IV a. C., se usaba el Tornillo de Arquímedes, que estaba formado por un conducto dentro del cual giraba un tornillo que elevaba agua. Estos mecanismos conocidos como coclea tuvieron un fuerte desarrollo en el Renacimiento.y fue el sistema más difundido para elevar el agua de los polders en Holanda (abajo)

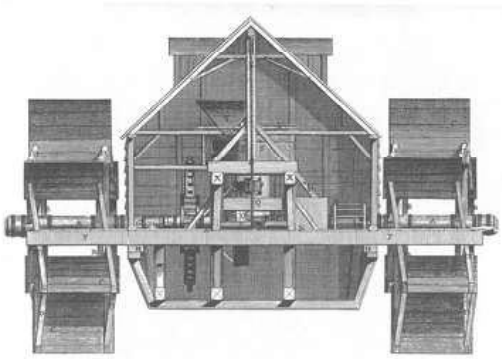
Las ventajas de los molinos hidráulicos son notables, comparándolos con los 5 kg. que producían dos hombres en un molino de mano. A pesar de ello, recién a fines del Imperio (siglo III - IV) se difundieron los molinos desarrollados por Vitrubio. Con la difusión del cristianismo se reduce la esclavitud con su energía barta y esto reduce el desarrollo de otras fuentes de energía. Se encuentran testimonios de molinos hidráulicos para aserrar mármol en Rouen (Francia). En Arles se encontró un molino con dos ruedas hidráulicas que movían cada una a ocho ruedas. En Inglaterra, en el siglo XI había más de 5000 molinos, en su mayoría hidráulicos. En la Edad Media se difunde ampliamente en Europa; muchas veces era un punto de conflicto entre el señor propietario exclusivo del molino y los campesinos que para poder usarlo debían pagar fuertes cargas. En el siglo XIV también se usaban molinos hidráulicos para accionar las máquinas de corte de una herrería. En la Edad Media se difundió el uso de norias que permitían ***sacar agua en forma continua, pues no hacía falta descargar los cangilones, simplemente se volcaban por la propia rotación***. Eran grandes construcciones de madera muy vulnerables por la propia naturaleza del material y el esfuerzo al que estaban sometidos. También se usaron sistemas de bombas que podían extraer fundamentalmente de las partes móviles para la transmisión de la energía, muchas veces haciendo complejos cambios de dirección. Para la transmisión de la energía se usaban ***distintos tipos de mecanismos móviles, levas, ejes, ruedas dentadas, cigüeñales, ruedas hidráulicas y en los cambios de dirección, "tambores o linternas"***. La dependencia de la energía hidráulica en Europa fue regulada por leyes muy estrictas. Usada para diversas industrias: martinetes para abrir el metal



(arriba) Molino usado para la caña de azúcar en el siglo XVI "de los veintiún libros de los ingenios y de las máquinas" BNM, S. XVI. (pág. siguiente) Molino de mar. El sistema tenía una represa por donde se dejaba entrar agua en la pleamar y luego se usaba su fuerza para mover el molino en la bajamar.


C.MORENO 2004

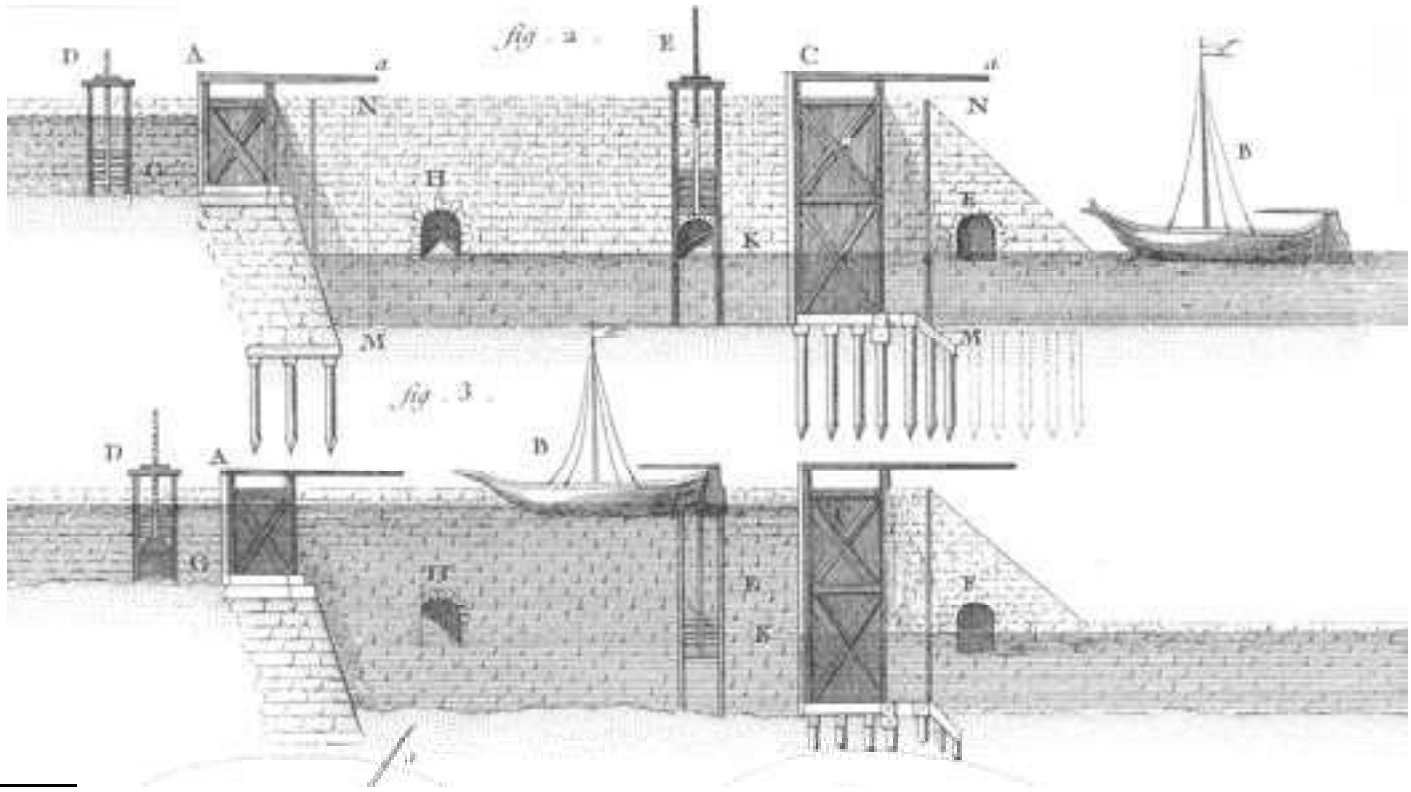


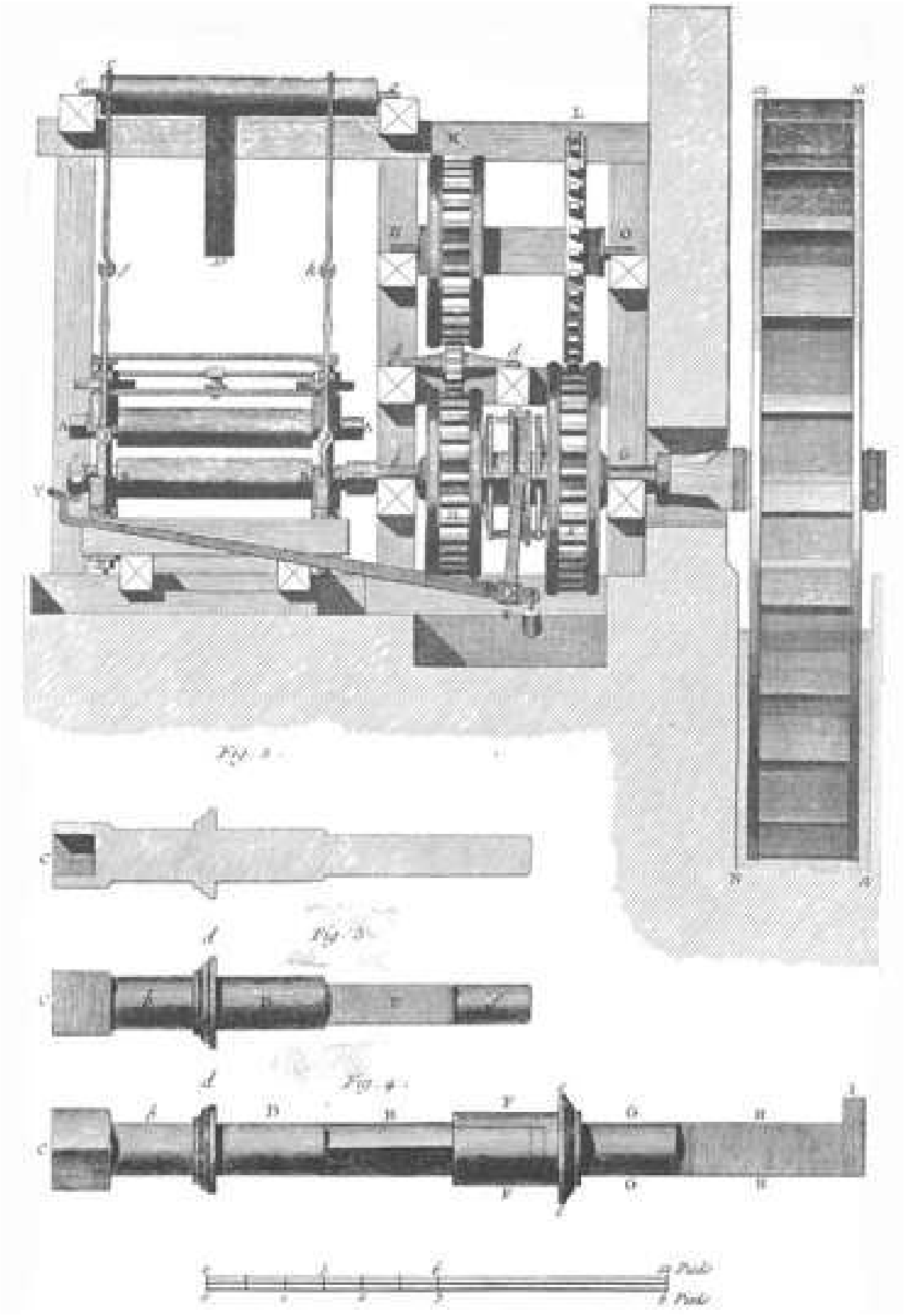


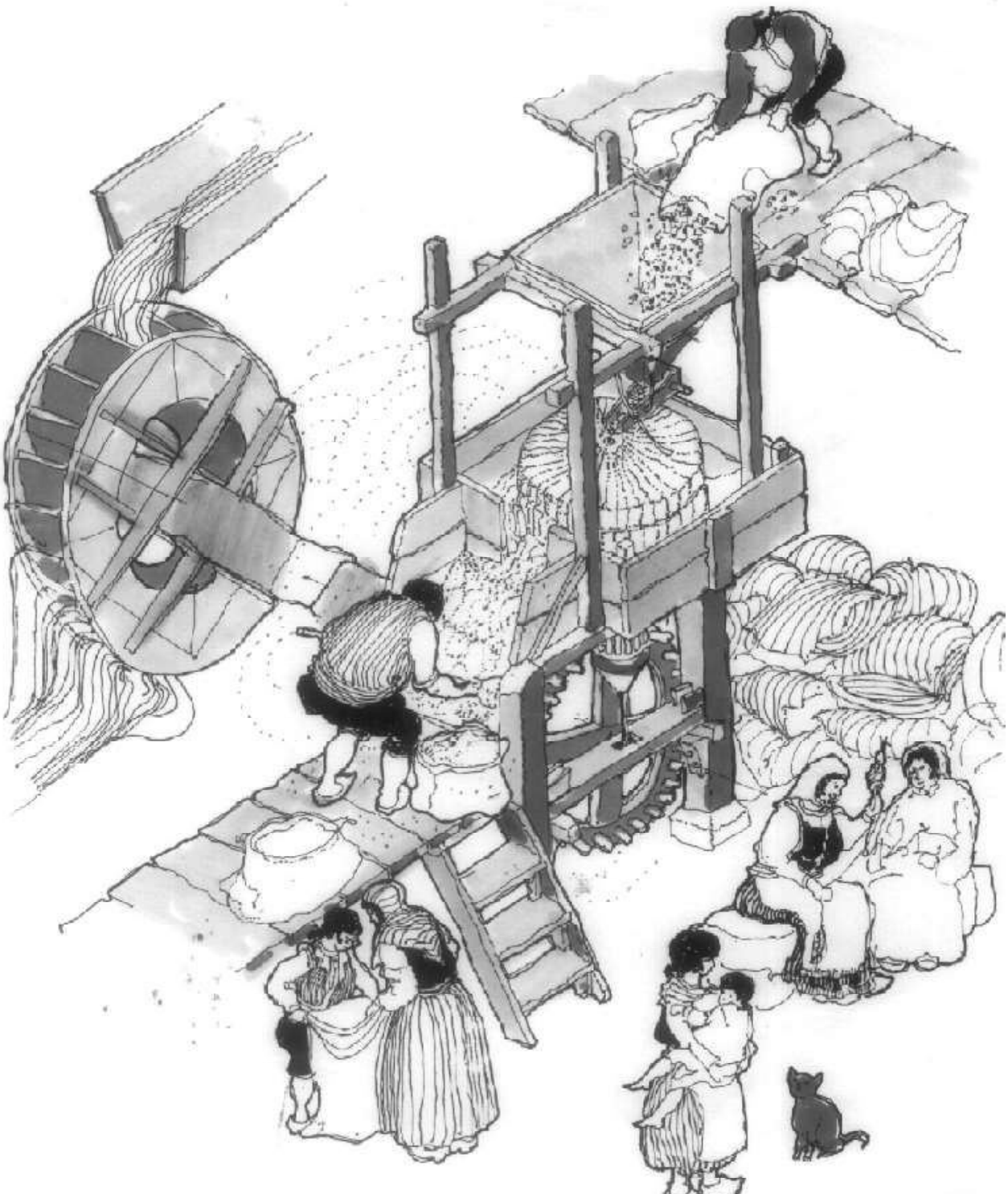
en las ferrerías, para batanes en la industria textil, para perforar huecos para caños o rectificar el alma de los cañones, para el corte de los troncos, para bombear el agua. Fue la fuente de energía más importante en el Renacimiento hasta el motor de vapor, a mediados del siglo XIX. ***El crecimiento de las escalas de producción necesitaba de mayores y más eficaces fuentes de energía, y el perfeccionamiento de las máquinas no llegaba al límite de una simple propuesta mecánica.***

El cambio necesitó del aporte científico. En 1752, un prestigioso científico, el ingeniero Smeaton, desarrolló modelos, controló y midió las relaciones entre formas y producción de energía, diseñando las ruedas hidráulicas más eficaces. Demostró que ***una rueda hidráulica que recibe el agua desde la parte superior es más eficaz (63%) que la que recibe por abajo (22%).*** *También optimizó las formas de los molinos de viento.*

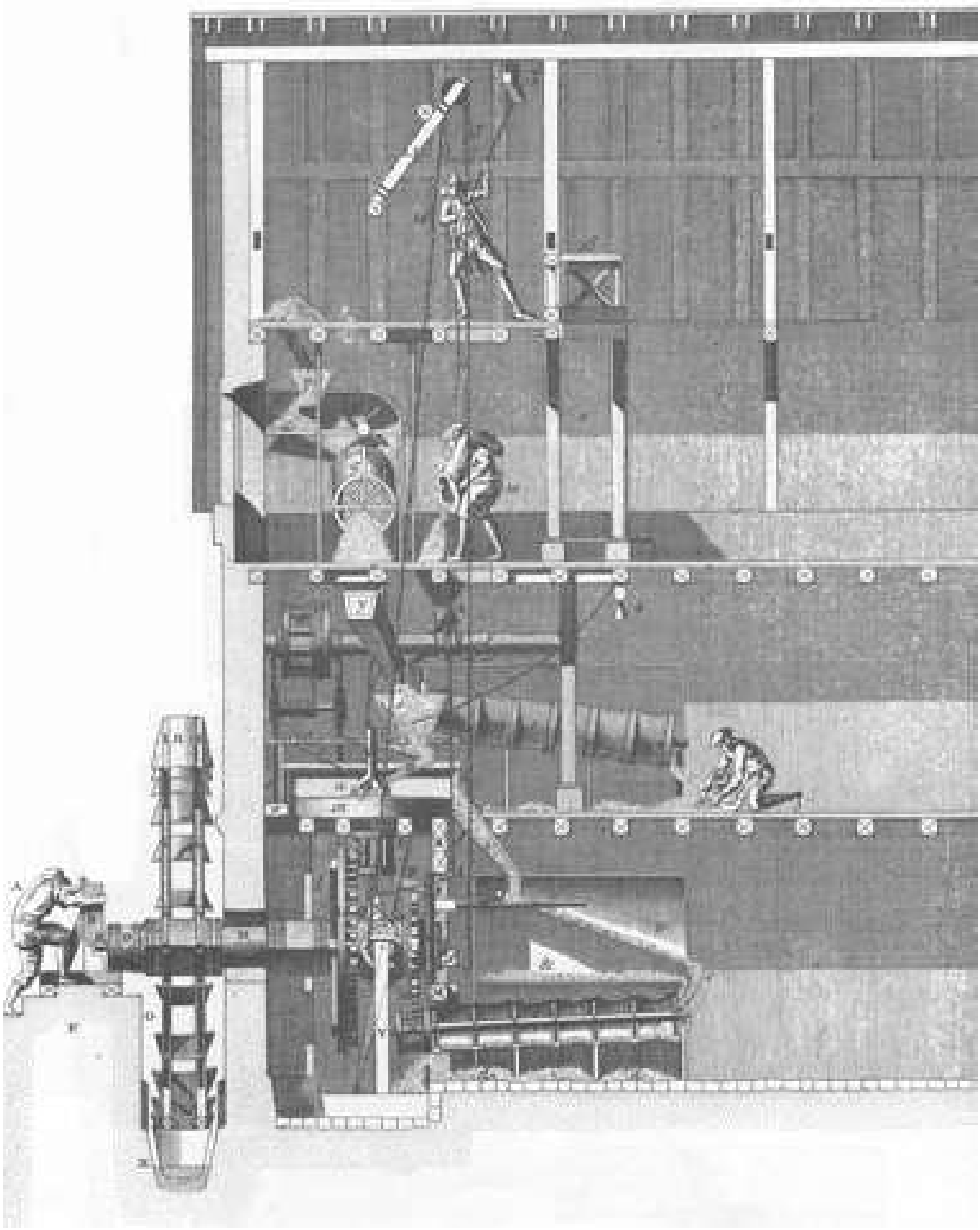
(arriba) Molino de agua. La embarcación anclada tenía dos grandes ruedas hidráulicas que accionadas por la corriente generaban energía para usos diversos. Esta forma era la inversa de una embarcación con propulsión con ruedas. (Abajo) Sistema de exclusas para poder superar los desniveles en los canales que usaban la fuerza del agua para su funcionamiento.(Pág. siguiente) Máquinas movidas por energía hidráulica para el laminado del plomo.Enciclopedia Diderot. s. XVIII.



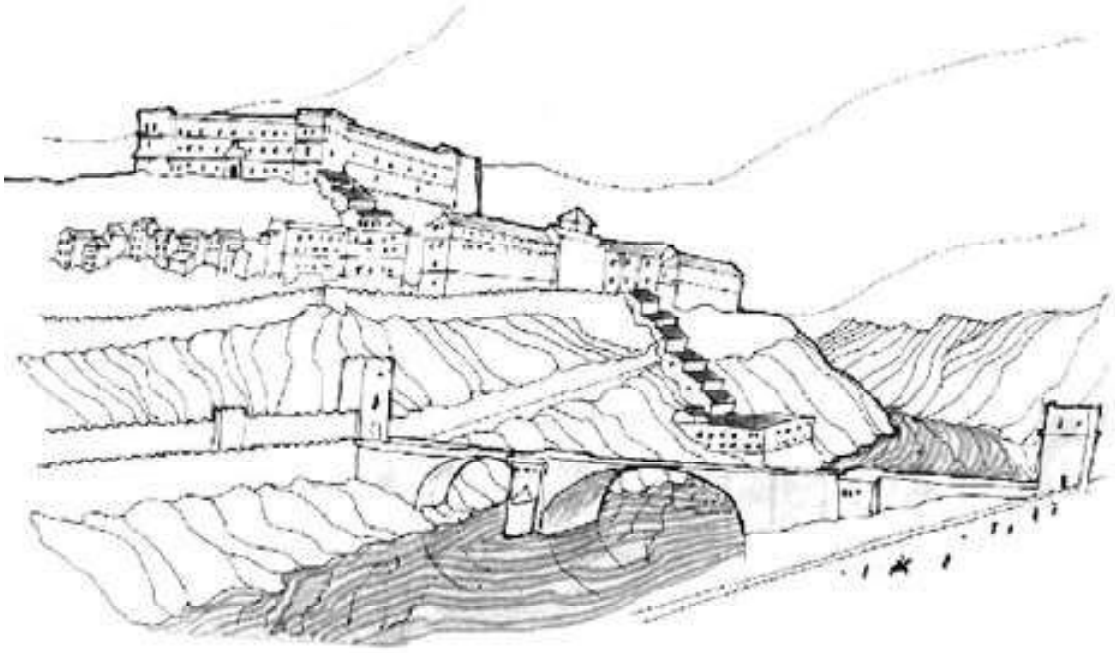




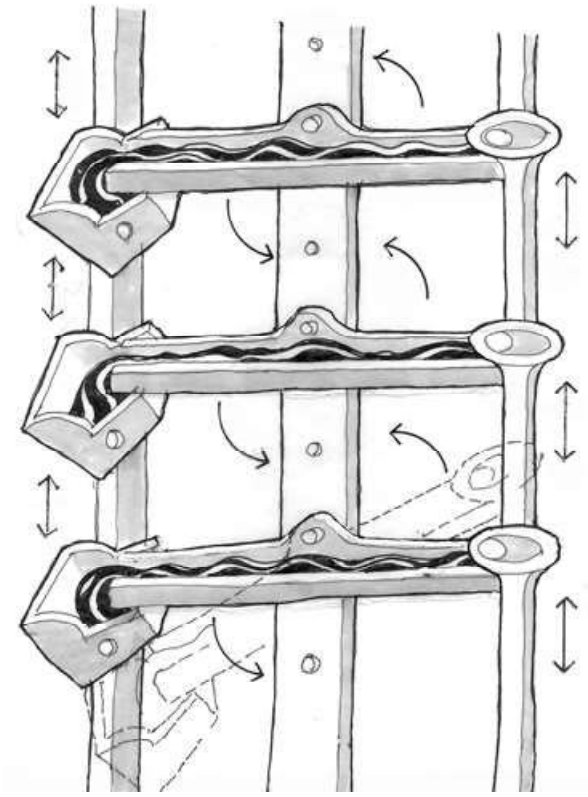
Los molinos de la región gallega "eran puntos de reunión de la juventud organizándose bailes que dieron nombre a un tipo de éstos que hoy día se considera gallego por antonomasia. La Muñeira, otro lugar en el que por lo menos las muchachas se solazaban formando alegres grupos, eran los hornos públicos" (7). Los molinos se ubicaban en las cercanías de los poblados. En Galicia los había de dos tipos: los del común (muiños do común) o privado (muiños de herdeiros). Se embolsaba la harina en pellejos de oveja, la cual se comprimía con un pilón. Las piedras debían tener un grado de humedad determinada si no se empastaban las muelas. Estas no debían funcionar sin grano pues se deterioraban rápidamente.

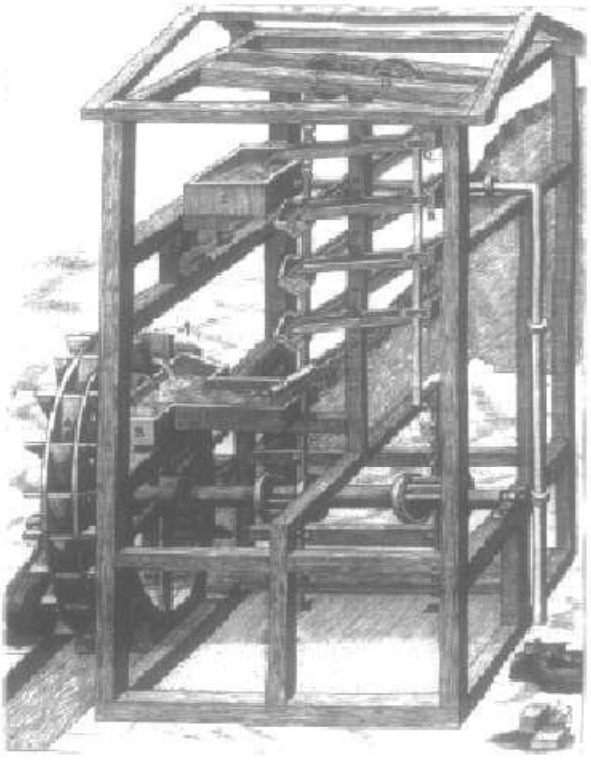


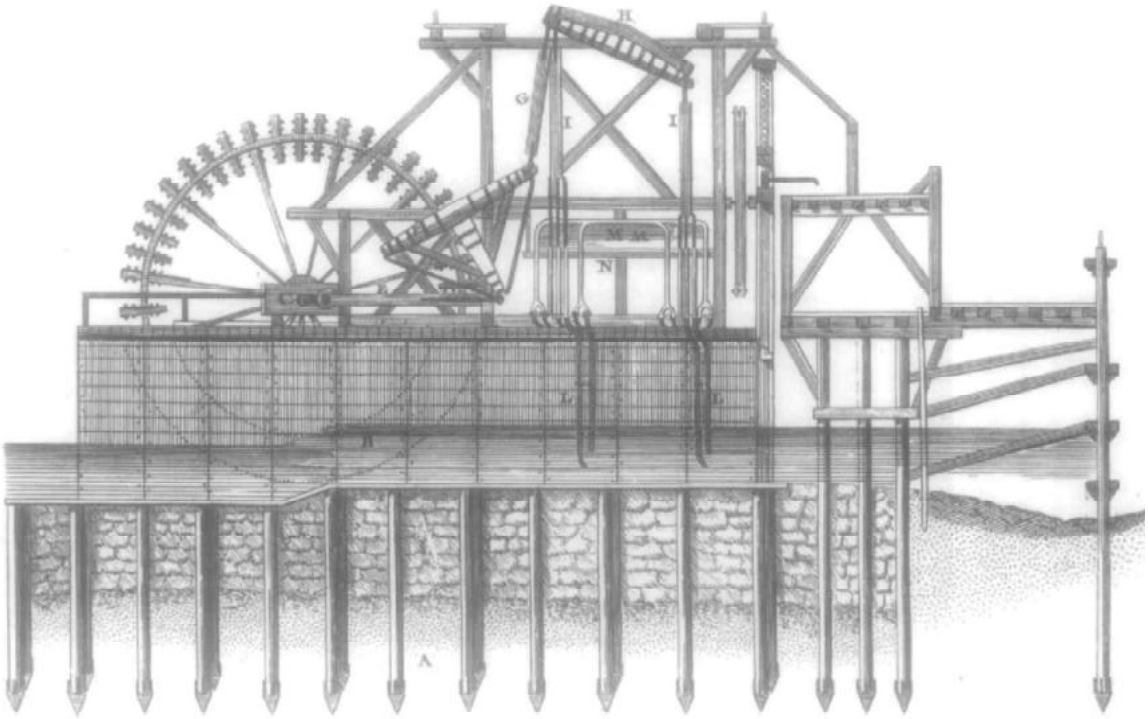
Corte de un molino hidráulico "avanzado" donde se ve un complejo sistema (m. s. XVIII). La energía hidráulica era utilizada para las más diversas operaciones: comenzaban por subir los sacos de granos, un obrero que engranaba las poleas, el árbol rotativo y los engranajes de los distintos cilindros para el tamizado, el movimiento de las muelas, etc. La máquina construída en madera con guarniciones de hierro llegaba al límite de complejidad que se podía obtener con esos materiales. Luego vendrán las máquinas de vapor y los componentes de fundición de hierro y más tarde de acero (s. XIX) que permiten incrementar la eficacia de producción. Enciclopedia Diderot Et. D´Álambert Agriculture.



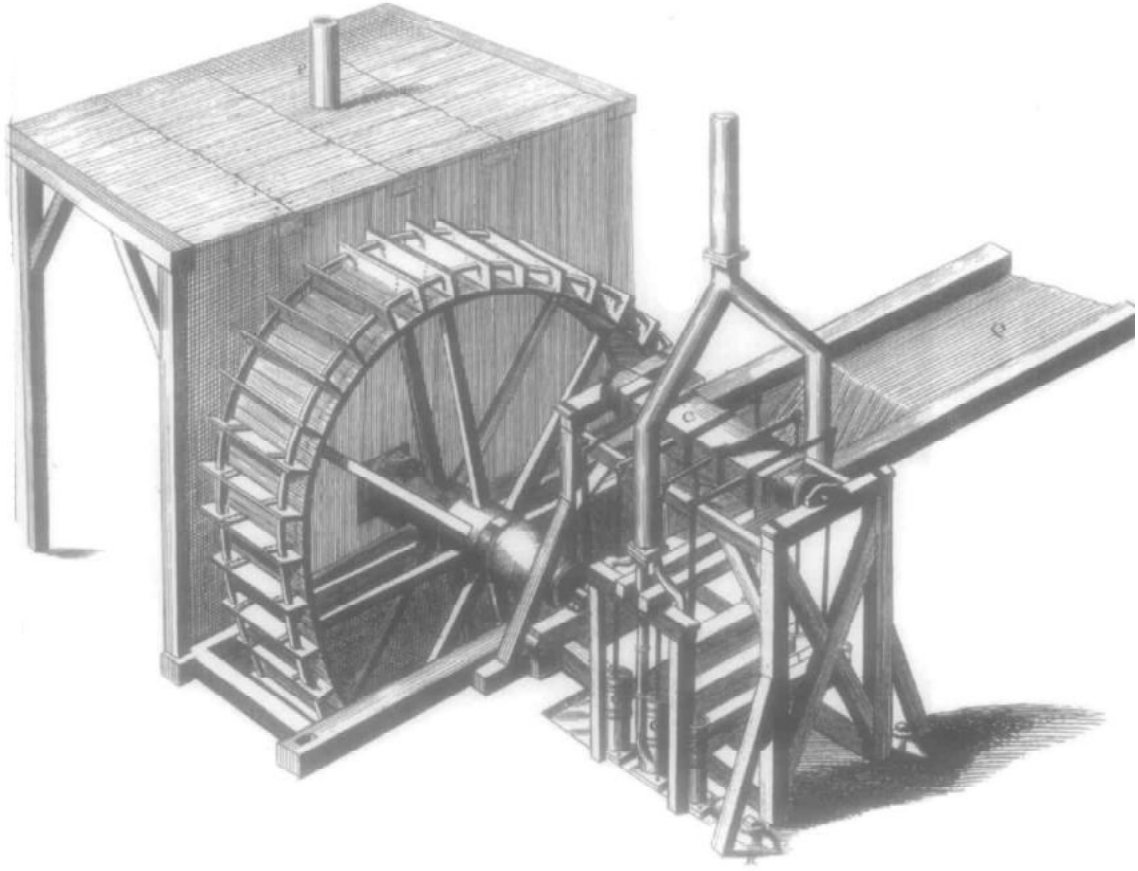
(arriba) Imagen del ingenio construído por Juanello Turriano entre 1563-69 para elevar 16000 litros de agua a 90 m. en la ciudad de Toledo. (abajo izq.). Con un mecanismo complejo, se podían elevar cantidades importantes para la época. La energía se producía en una rueda hidráulica que mediante engranajes accionaba una torre con cucharones. De A. Ramelli. Le Diverse et artificiose machine. Siglo XXI. B. N. Madrid.



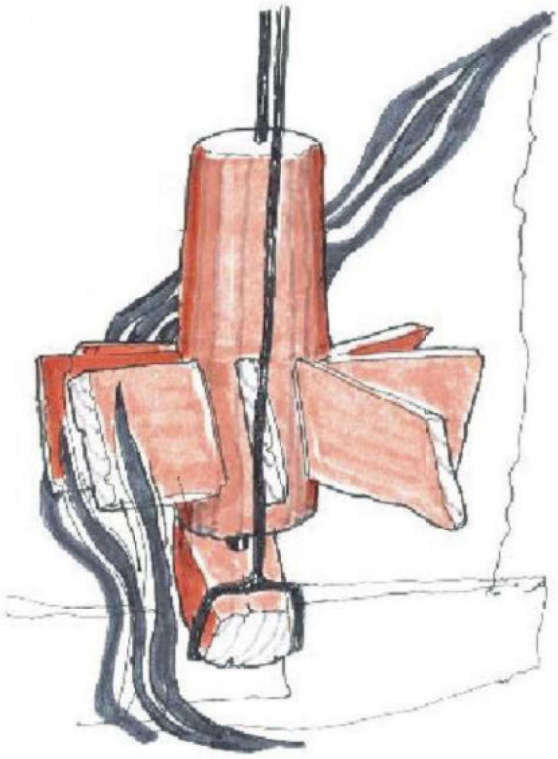


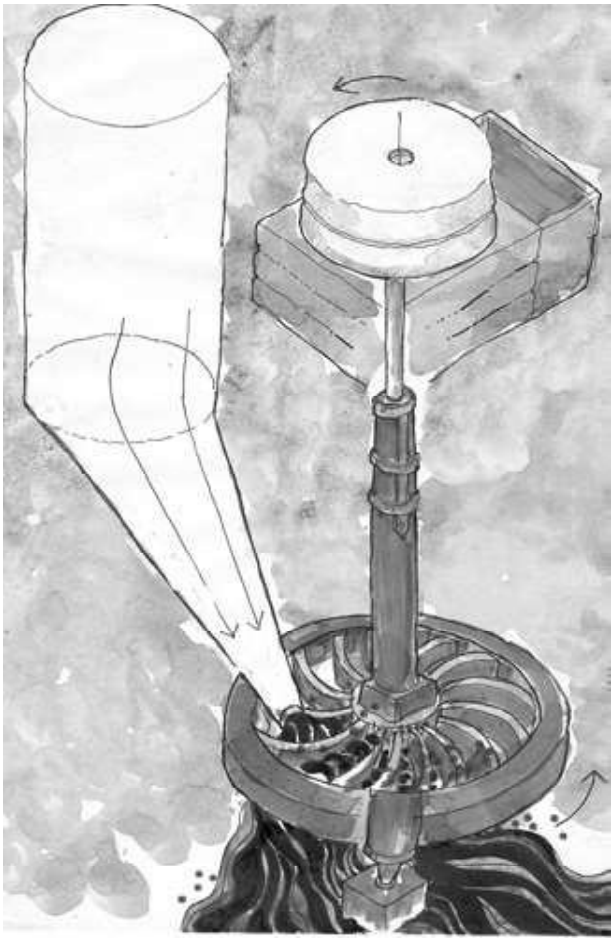


(arriba) En 1681 se construyó para riego y alimentación de las fuentes del palacio de Versalles una estación elevadora, con sus 14 ruedas hidráulicas de 12m de diámetro, las cuales usaban la energía del río Sena, "El agua era elevada unos 162m por 221 bombas, a través de las turbinas de hierro fundido y de los depósitos intermedios, las bombas eran accionadas mediante árboles de transmisión acoplados a las ruedas hidráulicas" (8) Toda esta maquinaria sólo produjo un equivalente a 80 cv. y funciona hasta 1817 (abajo) Máquina hidráulica con bombas (Nymphembourg, siglo XVIII) E. Diderot. Máquina de Rearly. Tenía 259 bombas que podían elevar 3.000.000 l. cada 24 horas. En la ciudad de Londres se usaron grandes ruedas hidráulicas (Puente de Londres) para bombear el agua para la ciudad. La instalación estuvo en uso entre 1582 y 1822.

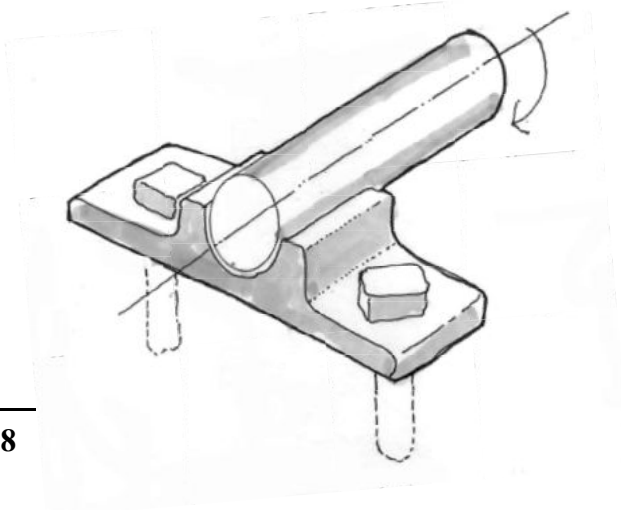


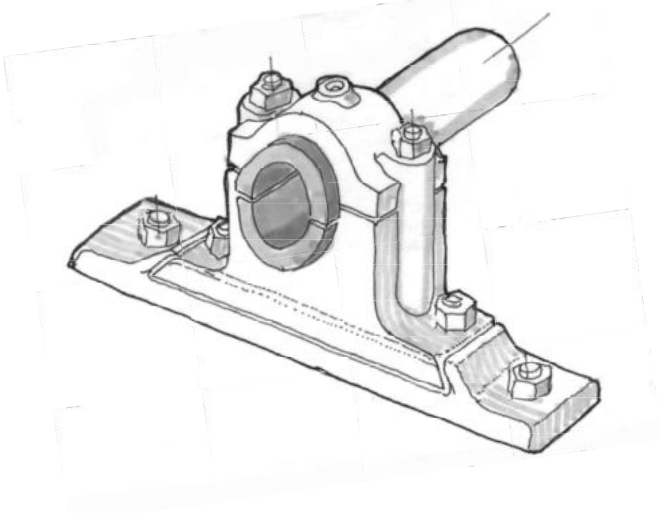
Rodeznos y turbinas

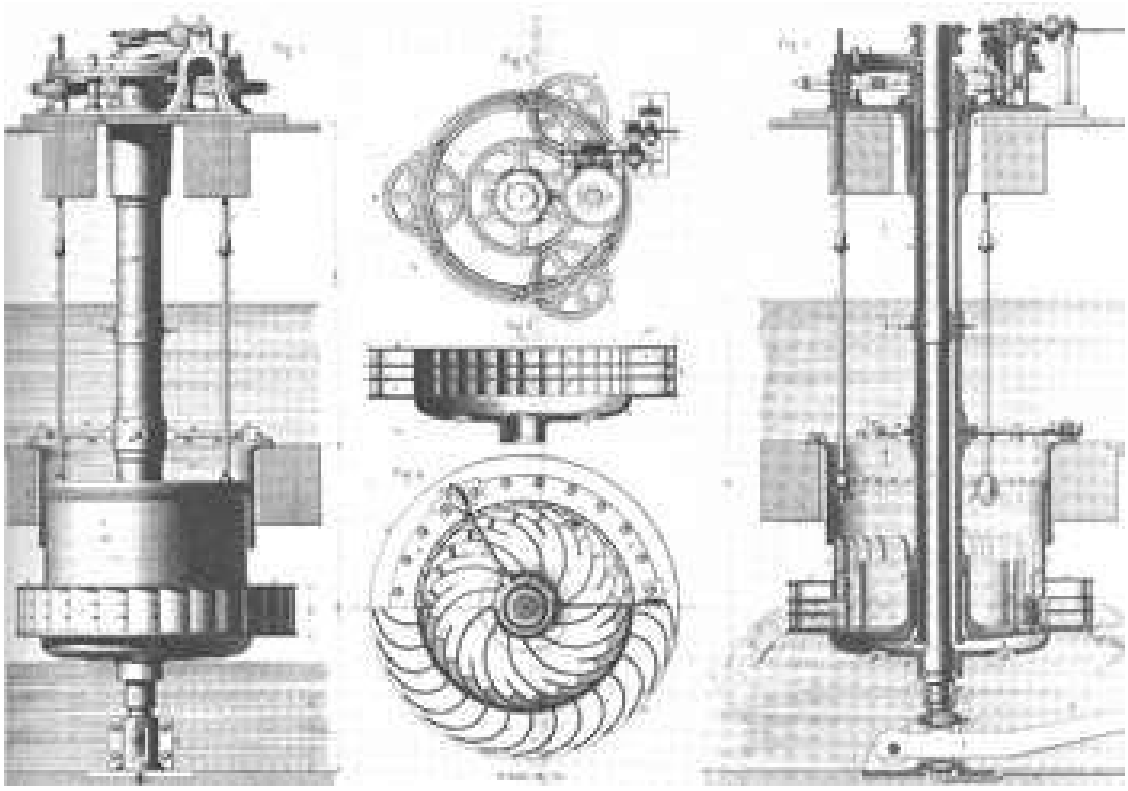




(arriba izq.) Antiguo molino hidráulico tenía una rueda vertical que se accionaba al chocar contra el rodezno, la corriente del agua. El molino de rueda horizontal (rodezno) fue el más difundido en España en relación a su geografía montañosa y las corrientes rápidas. (arriba derecha) Un molino con el complemento de un ***cubo de presión*** *que formaba un sistema eficaz en lugares con agua escasa. Se los hacía de distintas formas y materiales. Su objetivo era proporcionar mayor potencia con igual cantidad de agua. Bas. Veintiún libros de los ingenios. (abajo) Cojinetes de fricción de bronce intercambiables. (pág. siguiente) Turbina según el desarrollo de Fourneyron. El agua acciona la rueda hidráulica con alabes de hojas curvas de hierro.*





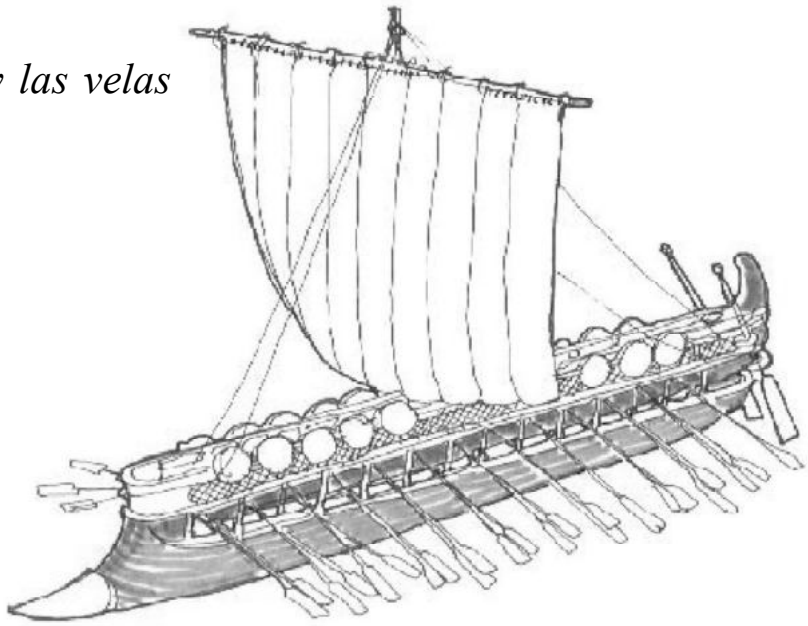


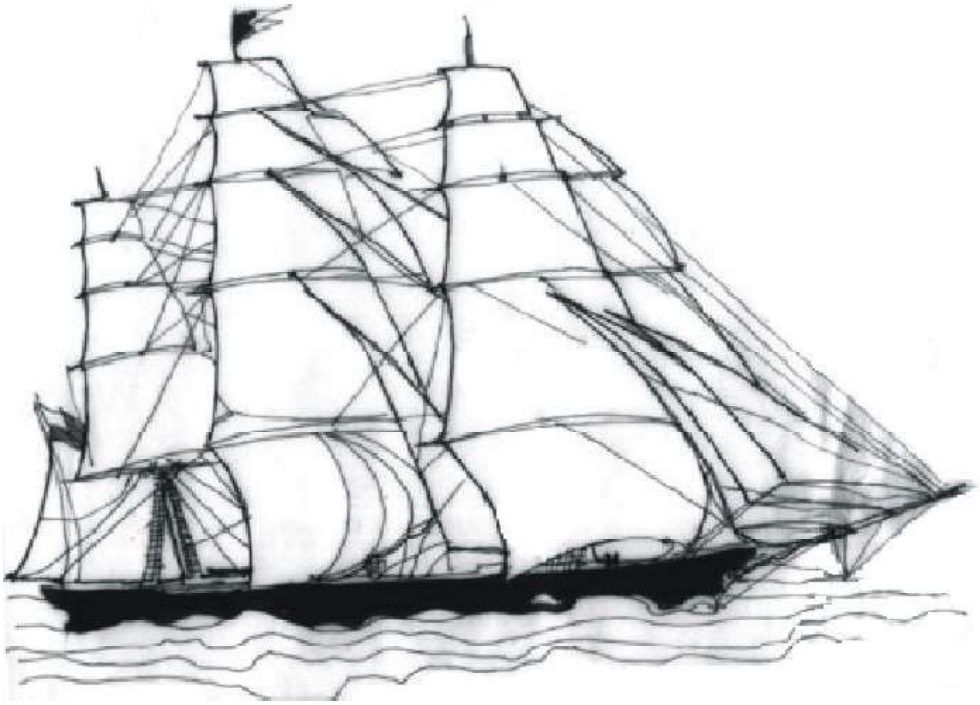
La energía hidráulica estuvo muy difundida pese al constante avance del motor a vapor hasta pasada la mitad del siglo XIX. No necesitaba de combustible, aunque dependía de la disponibilidad de agua. Tampoco necesitaba de un conocimiento mecánico complejo: el molino estaba en la escala de herreros y carpinteros locales. Su construcción en madera con unos pocos herrajes de hierro lo hacían posible en zonas con aún abundantes maderas. El molino hidráulico y también el de viento son relativamente autónomos frente al sistema de los de energía con motores de vapor. La rueda hidráulica había sido desarrollada por Benoit Fourneyron (1827) con *la turbina hidráulica centrífuga* que funcionaba a 2300 RPM... *«Las turbinas hidráulicas al principio eran simplemente competidoras de las ruedas hidráulicas ordinarias; demostraron muy pronto que eran capaces de utilizar totalmente la energía hidráulica todavía inexplotada o mal explotada. Estas máquinas adquirieron una importancia decisiva cuando gracias a la dínamo, al alternador y a las transmisiones de energía a larga distancia, se transformaron en los aparatos más económicos para producir electricidad mediante energía hidráulica (9).*

En un país como Francia que por su geografía cuenta con muchos recursos hidráulicos pero de distinto tipo, se desarrolló un motor hidráulico que se adapta a diferentes caídas de agua: *la turbina***.** En 1832 Fourneyron construye una turbina con un distribuidor fijo circular ubicado en el interior del rotor haciendo circular el agua de adentro hacia afuera y de arriba hacia abajo. El diseño de los alabes depende de la altura de la caída del agua. Las turbinas alcanzan un 80% de eficacia y rápidamente se difunden. En 1828 introduce una mejora en las ruedas hidráulicas al fabricar los alabes con forma curva -calcula la más eficaz tipo de curvatura-, el radio de la rueda y el diámetro de la corona que soportan los alabes. Como consecuencia se duplica el rendimiento. Luego con el desarrollo de la metalurgia se construyen enteramente en metal con la corona de hierro fundido y los alabes de chapa.

La turbina a vapor se basa en el efecto de un fluido al pasar a través de las paletas curvas de una o varias ruedas que giran alrededor de un eje. Las hay de ***acción*** basadas en la velocidad del fluido y de ***reacción*** donde la presión también actúa. La turbina es una máquina de gran sencillez de acción directa sin necesidad de émbolos o transformación del movimiento rectilíneo en rotativo. En 1870 Parson y Laval presentan un desarrollo tecnológico que consolida la turbina a vapor.

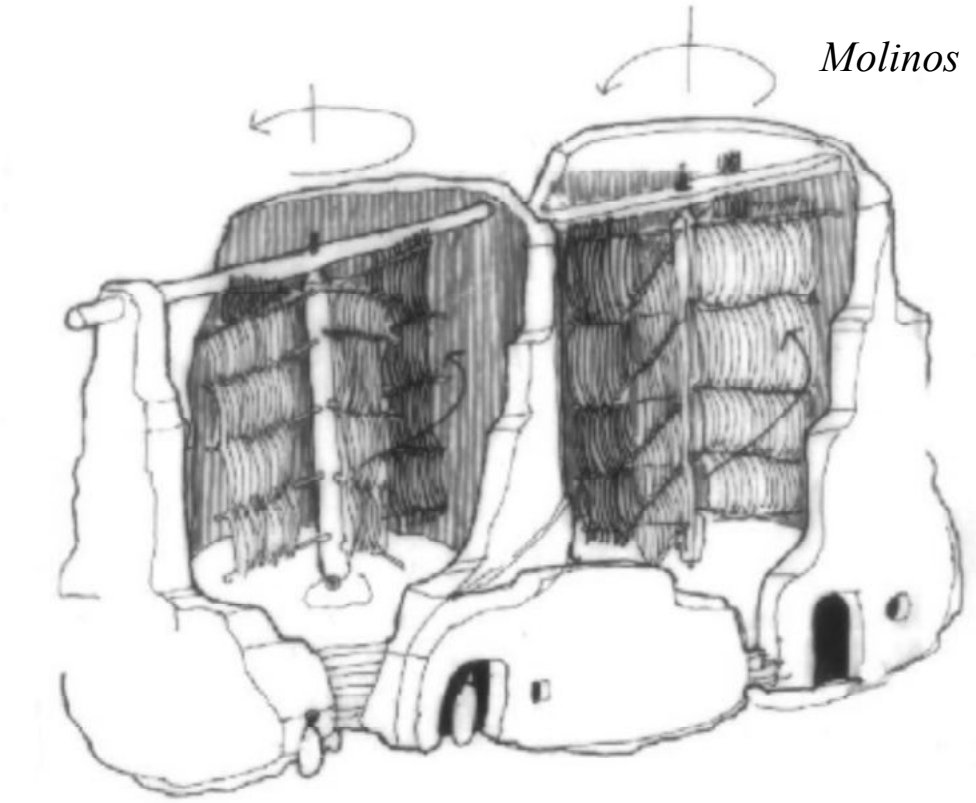
El viento y las velas



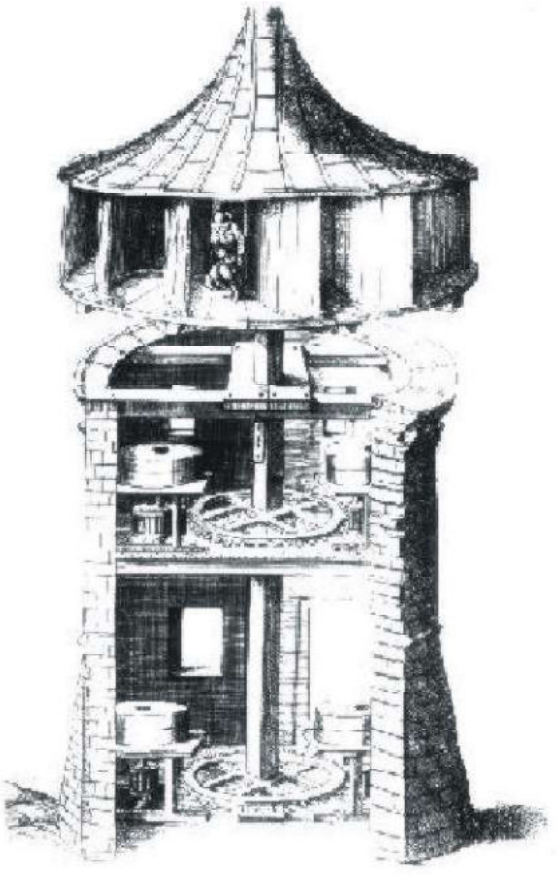


Cuando el hombre se atreve a navegar usa su energía muscular impulsando una palanca: el remo. Luego aprende a usar la fuerza del viento (4000 a.C.) pero solamente podían navegar en su dirección. La vela triangular que permite navegar en contra del viento recién aparece en el 300 d.C. Birreme fenicio (modelo) Museo Británico (arriba). Los esbeltos clippers tenían una ventaja sobre los barcos ingleses de tipo fragata con mayor capacidad de carga: eran más veloces y por tanto apropiados para el tráfico de esclavos, el comercio de opio con China o la disputadas carreras del té entre China e Inglaterra (90 días).12.000 millas. Los Clippers pierden funcionalidad, a partir de 1870 especialmente con el Canal de Suez. El Clipper americano parece llegar al límite tecnológico de las embarcaciones impulsadas por el viento para lo cual llegaron a usar 4.000 m2 de velamen. (abajo) El timón introducido por los portugueses en sus carabelas constituyó un instrumento que revolucionó la navegación. Epoca del rey Enrique el Navegante

Molinos de viento



Los molinos de viento fueron otra importante alternativa como fuente de energía, especialmente en las regiones sin grandes caídas de agua y despejadas de obstáculos. El viento, como fuente de energía, se usó en época tardía. En Persia en el siglo VII se lo empleó en los sistemas de irrigación para elevar de nivel las aguas, en la molienda de granos y, en poco tiempo se le encontraron otros usos. En Oriente, donde se originaron estos molinos, las aspas giraban en posición horizontal sobre un eje vertical a diferencia de los que más tarde se usaron en Occidente de giro vertical, ***con un eje horizontal que resultaban más eficaces por el aprovechamiento contínuo de la presión de los vientos.*** En España se señala la existencia de un molino de viento en la región de Tarragona entre los siglos XII y XIII.

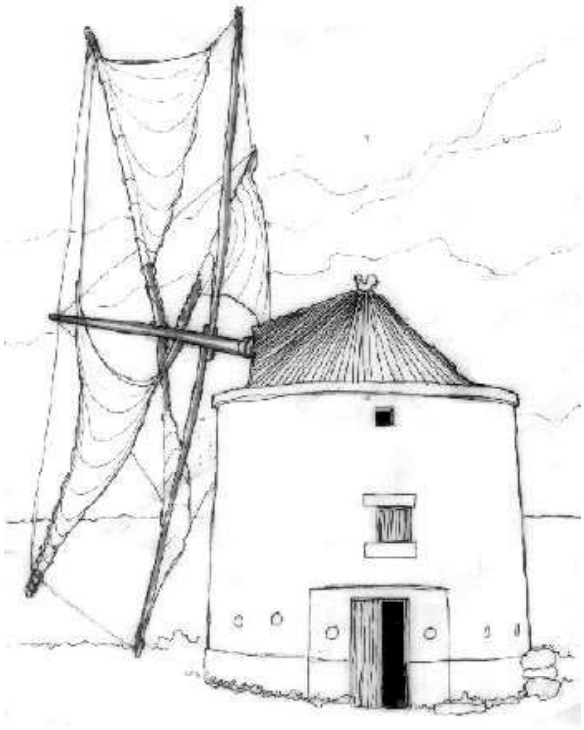


(arriba) Antiguo molino horizontal, con un recinto curvo en dirección al viento. Irán. (abajo) Derivado de los molinos orientales un molino de viento con eje vertical. Del libro de Fausto Veranzio. Machinae Novae. Siglo XVI. BN.M. En 1430 los holandeses desarrollaron un molino de poste hueco que simplificaba la estructura giratoria.

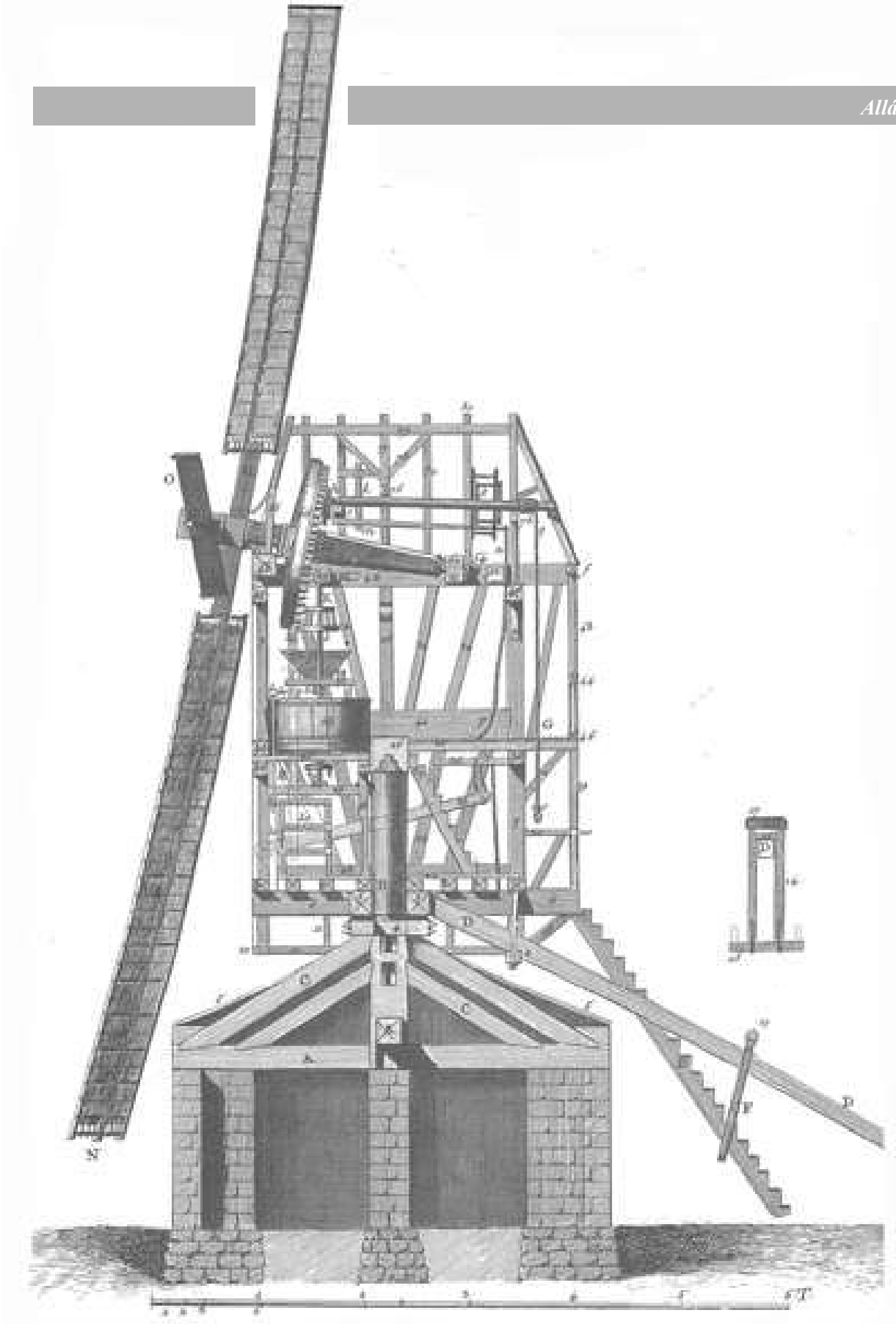
En el norte de Europa, los molinos tenían un mecanismo que estaba regulado por el molinero. Esto derivaba en dos tipos de ingenios: el alemán, ***montado sobre un eje vertical que actuaba de soporte y eje de giro***; y luego apareció otro donde sólo ***giraba el soporte superior junto a las aspas.*** Su inconveniente era su relativa capacidad de energía porque producía poca y una parte de ella se perdía en los rozamientos y en el movimiento de los pesados mecanismos de madera. Su capacidad de fuerza era de alrededor de 5 a 10 HP, cifra no despreciable en su época. Recién en los comienzos de la Revolución Industrial sería superada por las máquinas de vapor, de mayor potencia, pero que tardarían más de medio siglo en perfeccionarse.

En los Países Bajos tuvieron un gran desarrollo los molinos de viento que movían una cadena de cangilones para drenar las aguas. La recuperación y conservación de tierras aprovechables ganadas al mar fue una obra de siglos que transformó el paisaje holandés, con sus diques, canales y molinos.

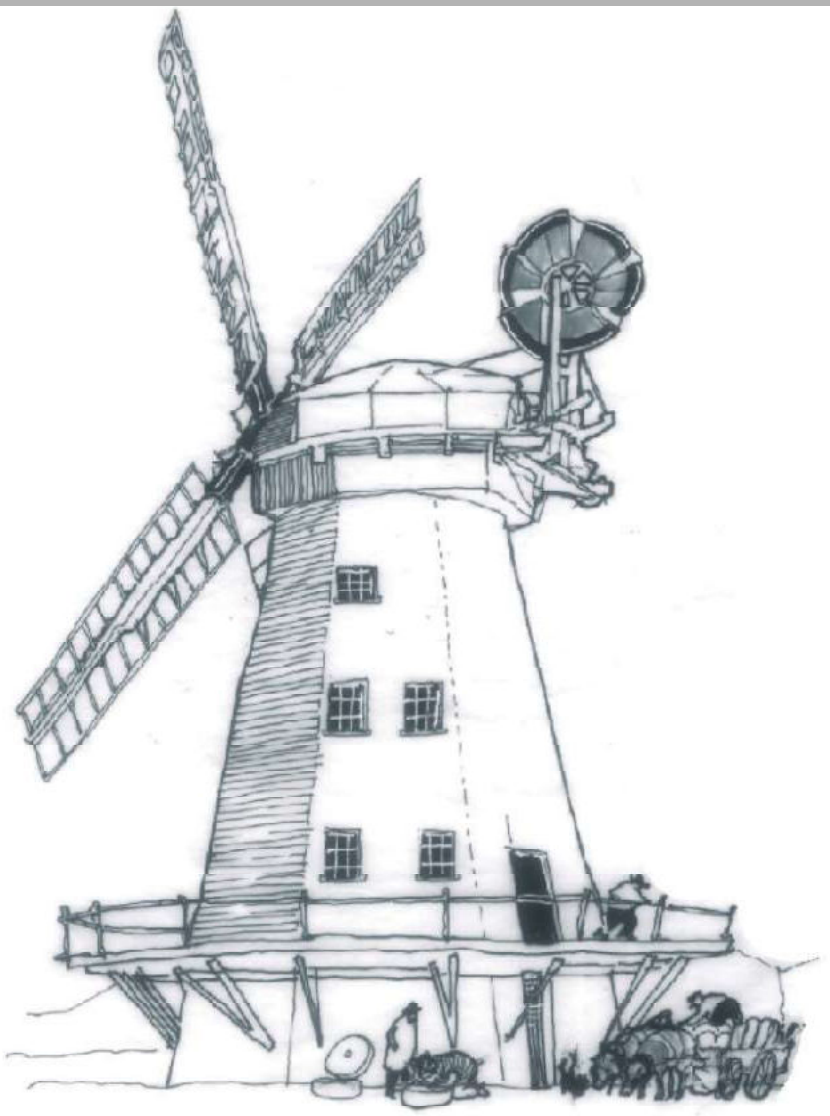
Los molinos de viento llegaron a España en el siglo XVI durante la monarquía de los Austrias facilitados por las transferencias tecnológico-culturales desde los Países Bajos que por esos años eran parte del imperio español. En el siglo XIV se inventó una noria movida por molinos de viento. En el siglo XVII los molinos de viento para drenaje se habían difundido también en Inglaterra y se desarrollaron mecanismos para facilitar el giro.



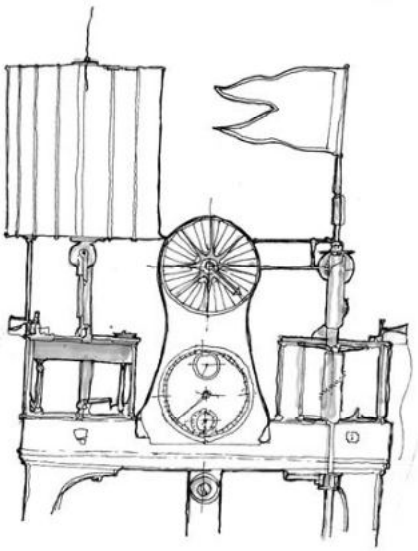
(arriba) Un antiguo molino portugués con las velas verticales fijadas a una armadura giratoria. Su control se hacía desplegando y recogiendo las velas y cambiando su ángulo. El eje estaba inclinado hacia arriba para impedir que las aspas tocaran el suelo.(abajo) En el distrito de Zaan (Holanda) a fines del siglo XVII, había 700 molinos para el bombeo de agua de los polders. Molinos de viento en las orillas del Amstel (Holanda). Dibujo de Rembrandt. Col. Devonshire.



Molino de poste construído en madera, en su basamento tenía un depósito para el grano.
Su pesada estructura necesitaba de un gran esfuerzo para enfrentarlo al viento, usándose una palanca que salía de su base (D).(Enciclopedia Diderot m. siglo XVIII)

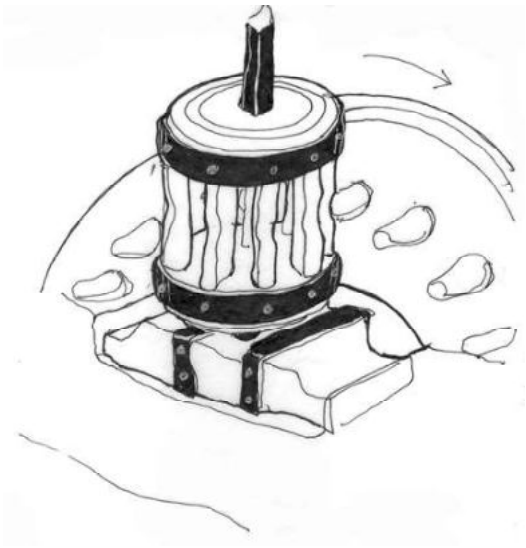


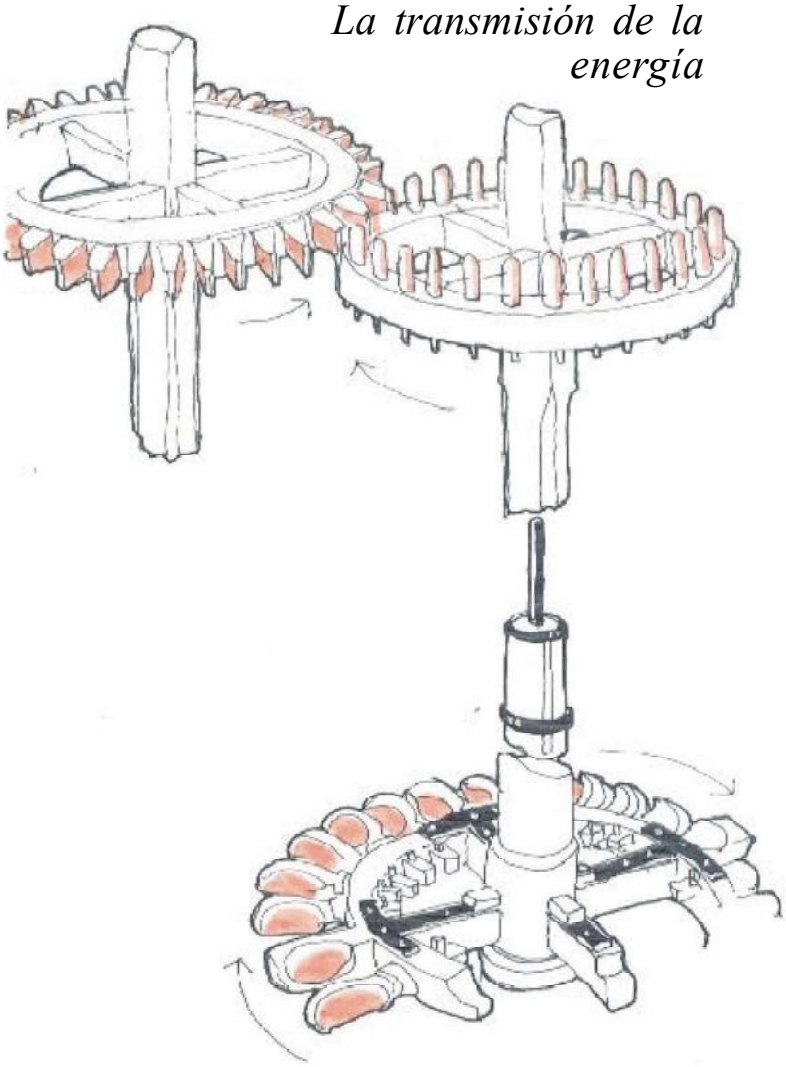
(arriba) Molino en las cercanías de Londres con su timón que permite regular la orientación s. XVIII. (Abajo) En 1734 Lous Leon Pajot inventó el anemómetro que fue el más antiguo instrumento científico para conocer la velocidad del viento y registrar los datos en un papel.



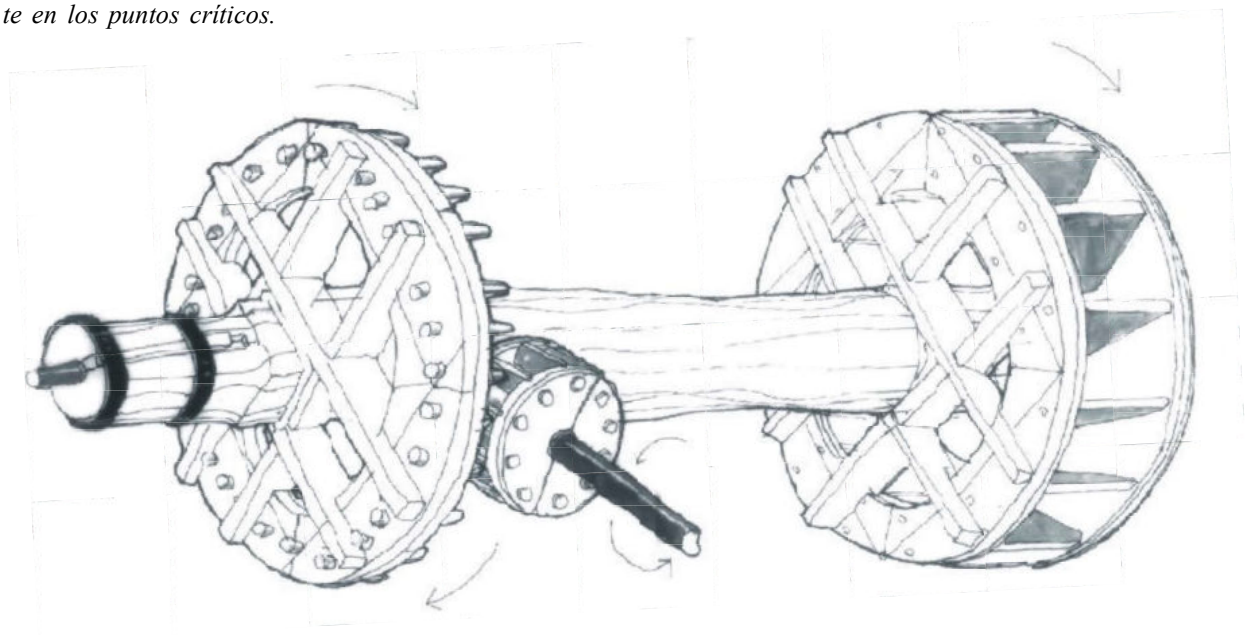
El elemento que significó un gran adelanto técnico fue el timón patentado por Edmond Lee en 1745. *"Constituyó un importante paso adelante. Consistía en una serie de paletas montadas sobre el palo que movían un par de ruedas por carriles. Las paletas se fijaban de modo que cuando el viento encaraba el molino no ejercían fuerza sobre ellas; cuando el viento cambiaba la dirección las paletas del timón rotaban y hacían moverse a las ruedas por carriles orientando así automáticamente el molino en la dirección conveniente". (10)*

La transmisión de la energía





(arriba izq.) Linterna. (arriba derecha) Detalle de un engranaje de transmisión desde un rodezno horizontal. Bas. L´Árchitecture Rurale Francaise. (abajo) Rueda hidráulica, vinculada a una rueda dentada interior que transforma el movimiento en una linterna. Una característica que debían tener las máquinas de madera, es que cada uno de sus componentes debían funcionar solidariamente pero a su vez posibilitar el desarme y reemplazo de las piezas deterioradas. Para ello se usaban cuñas, clavijas de madera o pasadores, limitando, por otro lado, las costosas piezas de hierro a alguna guarnición o eje especialmente en los puntos críticos.

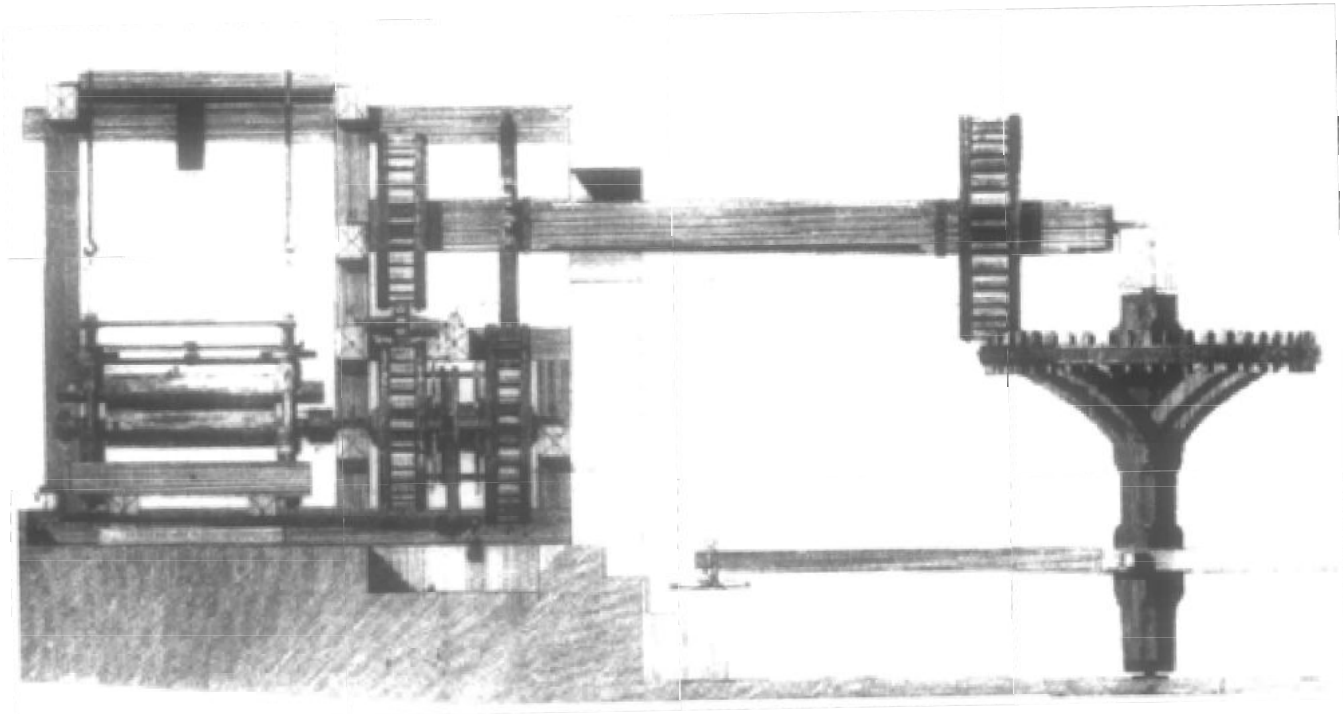


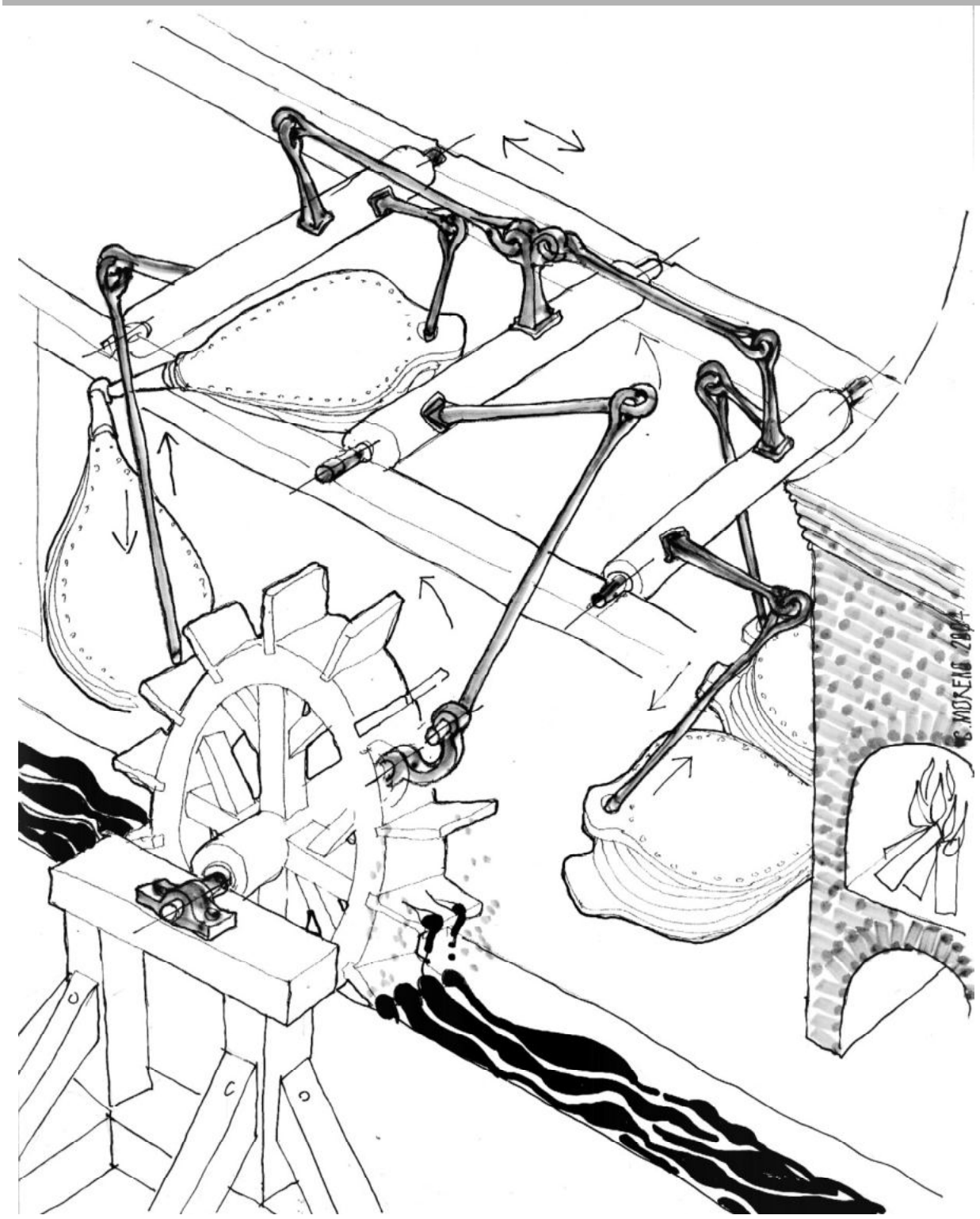
Las máquinas necesitan de una fuente de energía para entrar en movimiento. Los mecanismos para transmitir y adecuar la direccionabilidad de la fuerza tienen diferentes formas: ***palancas, planos inclinados, poleas, engranajes, levas, bielas, resortes, etc.*** Desde la fuente de energía hasta su punto de aplicación hacían falta mecanismos capaces de transmitirlas y muchas veces cambiar su dirección. Un problema en la transmisión de la energía era el cambio de dirección del movimiento. Para ello se utilizaban ruedas dentadas que se conectaban con *¨linternas¨* formando un engranaje que consumía por rozamiento gran parte de la fuerza transmitida. La transmisión mecánica de la energía necesita de mecanismos que para su funcionamiento usa una parte de aquélla; ésta será mayor o menor en función de las distancias, de los cambios de dirección, de los materiales de su forma, de la precisión de las partes y de la fricción entre ellas las antiguas máquinas de madera con grandes piezas, pesadas y poco precisas gastaban un alto porcentaje de la energía en su propio movimiento. En los ilustrativos grabados de los libros de agrícola se encuentran muchos mecanismos de transmisión de energía mediante pesados elementos de madera (tornos, bielas, bombas accionadas por manivela, etc.). Los engranajes están basados en un sistema de ruedas, con sus superficies de contacto por medio de dientes, rectos o curvos, que engranan unos con otros. Los dientes son pequeñas ***palancas.*** Los ejes pueden ser ***paralelos*** cuando las ruedas son cilíndricas, cuando se cortan ***cónicas*** y cuando se cruzan sin cortarse pueden ser cilíndricas o conoides. ***La diferente proporción*** entre las ruedas resultará en la diferencia de velocidad o fuerza.

El estudioso asturiano José M. Legazpi en sus *"Ingenios de madera"* describe varios tipos de máquinas hidráulicas *"Una rueda de transmisión se fabricaba en roble, su estructura general los dientes del engranaje así debido a los efectos de dilatación que el clima y la humedad pueden producir sobre un tórculo de prensa, se utilizaba en la confección de esta pieza, madera de nogal, de densidad prácticamente inalterable. Con el fin de evitar deformaciones que pudiesen dificultar el paso del husillo dentro de la tuerca"... (11)*

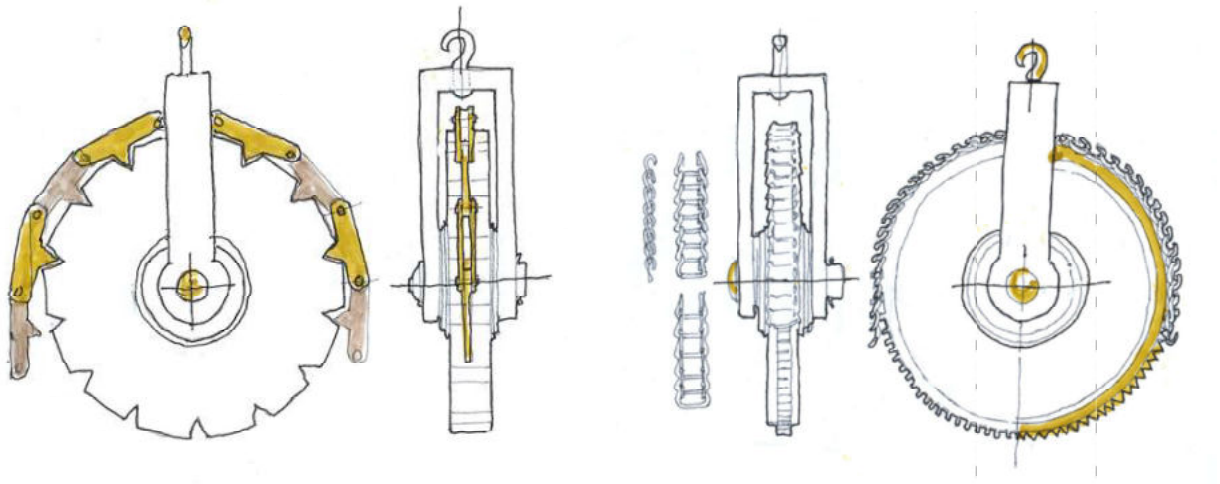
(abajo) Mecanismo de transmisión de energía construído en madera. Enciclopedia Diderot mediados de siglo XVIII.

Linterna: *rueda formada por dos discos paralelos con un eje común y unidos por la circunsferencia con barrotes en donde engrana la otra rueda (NDILE).*
Rodezno*: Rueda hidráulica que tiene paletas curvas y eje vertical. (NDILE)*





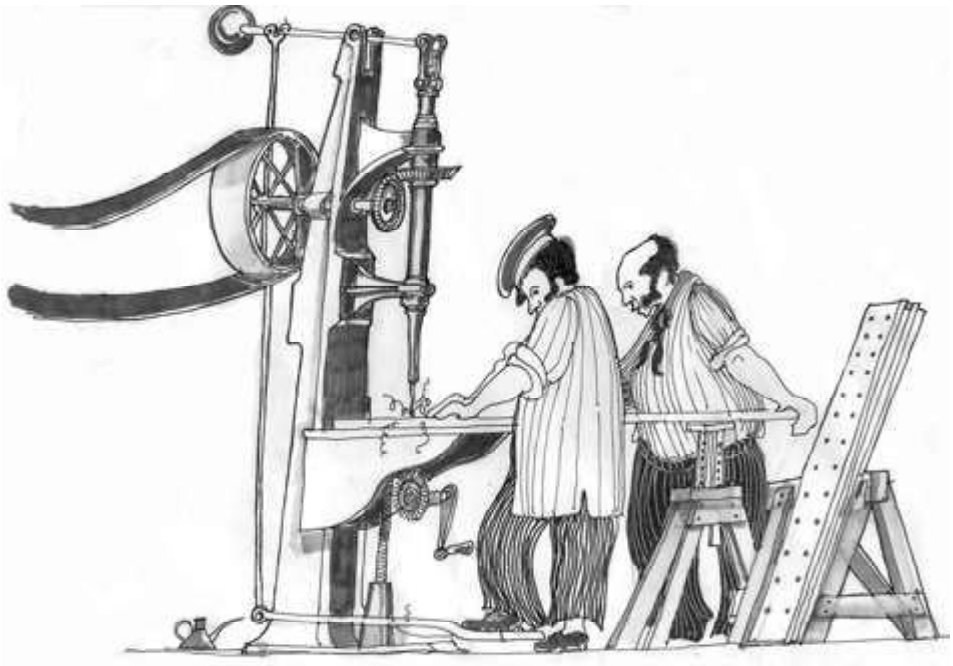
Otras formas de transmisión de la energía fueron las levas o los árboles acodados, que transformaban el movimiento rotativo en alternativo. En Alemania en el s. XVI se desarrollaron sistemas de transmisión mediante bielas vinculadas con ruedas hidráulicas para mover los fuelles de un horno. Bas. Graf. A. Ramelli (F. siglo XVI)

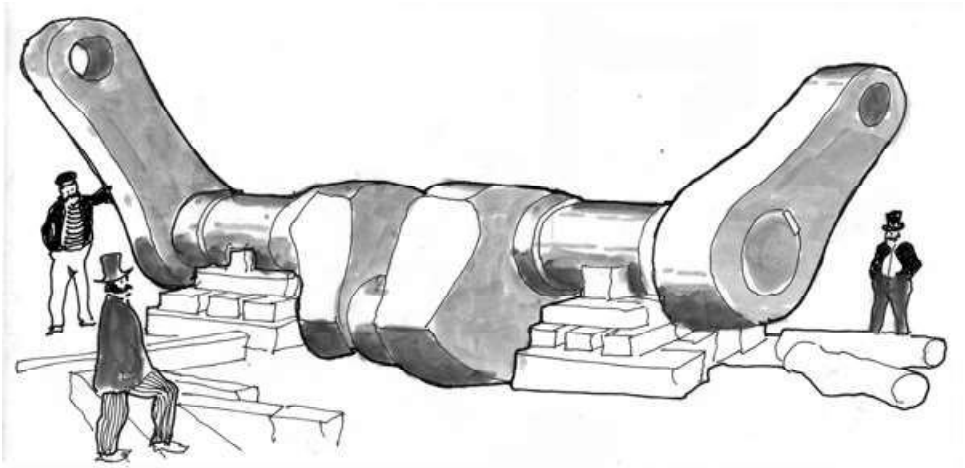


Los metales y los engranajes

"La gran serie de perfeccionamientos técnicos que empezaron a cristalizar alrededor del siglo XVI se apoyaba en la disociación de lo mecánico y lo inanimado". (12)

Con la Revolución Industrial se desarrolla el hierro fundido y luego el motor a vapor, permitiendo un cambio fundamental en la construcción de máquinas y los mecanismos de transmisión de energía. La fundición facilita nuevas formas mucho más ajustadas a las funciones necesarias. El hierro tiene mayor resistencia estructural que la madera y por tanto menor peso y volumen relativo. También se desarrollan *máquinas herramienta* que permiten la fabricación ajustadas de los componentes, que años después serán *standard* e intercambiables. Por otro lado se trató el tema de la *fricción* entre las partes que consumían una parte de la energía, transformándola en vibración y calor. Desde antiguo se usaban grasas animales y aceites, pero a fines del siglo XVIII se desarrolla el rodamiento de bolas o rulemán, una antigua forma usada para trasladar cosas pesadas con una reducida superficie de contacto: los rodillos, que son contenidos en un aro vinculados con bolas o rodillos a otro aro interior que se une al eje de rotación. En 1898 Lechner los perfecciona y llegan a la forma actual en 1907 con el modelo desarrollado por Wingquist. El engranaje es un mecanismo que vincula dos ruedas que tienen pequeñas palancas salientes formando dientes que



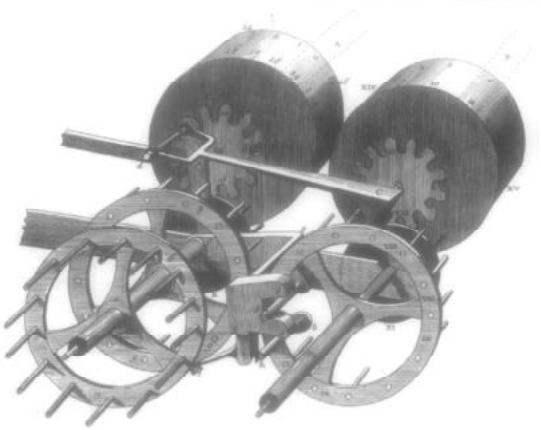


encajan en otra rueda, de esa forma se transmite el movimiento (energía) de uno a otro.
Con máquinas herramientas cada vez más veloces fue necesario el desarrollo de engranajes de aleaciones más resistentes y con mejores formas de ajustados. Estos se fabricaban con fresadoras que tallaban con fresas conformadas los dientes. En las máquinas herramientas con la incorporación de mayor velocidad de corte, para lo cual fue necesario el desarrollo de sistemas de cambio de velocidad, desde el simple sistema de cambiar la correa de transmisión hacia poleas de mayor o menor diámetro. Hacia fines de siglo (1892) se desarrolla la caja de cambio accionada por una palanca.

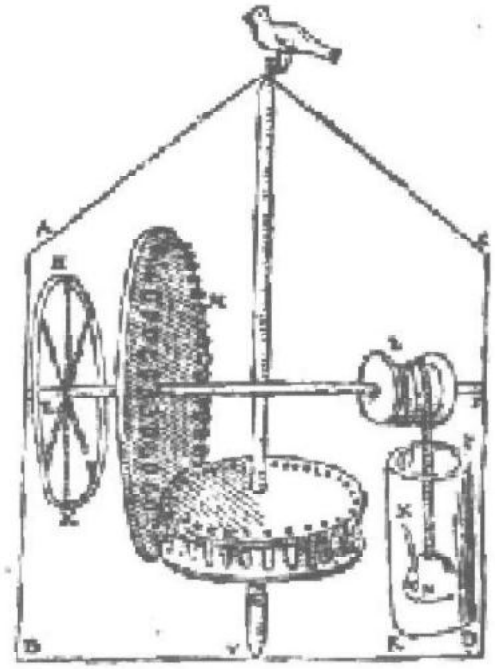
(pág. anterior arriba) Poleas con cadenas, fines S. XVIII. Bas. Dib.Tec. de época M.Artes y Oficios, París (pág. anterior abajo) La flexibilidad de transferencia y regulación de la potencia con el sistema de poleas y ejes permite motorizar máquinas de diferentes tamaños. (arriba) Un enorme eje intermedio que muestra los grandes avances tecnológicos a mediados del siglo XIX. El mismo fue fabricado para el mayor barco de su época el Great Eastern de 18.918 tns. y con motores de 6.600 Hp. proyectado por el ingeniero I.K. Brunel en 1853.(abajo) Grabado del interior de una hilandería inglesa (c.1830) donde se veían claramente las formas de organizar la distribución de energía con ejes de transmisión y poleas conectadas a cada máquina. Esto permitiría controlar el funcionamiento de cada una independientemente. El sistema se usó hasta el siglo XX cuando el motor eléctrico permitió una distribución más flexible y de mayor seguridad.

Los engranajes y los relojes

En los tiempos antiguos y casi hasta el siglo XVIII las gentes vivían con los ritmos del tiempo solar, la salida y la puesta del sol combinadas con las estaciones. Desde el siglo VIII con la definición de las campanas se incorpora el ritmo del tañido de los campanarios de los conventos vecinos que marcaban los de la vida religiosa. Lo natural y lo religioso pautaban la vida. Con los siglos el hombre necesitó agregar otros referentes. Los gremios marcan una hora para el comienzo del trabajo que no se vincula con el sol. Aparecen el pautado artificial y en función de las necesidades el manejo del tiempo se seculariza y se divide en función de los artefactos mecánicos sin día o noche, sin verano o invierno. El día se divide en 24 horas y comienza una nueva era donde la vida estará regulada e integrada.

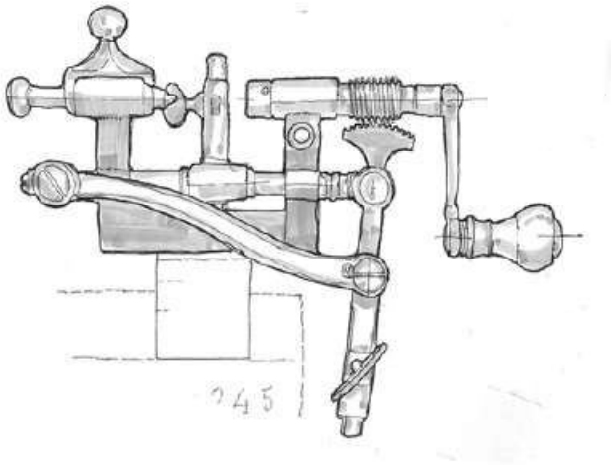


Los relojes mecánicos se basan en un mecanismo que se ***mueve regularmente impulsado por diferentes energías***. Una innovación mecánica fue un reloj basado en la energía de un contrapeso. Su descenso debió ser controlado con un mecanismo de escape, la verge et le foliat y pronto se usa en campanas y torres. Los primeros que aparecen en el siglo XIII usaban contrapesos. El reloj moderno sintetiza la aplicación de varios componentes, engranajes y resortes. En el siglo XVI Galileo Galilei observa la relación de la oscilación isocrónica del péndulo, posibilitando el desarrollo del reloj de péndulo. La oscilación debe ser regular para lo cual luego se incorpora un mecanismo de escape *la rueda catalina*,..."*en la que un par de paletas adosadas a un brazo oscilante se engranan alternativamente a los dientes de una rueda de escape: coronaria, que se hace girar por una pesa que cae." (13)*

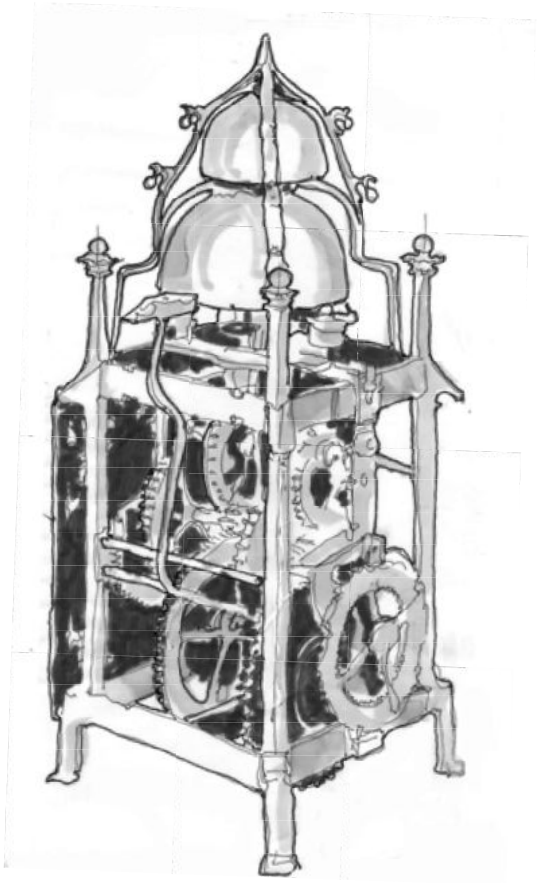


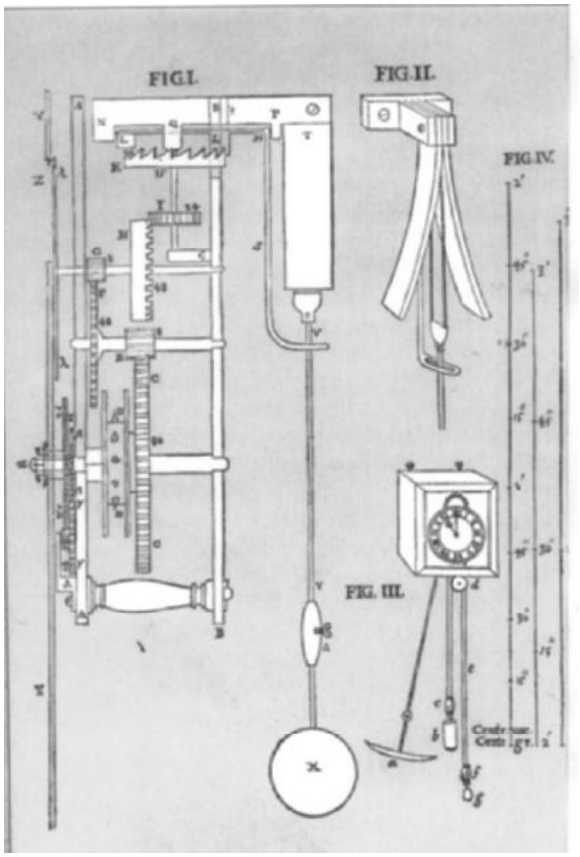
Poco después Cristian Huygens, un físico holandés, en 1658 desarrolla un reloj de péndulo perfeccionando la propuesta de Galileo. Para ello incorpora resortes en

lugar de pesas. El resorte es una forma de acumular energía que puede ser aplicada en forma puntual (arcos) o continua. Para regularizar la oscilación del péndulo, la contuvo con dos segmentos de cicloide que estaban relacionados con la amplitud de recorrido. Luego desarrolló otros mecanismos como el resorte de espiral regulador, que permitió sustituir el péndulo en los relojes de bolsillo,que se empiezan a difundir en el siglo XVI. En sus principios sólo tenían la manecilla de las horas. Luego se lo perfeccionó reemplazando las cuerdas de tripa y los mecanismos por acero. A poco hubo otros perfeccionamientos y se pudo marcar los minutos y los segundos. Esta posibilidad de precisión en el conocimiento y ubicación en el tiempo revolucionó la astronomía.

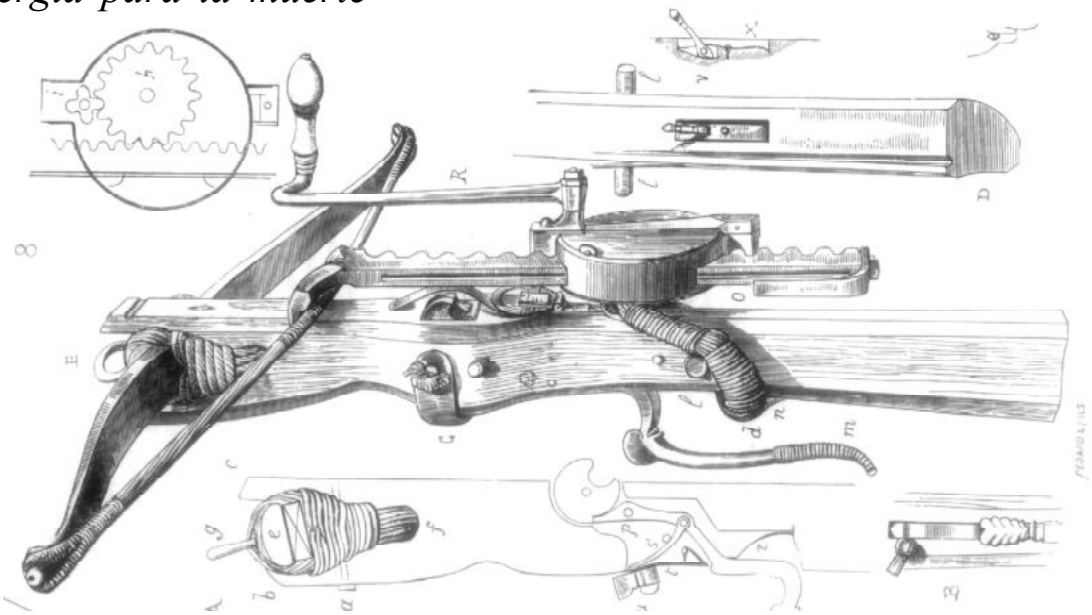


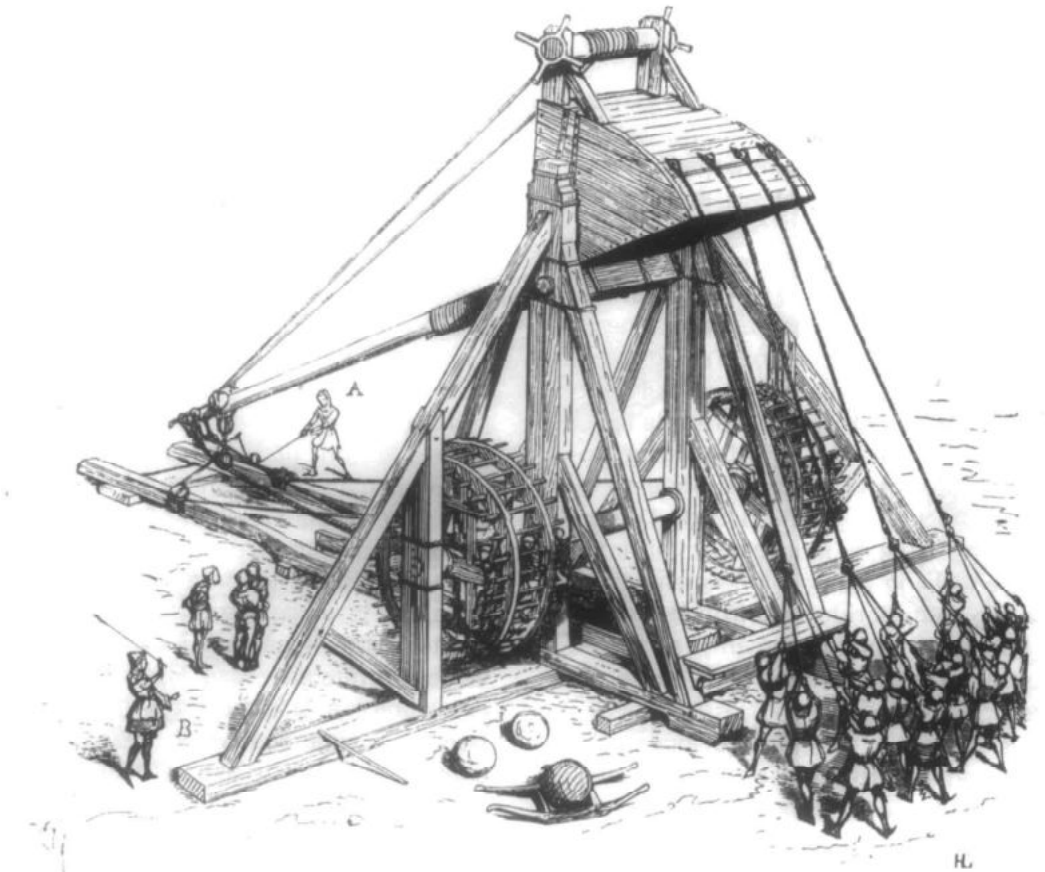
(pág. anterior) Primitivo reloj mecánico alimentado por la pesa que desciende, se mueven los engranajes y se sigue el movimiento del sol (centro) engranajes metálicos con los cuales se obtiene mayor precisión (E. Diderot. s. XVIII) (abajo) Grabado de Hart Schopper de un taller de relojero en 1568. (arriba) En el siglo XVIII los fabricantes de relojes desarrollan máquinas herramientas de precisión y de buen diseño como la de Thiout (1780) para fabricar los escapes, pieza fundamental desde que los resortes reemplazaron a las pesas. (abajo izquierda) Complejo reloj Foliot de componentes metálicos (f. s. XV) armado con (Rivure) sin usar tornillos. Museo Real de Arte e Historia. (abajo derecha) Christian Huygens observa que las oscilaciones de un péndulo no son regulares y las relaciona con la amplitud. Dedica al Rey Luis XIV su Horologium Oscillatorium donde presenta el mecanismo de su reloj de péndulo.



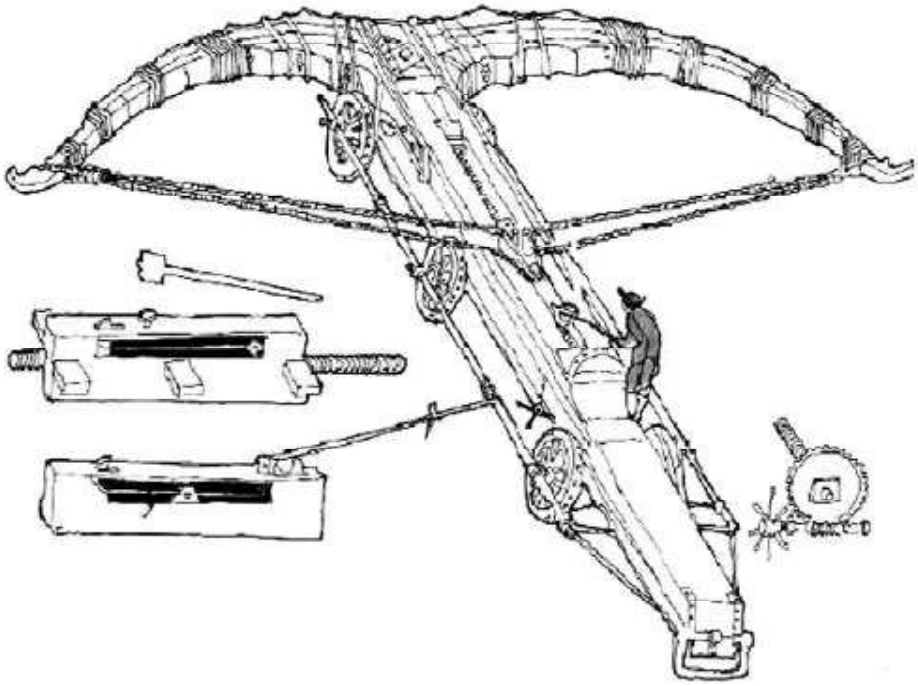


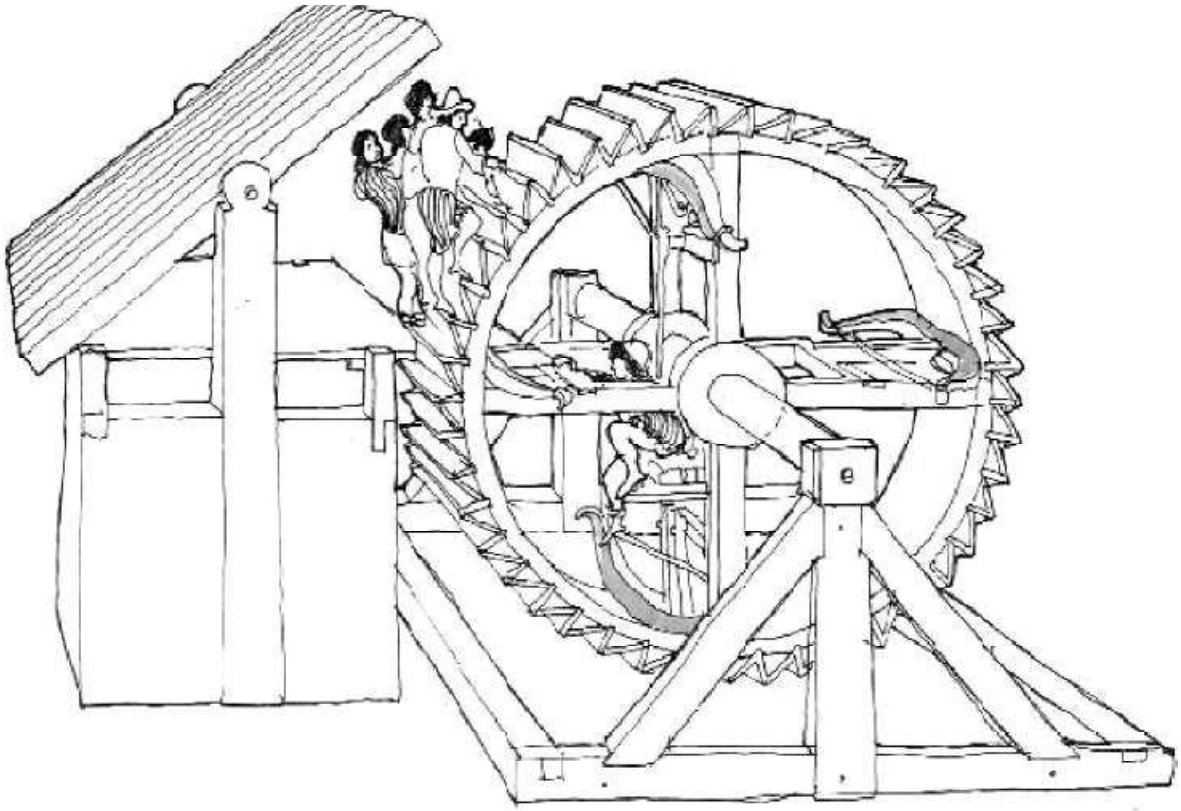
Energía para la muerte





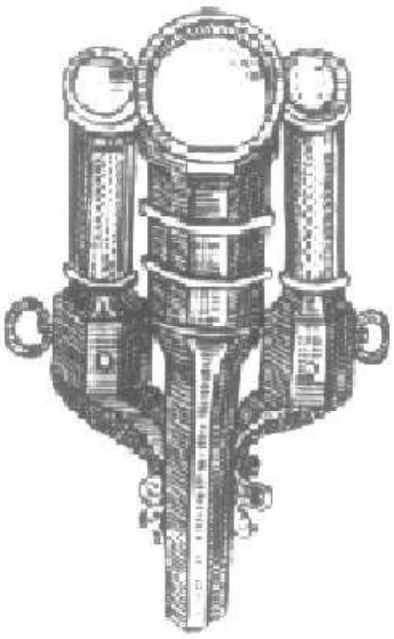
Ballesta a crique, máquina que permite concentrar mayor energía que el arco y como resultado lanzar flechas a considerable distancia en vuelo horizontal (100 metros con gran precisión. Siglos XIII a XVI) Máquinas de guerra usadas desde la antigüedad fueron las de una escala para poner sitio y atacar las defensas de lugares fortificados. Mangunneau Viollet Le Duc





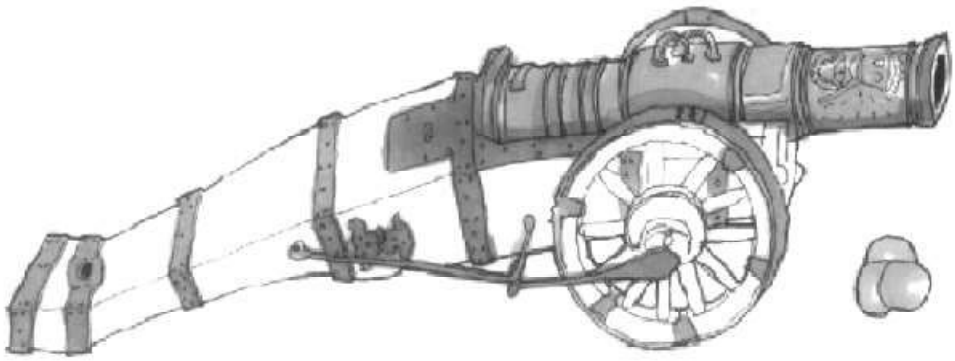
Leonardo Da Vinci diseña una prolífica serie de inventos, gran parte destinados al arte de la guerra. Sus mecenas principales eran señores guerreros ávidos de sostener y aumentar su poder. (arriba) Balestra de gran escala, propuesta por Da Vinci. Basado en un gran brazo de palanca, era puesto en funcionamiento mediante la energía humana acumulada; (abajo) Otro mecanismo para lanzar el torno para enrollar la cuerda se mueve mediante una rueda «a pie» para cargar los proyectiles de piedra con un sistema de arcos que giran para ponerse en posición. Los soldados están protegidos por una planchada inclinada. (Bas. B. Amb. 1485/88) (abajo) .

Las armas fueron fundamentales para la defensa y el ataque contra otras gentes o animales a los que se trataba de eliminar o someter. ***La lanza, el garrote o los propulsores como el arco del paleolítico, llegando hasta los misiles de hoy. Las armas fueron impulsores fundamentales en el desarrollo tecnológico. Los medios para la muerte fueron mucho más importantes que los medios aplicados a la vida.*** Una de las características de la industria de los armamentos es la escala de su producción en función de las cantidades de soldados, el constante desgaste y pérdida del material y el necesario avance tecnológico para superar al adversario. Paralelamente se va desarrollando un equilibrio/desequilibrio entre las armas para atacar y las defensas para neutralizarlas.

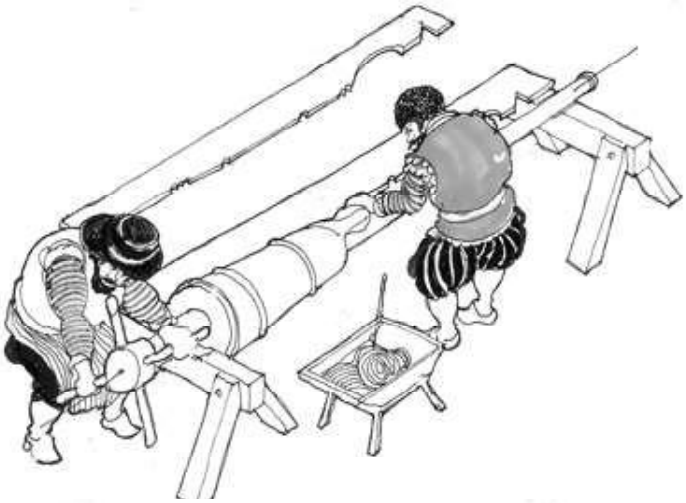


El *fuego griego* posiblemente estaba compuesto por nafta y fue una importante arma en la defensa de Bizancio. Las propiedades inflamables aumentaban con la adición del salitre, que podía liberar rápidamente una gran cantidad de oxígeno para la combustión. La obtención del salitre se hacía en forma dificultosa a partir de las tierras de los establos donde la fermentación del estiércol producía salitre. Estas se hervían en agua y luego se las concentraba precipitando los cristales del salitre. La pólvora se compone de salitre, azufre y carbón, un compuesto que arde de forma inmediata, lo que genera una gran cantidad de gases que se expanden con enorme energía. El cañón contenedor que canaliza la energía le permite una sola dirección empujando el proyectil. Las primeras pólvoras las preparaban los artilleros. Luego se organizaron molinos, primero manuales y a partir del sigloXVII, hidráulicos. La pólvora se fabricaba en granos haciéndolos pasar húmedos por un tamiz. Las armas de fuego hicieron crecer exponencialmente la capacidad de matar o disuadir, ésto fue acompañado de una mayor eficacia unitaria de los ejércitos. La artillería parece haber sido introducida en Occidente en 1250 con unos cañones que usaron los moros. En el siglo XIV la fabricación de cañones evolucionó. Se produjeron grandes cañones hechos con barras de hierro que se soldaban.

Con la difusión de las armas de fuego en el siglo XVI se reemplaza a las antiguas ballestas por los arcabuses. En los primeros tiempos el sistema de fuegos sería muy



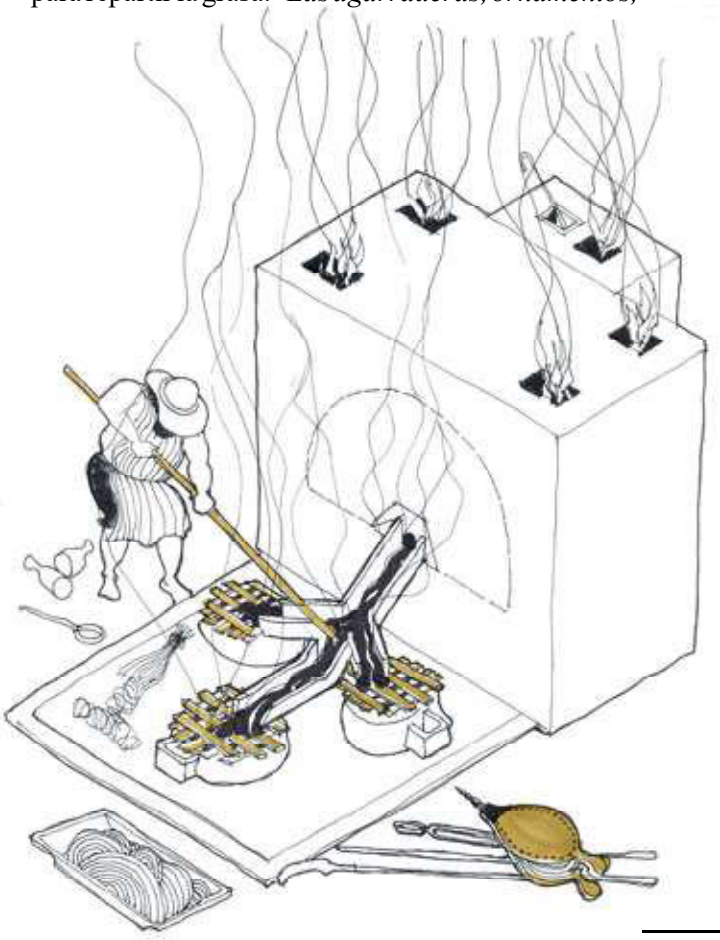
Cañón de tres tubos. Manuscrito K. Kyeser 1405, conocido como el "órgano de la muerte". (Arriba derecha). Cañón de alma lisa. El transporte se resolvió al agregar unos muñones al cañón con lo cual se fijaba a la cureña y se podía elevar el tiro (Siglo XVI) Bas. Museo de Viena.

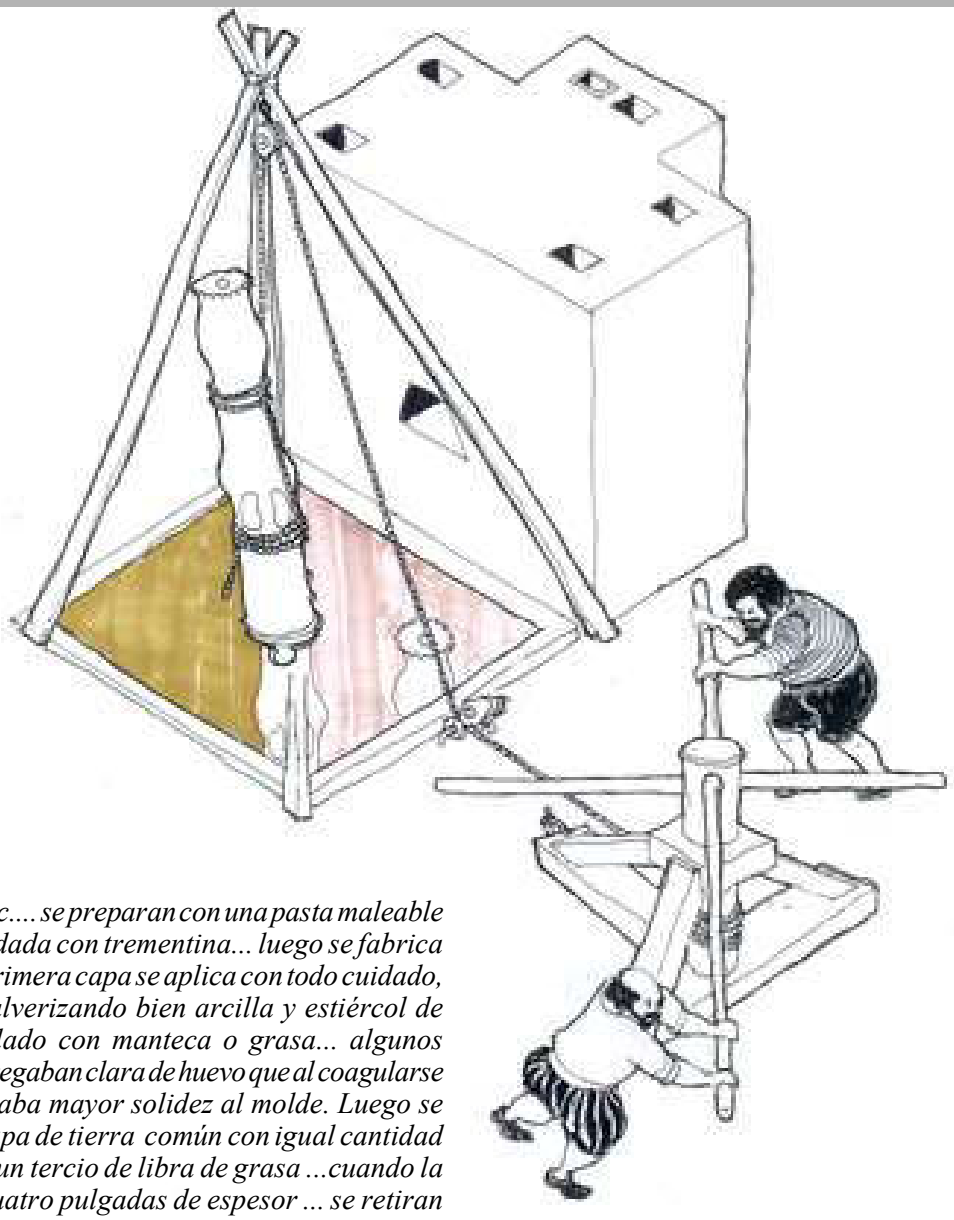


lento *"el arcabucero en primera línea disparaba y se desplazaba hasta el final de la cola dejando lugar al siguiente...hacia 1530 el sistema más frecuente de encender la pólvora era la llave de serpentín, pieza metálica lateral y basculante en forma de S que mantenía la mecha encendida y al descender producía el disparo. Algo después apareció la llave de rueda que hacía saltar chispas como en un mechero y evitaba la engorrosa necesidad de llevar una mecha siempre encendida... Hacia 1567 apareció el mosquete, arma similar pero mucho más pesada cuyo manejo exigía una horquilla para apoyar el cañón y poder disparar". (13)*

En el siglo XV se pudieron fundir cañones de hierro mediante el uso de molde. El bronce, aleación de cobre y estaño, fue usado para la fabricación, por fundición, de campanas a partir de fines de la Edad Media; con una técnica similar se fabricarán a mediados del siglo XV los primeros cañones de hierro colado, que generan una muy importante demanda de hierro, especialmente en Inglaterra. La fabricación de cañones de bronce o de hierro en el siglo XVIII se hacía de dos maneras: una era fundiendo un cuerpo macizo y haciendo luego con un taladro el alma; la otra era colocando una forma para dejar el hueco.

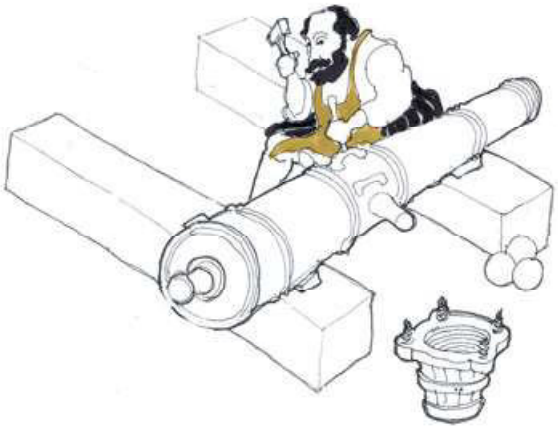
El proceso de fabricación se dividía en seis etapas *"se prepara una forma cónica de madera ...algo más larga que el cañón pero de un espesor menor que el que tenía la pieza... en sus extremos se encuentran pivotes ...que actúan de ejes... colocando el cono de madera sobre la pieza se aplican varias capas de tierra vegetal mezclada con polvo de ladrillo; durante la aplicación de las capas se mantiene debajo del modelo un fuego moderado ...a fin de secar rápidamente la tierra ...se aplica una nueva capa ...perfectamente pulverizada, mezclado con manteca o sebo y estiércol de caballo, hasta llegar al espesor que debe tener la pieza". (14)* Luego para la cara extrema se usaba una especie de terraja de madera o metal que se hace girar sobre el eje y que da forma a la última capa de tierra. Una vez seco al moldeado se lo engrasaba haciéndole girar la terraja para repartir la grasa. *"Las agarraderas, ornamentos,*

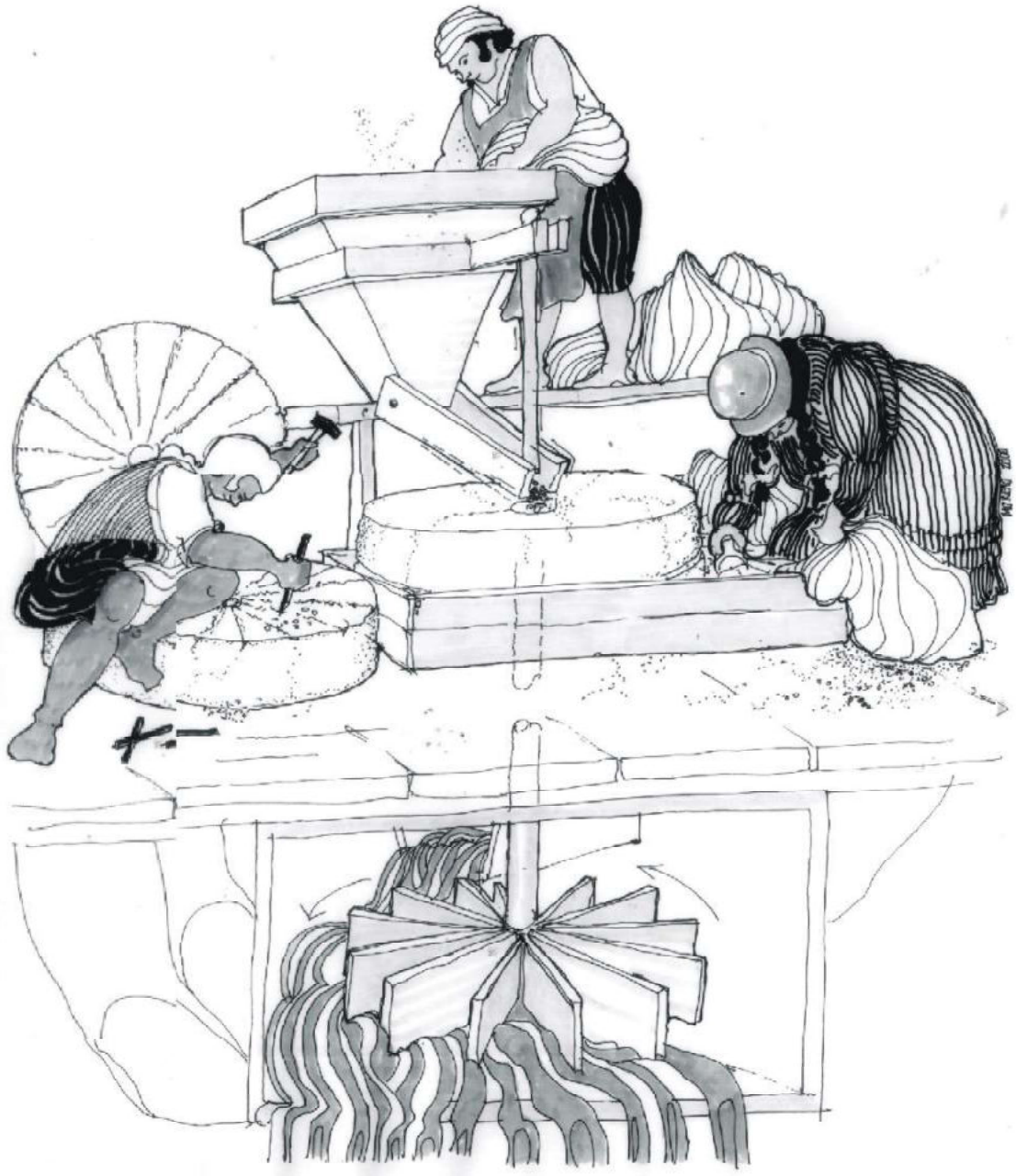




los escudos, etc.... se preparan con una pasta maleable de cera ablandada con trementina... luego se fabrica el molde. La primera capa se aplica con todo cuidado, se prepara pulverizando bien arcilla y estiércol de caballo mezclado con manteca o grasa... algunos fundidores agregaban clara de huevo que al coagularse por el calor daba mayor solidez al molde. Luego se coloca otra capa de tierra común con igual cantidad de estiércol y un tercio de libra de grasa ...cuando la chapa tiene cuatro pulgadas de espesor ... se retiran los clavos ... los huecos dejados se protegen con tapas de barro, la estructura se refuerza por medio de bandas longitudinales y transversales de hierro. (15)

Luego de fundido el cañón era retocado con cincel y el alma se afinaba y pulía. Pero debían ser puestos a prueba, para lo cual se los cargaba con pólvora en cantidad de una a tres veces el peso de la bala. Un avance significativo de la técnica de la metalurgia fue poder fabricar armas con un cierto grado de precisión. El alma del cañón debía ser calibrado con una broca. Los fusiles, que necesitaban de un trabajo muy preciso, estaban ya muy difundidos en el siglo XVI.





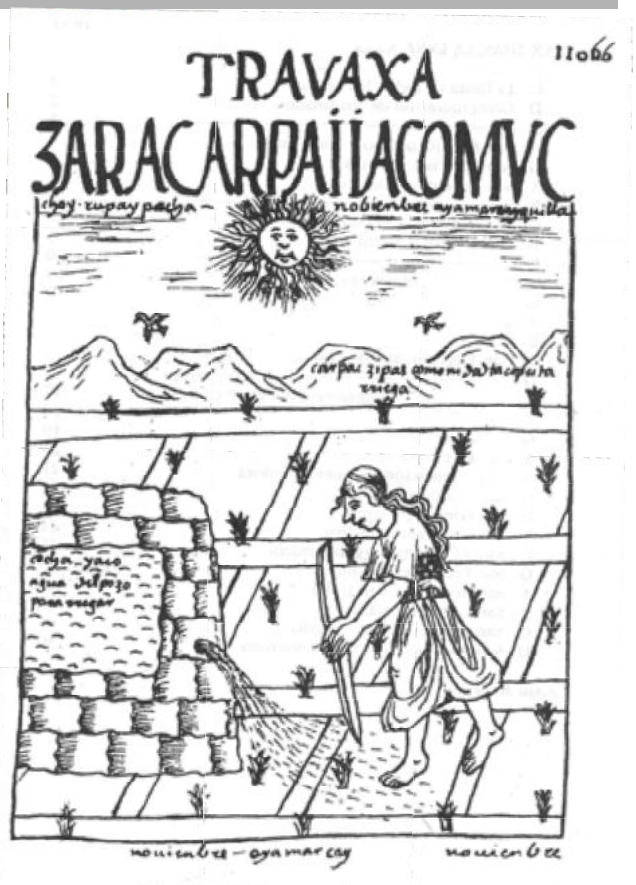
INGENIOS AMERICANOS

(Pág. anterior) En las cercanías de San Salvador de Jujuy un molino de aspas horizontales. La piedra volandera (móvil) y la solera (fija) debían ser periódicamente picados sus surcos y estrías (rayones). Los surcos que eran curvos se colocaban en sentido inverso en forma no radial sino excéntrica para facilitar la salida de la harina por la fuerza centrífuga.

1- Obras hidráulicas en América Colonial. MOPT y NA - CEHOPU. Madrid, 1993.
2- Obras hidráulicas en América Colonial. Op.cit.
3- Obras hidráulicas en América Colonial. Op.cit.
4- Martínez Santos Pedro. Hist. Económica de Mendoza. Ed. Ciudad Argentina. Bs.As. 2000.
5- Figueroa Araoz. José H. Los molinos salteños. La Nación Bs.As. 16-VII-39.
6- Lizarraga Reginaldo de Fray. Descripción breve del Reyno del Perú, Tucumán, Río de la Plata y Chile. Biblioteca Arg., 1916
7- Acuerdos del Cabildo de Bs. As. 1605. A.G.N.
8- Acuerdos del Cabildo de Bs. As. Op.cit.
9- Miers John. Viaje al Plata. 1819-1825. Edit. Hachette/Solar. Bs.As. 1968.
10- Mac Cann. Viaje al Plata por las provincias argentinas. Edit. Hachette/Solar. Bs.As. 1969.
11- Udaondo. Informe sobre el molino de viento. Luján. 1941.
12- Mac Cann. Op.cit.
13- Lolich Liliana. Arquitectura rural en madera. (Patagonia) I.A.I.H.A. y U.. Bariloche, 1993.

Represas americanas

En la América Prehispana, se habían desarrollado tecnologías para el abasto de agua y el regadío que necesitaban una gran cantidad de recursos para el manejo y regulación de dichas aguas. Las prósperas comunidades de la región estaban basadas en una eficaz agricultura de regadío. Los mexicanos habían construido un gran acueducto en Chapultepec para la traída de aguas a su capital. Conocían las formas de represar el agua y su regulación. En el siglo XII en el valle de Tehuacán se construyó una presa, la Purron de 19 metros de altura y 105 de base. En tierras al sur sobre los Andes, las comunidades indígenas tenían un gran conocimiento del manejo de las aguas. Habían construído extensas obras hidráulicas, aún antes de la conquista de los Incas. En la región al norte tenían diques de tierra (camellones) que les permitía regular el uso de las aguas. Entre las obras se destaca un canal de 100 kms de longitud que llevaba el agua a Chan Chan, la capital del imperio Chimú; para su construcción se hicieron importantes movimientos de tierra, lo que muestra una organización social de los trabajos y el conocimiento técnico para las nivelaciones. Luego de la conquista española, en las regiones andinas con una disponibilidad de fuentes de agua y una geografía montañosa que permitía represarlas, los molinos hidráulicos fueron una forma de producir energía fundamental para las industrias. Años después se descubren las minas de plata del Potosí. Esta explotación necesitaba de recursos energéticos que iban más alla de la mano de obra de la mita, hacía falta realizar la molienda de enormes cantidades de mineral para su *Beneficio* *. La región montañosa de Potosí tenía un gran caudal de aguas en altura y por tanto de potencilidad de energía hidráulica. En areas más altas que la mina había varios lagos. A poco se realizan obras hidráulicas y 22 molinos. Luego el crecimiento de la explotación necesitó de más energía , y se extendio el sistema hidráulico al Macizo de Cari-Cari, se elevaron los bordes del lago Chalvari y se interconectaron por medio de canales y compuertas los



otros lagos. A fines del siglo XVI se había consolidado un sistema con 18 depósitos. Atravesando la Villa de Potosí, el virrey Toledo mandó construir el canal de la Ribera....". *Una zanja toda de cal y canto de 10 varas de ancho y una legua de largo es la realización de este sistema incluidos los ingenios; se ocuparon 66 maestros y 200 oficiales, todos españoles, más 4000 indios" (1)..."*

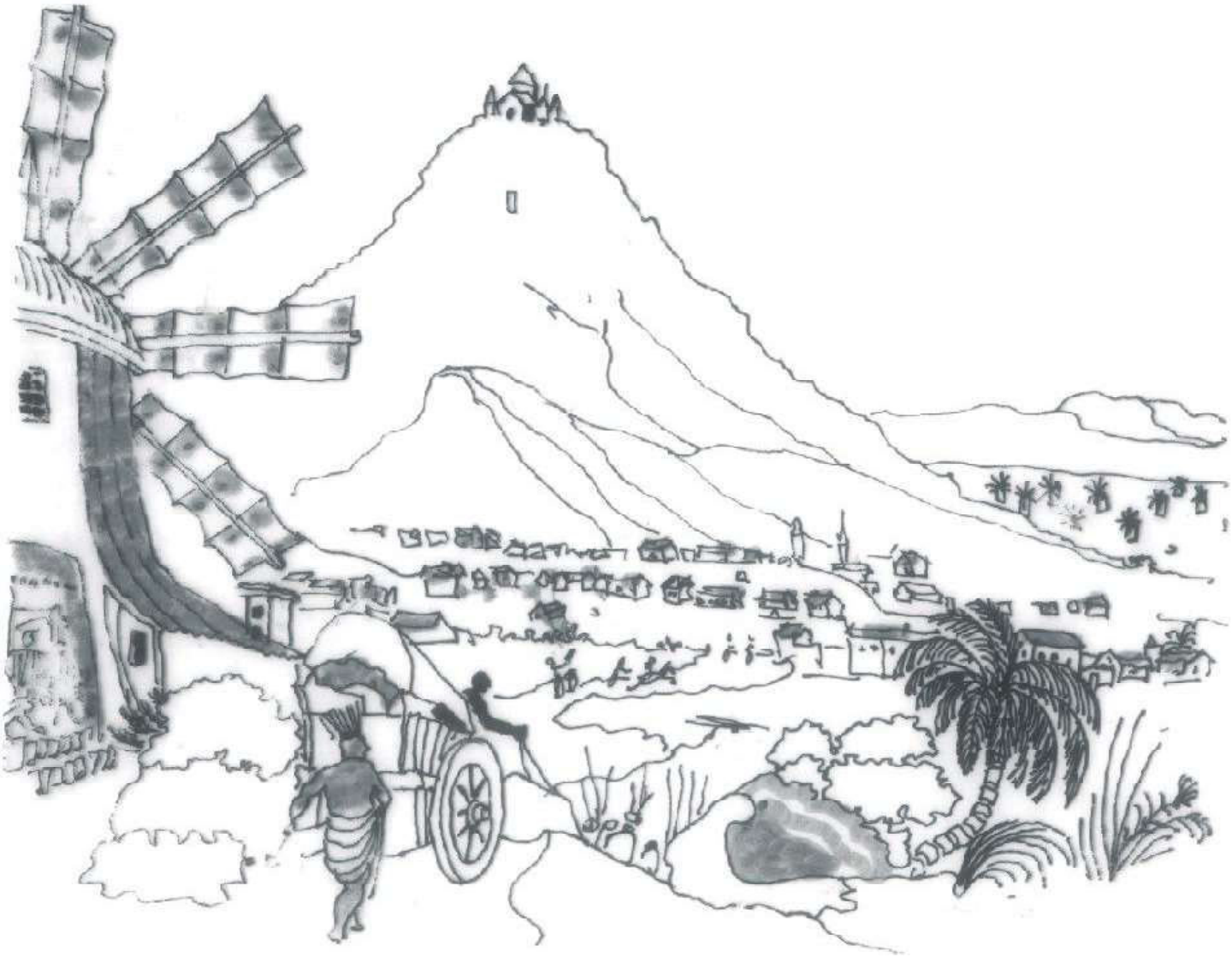
(arriba) Sistema de riego con reservas y acequias. Guaman, Poma de Ayala. (abajo) Represa de San Ildefonso donde se acumulaba el agua usada en la Villa de Potosí. M. Ejército Madrid.

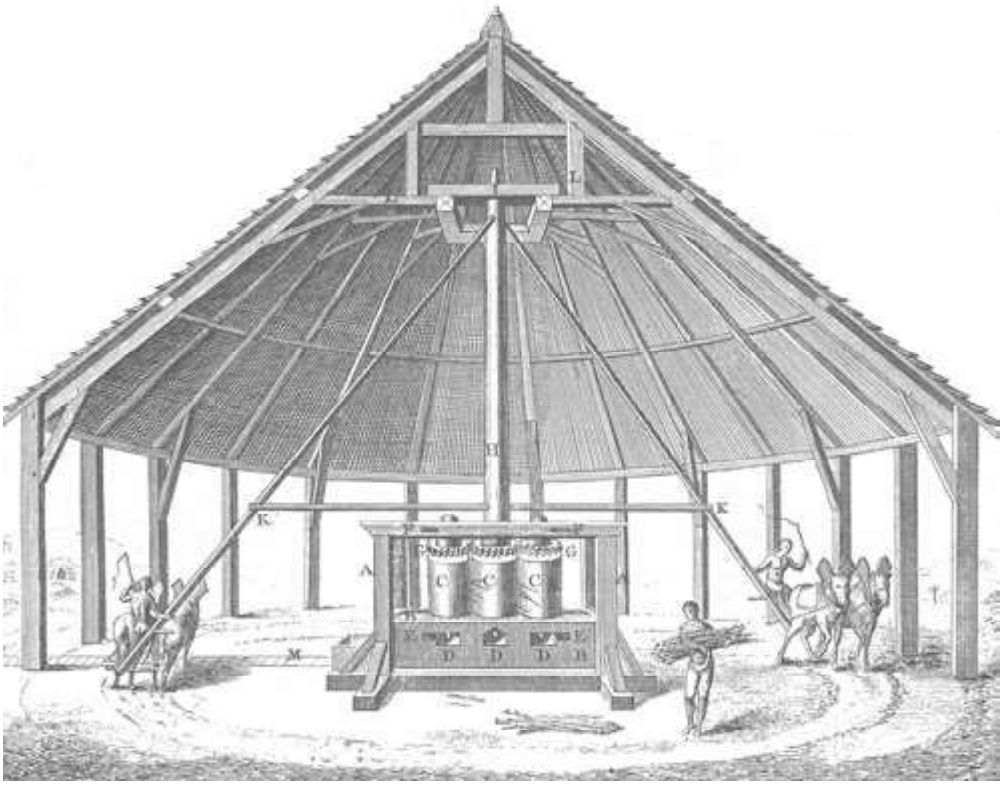
Ingenios americanos

En la región de Nueva España (México) los españoles teniendo gran disponibilidad de recursos humanos y el soporte de una cultura desarrollada, introducen las tecnologías de Europa. En 1530 se construyen los primeros molinos. Por otro lado es tal el movimiento cultural y la necesidad de impresos que en 1580 se establece la primera fábrica de papel de trapos con su molino en las cercanías de la ciudad de México, como una parte del convento y seminario que tenían en Culhuacán los Agostinos.

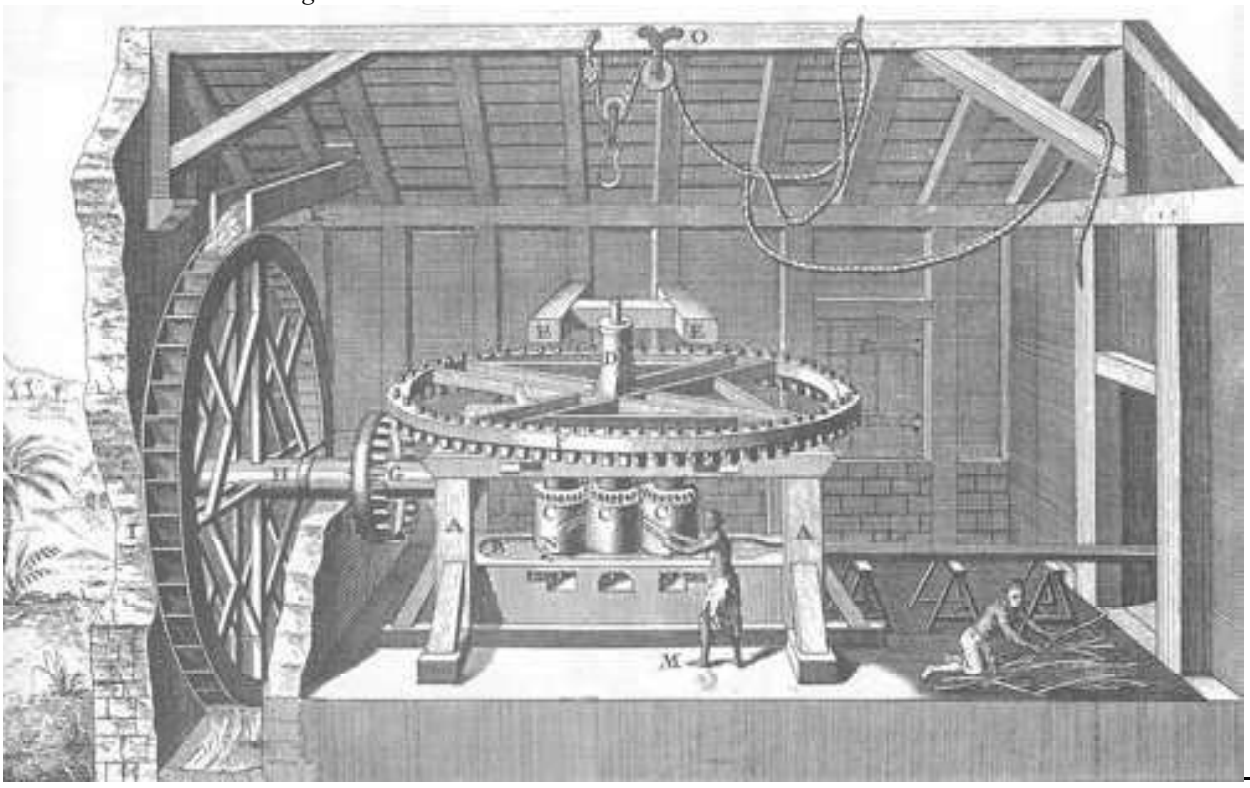
En México se estableció una fábrica de pólvora en 1555, estas fábricas eran de mucho riesgo y en el siglo XVIII ya había muchas distribuidas por la América española, "*Lima..Santiago de Chile, en Tunja*

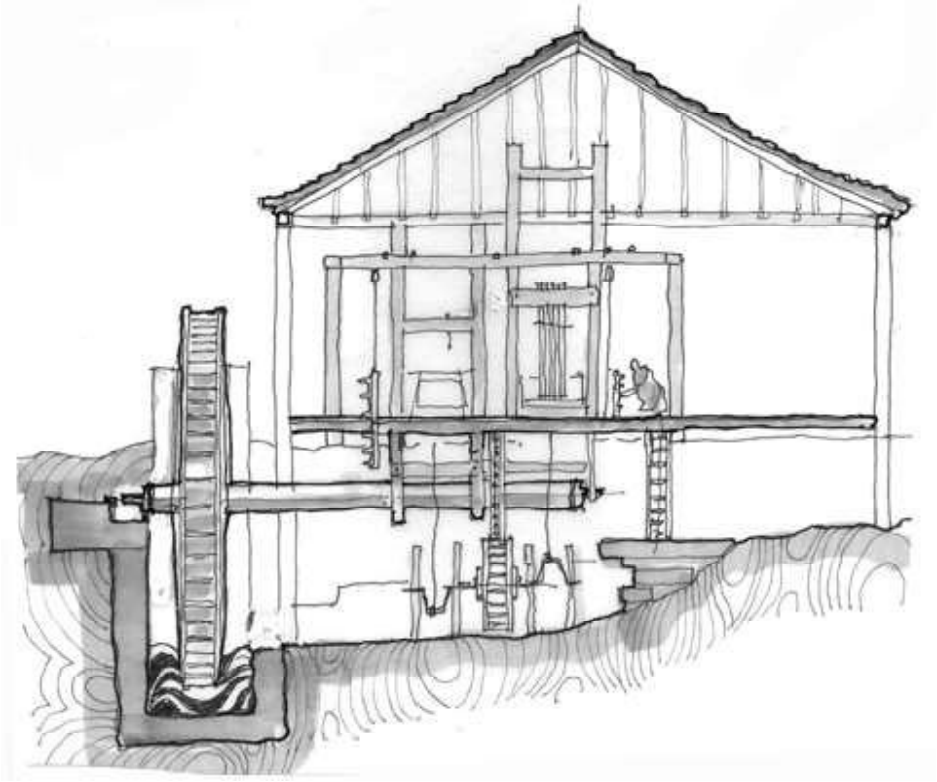
Vista del Cerro Potosí con su población. Al pie aparecen numerosos molinos de viento para el trabajo del mineral. Bas. Grab. Ep. Colonial.



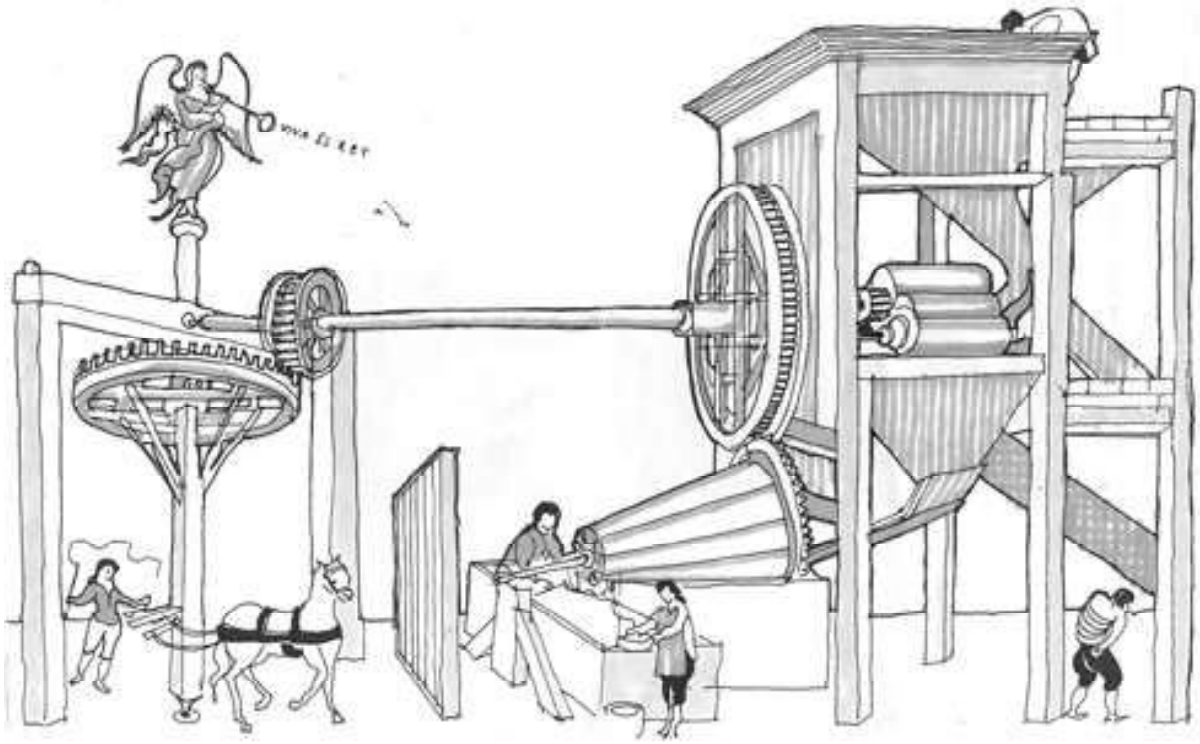


En el Brasil, donde la producción de azúcar era uno de sus soportes económicos, se perfeccionan distintos tipos de trapiches para la caña de azúcar. El superior accionado con caballos y el inferior con energía hidráulica. Enc. Diderot. m. siglo XVIII.





Plano de la sierra movida por agua en el arsenal de La Habana. Francisco Calderín. 1757. (SGE. Cuba. 98) España, que debía sustentar un extenso sistema de comunicaciones por mar con sus colonias, tenía astilleros, el principal en La Habana, otro en Filipinas y el Perú. (arriba) La mayor fábrica instalada en época colonial en América, la Real Fábrica de Cigarros de México donde llegaron a trabajar 6.000 obreros y donde se usó una imponente instalación para cernir tabaco movida con energía producida por un malacate tirado por caballos. Bas. Grab. A.l. Sevilla Siglo XVIII. (abajo)

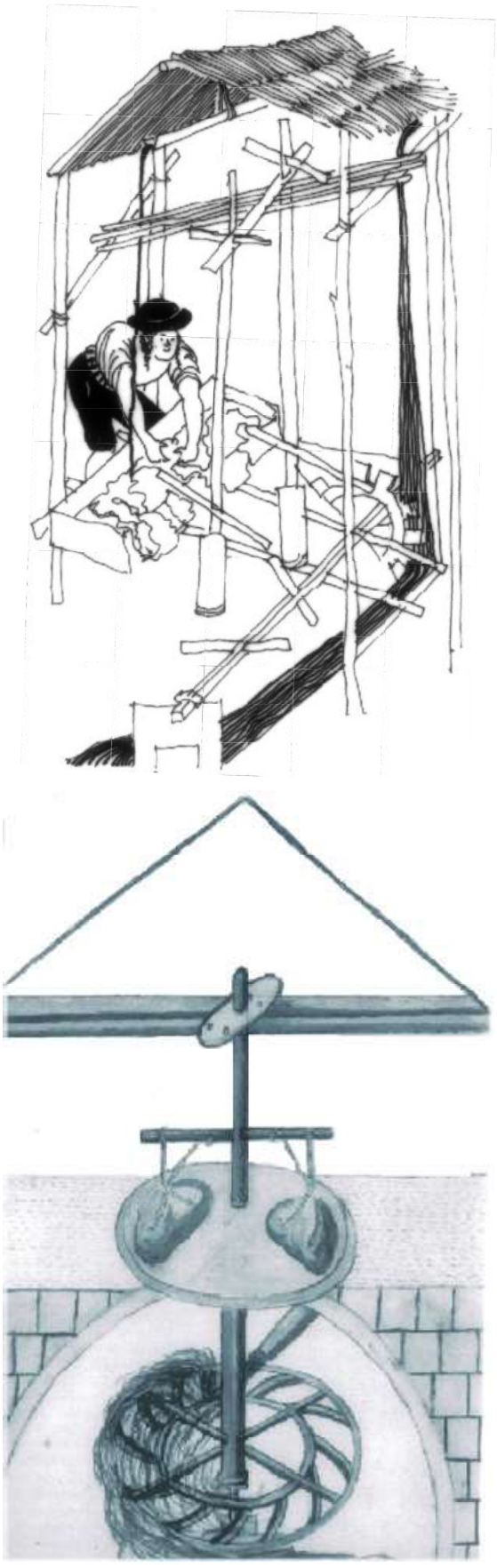


(Colombia)..a finales del virreinato se construyen nueve molinos de pólvora en Antioquía, cuya innovación más notable fue que los ***"mazos"*** *descansaban sobre un lecho de caucho, lo que amortiguaba el golpe"... (2)*

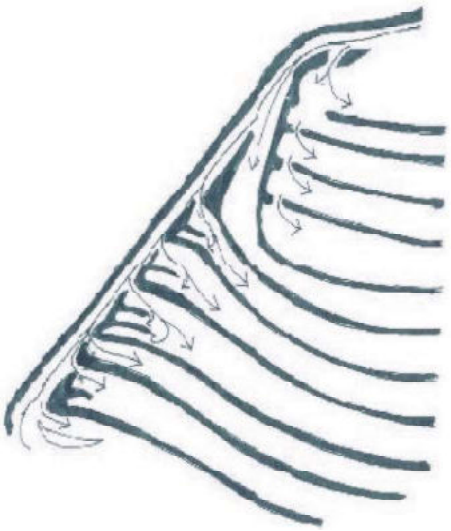
Las Serrerías hidráulicas aparecen a principios del siglo XVII en México. En 1672 se instala una en Lima. La más importante fue la del Real Arsenal de La Habana (S. XVIII). Allí se aserraba gran cantidad de maderas duras usadas en la construcción de barcos. La rotación de las ruedas se transforma *«mediante cigüeñales para refrigerar el aparejo del eje de la rueda en la chumacera que es donde se produce el mayor rozamiento y calor, lleva una canaleta que vierte agua». (3)*

En otras imágenes aparecen varios en los alrededores del Cerro de Potosí . En América especialmente en las regiones andinas con su capacidad de tener fuentes de agua y represarlas, los molinos hidráulicos fueron la forma de producir energía fundamental.

Para separar la plata del mineral se procedió a su molienda para lo cual se usaban en Potosí grandes ruedas hidráulicas que accionaban las almunedetas. El procesamiento de la plata en frío se hacía en un patio donde se constituían unas piletas de poca profundidad que se dividían en compartimentos de madera (cajones). Luego de ser molido el mineral se introducía en los cajones con sal y mercurio. En un desarrollo posterior para acelerar el proceso, los cajones se colocaban sobre hornos. Estas instalaciones junto con los locales de depósito para el mercurio, la sal y los sulfatos formaban el ingenio rodeado de un muro. Adentro se alojaban los encargados de la vigilancia. En las mejores épocas había 132 ingenios alimentados por el canal. Para elevar el agua se usaron máquinas al modo de España como las norias o ruedas hidráulicas (azudes). En Chile se construyó una con 14 m. de diámetro. Para otros usos como trapiches para cortar caña en 1542 en La Española se construyeron molinos de cilindros verticales para cortar la caña. Luego se usaron trapiches al modo de Brasil.

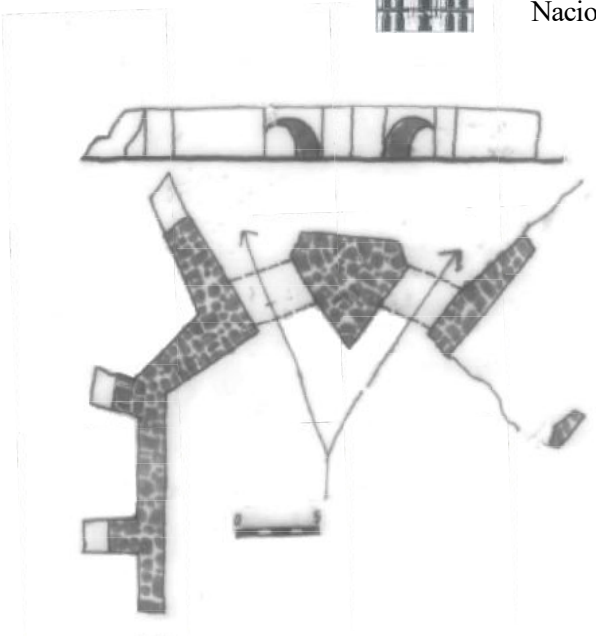


(arriba) Batán para tejidos e ingenio de rastras movidas por un rodezno hidráulico. (abajo) Para la molienda se usaba los sistemas como el ingenio de sutil, que era parecido al que se usaban para moler aceituna o un ingenio de rastras, un mecanismo más elemental donde algunas piedras eran arrastradas por el molino. Baltasar Jaime Martínez Compañón: "Descripción del Obispado de Trujillo del Perú." Siglo XVIII.



Planta del sistema de riego usado por la comunidad Coctaca en la quebrada de Humahuaca. Siglo XIV (arriba) Plano de la Toma de los Españoles (1788. A.M.Mza.). Toma de agua del río y puente en Luján de Cuyo. El activo Gobernador Intendente de Cuyo, el Marqués de Sobremonte, encara la construcción de la obra, una necesidad postergada casi desde la época de la conquista. El arquitecto fue José Comte y se la construyó entre 1788/91. No resultó funcional y en poco tiempo quedó desactivada. La obra tiene forma de embudo que permite derivar el agua en dos canales.

Monumento Histórico Nacional



Manejo de las aguas

En la región andina las comunidades indígenas tenían un buen manejo del agua que usaban para el riego de sus sementeras. Desde la instalación de los españoles en el territorio se incorporan las formas del manejo del agua que estaban en uso en España. El agua controlada permitía regularizar y aumentar la producción agrícola. Por otro lado, se construyeron represas y canales para aprovechar la energía hidráulica para mover los molinos de granos o los batanes para tratar los tejidos. El R.P. Guillermo Furlong S.J. se refiere a la construcción por arquitectos jesuitas de una represa o tajamar y un canal para el abastecimiento de agua en la ciudad de Córdoba. Años después en las Estancias Jesuíticas de Alta Gracia, Calamuchita, Caroya, Candelaria y Santa Catalina se construyen sistemas hidráulicos para riego y energía, de los cuales quedan testimonios materiales. El sistema estaba compuesto por tajamares, canales y compuertas. Para todo ello necesitaban sólidos conocimiento de nivelación y construcción para modificar hábilmente la morfología del suelo. En Colonia Caroya, según la tradición, para impermeabilizar los suelos se los compactó con el pisoteo de cabras o mulas (antiguas patas de cabra?). En 1595 en la ciudad de Córdoba un vecino Tristán de Tejeda pidió al Cabildo que le hiciera merced de un "herido" (una toma de agua de la acequia) para un batán y un molino.

El árido suelo de Mendoza se fue transformando en el gran productor agrario por el trabajo de muchas generaciones que desde la cultura huarpe fueron construyendo extensos sistemas de riego a partir del Río Mendoza, y años después en el valle del Uco se aprovecharon las aguas del río Tunuyán. El uso de las aguas estaba regulado. Las aguas que se derivaban a una propiedad estaban en relación a la superficie *"se aplicaba el sistema de volúmenes proporcionales» ... el agua se medía por el marco de agua y se distribuía mediante turnos."*. Durante la gobernación de Sobremonte "*Las obras de caracter hidráulico persiguen un solo objetivo que demuestra la amplitud de visión, a) defensa contra las inundaciones, es decir beneficio de la ciudad, b) nacional distribución del agua para el riego o sea estímulo para la agricultura." (4)*

En una región tan dependiente de las aguas y sus consecuencias se construyen varias e importantes obras hidráulicas, "el Tajamar, el puente sobre el Desaguadero y la vinculación entre el Río Tunuyán y el Desaguadero".

Los viejos ingenios

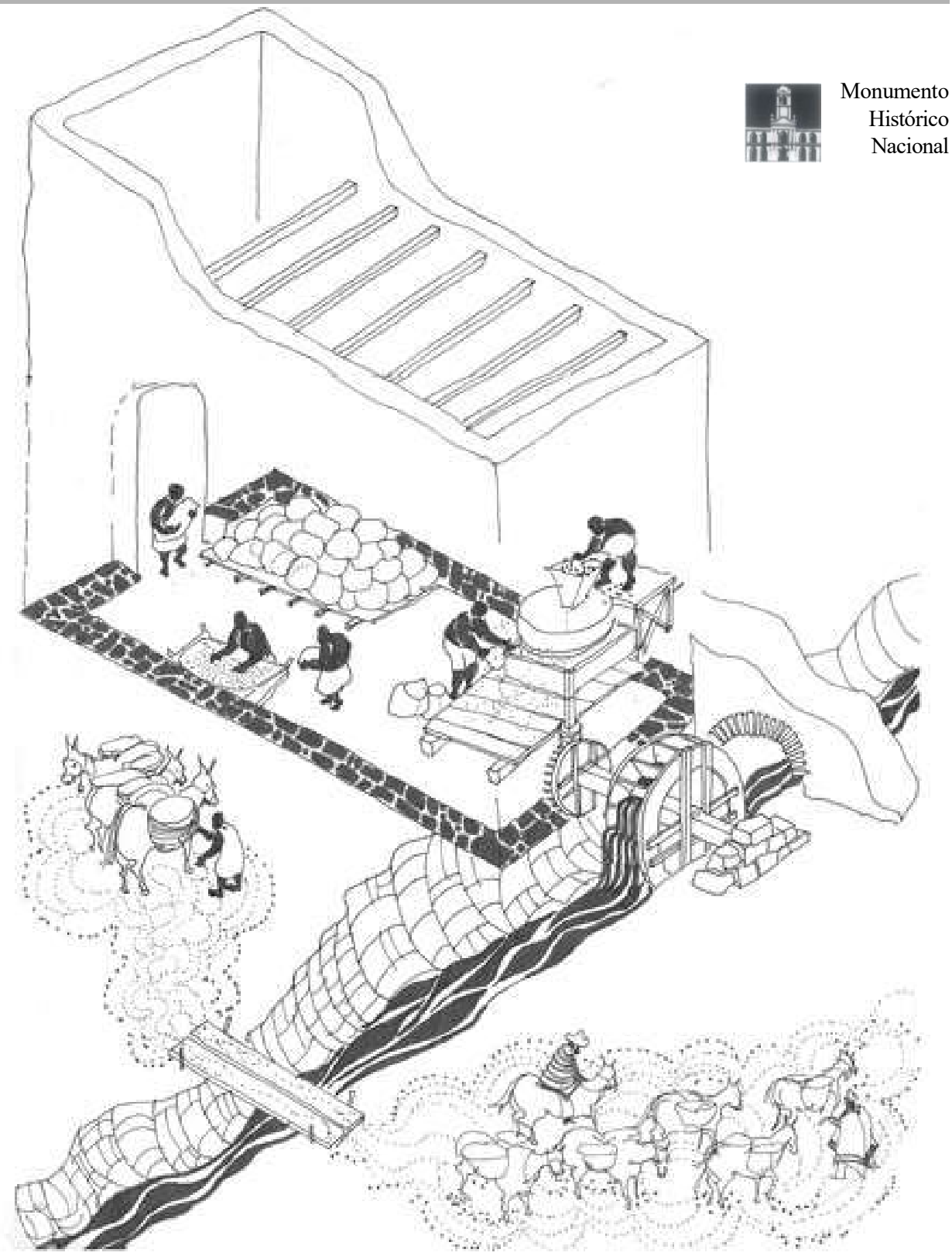
Las formas culturales que traen los españoles tienen expresiones en diferentes formas entre ellas los alimentos. La liturgia cristiana había consagrado los tres elementos fundamentales en la alimentación mediterránea: el pan de trigo, el vino y el aceite de oliva. Las necesidades de ello en América donde eran desconocidos, hizo que una de las primeras cosas que se trató de producir fueran pan y vino. Simultáneamente en las extensas regiones ocupadas por las culturas americanas más evolucionadas, que basaban su alimentación en el maíz, se usaron molinos de mano. *Metates* en México o morteros de madera en lugares con disponibilidad de madera. ***Dos culturas y sus formas de alimentación y procesamiento, La indígena y la europea.***

Salta fue el segundo lugar del país que contó con un molino hidráulico. El primero se instaló en Córdoba en 1580 construído por el vecino D. Pedro de Soria. *...."Fundada la ciudad de Salta el 16 de abril de 1582, sus pobladores no quisieron ser menos (sic), que los de Córdoba y fue así como uno de los moradores, D. Hernández Arias de Velásquez, se presentó ante el flamante Cabildo elevando una solicitud de agua para mover el molino que se construirá en la finca La Isla y que fue el segundo erigido en el país". (...)"que yo tengo una chacra en la legua de esta ciudad, poco más o menos, sobre la acequia de esta ciudad, en donde quiero poner un molino de moler trigo, que Usía me haga merced del agua de manantial grande que está en la otra banda del Río Primero que viene de esta ciudad y las demás aguadas que tienen suvertientes."(...)"fundó el segundo de la región en Pulares en 1618. Los padre jesuitas instalaron el tercero en El Bañado, en 1621." (5).*

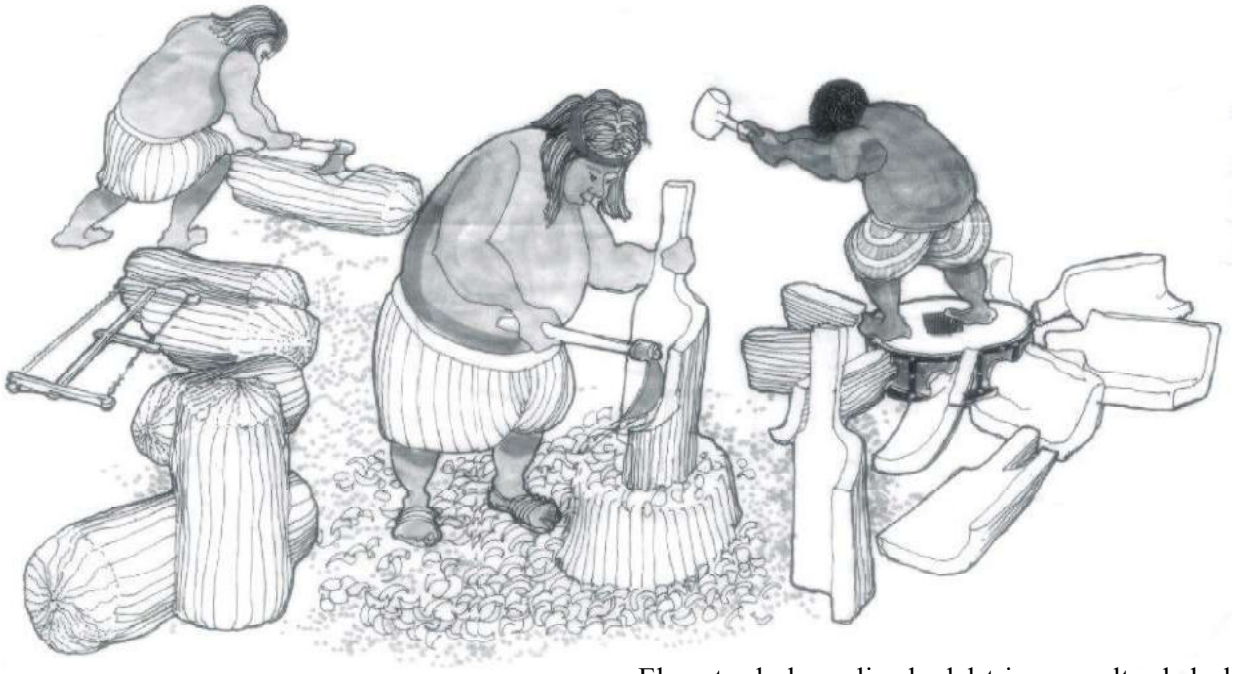
La molienda de trigo que necesitaba una buena tecnología para producir harinas finas, la encontramos en muchos lugares de Santiago del Estero (c.1600). *"Vino a Santiago un extranjero estando yo en aquella provincia, y proponíase hacer un molino como en los ríos grandes de Alemania; en medio del escogió el lugar conciértanse y volviendo a ver el río y lugar, en llegando a la ciudad, danle unas calentinas que dentro de ocho días se lo llevaron a la otra vida. Hay algunas atahonas no son más de tres; los dueños muelen sólo para sus casas, si otro ha de moler ha de llevar caballo. Muelen pobres indios que las traen porque para una fanega son necesarios tres indios de remuda, empero el pan es el mejor del mundo". (6)*

Morteros del litoral región con abundantes maderas (arriba) Indígena guaraní pisando maíz en un mortero de madera. (abajo) Criolla moliendo maiz o trigo resultando una harina relativamente gruesa.

Monumento
Histórico
Nacional



En las zonas de montaña con ríos de rápido caudal se utilizaba un tipo de molino horizontal que hacía girar el eje o árbol donde estaban fijadas las aspas. Estos molinos hidráulicos se usaron desde tiempos muy antiguos. Construcción de piedra y barro con techo de madera (c.1760). Molino hidráulico de la Estancia Jesuítica de Jesús María. (Córdoba)Bas. Relev. Inst. Hist. Un. Cat. Córdoba



(arriba) Carpinteros dando forma con azuelas y hachas a las paletas de un rodezno. (abajo) Engranaje de dientes de madera acuñados para su reemplazo cuando se rompían en un trapiche para caña de azúcar en Misiones.

Maquila: *una antigua forma de pago en especies por los servicios del molinero, tradición traída de España.*

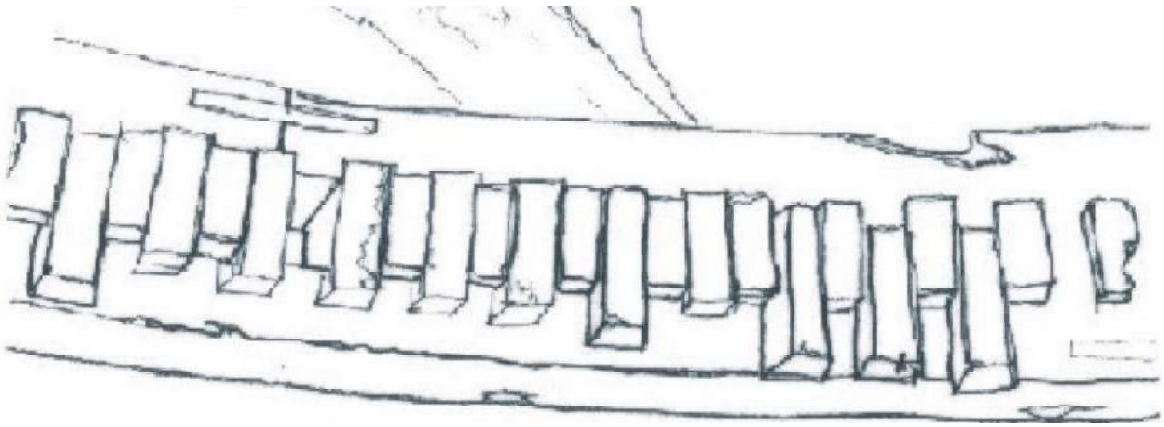
El costo de la molienda del trigo era alto dado lo primitivo de los molinos. En julio de 1590 el Cabildo de Buenos Aires reguló sobre su precio... "*azúcar de la molienda de atahona desta ciudad que todos lo que quisieren moler trigo puedan moler una Hanega de trigo por otra hanega de trigo y no puedan moler a más precio de lo dicho so pena de la harina que moliere a más sea perdida y mas cuatro pesos aplicados para gastos deste Cabildo". (7)*

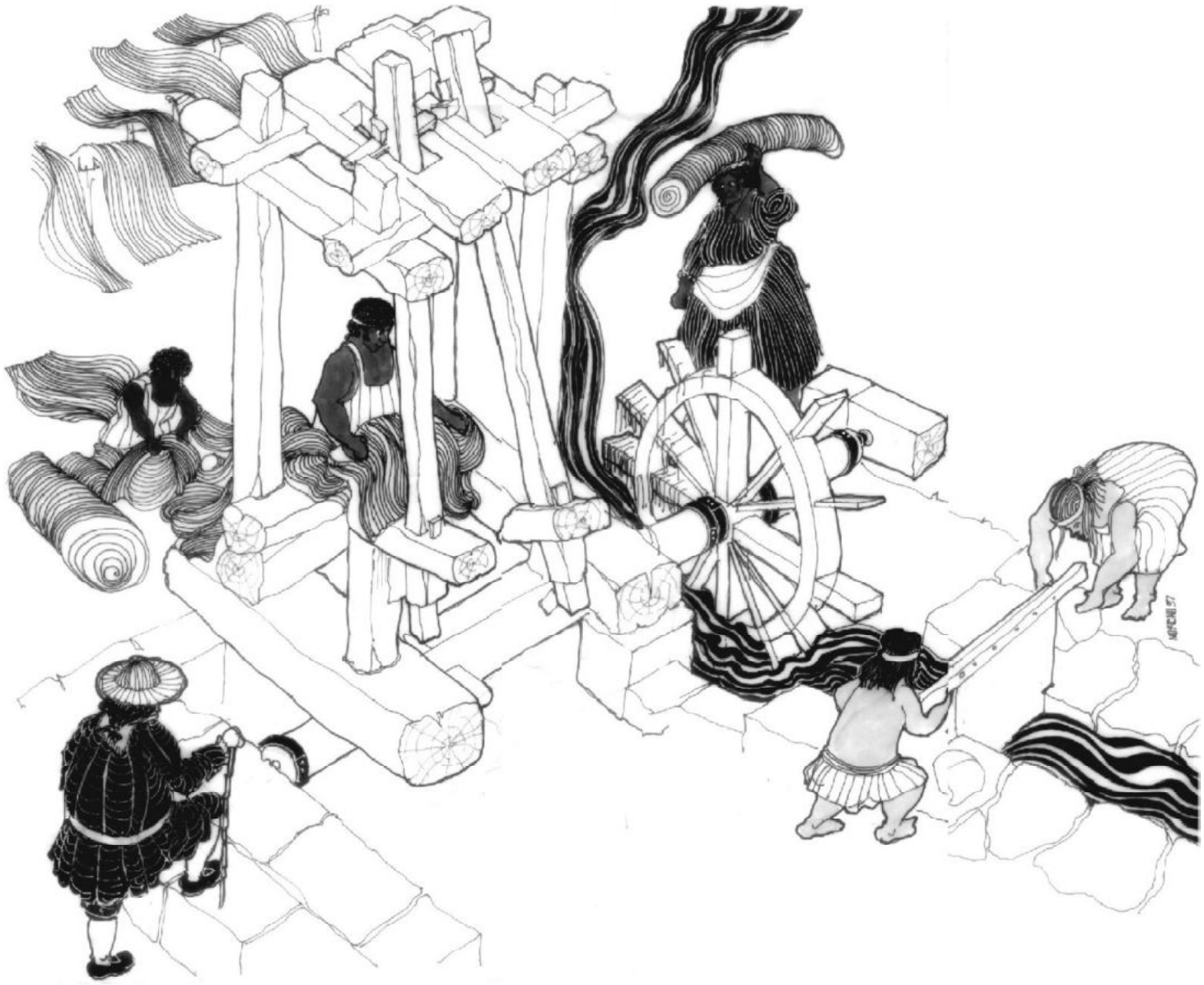
A principios del siglo XVII Juan Ruiz de Ocaña obtuvo mercedes de tierras y encomiendas indígenas en sus chacras sobre la cuenca del río de las Conchas, e hizo construir un molino hidráulico para la molienda del trigo (Río Reconquista). *"E luego encontinente los dichos Capitulares unanymes y conformes ecepto el alcalde Pedro de Icarra pusieron en platica y dixeron que las moliendas de los molinos de viento lleven de molineda para cada una hanega de trigo de los que molieran en los dichos molinos quatro reales de plata o media hanega de trigo y no mas so pena de quatro pesos de la dicha plata por la primera vez y por la segunda ocho pesos y por la tercera diez y seis que serán castigados por todo rigor de derecho y lo mismo lleven las atahonas que molieren por maquila". (8)*
Precio decretado por las moliendas de trigo (3/1/1605)
En los alrededores de Buenos Aires hay muchas referencias de molinos de energía hidráulica manejados con pequeños embalses de agua. En lugares con falta de corrientes de agua, esto obligaba a usar molinos de sangre. Cuando Miers recorrió Buenos Aires

(arriba) El peón tamiza la harina sobre un cuero perforado.(abajo) Detalle de los dientes de la corona construídos en forma de poder reemplazarlos fácilmente estaban asegurados con cuñas. Arch. y Biblioteca de Luján.

a principios del siglo XIX encontró una atahona que lo asombró por su elemental tecnología, precisamente a él, un inglés ilustrado que venía de la cultura de la Revolución Industrial. "*El molino era muy rústico y simple en su construcción; el hierro apenas había sido utilizado; la madera y el cuero eran casi los únicos materiales. El movimiento era transmitido por medio de mulas, las cuales al extremo de dos largas pértigas hacían girar una rueda dentada horizontal dentro de la cual trabajaba el piñón de una linterna: ésta se conectaba con la piedra superior; el movimiento era extraordinariamente lento porque en lugar de unas cien revoluciones, escasamente se producirían diez en un minuto y en esta forma el trigo quedaba más bien triturado que molido. De este mismo tipo son todos los molinos en las proximidades de Buenos Aires. En ninguna parte hay una caída de agua capaz de producir fuerza motriz; y los molinos de viento están muy por encima de la capacidad mecánica del pueblo del Plata". (9)*

Su opinión sobre los molinos era algo ligera ya que Buenos Aires contaba desde el siglo XVII con molinos de viento de los cuales han quedado referencias. La atahona (del árabe molino) movida por mulas, caballos o bueyes, fue usada para la molienda del grano hasta que finalmente el sistema quedó desplazado por los molinos de vapor y las muelas de piedra reemplazadas por cilindros de hierro. Su movimiento era producido por mulas y su factura era casi totalmente de madera en una tradición muy anterior a la Revolución Industrial. Su simple mecanismo constaba de una viga vertical (árbol) vinculada a la lanza que guía con el movimiento de los animales. En la parte inferior de la atahona se ubicaba una corona de madera con dientes intercambiables asegurados por cuñas, que transmitían la energía con un piñón al árbol de la piedra superior llamada "*volandera",* fijada al mismo con una cruceta. La piedra inferior es fija. Sobre la cruceta y el eje se encontraba el "*machón"*. Para cargar el grano se utilizaba una tolva de madera; la carga se realizaba poco a poco para no atorar las piedras (muelas) las que se apoyaban en una bancada construída en madera. En los costados las piedras estaban cubiertas por una tapa para que no se desparramara la harina. La base del árbol de la piedra volante reguladora de la molienda se llamaba "*grapulina"*.





Batán hidráulico. Hasta avanzado el Renacimiento en Europa, para consolidar la trama de los tejidos, se procedía a un simple pisoteo de las telas. Para ello se usaba estiércol y generalmente se hacía en la misma habitación donde se vivía. Con la incorporación de máquinas hidráulicas se produjo el abatanado en instalaciones mecánicas ubicadas al lado de una corriente de agua. El abatanado transformó el proceso de fabricación de los paños y también obligó por la necesidad de energía hidráulica a colocar a las fábricas o los batanes al lado de los cursos de agua. En nuestro país aparecen varias referencias en la documentación histórica y en la toponimia.

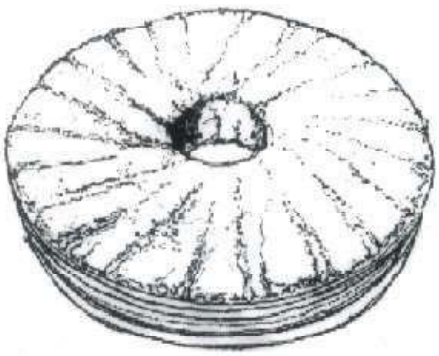
La molienda del grano se hacía por fricción entre dos piedras (muela) abajo una fija, la solera y arriba la móvil llamada volandera. En su superficie interior se tallaban distintos surcos. Cuando el grano se convertía en harina salía sobre la piedra fija . Las muelas antiguas eran de una sola pieza de piedra, en cambio las modernas se hacían con varias piezas unidas por zunchos de hierro. El trabajo basado en la energía animal o humana estuvo basado en la coerción. Archivo Hist. Luján.

Buenos vientos para el molino

Otra forma de energía que tuvo difusión en la región para la molienda fueron los molinos de viento con todas *sus habitaciones, casa de panadería, máquina de limpiar y trillar trigo, sobre un terreno dos cuadras afuera en la calle de las Torres. Se vende para pago de acreedores (...) de construcción inglesa...". (10)*

Cuando se organizó el Museo de Luján, su director Dn. Enrique Udaondo compuso un antiguo molino de viento que había estado funcionando en el partido de Chacabuco, y lo rearma en el museo, siendo uno de los pocos referentes de una industria como la molienda que quedan en la Provincia de Buenos Aires. Con el ferrocarril, en cada pueblo de la campaña desaparecieron las atahonas o molinos de viento, restos de los cuales hoy se pueden ver en la ciudad de Benito Juárez y referencias de muchos en los planos de los pueblos. Desde mediados del siglo los nuevos molinos de vapor con una mayor eficacia en la molienda y una mayor economía de escala rápidamente desplazaron a las antiguas formas de molienda. Según el informe de Udaondo, el molino tiene..."*cuatro aspas construídas en madera de lapacho y que miden 7,30 m. de largo por 0,40 de ancho; cada una tiene 16 traviesas, un tirante y cuatro listones... Dichas traviesas se cubren con lienzos aceitados, a manera de velas, y el impulso del viento hacía girar las aspas, poniéndose en marcha el mecanismo del molino. Las expresadas*

Vista de la ciudad, por Brambilla (c. 1790), en primer plano sobre la barranca aparece un molino desarbolado.

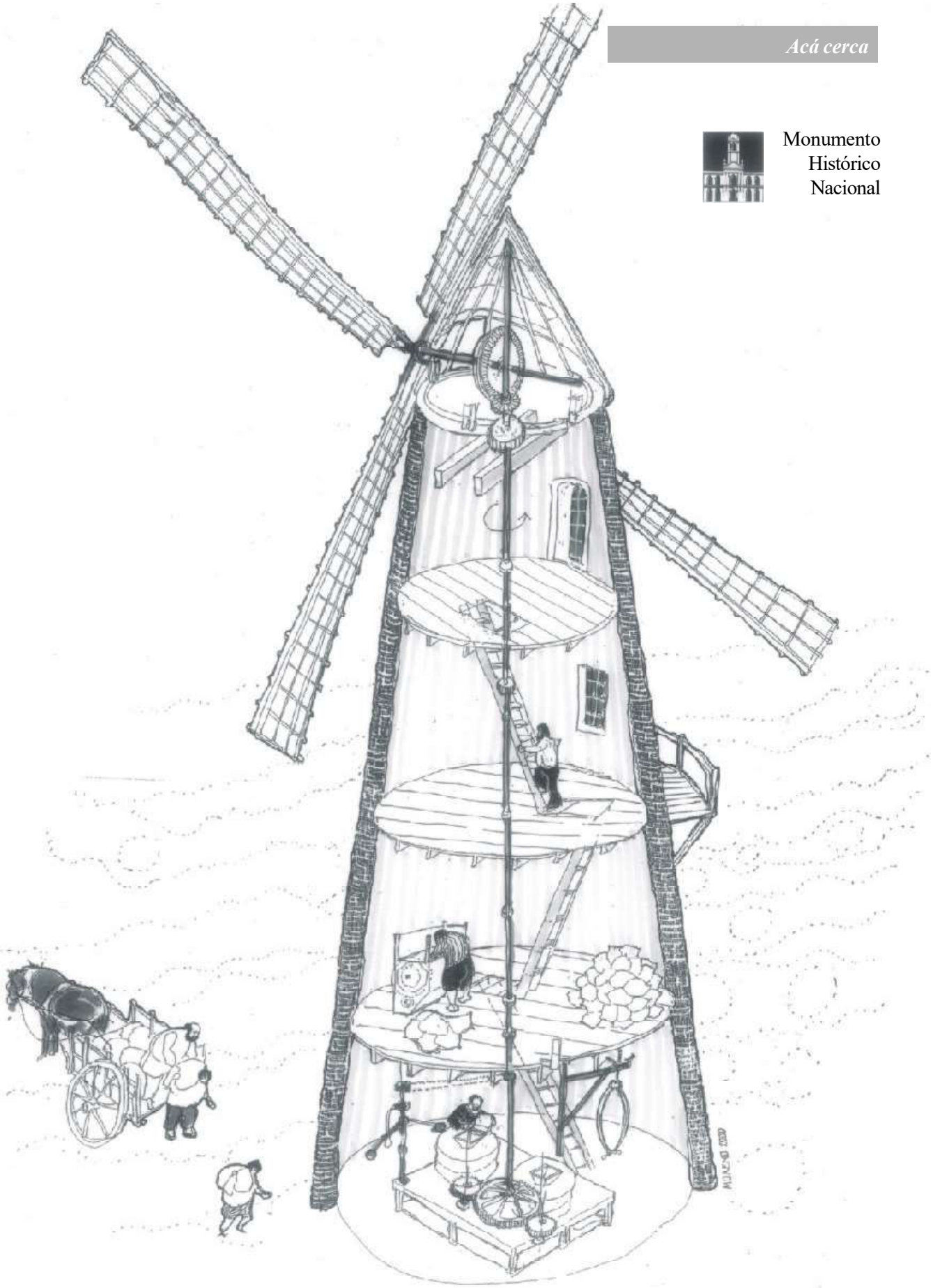


Muela de molino. Museo de Luján
(Arriba) Molino de viento (c. 1840) construido en Junín por Dn. Julio Labrue.El cuerpo de la torre está construído en mampostería de ladrillos en su primer tramo (38x19x8) y luego de menor dimensión. A 13,50m. de altura está la cubierta giratoria. Las aspas de 7,30m. de largo por 0,40 m. de ancho están construídas con un tirante, 4 listones y 16 traviesas de lapacho. La torre tiene varias ventanas. La cola o timón está construida con 6 chapas de 9 pies separadas entre sí; la longitud de su eje es de 9m. formando el suficiente brazo de palanca para mover la cubierta. La cola y las aspas se disponen entre sí con una inclinación de 30º. La maquinaria se apoya sobre esferas de hierro que le permiten hacer un giro en busca de la mejor orientación. El sistema tiene una gran complejidad frente a las atahonas en uso en la región. Su peso sin las dos muelas es de alrededor de 7000 kg. Bas F. Arch. M. Luján. (Pág. siguiente)

lonas eran plegadizas par evi tar que en casos de mal tiempo pudieran sufrir deterioros, tanto las aspas como la maquinaria que éstas accionan... receptoras de la fuerza motriz, hallándose entroncadas al árbol vertical, al que le imponen un movimiento giratorio"..."Para romper el movimiento a las aspas en días de poco viento, el molino contaba con un manubrio que lo impulsaba y también podía hacérselo funcionar desde una pequeña plataforma de madera dura con su barandilla construida en el exterior del muro. En otras regiones de Europa hubieron molinos de seis hasta ocho velas... El capacete o techo del molino, tenía en su parte superior una veleta en forma de flecha. Era costumbre en otros tiempos denominar al molino según la figura de la veleta. Así se denominaban:"de la flecha", "del pescado", "del galgo", "de la sirena", etc..." ... "El techo en toda su circunferencia es giratorio, con el objeto de poder orientar las aspas en la dirección del viento, y ese movimiento se facilita por medio de cojinetes de bolas, que se asemejan por su tamaño a las balas esféricas de cañón de gran calibre, y que giran dentro de una canaleta semejante a dos rieles y éstos, a su vez, van asentados sobre gruesas vigas de quebracho fuertemente aseguradas"... "El mecanismo por medio del cual se transmite el movimiento desde la parte superior de la torre, está situado a 14 m. de altura y se une a la muela por un árbol vertical de hierro que se comunica a las piedras colocadas horizontalmente sin tocarse y de igual diámetro. Una de ellas es llamada solera; la otra, móvil, recibe el nombre de volandera; ambas sujetas por sunchos de hierro trituran el grano y están asentadas en fuertes soportes de algarrobo"... "...tiene algunas piezas de hierro, la mayoría son de madera: tal las ruedas en sus engranajes; las correas y demás sogas son de cuero crudo... tiene una campana combinada que por medio de su badajo anuncia cuando falta el grano en la tolva o depósito desde cuyo recipiente pasa a la molienda...una pequeña plataforma de madera con su barandilla, construída en el exterior del muro, sirve también de base para que, colocada una de las aspas verticalmente,pueda utilizarse de escalera para ascender hasta el eje del nacimiento de las aspas. En caso de tormenta la rueda se coloca de modo que el eje principal quede en dirección al viento, operación que se efectúa por medio de un juego de palancas". (11)

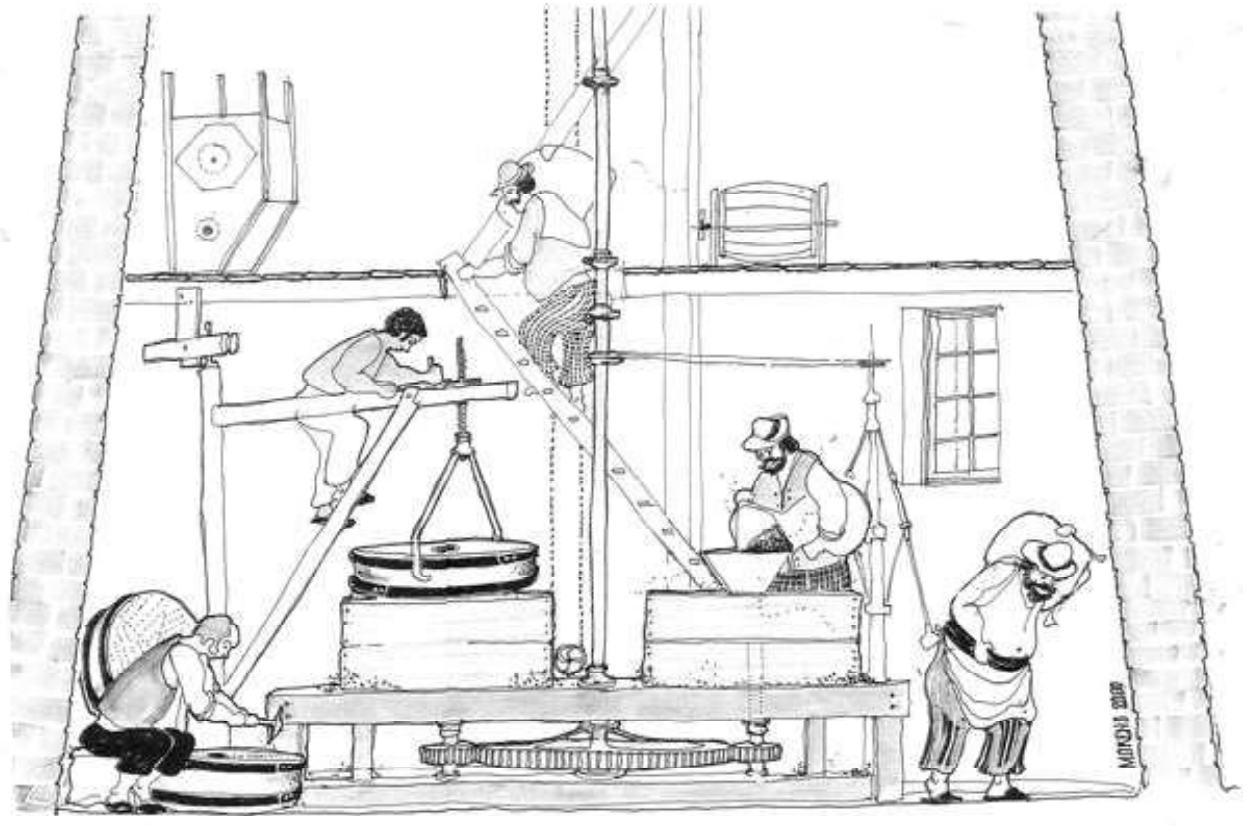
En la primera mitad del siglo XIX en la ciudad de Buenos Aires hubo muchas tentativas infructuosas de instalar industrias: "*En una de las calles adyacentes se yergue un espacioso edificio de ladrillos construído para*

Monumento
Histórico
Nacional



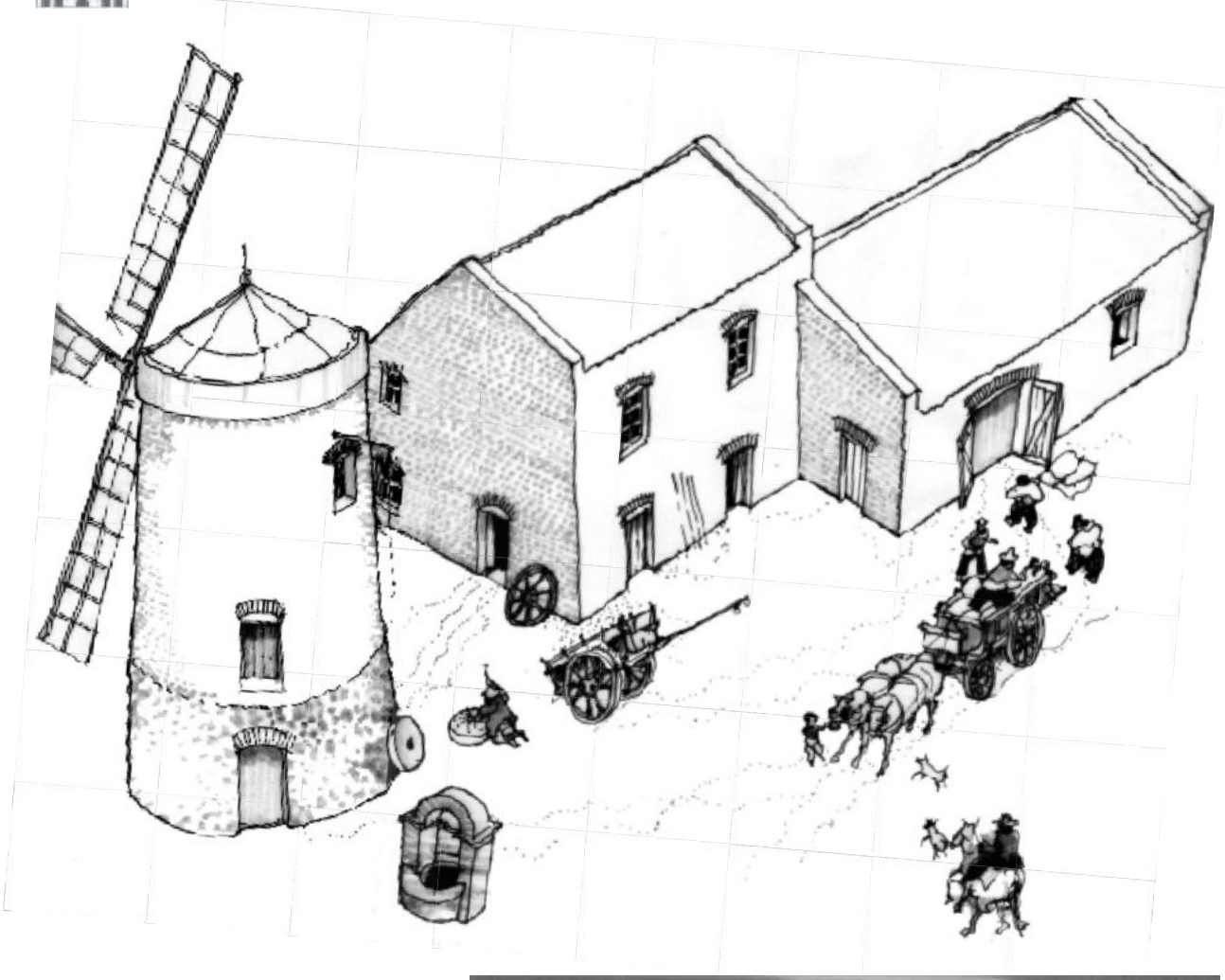
refinería hace doce años por Mr. Thwastes, un inglés. El negocio no marchó y la casa se halla abandonada. Un molino de viento en la parte occidental de la ciudad es muy importante; no hay otro en el país y su existencia se debe a Mr. Stroud quien también es inglés. Corrió este molino la misma triste suerte que la refinería".(12)

(arriba) Herramientas de factura artesanal usadas en los molinos hasta el siglo XIX. Complejo Museográfico E. Udaondo, Luján. (abajo) Interior del molino. Se puede ver al molinero picando las muelas.Un ayudante cambia una pesada muela valiéndose de una cabría montada al costado. Arbol de transmisión que gira y transmite la fuerza por medio de una reducción con engranajes de hierro fundido, carga de grano en la tolva.



Monumento
Histórico
Nacional

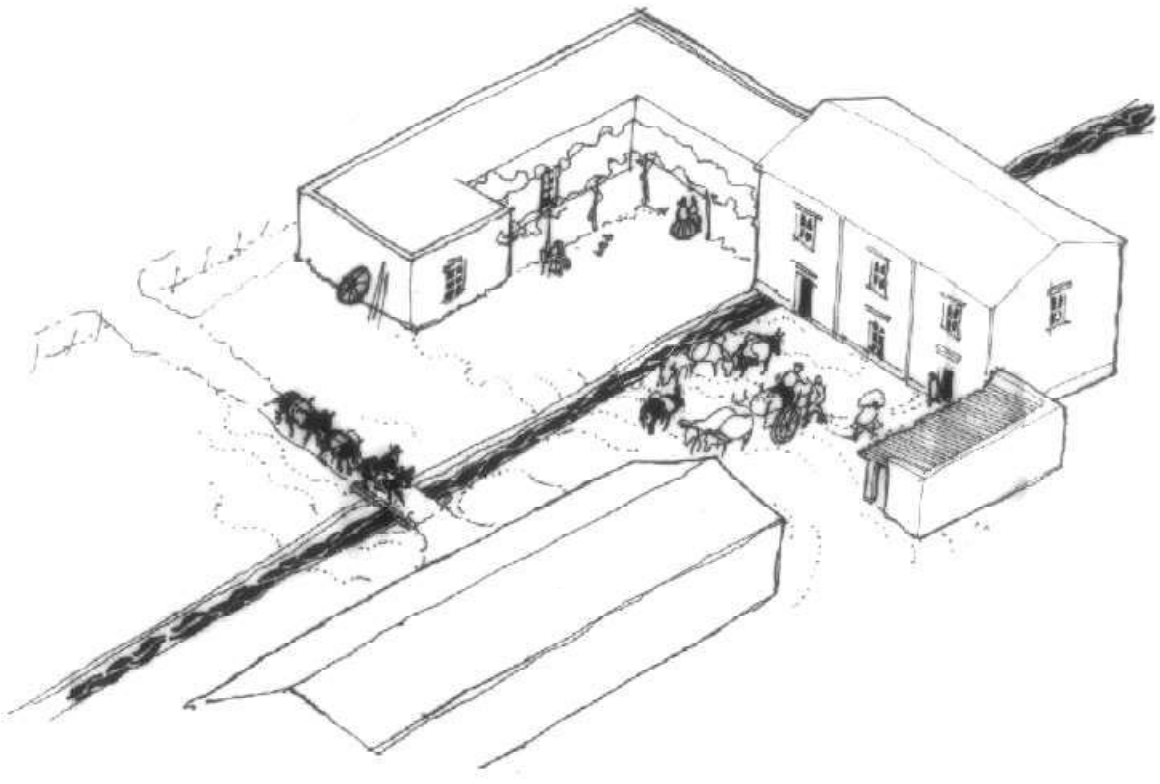
Molino Forclaz

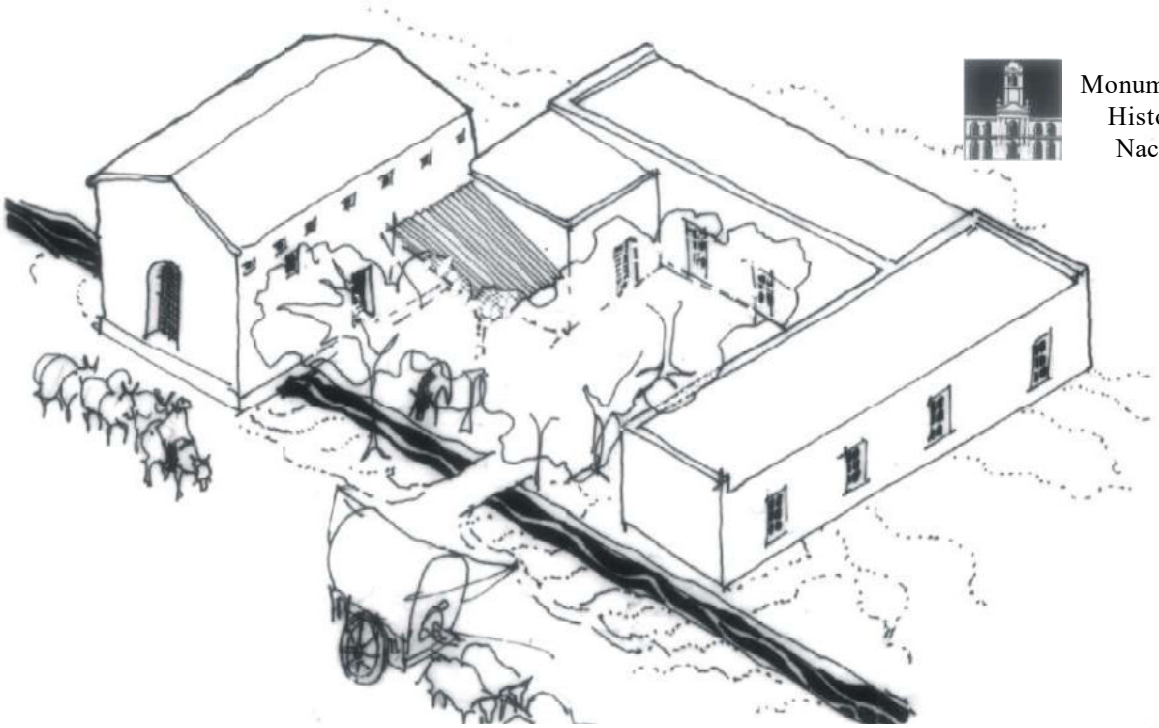


En la Colonia Santa Fe, fundada por Justo José de Urquiza en la cercanías del Río Uruguay. Dos colonos, los hermanos Forclaz, molineros de oficio, instalaron una atahona movida por mulas o caballos. Luego en 1887 construyen un imponente molino de viento con la cúpula giratoria. Este no resultó útil pues es una zona de escasos vientos. Según la tradición sólo podía moler dos bolsas de trigo por día, frente a la tradicional atahona que molía diez. (arriba) Detalle de la maquinaria interior. (abajo)

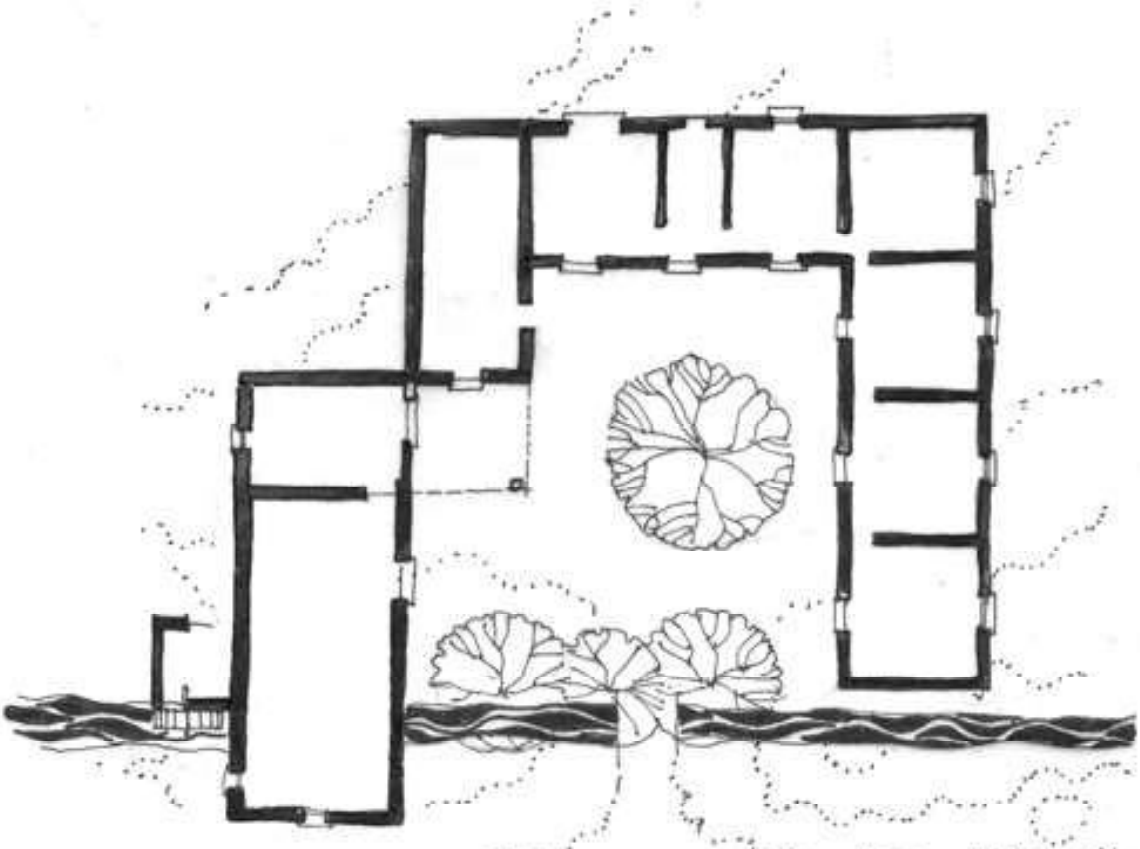
Molinos hidráulicos en Jachal

En la precordillera al norte de San Juan encontramos aún en el siglo XXI, algunos referentes del patrimonio de la producción, como los molinos de Jáchal (sobre las márgenes del Río Jáchal) que fueron designados Monumentos Históricos Nacionales. En época colonial se encontraban cinco tamberías conocidas como los pueblos de Jáchal. En 1775 se funda la Villa de San José de Jáchal, sobre un antiguo pueblo. La región basaba su economía en la agricultura (trigo y alfalfa) en las tierras de regadío y la minería. También por su geografía tenía una buena conexión con Chile, lo que hacía que su producción previa a la llegada del ferrocarril a Cuyo en 1885, tuviera una natural salida tras los Andes. En sus momentos de auge (1865-1885) funcionaban 61 molinos harineros y 14 trapiches mineros. En 1825 se instala el molino de Bautista Echegaray que llegara a producir 1200 Kg de harina por día; en 1830, el de Francisco Nicolía con 500 Kg/día; en 1840 en el Retiro Froilán Alday con 1200 Kg/día; en 1845 el de Saturnino Reyes con 500 Kg/día; en 1865 el de Pedro Doncel con 1000 Kg. Llegando hacia los ochenta (1880) a producir alrededor de 18.000 Kg/día, una cifra enorme para los medios de transporte de la época siendo necesarias muchas mulas y carros para su transporte e infraestructura de apoyo, herrerías, talleres de carruajes, talabarteros, alojamientos, provisionesy pasturas. De todo ello queda aún un rico e ilustrativo patrimonio.

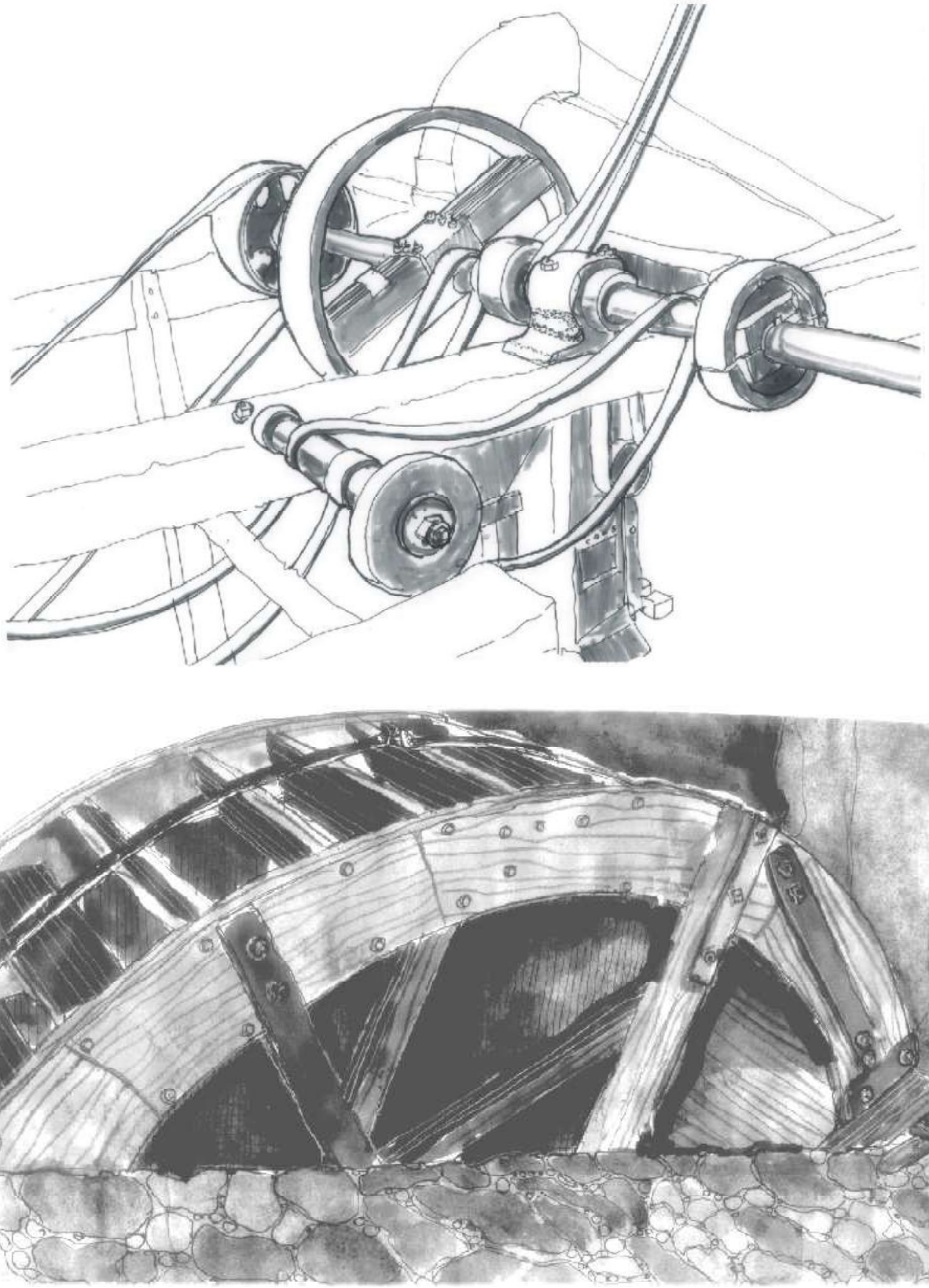




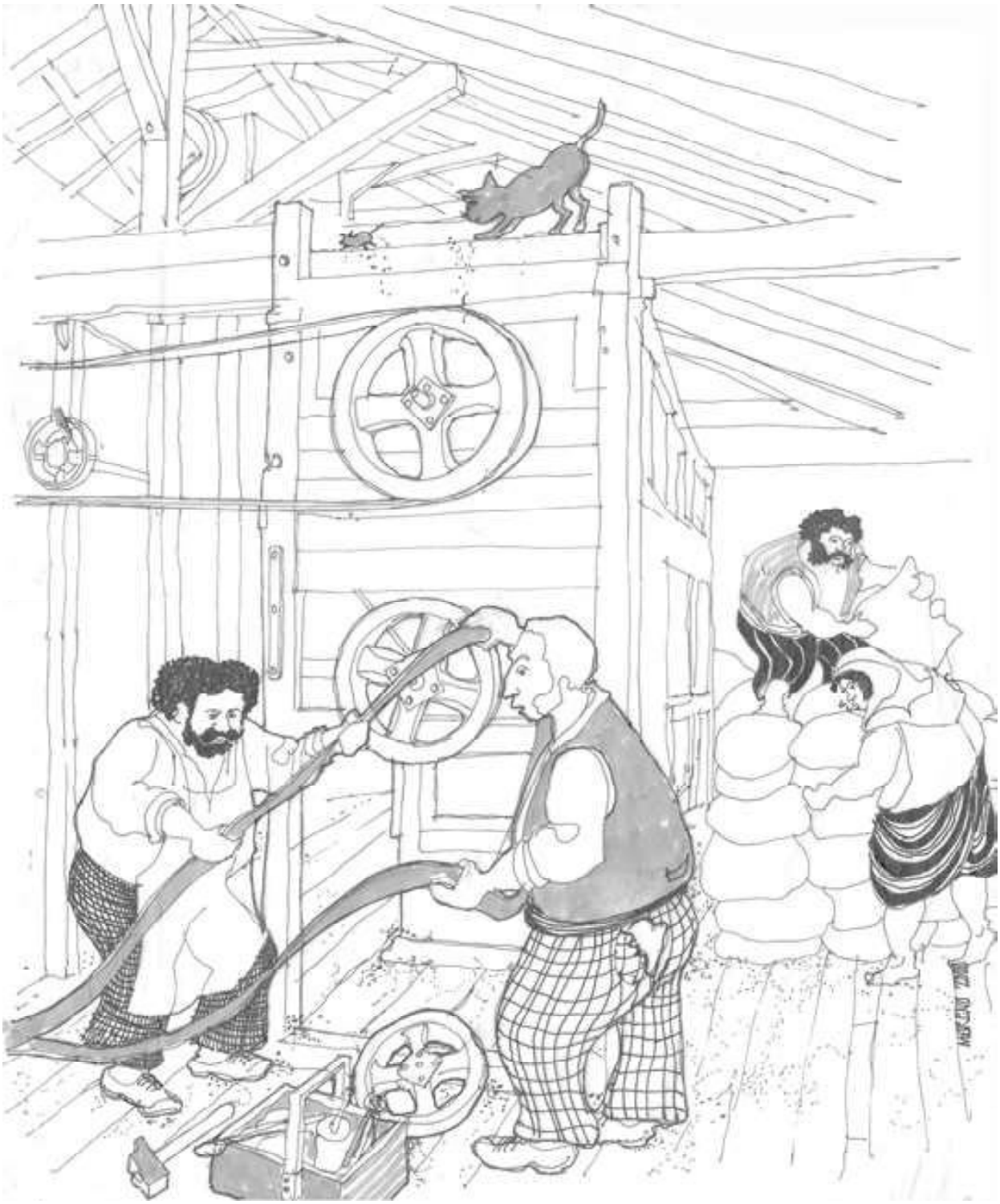
Monumento
Histórico
Nacional



(pág. anterior arriba) Interior de uno de los molinos mostrando su sencillo y tradicional sistema constructivo con materiales de la región: paredes de adobe, vigas de álamo y cubierta de cañizo y torta. (arriba) Molino Suixer (1869) con capacidad para moler 2500 kg de grano por día.(pág. anterior abajo) Vista y planta del Molino de Saturnino Reyes con una capacidad media de 500 kg. de grano por día.



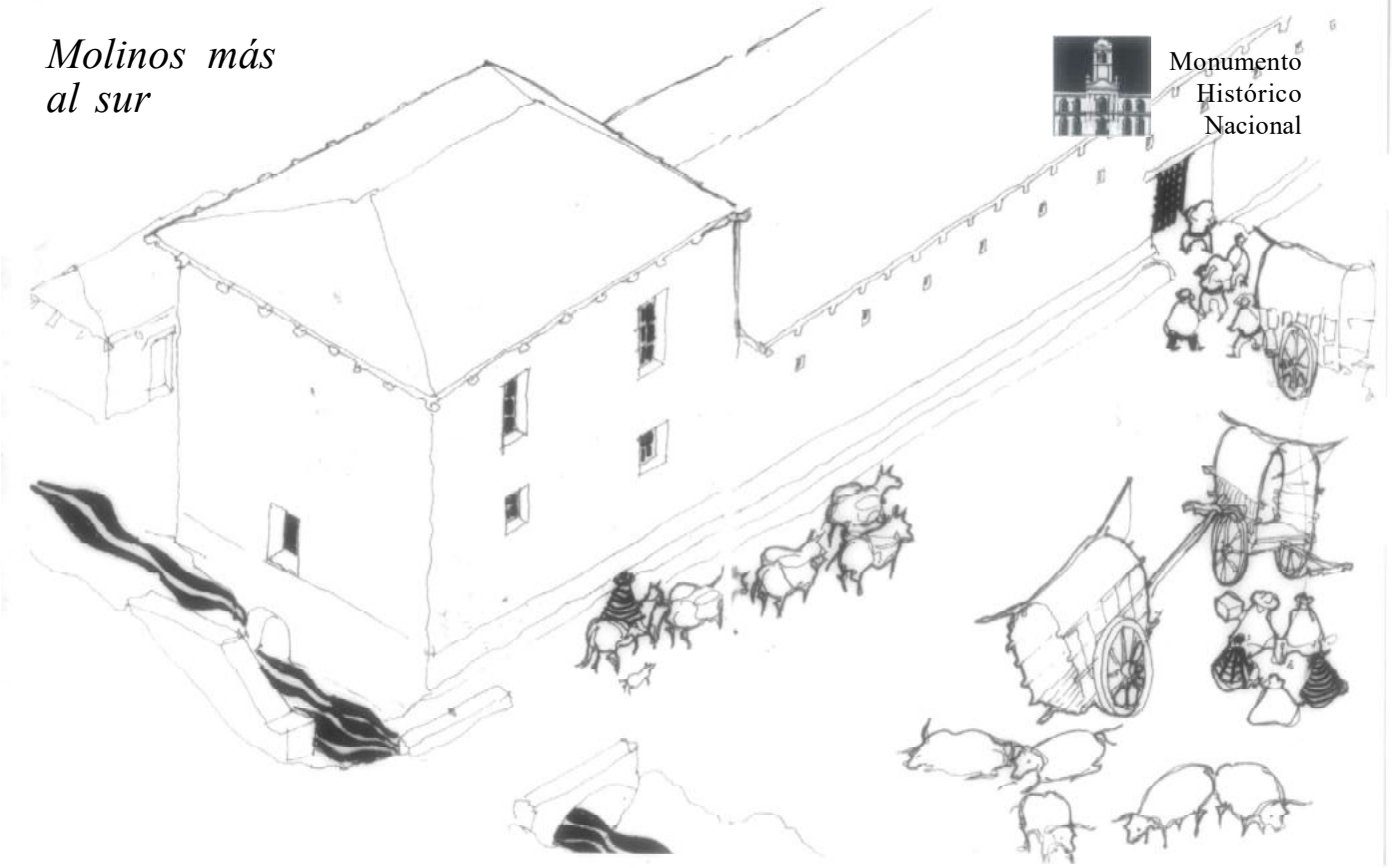
(arriba) Largos ejes de hierro y correas de cuero para la transmisión de la energía hidráulica hasta la maquinaria. Mediados s. XIX . (abajo) Rueda hidráulica horizontal, este tipo de rueda se usó en los cursos de agua de llanura. Jáchal. San Juan.

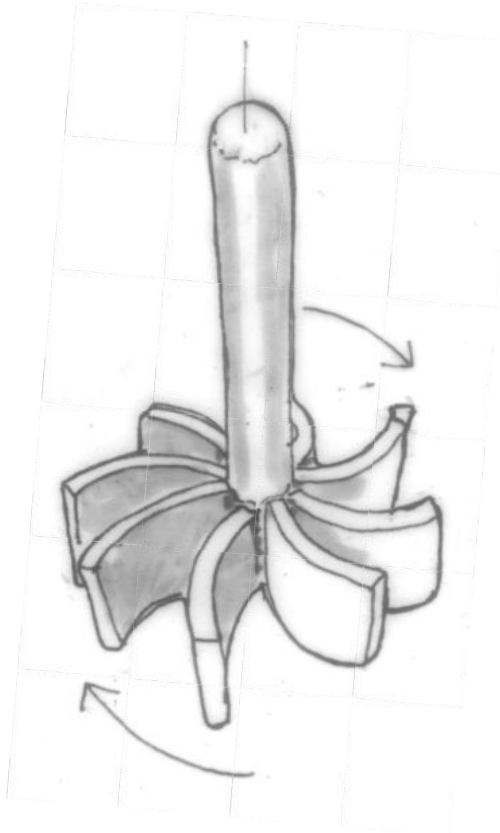


En Jáchal se conservan varios molinos hidráulicos con los métodos y maquinarias utilizados a mediados del siglo XIX, algunos de ellos en funcionamiento. Cambio y ajuste de las correas de transmisión de la energía, para el buen "agarre" sobre las poleas se le pasaban algunas resinas.

Molinos más al sur

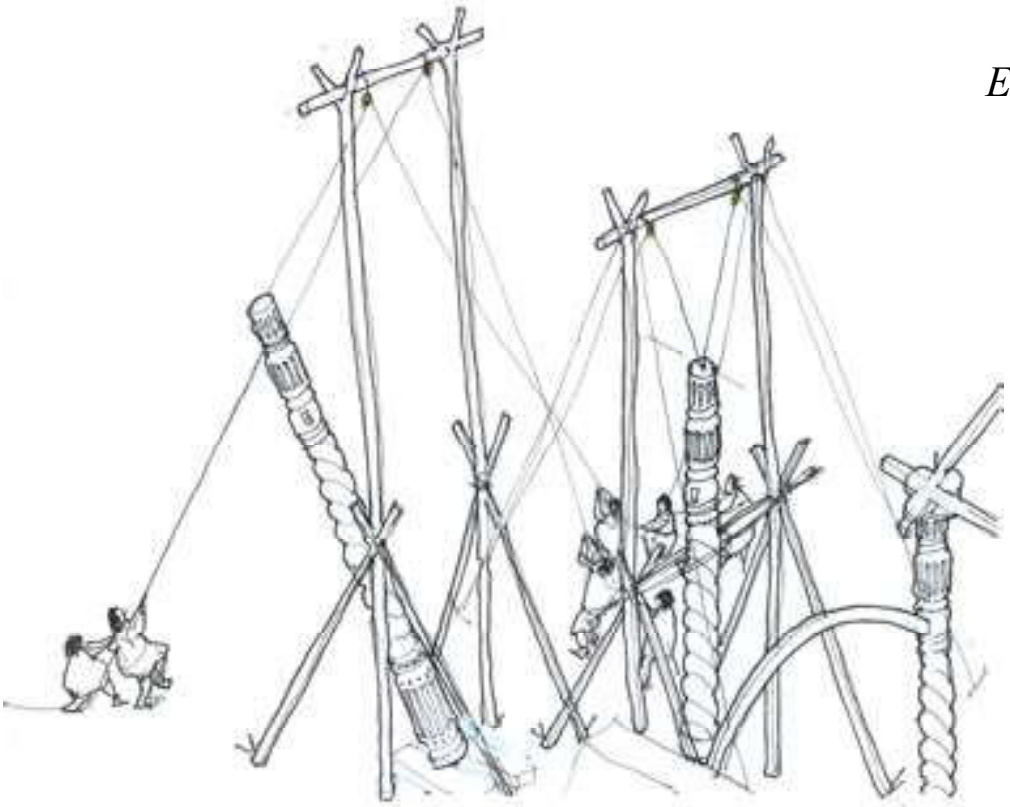
Monumento Histórico Nacional



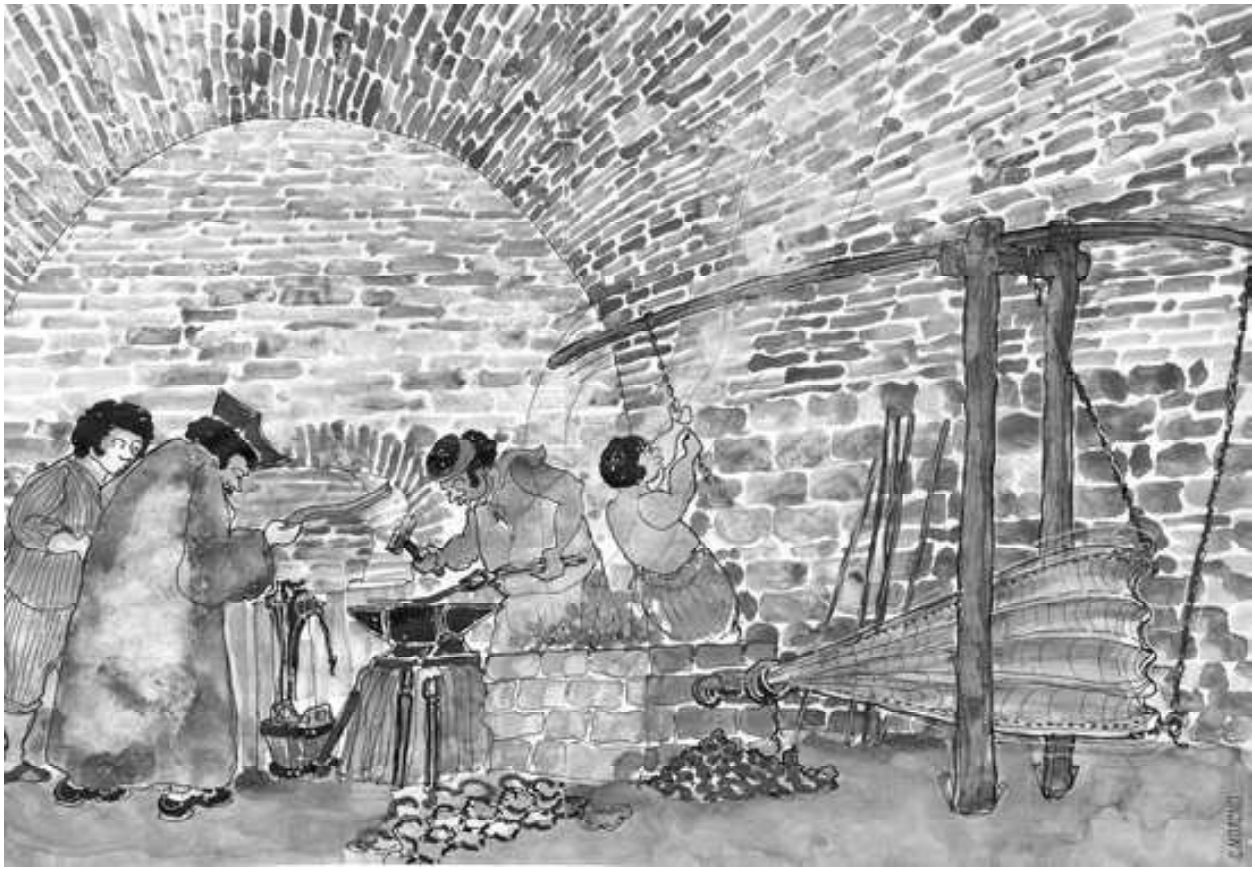


(arriba) Molino de Malargüe, al sur de Mendoza, construido en 1875 para el Tte. Cnel. Rufino Ortega. Formaba parte de su propiedad en Cañada Colorada. El molino se compone de una parte alta dedicada a la molienda que está impulsada por una rueda hidráulica alimentada por un canal lateral. A su costado un largo depósito que también servía para acopios rurales de la producción regional. La construcción es de anchos muros de adobe con una cubierta con cerchas de álamo, cañizo y torta de barro. El molino dejó de funcionar en 1932 como consecuencia de la erupción del Volcán El Descabezado que trastornó toda la economía regional. (abajo) Más al sur, en la región del Lago Nahuel Huapí, que estuvo aislada hasta la llegada del ferrocarril en 1935, en los primeros años del siglo XX se construyen varios molinos harineros, rescatados por la minuciosa investigación de la Doctora Liliana Lolich. ..." Muchos de estos molinos ya han desaparecido y con ellos este vasto sistema productivo. Aún se conservan algunos de madera en excelente estado. El más primitivo pertenece a lo que era la población de Gallardo en el Manso inferior, se abstece de agua a través de un largo canal de madera... la turbina que trabaja en forma horizontal está tallada artesanalmente de una sola pieza de madera. Mediante un eje de madera transmite el movimiento a las muelas ubicadas en una casilla sobre palafitos." (13)

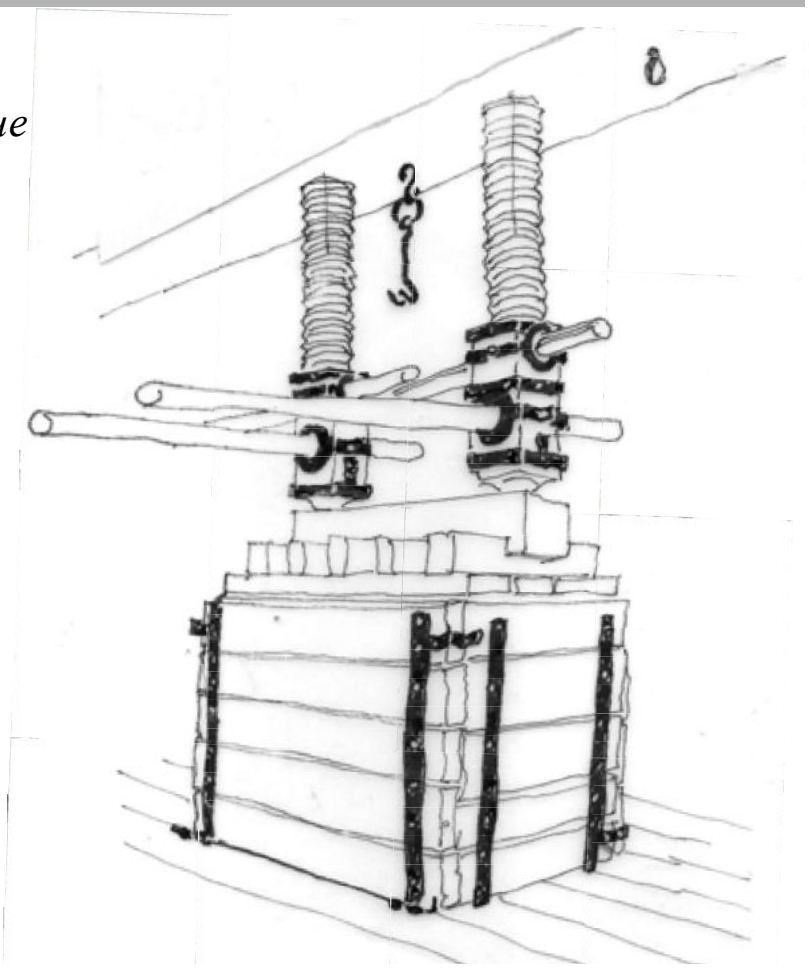
En las reducciones jesuíticas



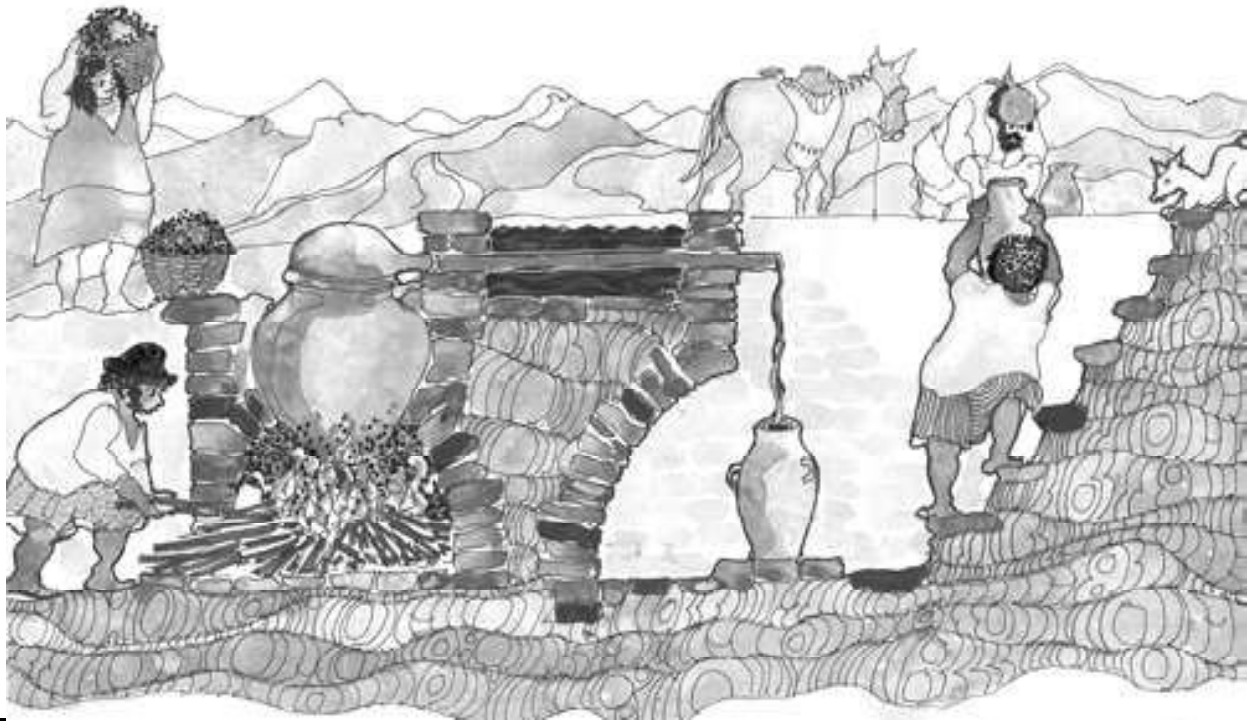
Montaje de las estructuras en las reducciones jesuíticas por medio de postes, poleas y sogas. (arriba) Otras fueron las formas y mecanismos usados para el trabajo del hierro. En una reconstrucción de la herrería de Alta jesuítica de Alta Gracia se ve un fuelle para oxigenar la fragua accionado a mano. (abajo)

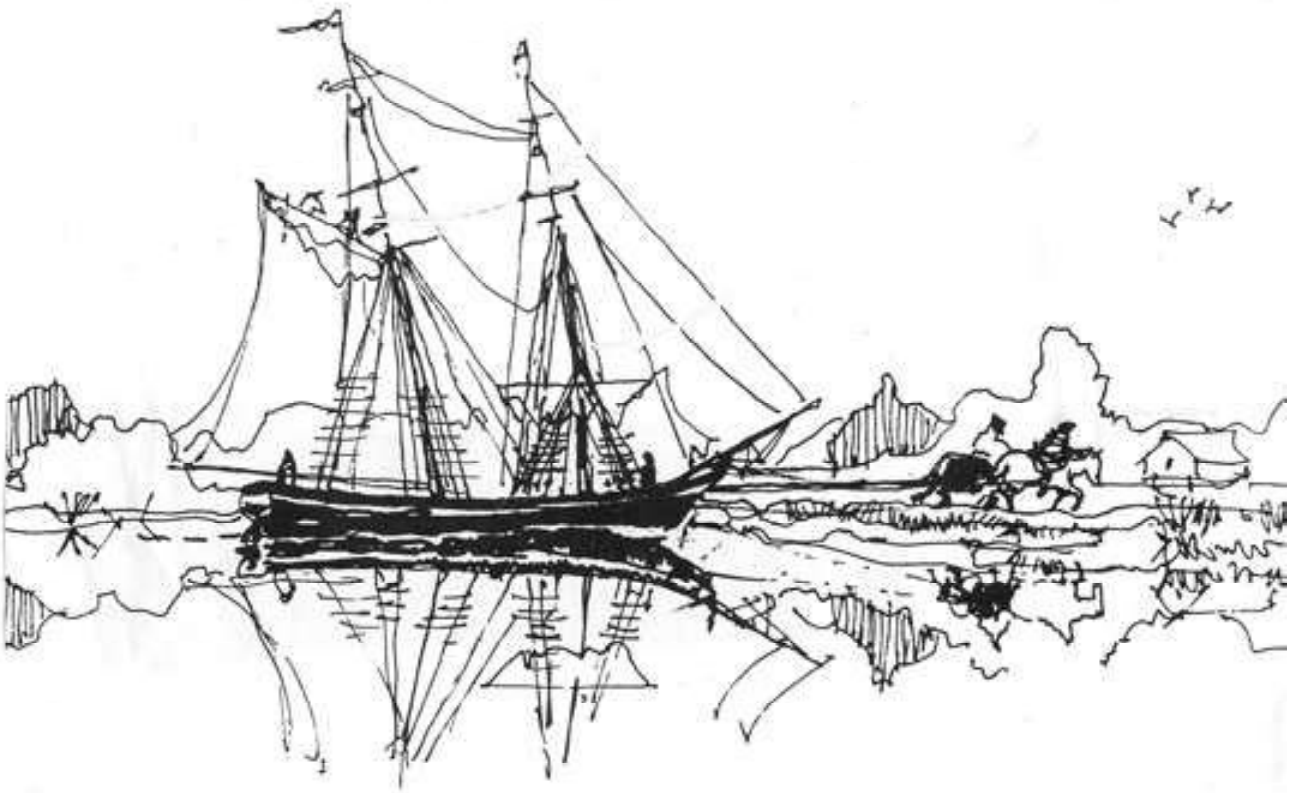


Inercias tecnológicas que llegan al siglo XIX

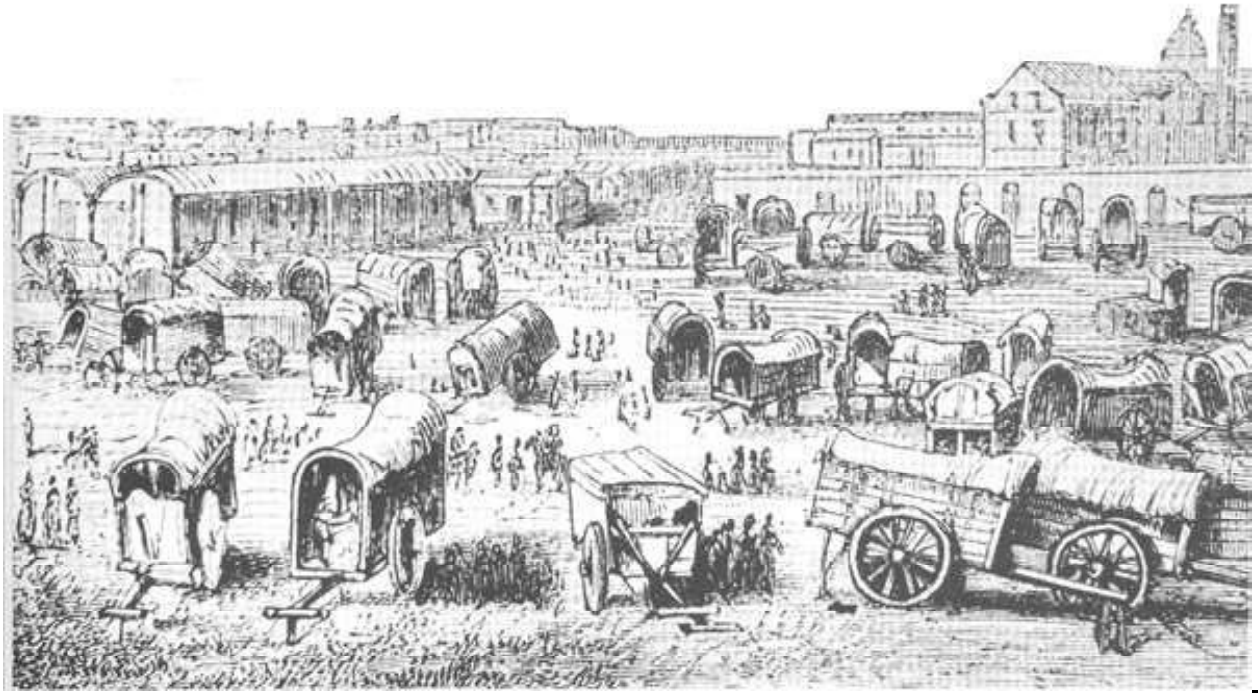


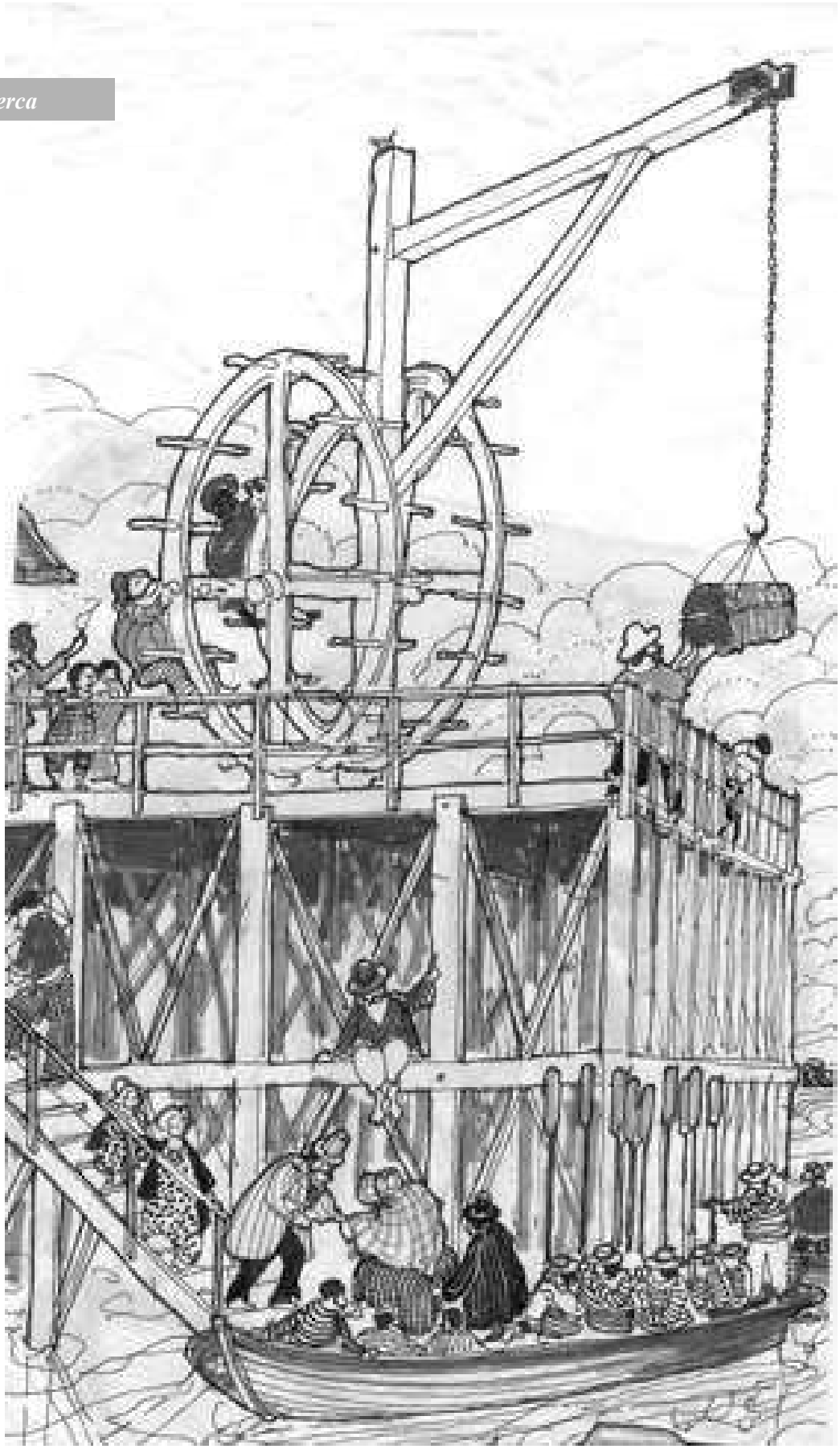
(arriba) Entre las inercias tecnológicas que llegan a fines del siglo XIX y en algunos casos a principios del siglo XX encontramos las prensas. Para reducir el gran volumen de la lana y su poco peso se usaron enfardadoras de madera. Construcción muy simple. Complejo Museográfico E. Udaondo. (abajo) Destilando aguardiente en San Juan, principios del siglo XIX usando un alambique para producir los vapores de las esencias del mosto que luego se condensa con un caño que se enfría en la acequia. Bas. grab. John Miers c. 1825.



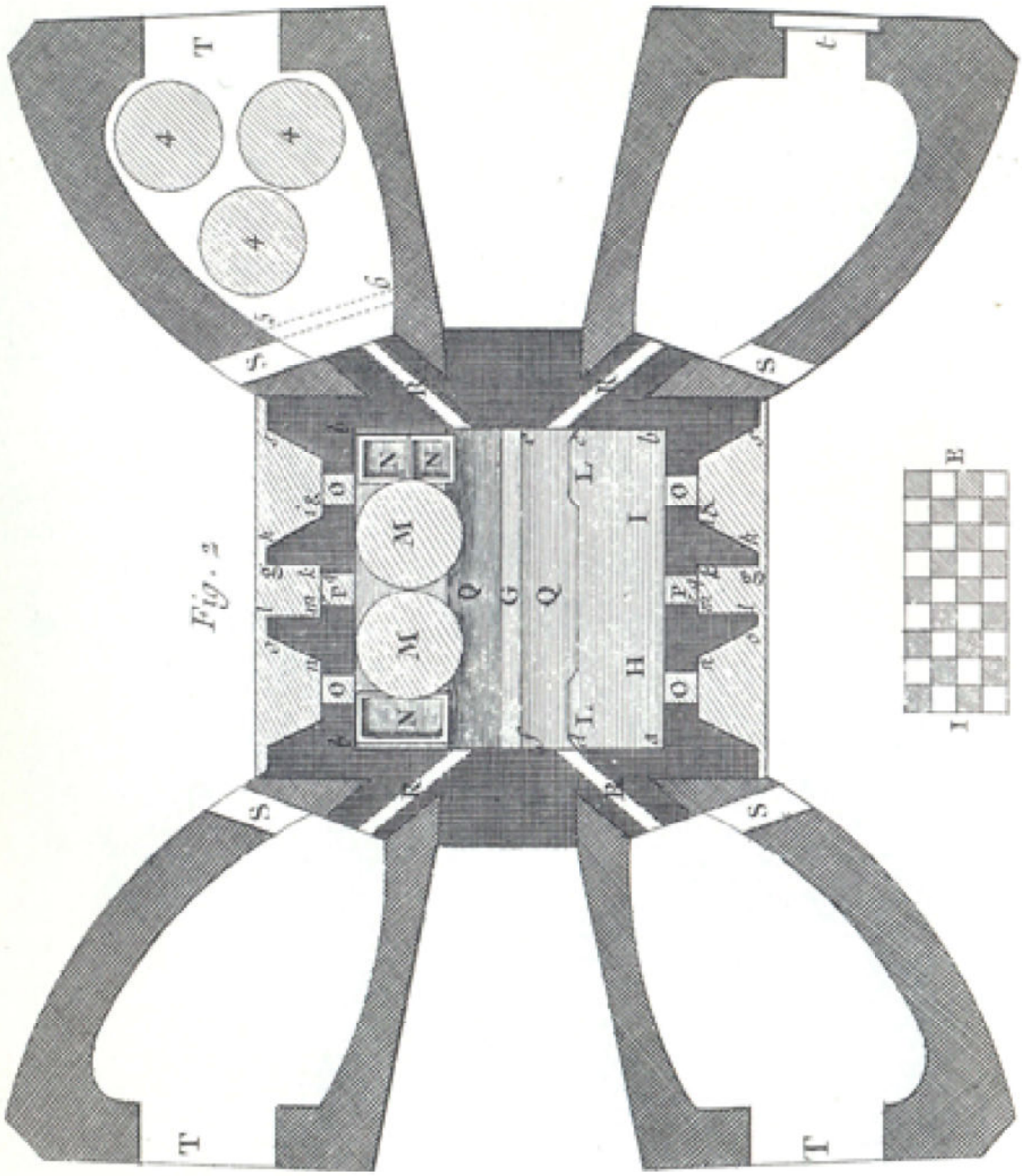


(arriba) Maniobrando barcos a la sirga (tirada por caballos) en el Riachuelo (Comienzos siglo XIX). (abajo izquierda) Tropas de carretas en la Plaza 11 de septiembre (El Americano, 1872). En la segunda mitad del siglo XIX en las comunicaciones interiores el transporte con carreta es rápidamente reemplazado por el más eficiente ferrocarril y los puntos de transferencia se desplazan a la "Punta de Rieles". En los centros urbanos los carros perduraron hasta avanzado el siglo XX cuando se reemplazan por los automotores.





Grúa a pie usada en el muelle del puerto de Montevideo en la segunda mitad del siglo XIX. Bas. en un dibujo de Blanes. Grúas del mismo tipo encontramos en el Puerto de los Tachos hacia 1840, se la ve al fondo de una pintura de C.H. Pellegrini.



EL FUEGO Y EL CALOR

Planta de un horno de vidrio usado en Francia a mediados del siglo XVIII. Enc. Diderot

Notas

1- Caro Baroja. Los pueblos de España. Ed. Istmo. Madrid, 1990.

2- Derry T.K. y Trevor I. Williams. Hist. de la Tecnología. Ed. Siglo XXI. Madrid, 1970.

3- Caro Baroja. Op.cit.

4- Nef John. La conquista del mundo material. Ed. Paidos. Bs.As., 1964.

5- Nef John. Op cit.

El fuego

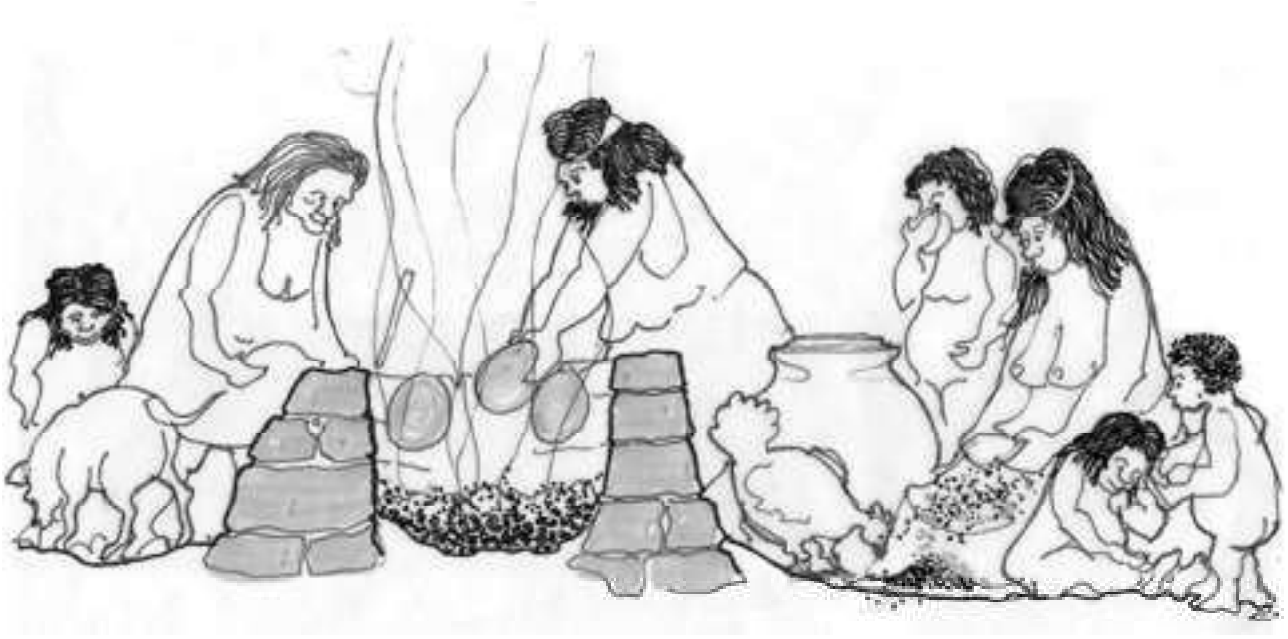
Un paso fundamental en la evolución de la cultura técnica y sus posibilidades fue el uso del fuego y el calor que permitió las primeras transformaciones del estado de las substancias.

Los primeros fuegos deben haber sido los que la naturaleza producía. El perder el miedo al fuego y aprender su manejo abrió muchas posibilidades nuevas. El calor sirvió para sobrevivir en regiones de arduos inviernos donde antes estaba restringida la vida del hombre, sin protecciones naturales. La abundancia de caza de animales que sí estaban protegidos con sus tupidas pieles, debió ser un aliciente al llegar a estos lugares y permanecer. Para mejorar las condiciones el hombre se apropiaba de las pieles de los animales cazados.

El fuego que permite la posibilidad de vida en frías regiones era difícil de producir y tan valioso que su conservación adquirió un sentido religioso que se mantuvo con fuerza en las culturas clásicas y con muchas transformaciones llegó a nuestros días en la forma de lámparas votivas o antorchas olímpicas. Conservar el fuego fue una labor importantísima,

(arriba) Figura de una deidad del fuego. Huehueotl (México) Museo Nacional de Antropología. (abajo) Encendiendo el fuego por frotamiento. El indígena alakaluf (Tierra del Fuego) frotando dos maderas para producir la ignición. Bas. Gusinde.

muchas veces trabajo de los ancianos. El gran adelanto fue producirlo por voluntad *ya sea frotando* dos maderas de distintas durezas haciendo entre ellas una hendidura cuyas partículas o fino aserrín terminan entrando en ignición por la energía térmica que surge del frotamiento. Otro más eficaz fue por taladrado, usando una varilla de madera aguzada que se hace girar sobre una tabla de madera, el aserrín sirve para la primera ignición. Este método tuvo una gran difusión y se perfeccionó con el uso de un arco y una cuerda que permitió un giro de mayor intensidad. El sistema de percusión estuvo en uso hasta ser reemplazado por los fósforos en el siglo XIX. Un método de gran difusión fue por percusión entre dos materiales uno con componente de hierro, un *eslabón* y el otro un pedernal de sílex, las chispas *(yescas) que* se producían son contenidas con un material muy combustible que actúa de *cebo.*



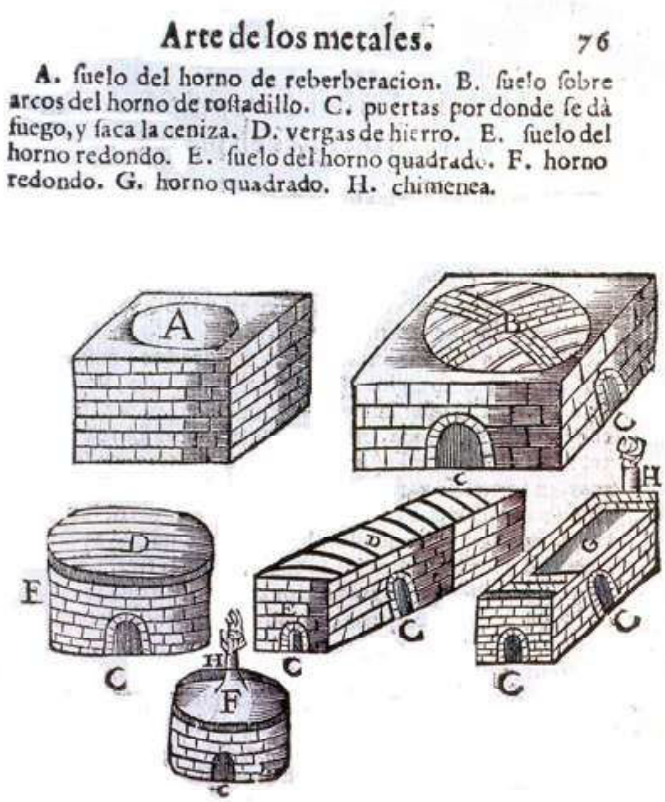
El hombre fue experimentando con ***la capacidad del calor para transformar el estado de muchos materiales*****,** especialmente al cocinar los alimentos y de esa forma facilita su ingesta y la digestión. Un modo de orientar el calor en dirección a lo que se quería cocinar fue agregando algunas piedras alrededor del fuego y se aprendió a controlar un fenómeno de gran utilidad. Luego la idea de un espacio cada vez más cerrado llegaría al horno, que permitía con mucho menos combustible temperaturas más altas, con lo que fue posible transformar materiales relativamente estables como algunos minerales. Esto fue dando forma a muchos de los procedimientos de la metalurgia.

Las áreas de cocinar serían los primeros laboratorios. La transformación resultó en un cambio de las formas mientras que la transformación química cam-

(arriba) Primitivos tipos de horno usados en el cercano oriente. (abajo) Horno de piedra para cocinar. Las tortas se horneaban con el calor que contenían las piedras. Horno con cúpula cerrada para la cocción de utensilios cerámicos

bió la entidad de la materia con el resultado de nuevas propiedades. Para estos procesos de transformación de la materia hizo falta del conocimiento tecnológico. Se consolidó a partir de observar los fuegos y sus consecuencias sobre los materiales.

El fuego es un proceso químico de acción rápida: la oxidación necesita de gran cantidad de oxígeno contenido en el aire para su desarrollo.
De ahí la fundamental importancia que tuvieron los artilugios para insuflar oxígeno en la combustión: desde el usar la fuerza del viento con los hornos cerámicos situados en las laderas de las montañas, hasta los fuelles de piel, necesarios para la fundición de metales, o los fuelles combinados desde el siglo XVII, que producían un flujo continuo de aire. En las frías zonas nórdicas, la cocina es el lugar de reunión de la familia, rodeando un fuego central que permitía un ambiente habitable en invierno. El humo simplemente se escapaba por entre las tejas o algún hueco en la cubierta.


Arte de los metales. 76

A. ſuelo del horno de reberberacion. B. ſuelo ſobre arcos del horno de toſtadillo. C. puertas por donde ſe dà fuego, y ſaca la ceniza. D. vergas de hierro. E. ſuelo del horno redondo. E. ſuelo del horno quadrado. F. horno redondo. G. horno quadrado. H. chimenea.

(arriba) En las primeras tecnologías, para poder extraer un metal se usaba un simple horno circular semienterrado donde colocaban el mineral (malaquita) molido y carbón vegetal para alcanzar una temperatura adecuada (+ de 800º) que permitía separar el metal del mineral. Necesitaban insuflarle oxígeno por medio de unos conductos con la punta cerámica; como resultado en el fondo del horno quedaban concreciones de cobre. (abajo) Distintos tipos de hornos usados en el siglo XVI.

(arriba) Fundiendo bronce en el imperio antiguo en Egipto, usando tubos con punta cerámica para insuflar aire. Bas. pintura S.XVII a.C. Siglos después usaron fuelles de cuero o vejiga. (izquierda) En México un Teocuitlapitzqui sopla con un conducto dentro de las brasas para aumentar la temperatura para fundir el oro. Se puede ver el glifo (símbolo) del oro entre las brasas. En los primeros tiempos de la conquista, los españoles se apoderan de los tesoros de los gobernantes indígenas. (abajo) Orfebres hindúes de la casta de Brahmanes. Es interesante comparar cómo pueblos muy distantes usan métodos similares para el manejo de los metales.

Del hierro y los herreros

Desde la antigüedad se encontraba el hierro en forma casi pura, de origen meteórico y fue utilizado mucho antes de saberlo reducir desde el mineral. En las culturas antiguas el oficio del herrero, tenía mucho que ver con un *«mundo trascendente»* manejado por hechiceros o magos. Saber el modo de transformar los minerales (piedras singulares pero piedras al fin) en herramientas metálicas con nuevas capacidades de *«duración, flexibilidad»* y de *«conservar los filos»*, junto con el manejo del fuego para lograr esos cambios, los convertía en personas importantes y constituían en general una casta aparte en las comunidades.

Para procesar el mineral del hierro necesitaba grandes cantidades de madera para combustible. *«Se colocaba el mineral al parecer dentro de un gran tronco de árbol ahuecado recubierto de piedras y lodo; y se activaba la combustión mediante unos tubos cilíndricos por los que se lanzaba aire producido por fuelles movidos con el pie probablemente o con la mano según lo presenta el libro de Agrícola... el metal fundido caía en depósitos de piedra y los pedazos al rojo se sacaban con grandes tenazas para ser machacados en yunques". (1)*

En la antigüedad la obtención de hierro se hacía calentando el mineral y luego forjando por martilleo, era una operación que permitía una producción reducida. El hierro en estado puro no tiene suficiente resistencia mecánica, por lo que el material que se usa es una aleación, donde se combinan distintos componentes, con los que resultan sus cualidades de trabajo. Para que el hierro fuera apto para armas, armaduras, herramientas, etc., era necesario someterlo a un tratamiento de descarbonización, posterior a la fundición. El hierro con un alto contenido de carbono e impurezas no permitía afilar lo suficiente las armas o herramientas. Esto fue superado cuando se conoció el método de la *"cementación"* (1400 a.C.) que consistía en calentar y forjar el hierro en presencia de carbón vegetal que incorporaba carbono en la superficie. Otras formas de endurecer el metal (500 a.C) fue el templado con agua.

Durante la Edad Media toma mayor auge la minería y el trabajo de los metales en el centro de Europa, Inglaterra, Suecia, etc. La metalurgia progresó

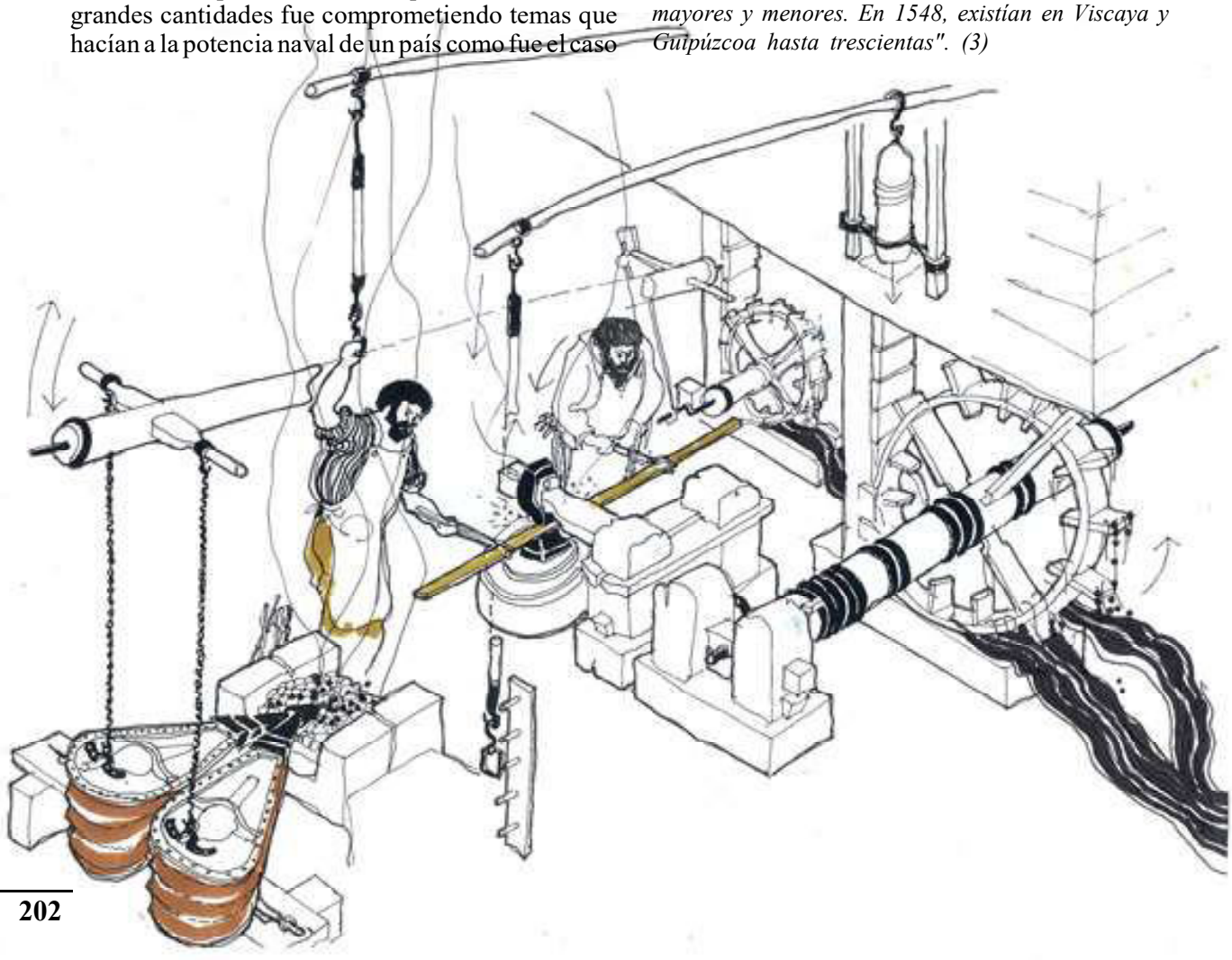
Herrería en Grecia (siglo V a.C.) con fragua y yunques donde se forjan herramientas y armas de hierro. Los fuelles están construidos con bolsas de cuero o vejigas animales que se accionan a mano alternativamente

fundamentalmente en el trabajo del hierro... *«Las formas más antiguas de fundir el hierro continuaron utilizándose a lo largo de la Edad Media…la forja catalana, como un tipo más simple de horno corso continuaron en uso conjuntamente con el stückofen, horno básicamente de origen romano… este es un horno de unos tres metros o más de alto en el que elmineral se verá sometido a reducción ininterrumpida con carbón vegetal»(2).*

A partir del siglo XVIII se utilizó la energía hidráulica para moler los minerales y para accionar los fuelles. Al mejorarse los sistemas de oxigenación con los fuelles, se obtuvo mayor temperatura en los hornos, los que debieron perfeccionarse para poder resistirla. Para el trabajo del hierro se utilizaban ampliamente las forjas hidráulicas. Entre el siglo XIII y el XV gracias a más altas temperaturas se pudo hacer fundición de hierro, abriendo las grandes posibilidades de dar *formas por moldeo*. Una consecuencia de la demanda de combustibles para la fundición que los consumía en grandes cantidades fue comprometiendo temas que hacían a la potencia naval de un país como fue el caso de Inglaterra. La madera era el material fundamental en la construcción de buques.

El carbón mineral se comenzó a usar para fines domésticos y luego, ante la escasez de combustible vegetal, se extendió a la industria. Para la incorporación de las grandes cantidades de oxígeno que necesita la combustión, se usaron fuelles en forma de corazón, los que estuvieron en uso desde el siglo XII hasta el siglo XIX. Los fuelles se fabricaban con madera y cuero y tenían en su interior una lengüeta que actuaba de válvula. En el siglo XIV se desarrollará la combinación de un par alternado de fuelles que producía un flujo constante de aire. Con una mejor oxigenación puede ser más grande el tamaño de los hornos.

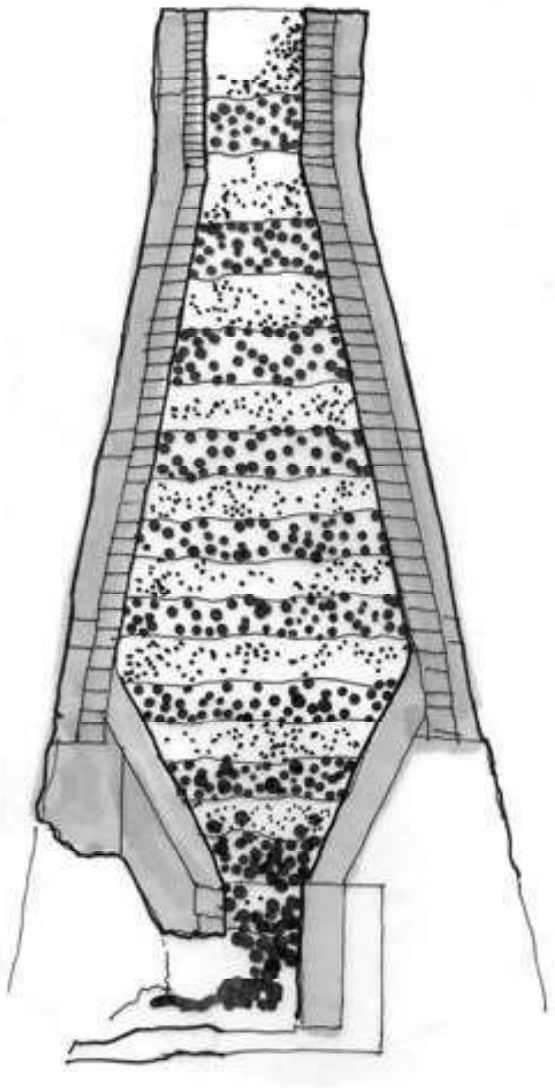
En España se difundieron los martinetes a partir de 1540 "y lo normal era que trabajaran por cada uno de los fundidores (Urzallak) un tirador de barras (ljelia) y un desmenuzador de la vena quemada llamado (Gatzamallea) aunque había ferrerías mayores y menores. En 1548, existían en Viscaya y Guipúzcoa hasta trescientas". (3)



En el centro de Europa se construían hornos de ladrillo o piedra, combinados en general con el uso de energía hidráulica. ...*"Tenían 3 m. de alto y consistían en un túnel circular o cuadrangular de unos 60 cm. de ancho en su cúspide y base, pero se ensanchaba en el medio hasta 1,50 m.más o menos. Ese horno podía producir 40 ó 50 toneladas de hierro por año, el triple de la cantidad producido en las fraguas de forja." (4)*

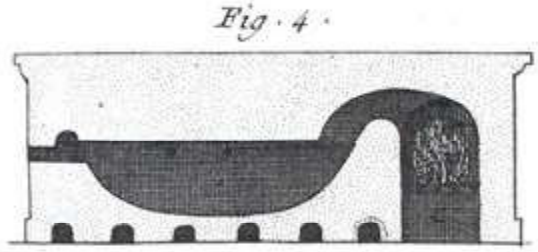
Durante el Renacimiento se produjo un notable desarrollo industrial en Europa, con un creciente uso de los metales en reemplazo de la madera. La minería ocupaba a miles de familias formando poblaciones importantes. Carlos V estimaba en cien mil las personas ocupadas en minería y metalurgia en su imperio. En Inglaterra, el consumo de hierro, necesario para enseres de granja, la construcción de navíos, y las armas de guerra, fue en aumento, y se desarrolló un significativo comercio internacional, importándolo desde las provincias vascas de España, Hungría, Suecia, Italia, norte de Francia y los Países Bajos. En la Europa medieval se lo trabajaba reduciendo el mineral en unas especies de hornos conocidos como *«forjas catalanas»* de donde resultaba un tocho de hierro y gran abundancia de impurezas (escorias) que se terminaban de expulsar mediante la forja... Luego esos tochos eran reducidos mediante forjas accionadas por energía hidráulica hasta lograr las formas necesarias al herrero: chapas, *platinas* (planchuelas) o *quadradillos* (barras). Hasta el desarrollo de los altos hornos y el consiguiente abaratamiento del hierro, éste era considerado un material costoso usado por su dureza en la fabricación de armas, herramientas o en las elaboradas armaduras, donde era insustituible. El hierro es un material que se encuentra en la naturaleza combinado en minerales complejos que tenían una gran dificultad para su uso. Su alto grado de fusión hizo que no fuera posible producir hierro fundido hasta el desarrollo de los altos hornos en el siglo XVII.

«Antes del siglo XVI la mayor parte del hierro dulce se había obtenido en Inglaterra directamente del mineral mediante el así llamado proceso de forjado en pequeñas fraguas, cuya construcción era poco costosa; fue raramente la producción mayor de veinte toneladas anuales, que requería pocos instrumentos y herramientas y ningún edificio fuera de la misma fragua y que pocas veces empleaba más de media docena aproximadamente de colonos de señoríos (...) *entre 1540 y 1640, el proceso de fabricación de hierro tomó una forma más capitalista (...) el mineral pasó a ser fundido por lo general en altos hornos». (5)*



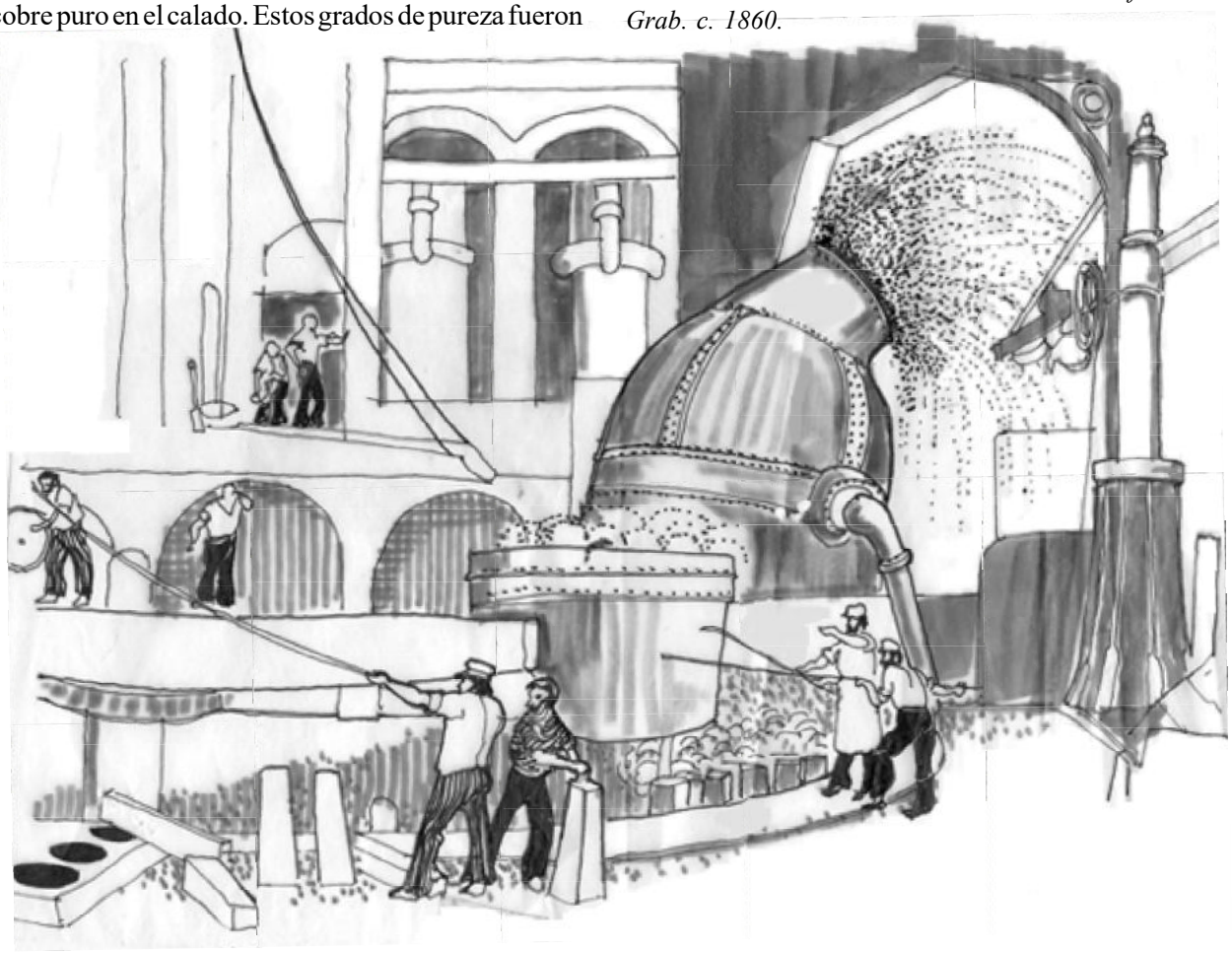
El alto horno alimentado con carbón mineral (1709) permitió un aumento de la producción de hierro. Estos hornos llegan a los nueve metros de altura y se cargaban por la boca superior.

En 1708 para la fundición se usaba el vaciado en arena. En 1740, se producía acero en un crisol. La fundición del mineral del hierro se producía en un alto horno compuesto por dos partes , la superior (cuba) y la inferior (etalaje) en esa estructura vertical, abajo se encuentra el crisol que recogía la fundición líquida donde sobrenadaban las escorias. Por la boca superior (tragante) se colocaban capas alternadas de carbón y mineral de hierro lo que permitía un proceso continuo limitado por los trabajos de mantenimiento del horno. Los nuevos procesos de la siderurgia permitieron producir aceros baratos en Norteamérica por medio del carbón de madera. A partir de 1840 se produjo acero de cementación.



El avance tecnológico abarataba la producción de acero fundido. A partir de 1853 Bessemer incorporaba un revolucionario procedimiento con la conversión directa de la fundición de acero mediante una corriente de aire que elimina el carbono (1856). Un avance importante se debió al procedimiento inventado por Wilkinson que permitía batir el hierro colado, eliminando de esa forma, una parte del carbono. Se obtenía así un metal barato y de resistencia comparable a la del hierro forjado. En las capacidades de la electricidad se incorporan tipos de metales con un mayor refinamiento como el usado para afinar placas de cobre (Elkington 1865) usando ánodos que se introducían en cubetas con una solución de sulfato de cobre. Así se obtenía cobre puro en el calado. Estos grados de pureza fueron fundamentales para la confección de cables. Otro material, el aluminio, escaso por lo engorroso de su reducción por procedimientos químicos (1845). Por esa época el Emperador Napoleón III encargó la fabricación de cucharas para los banquetes que daba. Recién en 1886 se desarrolla el sistema de extracción de aluminio con el método electrolítico de la alúmina. El alto consumo, alrededor de 2000 Kw. por tonelada, indujo a la instalación de las fundiciones aledañas a las represas hidroeléctricas.

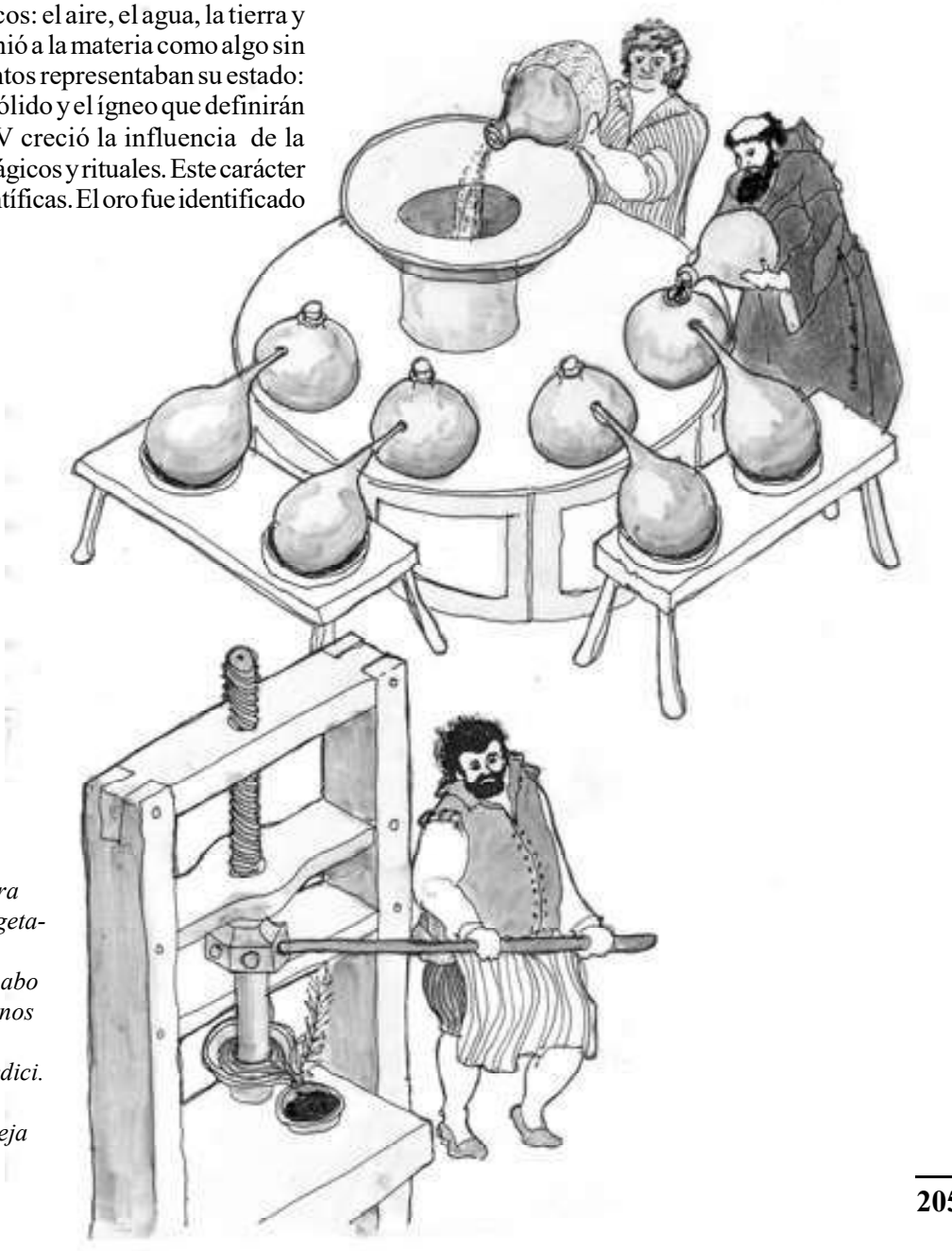
(Arriba) Antiguo horno de pudelar siglo XVIII. El refinado se hacía eliminando por oxidación las materias indeseables por inyección de cine o por incorporación de escorias ricas en oxígeno. (Abajo) Convertidor basculante desarrollado por Bessemer. Tenía las toberas cónicas de material refractario arriba separadas del metal fundido. Luego se giraba el convertidor quedando las toberas abajo generando una corriente de aire a través de la masa fundida. Grab. c. 1860.



El calor y la alquimia

La alquimia se practicó desde la antigüedad; en Egipto era un conocimiento reservado y controlado por los sacerdotes y el monarca, siendo castigada la difusión de sus secretos que se conservaban en libros de difícil interpretación.

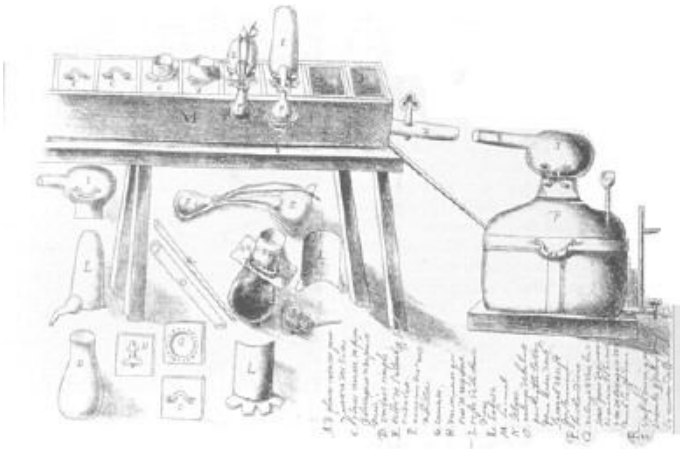
En China también se practicaba en el siglo II a.C. El alquimista Go-Hung escribió un tratado sobre los modos de fabricar *la piedra filosofal.* Los árabes dieron un gran impulso a su conocimiento, basada en los alquimistas griegos. La alquimia griega se sustentaba en cuatro elementos básicos: el aire, el agua, la tierra y el fuego. Aristóteles definió a la materia como algo sin forma y los cuatro elementos representaban su estado: el gaseoso, el líquido, el sólido y el ígneo que definirán su esencia. En el siglo IV creció la influencia de la astrología, los aspectos mágicos y rituales. Este carácter reducirá las bases más científicas. El oro fue identificado como el sol. En Alejandría, entre los alquimistas, trataban de falsificar metales preciosos: conocían cómo cambiar la apariencia de los metales con ácidos o cubriéndolos con barnices. Sabían modificar la ley del oro mediante aleaciones con otros metales. En España se produjo el puente entre la alquimia musulmana y la occidental. La alquimia tiene en occidente una mayor difusión después de las cruzadas. Luego como consecuencia de la apertura del pensamiento en el Renacimiento se irá abriendo el camino a la química con la incorporación del método científico. El oro filosofal era uno de los objetivos de los alquimistas, otro el elixir de la longevidad.



Al fondo una gran destilatorium, prensa para extraer el jugo de los vegetales. La alquimia fue una práctica que llevaron a cabo muchos personajes, algunos de altísimo nivel como el Duque Francisco I de Médici. Pintura de Jan Van Der Straet (1570). Palacio Vieja Florencia

(arriba) Los aparatos, hornos y alambiques están construidos con material resistente a las altas temperaturas (cerámicos, vidrio y cobre) las estructuras son de madera. Los árabes destilaban perfumes, esencias y aceites medicinales a partir de muy diversas plantas animales o minerales. Diversas actividades en el proceso de la destilación. Bas. Destilatio de Joan Stradanus. BN Madrid. (abajo) Destilador S. XVI.

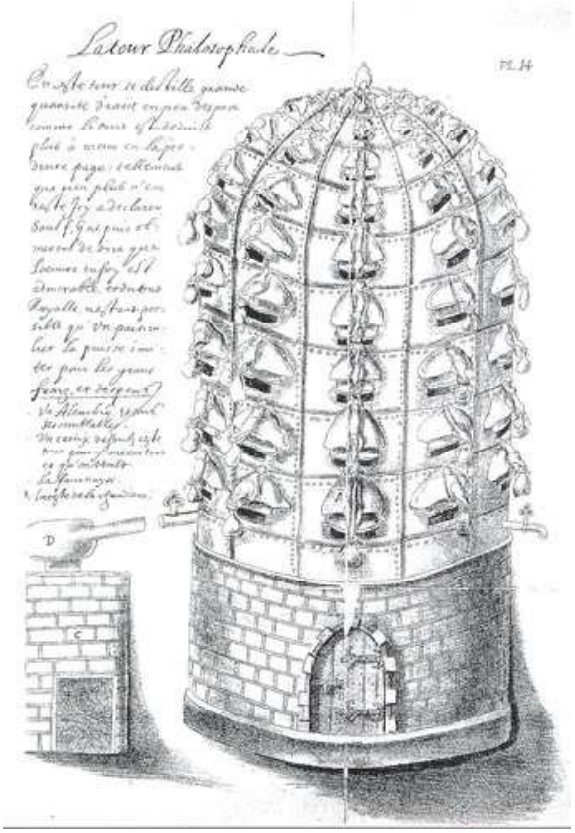
*Los alquimistas buscaban conocer un modo de transformación amparando las enseñanzas de extrañas sectas o la de los monasterios; entre ellos había una gran cantidad de investigadores. Es*a búsqueda empírica basada en la experimentación fue el origen de numerosos descubrimientos que en el siglo XVII y XVIII darán base a la química, mientras transmitían sus «*misterios»* por iniciación.

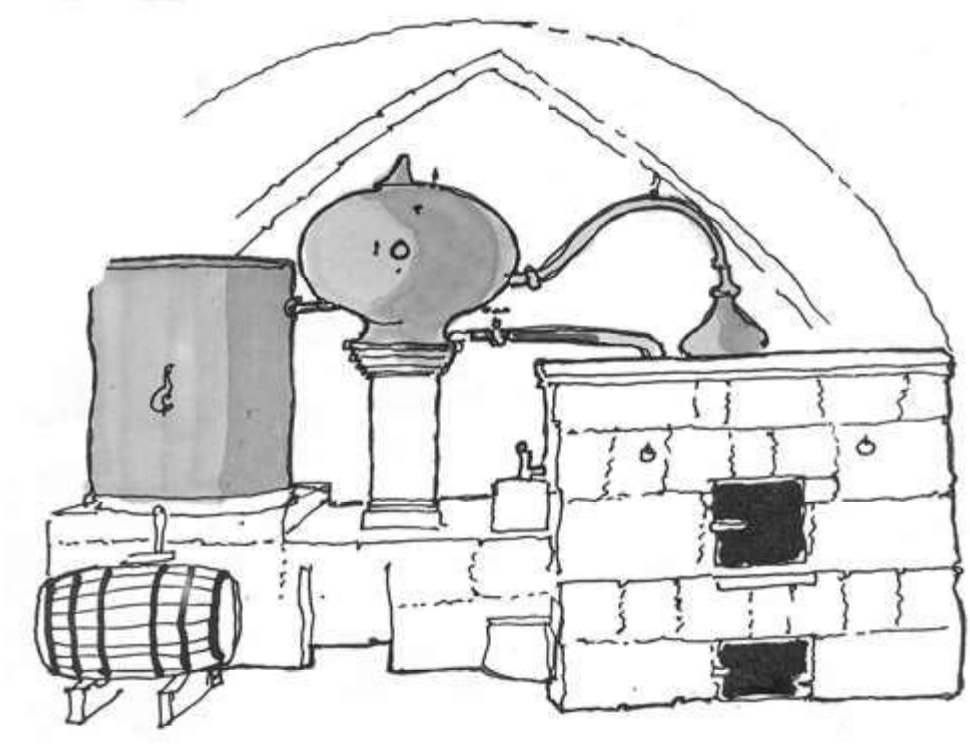


Creían en la unidad de la materia, simbolizado en el dragón que se mordía la cola y que aparece constantemente en la iconografía de la época.

Veían en los metales un proceso de «*perfeccionamiento hacia otros más nobles»,* y se creía que este proceso estaba regulado por los astros. La piedra o polvo filosofal incorporado a metales fundidos los debería transformar en oro. La *«destilación de los alcoholes».* También se descubrieron por «*sublimación»* o purificación de algunas sustancias como el «*arsénico blanco»* y *«el sulfuro» e* infinidad de otros productos salieron de esta forma de investigar, que unía una cosmovisión determinada a los procesos de «*transformación».* Luego de las nuevas ideas del conocimiento y la razón, la alquimia derivó en el siglo XVII hacia la medicina y la farmacopea. Los alquimistas, en la búsqueda de la sustancia que permitía la transformación de una materia en oro, pensaban que «*ésta debía ser roja...»* relacionada con el extendido uso del mercurio que mezclado con el azufre era el *«cinabrio»* de color rojizo claro. La búsqueda de transmutar los metales se desarrollaba alrededor de dominar el tiempo que se creía como fundamental para

acelerar las transformaciones se creía que el medio sería la piedra filosofal. Se creía que sometiendo las materias al calor, lograrían realizar la transmutación, al incorporarles la *«semilla de oro».* (piedra filosofal); ésta sería una forma de catalizar todos los materiales que terminaban su maduración. En la región de la Mesopotamia asiática, había una gran cantidad de yacimientos de petróleo en la superficie. Los asirios y luego los babilonios conocían los escapes de gas. Al líquido inflamable lo conocían como nafta. Las partes más sólidas, como las rocas asfálticas, eran consideradas de utilidad para la preparación del betún. Este era usado para pegar ladrillos, calafatear barcos y formar capas aislantes. En el siglo XVIII se conocían las formas de varios ácidos y nítridos (sulfatos). Entre los descubrimientos que tuvieron origen en las formas de los alquimistas están las del árabe Geber que da la fórmula para preparar agua fuerte y el agua regia (ácido clorhídrico y nítrico); también cómo llegar a fabricar acero; el uso del bióxido de manganeso para fabricar vidrio y a partir del vinagre, concentrar el ácido acético. También tuvo uso medicinal. Los romanos extraían el betún como alquitrán derivado de la fabricación de carbón vegetal. En Medio Oriente desde hacía 2000 años se usaba un simple método para destilar hidrocarburos de algunas tierras. Casi a flor de tierra, resultaba una especie de kerosene calentándolo a 80º. A partir del Renacimiento, con las destilaciones del crudo se fabricaron lubricantes, pinturas y barnices; también se usa como combustible de algunas lámparas.



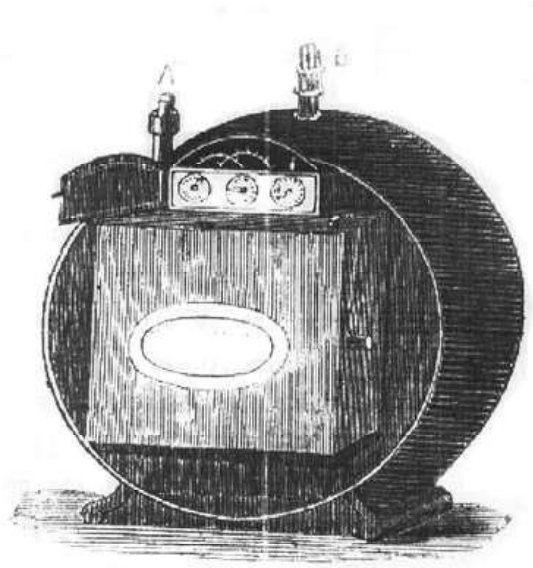


(arriba) Torre filosofal de más de 6 m. de altura con 120 alambiques que podían producir 100 kilos de destilados de origen vegetal. L' Hermitte. El Escorial s. XVI. (abajo) En el siglo XII se descubre la destilación de alcoholes ampliando muchos productos como los perfumes o bebidas alcohólicas. Alambique para la destilación de cognac. Francia. S. XVIII.

En Inglaterra se producía a partir de las pizarras bituminosas, dando como resultado trementina y pez (p. siglo XVIII) por esos años se desarrolla el «*mástic asfáltico*» (1712).

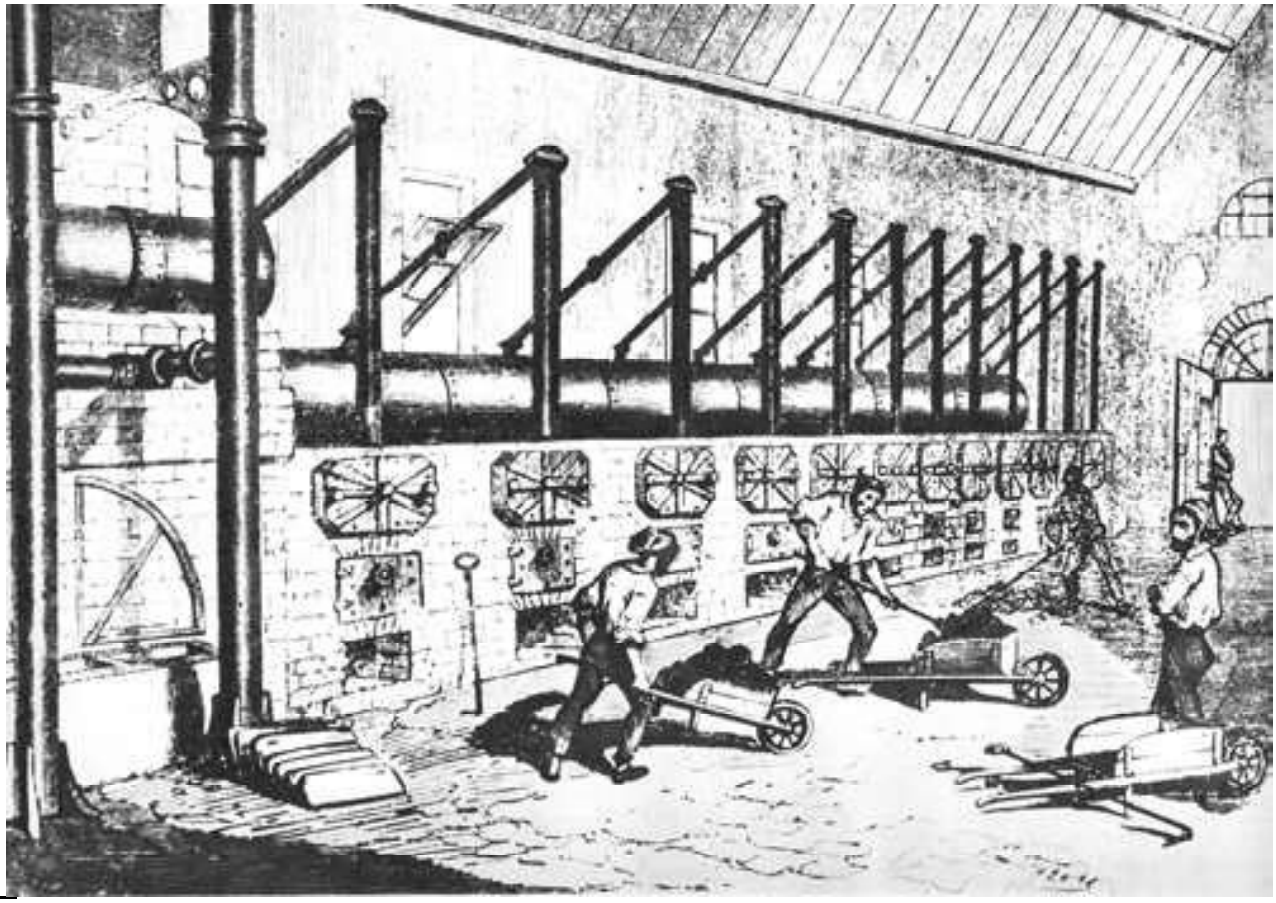
El carbón tuvo distintas aplicaciones en el uso como gas (mediante destilación) para el alumbrado desarrollado por Murdock a fines del siglo XVIII. Los componentes orgánicos, que están formados en su mayoría por compuestos de carbono, fueron desarrollados a mediados del siglo XIX por el químico alemán August W. Von Hofman quien investiga las posibilidades de uso del alquitrán de hulla que hasta ese momento era sólo un residuo de la fabricación del gas de alumbrado. Al tratarlo con ácido nítrico resultó el nitrobenceno que reducido daba una anilina de bajo costo.

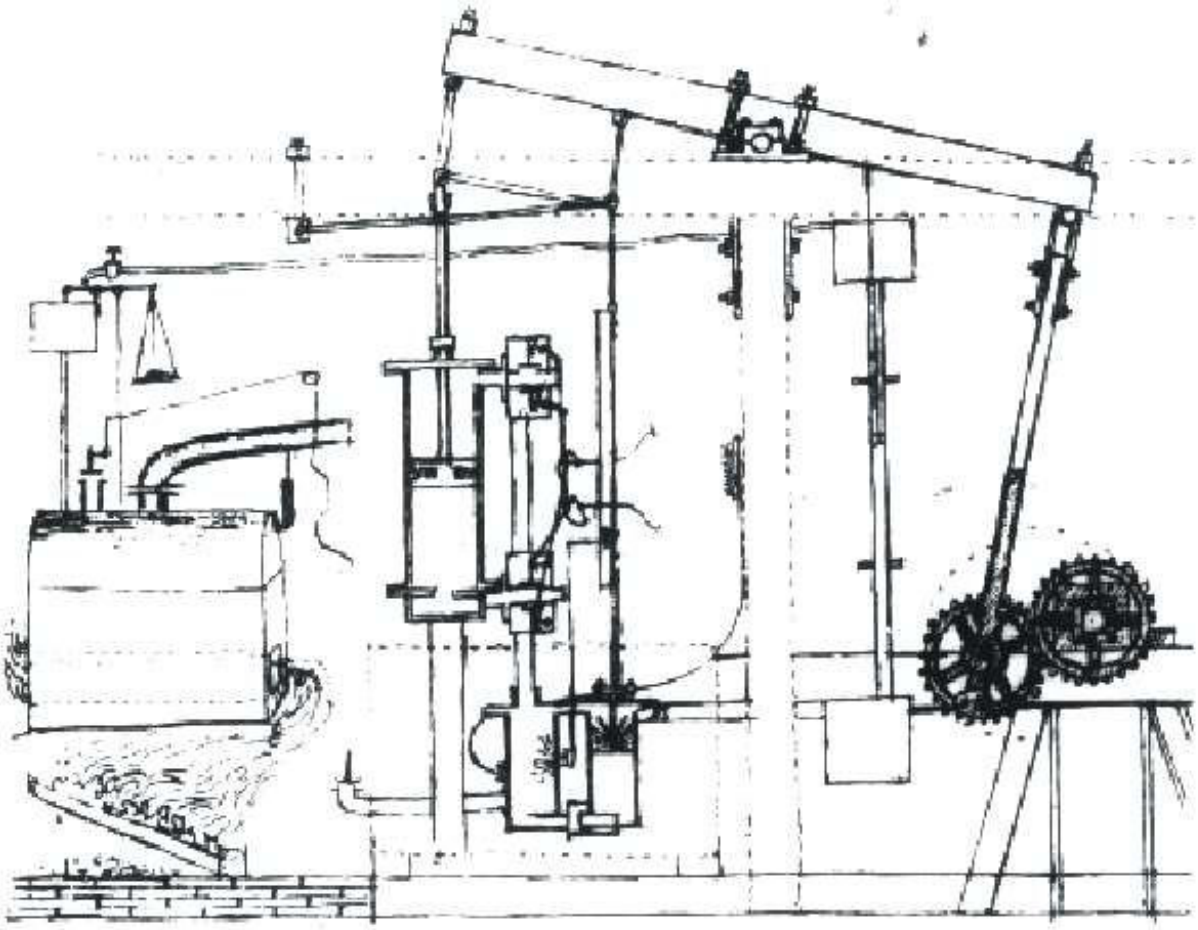
En 1857 Perkins desarrolla la *púrpura de anilina o malveína* que tendrá una gran aceptación en la industria textil. Los nuevos colorantes sintéticos, en gran parte desarrollados por la industria química alemana, resultaron más económicos que los naturales que se usaban desde la antigüedad.



(arriba) A fin de poder evaluar el consumo de gas se inventó el contador. (abajo) Al carbón mineral se lo destilaba a 900º descomponiéndose en hidrógeno, oxígeno y gas de alumbrado, alquitrán. Fábrica de gas. c.1840. Inglaterra.

.





DE LOS FIERROS Y LA ENERGÍA TÉRMICA

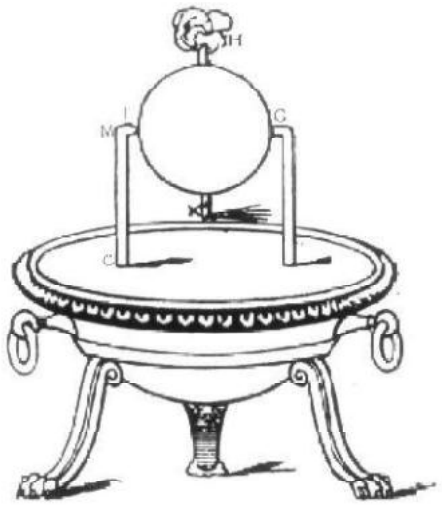
(Pág. anterior) Máquina de Watt de doble efecto y rotación dibujado por G. Reichenbach en 1791.

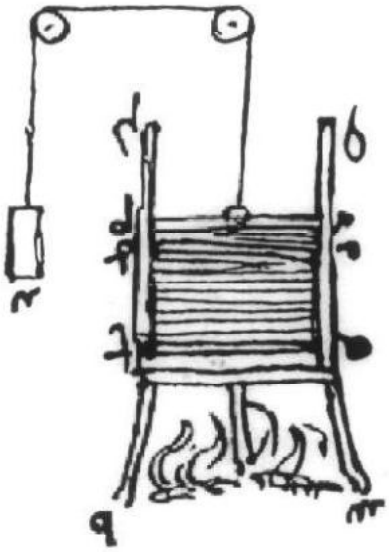
Notas

1- Clough B. Shepard, Moodie G. Carol. Historia económica de Europa. Edit. Paidós. Bs. As. 1986.
2- Mumford Lewis. Técnica y Civilización. Ed. Alianza Universidad. Madrid, 1982.
3- Kettering y Allen Orth. Cit. Zimmerman Erich W . Introducción a los recursos minerales mundiales. Ed. Oikos. Tau S.A. Barcelona, 1964
4- Mumford Lewis. Op.cit.
5- Derry T. K. y Trevor I. Williams.Historia de la Tecnología. Ed. Siglo XXI. Madrid 1970.
6- Derry T. K. y Trevor I. Williams. Op.cit.
7- Jellicoe Geoffrey y Susan. El paraíso del hombre. Ed. G. Gilli S.A. Barcelona 1995.
8- Munford Lewis. Op.cit.
9- Nef John. La conquista del mundo material. Ed. Paidós. Bs. As. 1969.
10- Tandy Cliff. I.E.A.L. Madrid 1979.
11- Munford Lewis op. cit.
12- Jellicoe Geoffrey y Susan. op. cit.

Energía y su aplicación

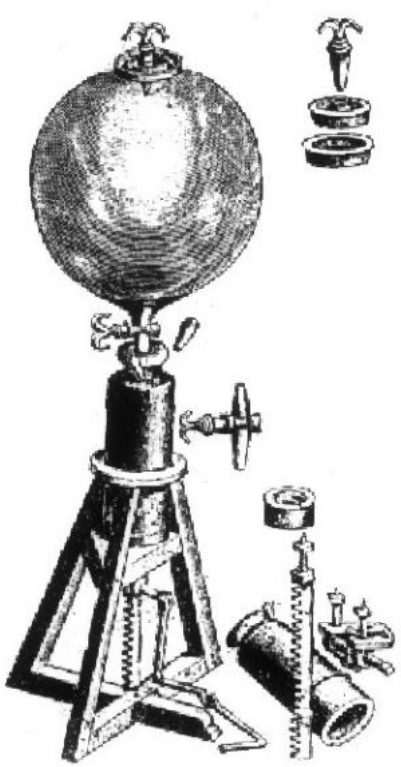
La técnica tuvo un buen desarrollo en el período helenístico. Uno de sus impulsores fue Herón de Alejandría (siglo I a. C.); entre sus propuestas se encontró una bomba *impelente*, otra para apagar incendios, un órgano hidráulico, una catapulta que era impulsada por aire comprimido y una máquina a vapor. Muchos de estos aparatos estaban muy adelantados a su tiempo. ***La sociedad aún no tenía las condiciones de desarrollo y necesidad como para aprovechar estas ideas***, conspiraban la abundancia de mano de obra y el bajo nivel de los requerimientos de la sociedad de la época; todo ello hizo que no pasaran del nivel de ingeniosas curiosidades o juegos. Una máquina conocida como *El Espirit* era accionada por la presión de gases o líquidos como el aire, el vapor o el agua. Se conocían bombas elementales como la jeringa o una bomba aspirante-impelente (siglo III a.C.) basada en un cilindro y un pistón que se desplazaba dentro; también se conocía el efecto de los vasos comunicantes.



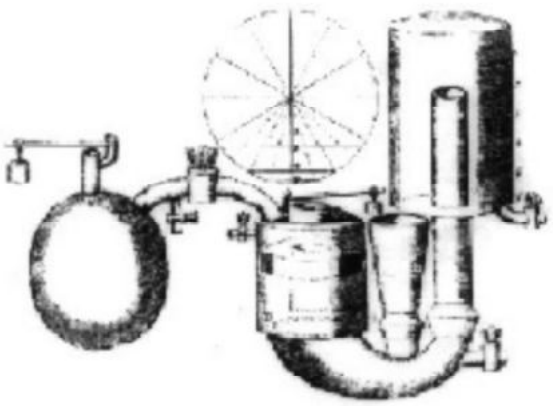


(arriba derecha) Propuesta de máquina de fuego por Leonardo Da Vinci. Siglo XV, un diseño que se anticipaba a la máquina de vapor (abajo).Eolipila de Herón: en la caldera inferior se forma el vapor que al salir por el orificio de la esfera lo hace girar sobre su eje.

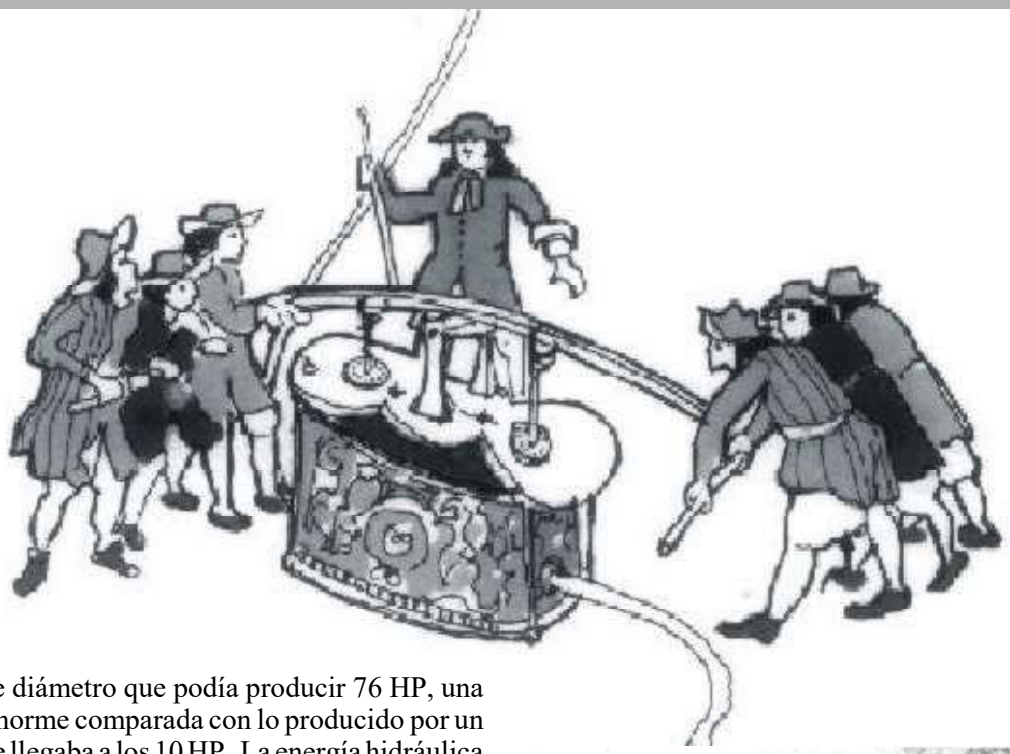
Las necesidades tecnológicas de la época eran relativas y muchos conocimientos científicos no fueron trasladados a una aplicación práctica. Herón clasificaba a estos desarrollos como *máquinas espirituales* junto con las *semovientes* (poleas, contrapesos, ruedas). Una forma de concentración de la energía fue el uso de espejos propuestos por Arquímedes para quemar las naves romanas que bloqueaban a la ciudad de Siracusa. *Herón propuso un ingenioso aparato para transformar el calor en movimiento:* la *eolipila.* Estaba basada en el principio de acción y reacción del vapor generado en un recipiente cerrado. Desde su base salían dos tubos opuestos que hacían girar la esfera. Pasarían dos milenios para que este principio fuera enunciado por Isaac Newton. Un largo camino se recorrió en la evolución del vapor y su capacidad energética para ser usado en forma práctica. Leonardo Da Vinci, a fines del siglo XV, entre los muchos inventos que propuso, desarrolló una máquina de vapor formada por un cilindro bajo el cual se colocaba fuego; al expandirse los gases (vapor) éstos empujaban el émbolo hacia arriba que se equilibraba por medio de un contrapeso. En 1615 Salomón de Caus pudo ***diferenciar la naturaleza del aire de la del vapor*** y también definió la condensación por medio del enfriamiento. En 1654 el alemán Otto Von Guerricke experimentó con la presión atmosférica uniendo dos esferas en cuyo interior se había producido el vacío. Por medio de cuerdas atadas a ocho caballos trató de separar las semiesferas pero no lo logró.



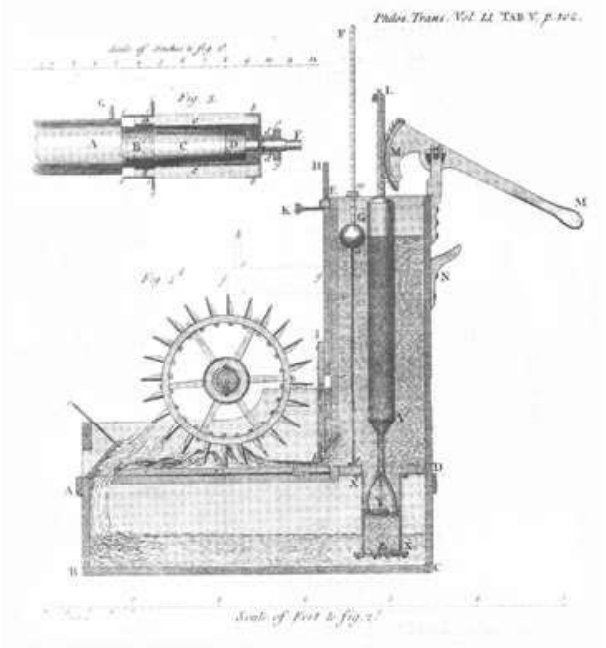
Para poder desarrollar estos experimentos y generar el vacío fue necesario el desarrollo de bombas perfeccionadas. ***Todos estos pasos fueron abriendo el camino al uso de la presión de los gases como el vapor para producir energía.*** Huygen experimentó con la expansión de los mismos producidos por la combustión de la pólvora dentro de un cañón. En 1690, un sabio francés, Denis Papin, desarrolló un mecanismo donde la presión del vapor del agua empujaba un émbolo. Cuando el vapor se enfriaba, el émbolo por la presión atmosférica volvía a su posición de origen. El enfriamiento se producía al retirar el fuego. La máquina de Papín sentó el concepto de máquina de vapor. La expansión de la minería y sus necesidades técnicas actuaron como un fuerte impulsor al desarrollo de mecanismos que permitirán sacar de las minas inundadas el agua, así como el mineral, de las más profundas. Se usaban engorrosos sistemas movidos por animales con malacates, tornos, norias de cangilones o tornillos de Arquímedes. Sistemas en su mayoría limitados a medida que aumentaba la profundidad. Las bombas de fuego fueron un mecanismo usado para elevar el agua y un antecedente de los sistemas de las bombas de vapor. El uso de los nuevos mecanismos encontró un terreno fértil en Inglaterra que estaba consolidando las bases para la Revolución Industrial. *"Hacia el siglo XVIII los europeos disponían de aparatos a los que, en escala relativamente grande, se le podía aplicar la energía de fuentes mecánicas: el torno de hilar, los ascensores de las minas, las bombas, los fuelles, las muelas, los batanes. Además ciertas formas de energía mecánica extraídas de molinos de viento, ruedas hidráulicas y bombas atmosféricas ya habían sido aplicadas. Sólo en el siglo XVIII, el carbón y el vapor se convirtieron en importantes fuentes de energía para accionar las máquinas".(1)* ***Thomas Newcomen inventó en 1712 una rudimentaria bomba de agua utilizando la capacidad energética del vapor de agua confinado.*** Era una máquina que pese al alto consumo de combustible, tuvo una amplia difusión en las minas. Fue un sistema limitado por no haberse desarrollado el mecanismo para transformar la ***energía direccional en rotativa***. Esta limitación indujo a buscar soluciones, algunas muy complejas, como el uso de la máquina de Newcomen para bombear agua. En 1769 se patentó el sistema de la biela. Las primeras máquinas tenían un ritmo de 6 movimientos por minuto. Luego cuando se perfeccionaron llegaron a 12. Trabajaban a presión atmosférica y su potencia podía ser aumentada al agrandar el diámetro del cilindro y el recorrido del émbolo. ***Smeaton en 1769 estudió científicamente los motores desarrollados por Newcomen llegando a precisar las relaciones entre potencia, diámetro de los cilindros, capacidad de trabajo, la dimensión de las calderas y combustible.*** A partir de estos conocimientos se pudieron optimizar los componentes de las máquinas, llegando a construir una con un cilindro de



(arriba) Máquina neumática de Boyle. (abajo) Bomba de vapor desarrollada por Papín, 1706. Está compuesta por una caldera con una válvula de seguridad en la parte superior, en la parte central el cilindro y su émbolo, y a la derecha una cámara de aire. (pág. siguiente arriba) Probando una nueva bomba de agua de accionamiento manual Bas. Grab. 1690 (abajo)Dibujo de Rembrandt donde se puede ver una bomba de mano usada para extraer agua. En la época estaban construidas de madera y tenían sopapas de cuero en el émbolo.

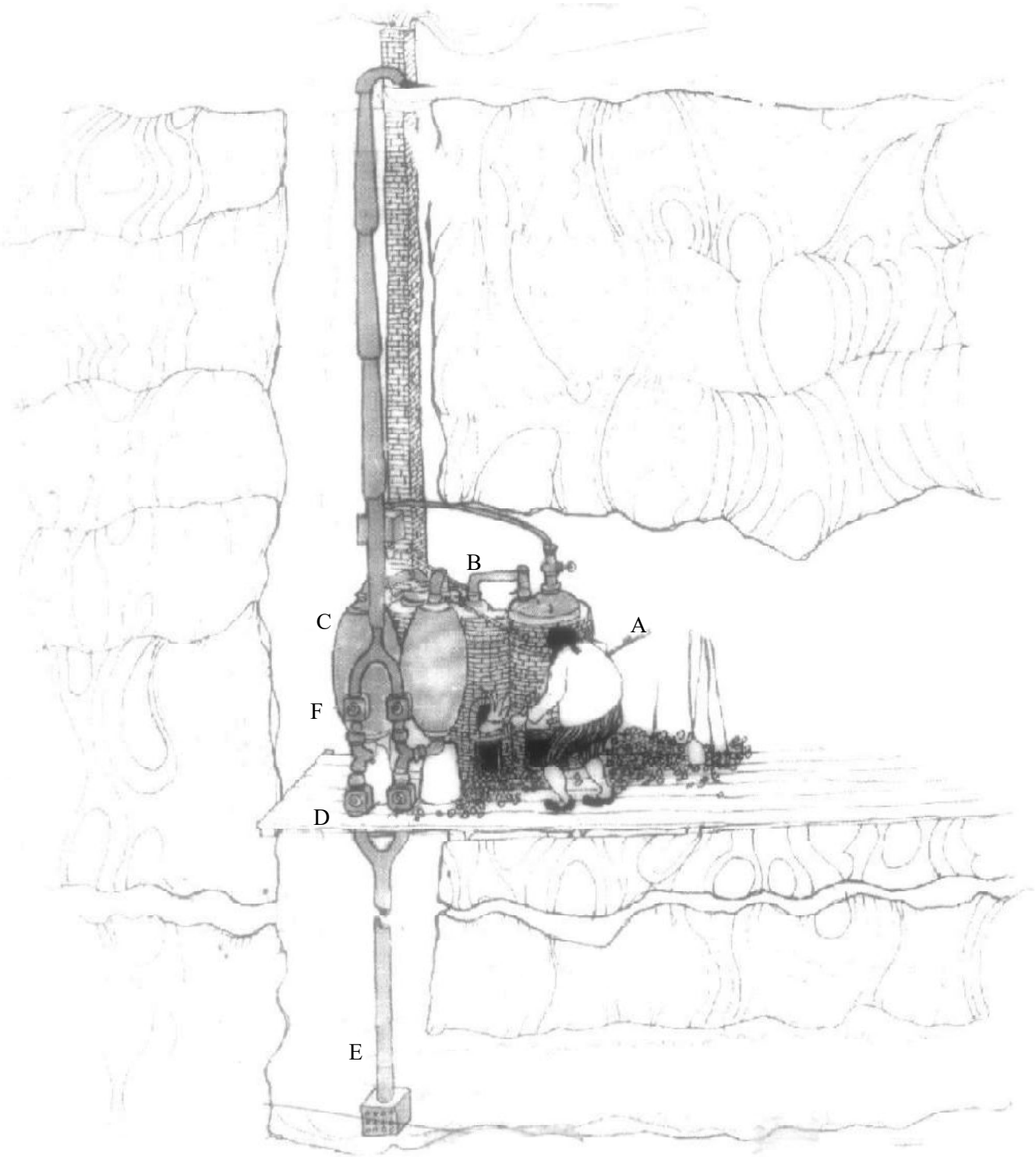


180 cm. de diámetro que podía producir 76 HP, una potencia enorme comparada con lo producido por un molino que llegaba a los 10 HP. La energía hidráulica aprovechaba los cursos de agua donde había desnivel, y esa era una gran limitación que será superada más tarde por la energía producida por el motor a vapor, alimentación con leña o carbón obtenidos localmente o traídos de otros lugares. El vapor, nueva forma de energía, ***flexibilizó*** la ubicación de los centros productivos y tendió a la concentración territorial. Ésto posibilitó el uso de grandes máquinas que excedían la capacidad operativa de la energía animal. Se las usó para mover arados desde puntos fijos, para aserrar, para mover ejes motrices en fábricas, para trilladoras,

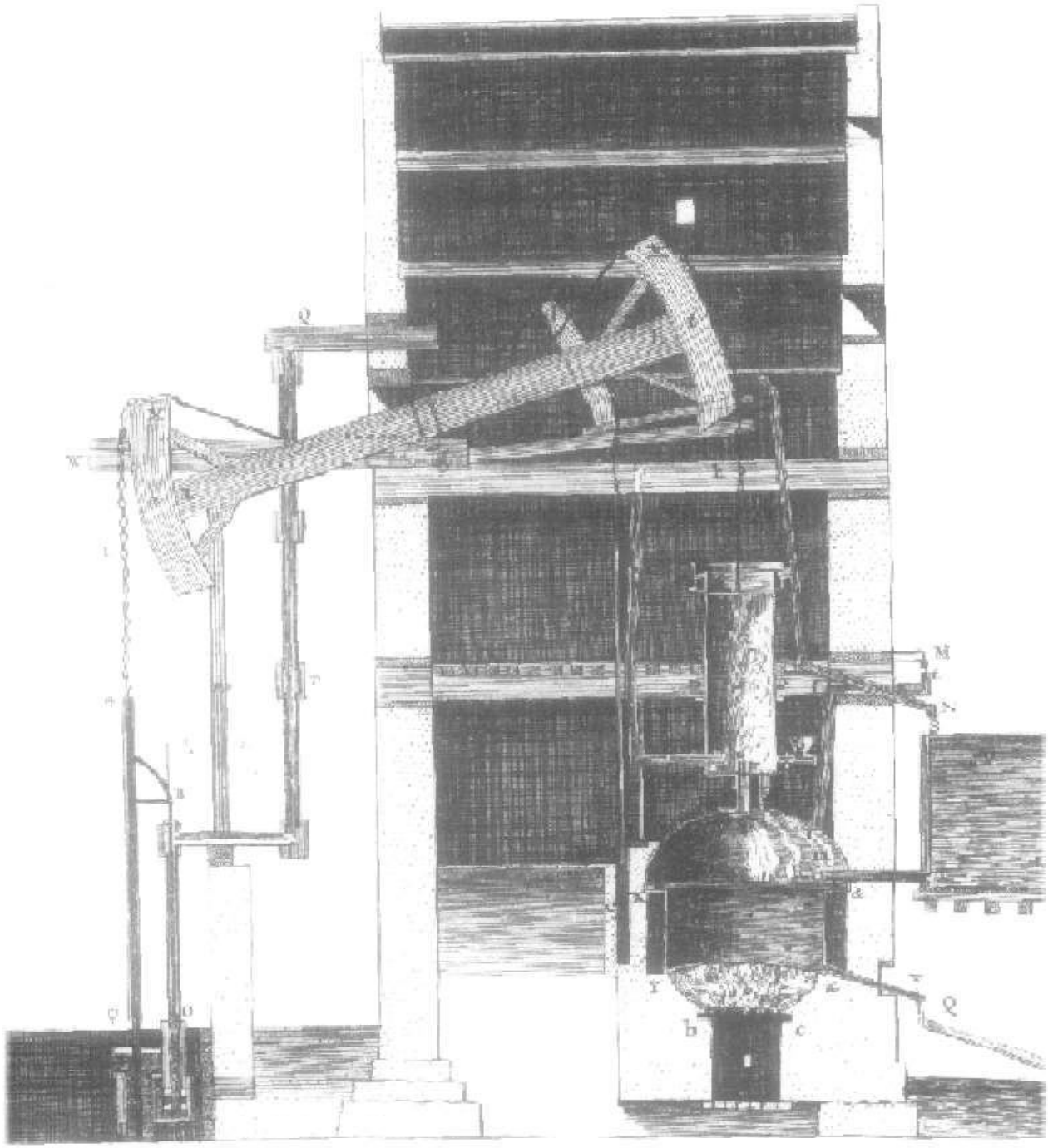


(izquierda) Aparato usado por Smeaton para medir y comparar las distintas formas de la presión hidráulica. El agua se recicla mediante una bomba de mano.

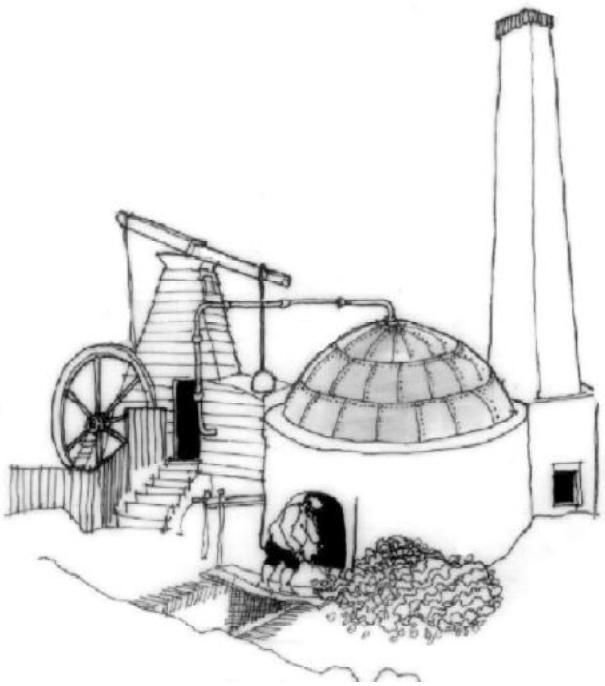
en una versión adaptada a su baja posibilidad de velocidad. El combustible era carbón de piedra o vegetal, leña, paja o deshechos de la cosecha. Con la invención del motor a vapor, se invirtió el uso de las ruedas hidráulicas fijadas sobre un eje, movidas por la fuerza del agua que permitió la navegación sin depender de la corriente o la fuerza del viento. Entre las máquinas se destacaba la *locomóvil,* una adaptación para generar



En 1698 Thomas Savery, un ingeniero militar inglés, propuso una máquina basada en el uso del vapor de agua como energía (con capacidad de formación de vacío y poder de expansión). Pese a su innovación, no tuvo mayor difusión. Sólo se la usó en una mina y en varias casas importantes para subir el agua a tanques de reserva. El cambio tecnológico que hizo útiles a estas máquinas fue la incorporación de un ***émbolo que se desplazaba dentro de un cilindro: la forma básica del bombeo****. El mecanismo funcionaba de la siguiente forma: A) caldera que producía vapor, B) conexión con un recipiente cerrado, C) lugar donde se condensaba y aspiraba el agua desde un aspirador, E) al cerrar la válvula, D) se abrían B y F) al entrar una vez más el vapor bajo presión empujaba el agua (anterior vapor condensado hacia arriba F.)*



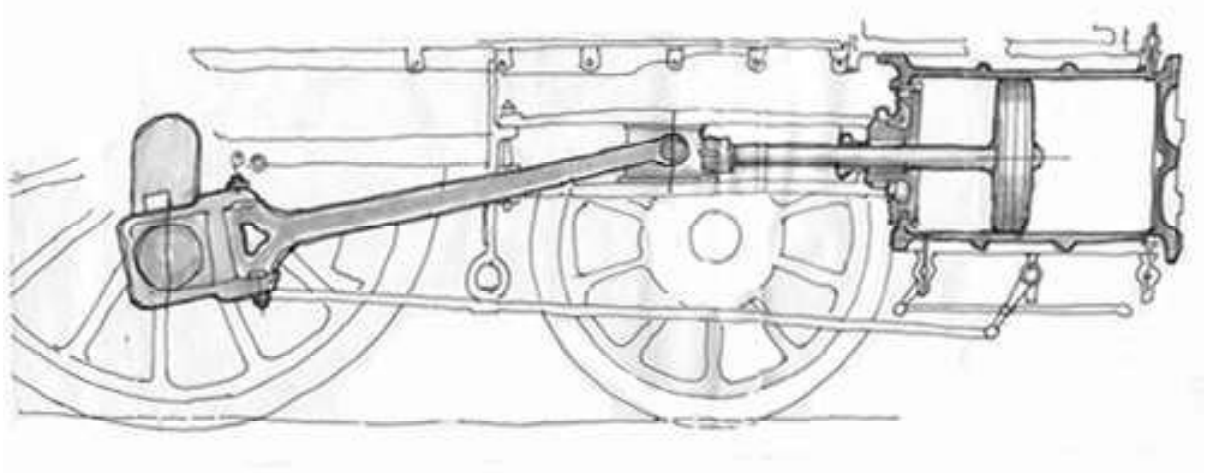
Máquina atmosférica de Newcomen (1712). El vapor producido dentro de una caldera por medio de una válvula, se introducía y regulaba en un cilindro cerrado: la presión elevaba el émbolo móvil. Para evitar las pérdidas por falta de ajuste entre el galibo del cilindro y el émbolo se usaban juntas de cuero o una soga embebida en cera. Al enfriarse el vapor y condensarse, el émbolo bajaba a su posición inicial por la presión atmosférica. El émbolo movía un balancín por medio de una cadena que accionaba en el otro extremo a la bomba. Grab. Enc. Diderot mediados del siglo XVIII.

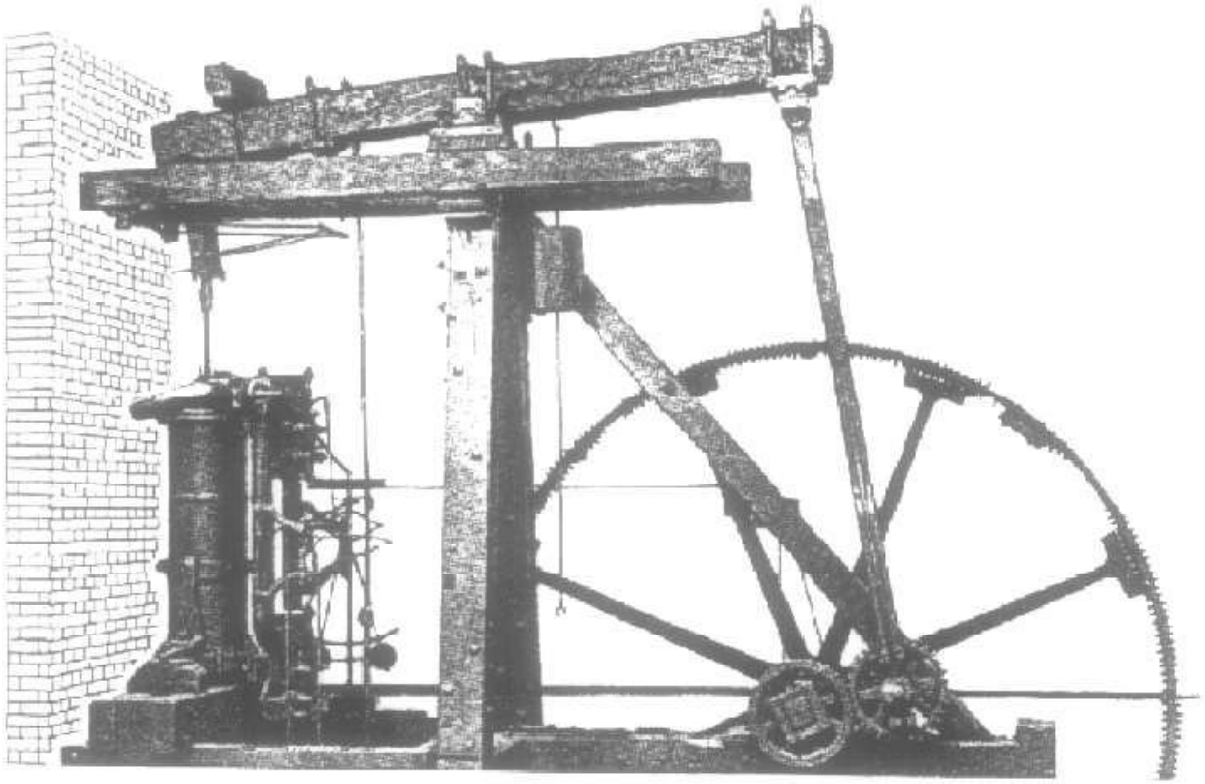


energía de las locomotoras a partir del vapor (1840), eliminando la necesidad de bueyes o caballos para el movimiento del arado, aserraderos, etc. A partir de observar el sistema de funcionamiento de la máquina de Newcomen, James Watt en 1765 logró definir los problemas de funcionamiento que tenía la ***condensación del vapor dentro del cilindro***, perdiendo gran parte de su capacidad energética. Su máquina tenía un rendimiento inferior al 5%. Para realizar otro ciclo de funcionamiento había que calentarlo otra vez. La solución que Watt propuso fue separar la condensación, del cilindro. De esa forma el ***condensador podía permanecer frío y el cilindro, conservar el calor***. En 1769 patentó el sistema que tuvo una amplia difusión.

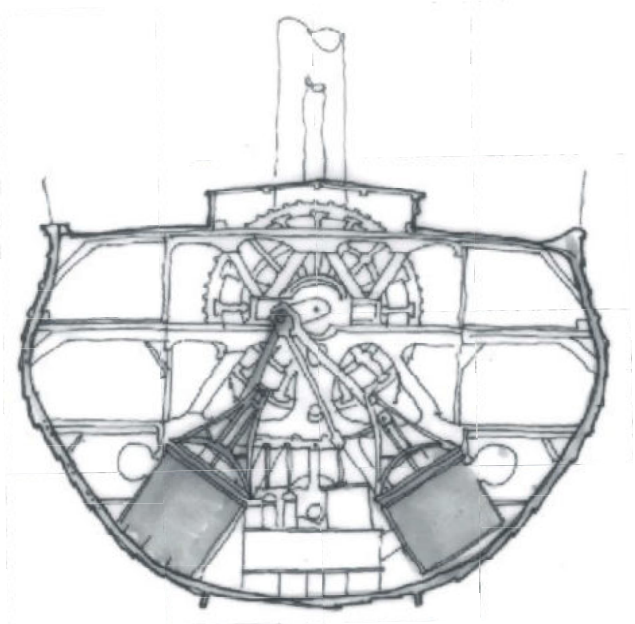
En 1781 desarrolló un motor que permitía enviar el vapor alternativamente a cada lado del émbolo y luego condensarlo, generando un ***movimiento alterno***. Un perfeccionamiento muy importante fue la ***alta presión*** propuesto por Richard Trevithick con lo que se aumentó considerablemente el rendimiento energético.

(arriba) Paralelogramo articulado de Watt. (abajo)La primitiva máquina de fuego. Tuvo una gran difusión desde mediados del siglo XVIII. Estuvo en uso hasta avanzado el s. XIX especialmente en la minería. (abajo) Biela manivela de una locotomora del ferrocarril de Nueva Orleans, m. s. XIX. Bas.Grab. Petit Colin.

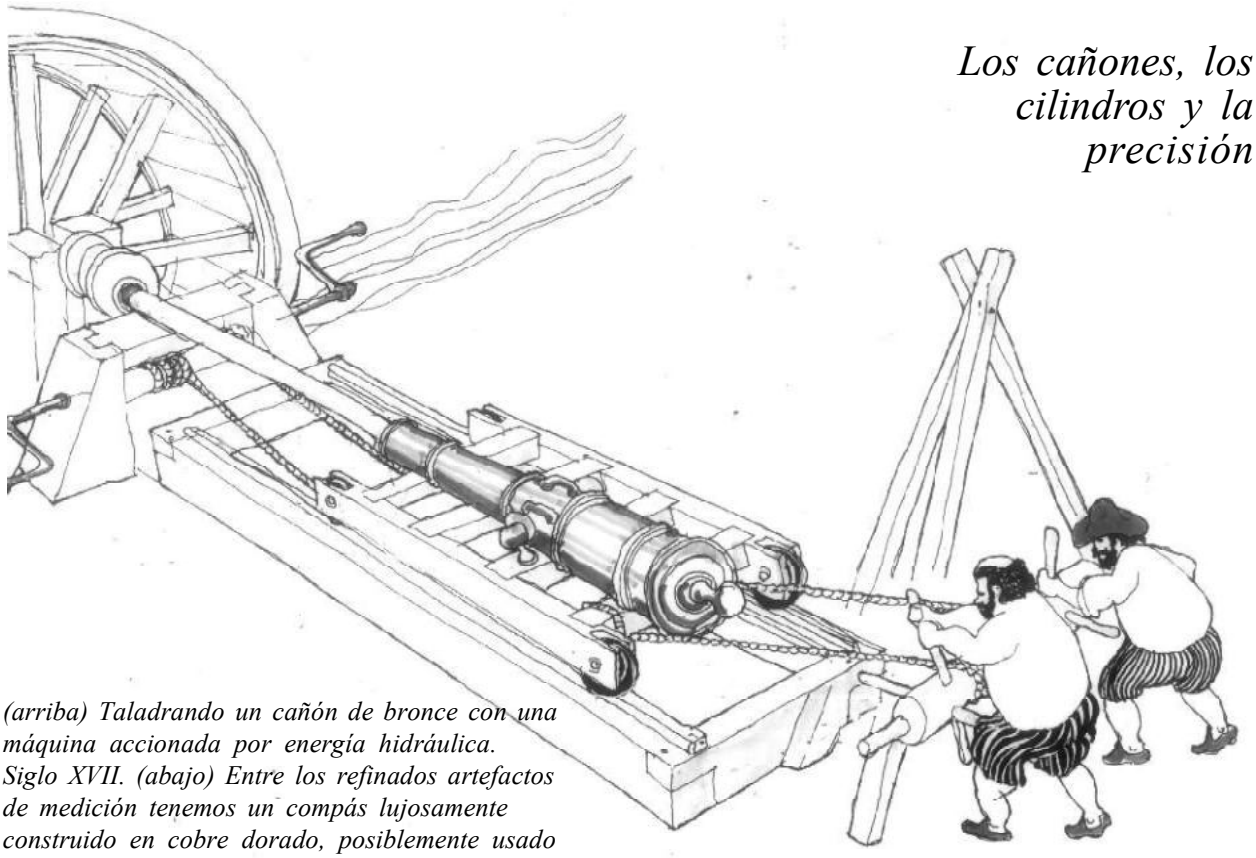




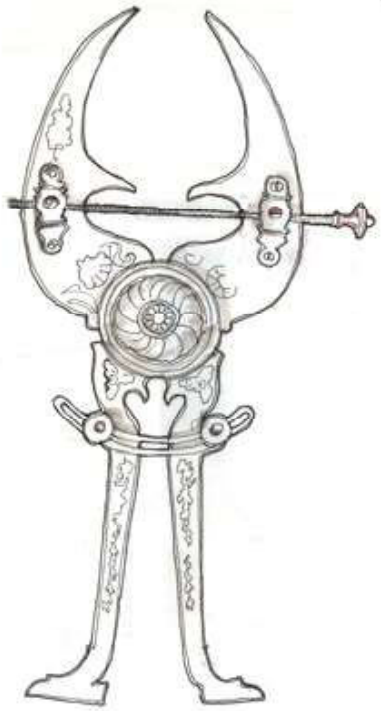
(arriba) La primitiva máquina de vapor fue desarrollada por Watt con su condensador exterior y un mecanismo planetario que podía transformar el movimiento lineal en rotatitvo. La máquina era alimentada por una caldera exterior y el vapor se introducía en el cilindro moviendo el émbolo al bajar. Éste tapaba las entradas desde la caldera hacia el condensador y se abría una válvula alta que equilibraba la presión en ambos lados del émbolo siendo éste arrastrado por el peso del balancín, subía el émbolo y cerraba la válvula alta y abría las de la caldera y condensador, reiniciándose un nuevo ciclo. A mediados del siglo XIX el desarrollo mecánico y el conocimiento científico posibilitaron la construcción de grandes máquinas de vapor, incorporando una nueva escala de producción en la industria y el transporte. (abajo) El ajuste y perfeccionamiento de las partes permiten un gran avance en la construcción de motores de vapor. Cuando el desajuste entre el pistón y el cilindro podía ser más de 1 cm. Su consecuencia era que la producción de energía quedaba reducida a 20 ciclos por minuto y no más de 1,5 HP. Pasada la mitad del siglo XIX se había avanzado muchísimo en la construcción de motores que alcanzaban 250 ciclos por minuto y 2400 HP. En el barco Great Britain, construído en 1843, se usaron cilindros de 2,1m. de diámetro que, por medio de una hélice rendía 12,5 nudos por hora. El desplazamiento era de 3443 toneladas con una eslora de 98 m. La manga de 15,4 y un puntal de 5,5 m. El diseño fue de un brillante ingeniero británico: J.K. Brunel y sirvió de modelo de muchos barcos metálicos.



Los cañones, los cilindros y la precisión



(arriba) Taladrando un cañón de bronce con una máquina accionada por energía hidráulica. Siglo XVII. (abajo) Entre los refinados artefactos de medición tenemos un compás lujosamente construido en cobre dorado, posiblemente usado para controlar los diámetros de las piezas de artillería. Siglo XVII. Está firmado Leclair A. París. Museo de Arte Decorativo de París

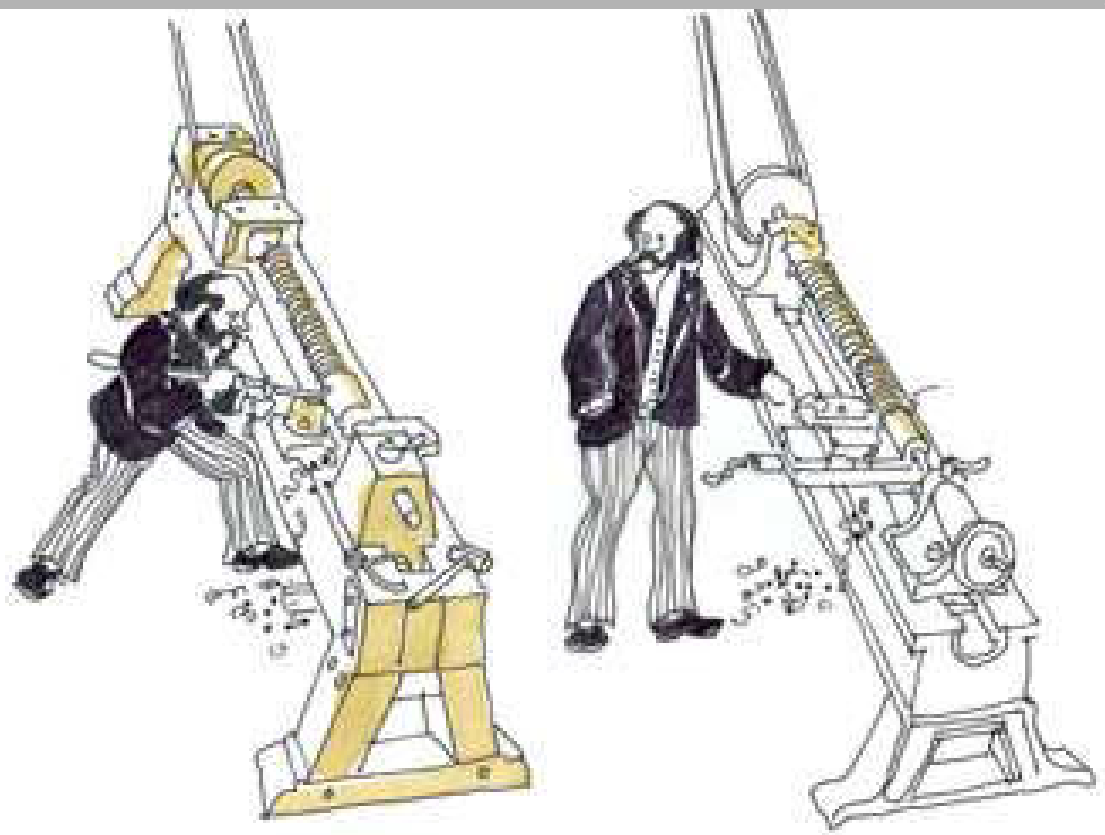


El cañón fue el punto de partida de un nuevo tipo de máquina generadora de energía. Era en su aspecto mecánico un motor de combustión interna de un cilindro, la primera forma de motor de gasolina moderno y uno de los más tempranos experimentos en el uso de mezclas explosivas; en los motores trataban de usar la pólvora en vez de un combustible líquido. (2).

En el siglo XVIII se habían desarrollado motores que usaban la energía que resultaba de la combustión de la pólvora, una aplicación de la usada en los cañones en forma intermitente. Este motor fue el origen de los de *combustión interna;* a fines del siglo XVIII se presentó en Inglaterra un motor a gas. Estos motores no resultaban eficaces en comparación a los de vapor. Uno de los problemas más graves para el uso de la energía era la transmisión mecánica que generaba, por la naturaleza de los materiales usados.

Entre las transferencias de diferentes temas tenemos algo tan opuesto como la fabricación de cañones con su ajuste entre el proyectil y el alma del cañón similares a los de un motor a vapor entre el cilindro y el pistón. La precisión en la fabricación de elementos de hierro fundido era muy dificultosa con las herramientas y máquinas de la época.

Había una experiencia usada para rectificar el alma de



Una comparación basada en un dibujo de Nasmyth (1841) mostrando el gran avance tecnológico del torno de Maudsalay (1797) de fundición de hierro con respecto al modelo antiguo de madera. El carro con la herramienta facilita el trabajo a punto tal que el operario puede tener una mano en el bolsillo.

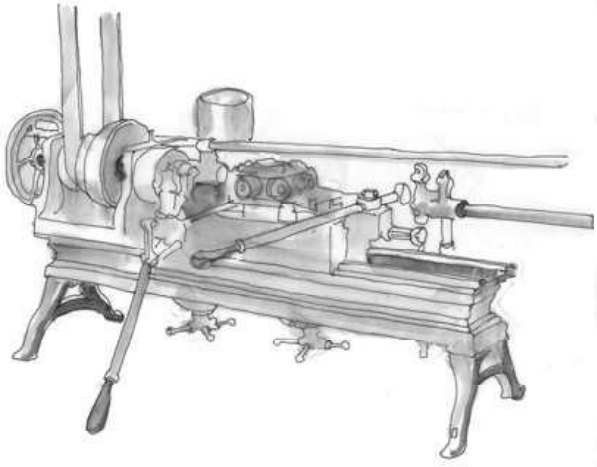
los cañoñes y de las armas de fuego en general, cuya mayor eficacia se lograba cuando la bala ajustaba en el alma del cañón. Las diferencias hacían perder energía en los disparos. El inglés Withworth, un pionero en el tema de la precisión de elementos metálicos logra ajustes de una centésima de pulgada, algo muy avanzado para su época. La fabricación de elementos precisos e iguales fue la base de la industria moderna con formas basadas en el *estandar*. En estos procesos metalúrgicos fue fundamental el desarrollo de las máquinas herramientas como la taladradora horizontal que desarrollo John Wilkinson en 1775. Por esa época frente a la demanda de la industria se van incorporando una gran diversidad de máquinas herramienta. El perfeccionamiento de los tornos (1750) tiene un gran avance con la incorporación del *portaherramientas* que se desplaza a lo largo de un eje y reduce notablemente las anteriores imprecisiones cuando el operario sostenía la herramienta a pulso. En 1797 Maudsalay fabrica un moderno torno de fundición. Un gran avance en esa época es el reemplazo de la madera por piezas indeformables de fundición de hierro. En 1839 Nasmyth usando el concepto del motor a vapor construye un gran *martillo-pilón* para trabajar el hierro forjado en piezas de grandes dimensiones. Uno de sus primeros trabajos fue el forjar el eje de 75 cm. de diámetro para el Great Britain. Su funcionamiento se basaba en un gran cilindro conectada a la masa del pilón que se movía al llenarse el cilindro con vapor a presión. En la parte superior tenía un cilindro que se conectaba a la masa por un vástago levantándola al llenarse el cilindro con vapor a presión. Esta máquina también tuvo como sistema de aplicación hincar pilotes y llegó a tener un ritmo de un golpe por segundo. ..."*Cuando a Watt se le ocurrió la idea de utilizar vapor a una mayor presión que la atmosférica para desplazar el pistón, en lugar de condensar el vapor bajo el pistón y dejar que la débil presión atmosférica hiciera el trabajo, como ocurría con el motor de Newcomen. ...Hizo varios modelos pequeños que le demostraron que se hallaba bien encaminado, pero cuando se trató de construir un motor de buen tamaño tuvo que enfrentarse con el problema de la producción. ...para mantener la eficacia de este nuevo motor de vapor el pistón tenía que encajar en el cilindro muy estrechamente para evitar que se escapara el vapor a alta presión.....luego de algunos fracasos...John Wilkinson acudió en su ayuda aportando una nueva idea que permitía girar la herramienta para poder cortar un*

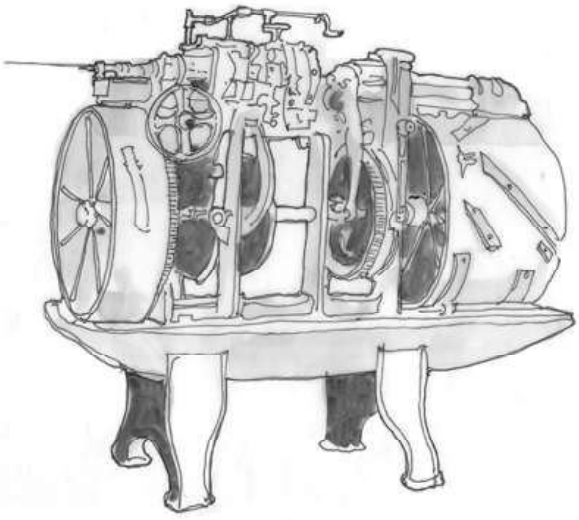
(arriba) En la exposición de 1851 se presentaron algunas de las precisas y novedosas máquinas herramientas fabricadas por John Whitworth, entre ellas el torno para fabricación de ruedas de ferrocarril. (abajo) Torno revólver - 1855 . (derecha) Torno automático de Spencer.

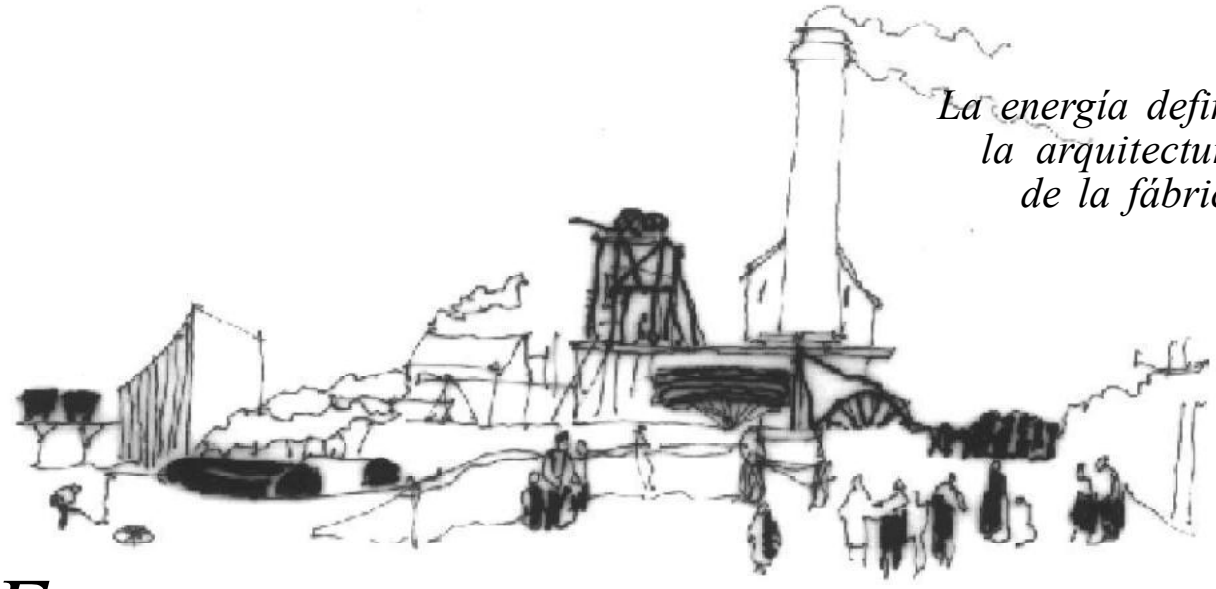
cilindro más perfecto, el principio de la mecha del taladro... Hicieron otros cilindros que solamente fueron 1,5 mm. excéntrico"... (5) En 1860 se produce un fuerte disciplinamiento para segurar la idea del ***producto estandar***. Se normalizan en Inglaterra el paso de los tornillos, con lo cual se consolida un sistema de referencia frente al anterior caos donde cada fabricante tenía su propia propuesta. ***"...el adelanto técnico que caracteriza especialmente a la edad moderna es el de los movimientos alternativos a los movimientos rotatorios; sin una máquina para tornear cilindros, tornillos, pistones... sería imposible crear otros elementos de precisión. La máquina herramienta hace posible la máquina moderna.*** *(4)*

Entre esa cantidad de inventores y técnicas un fabricante de máquinas herramientas, Whitworth, fabricó para la exposición de 1851 cepilladoras para metal, algunas de ellas tan avanzadas que estaban dotadas de poleas de guía que le permitían invertir el portaherramientas cuando terminaba su recorrido de un lado de la pieza y de esa forma trabajar al otro lado. Desarrolló una máquina para usar en medicina con una precisión de una millonésima de centímetro. Un importante aporte en función de la standarización fue la normalización de los pasos de tornillo (Inglaterra 1860).

En la construcción de máquinas, se reemplazó rápidamente el uso de la madera por el *hierro fundido*. Conocido como Sistema Americano ya había sido usado a fines del siglo XVIII para la producción de piezas de armas. En 1794 se fabricaban mosquetes con piezas intercambiables y en 1819 se lo adoptó en los arsenales americanos para la fabricación de relojes. En 1855 la Compañía Robbins & Laurence fabricaban un torno revólver que permitía un solo operario, quien realizaba varias operaciones distintas.



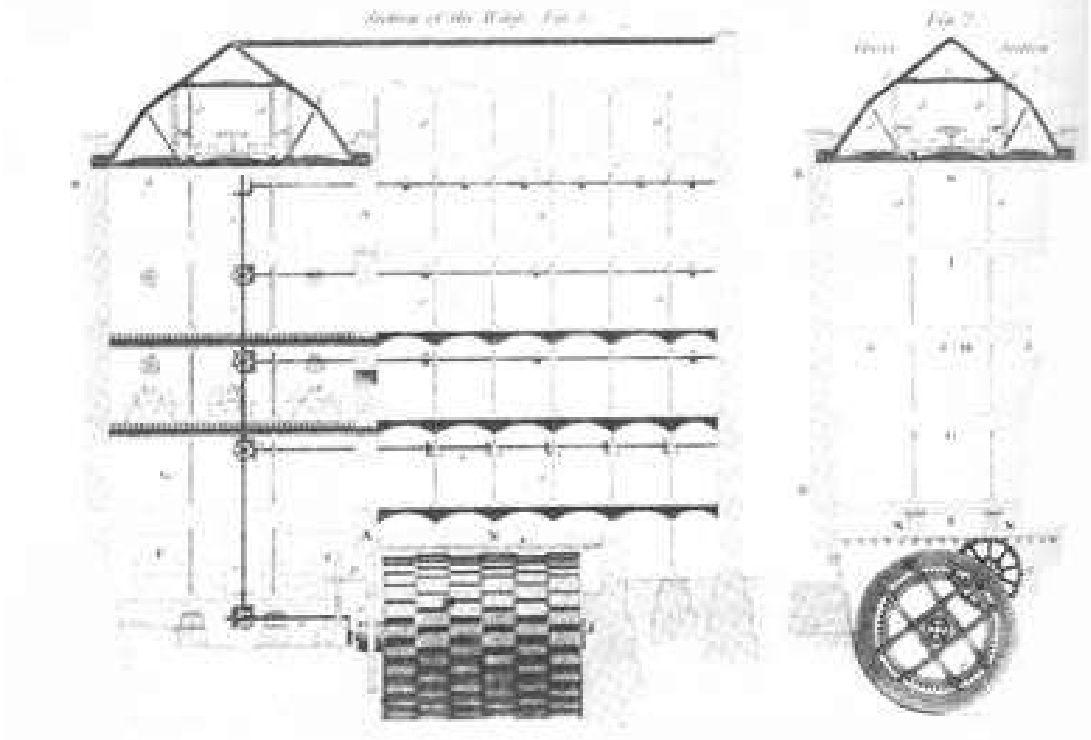


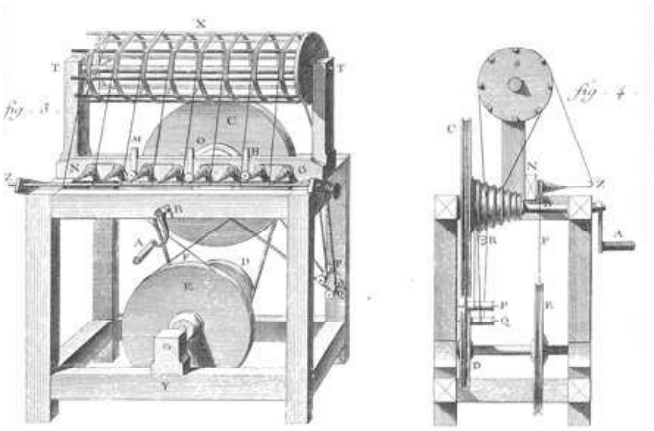


La energía define la arquitectura de la fábrica

En los primeros decenios del siglo XIX todavía el motor a vapor no se había impuesto en los países industrializados encontrándose muchos establecimientos al lado de los ríos recibiendo el nombre de ***fábricas de agua***. En los molinos, talleres, fábricas y otros espacios destinados al trabajo lo fundamental es el ***proceso de producción y sus condicionantes*** entre ellas la energía y las formas de su transmisión hasta las terminales de trabajo: las **máquinas**. Hasta el cambio de escala que se produce con la revolu ción industrial los lugares de trabajo eran de pequeña dimensión y muchas veces una extensión de la vivienda o la vivienda misma. Con la incorporación del motor a vapor y la nueva escala energética se independiza a la fábrica de las corrientes de agua facilitando que sus emplazamientos respondan a otras condicionantes como la disponibilidad de la materia prima, las comunicaciones o la cercanía con la mano de obra. ***Para el motor a vapor y sus formas mecánicas de transmisión fueron***

(arriba) Instalaciones exteriores de una mina de carbón inglesa con sus elevadores y chimeneas. Siglo XIX. (abajo) Secciones de una hilandería de f. s. XVIII. La enorme rueda hidráulica de 5,5 m. de diámetro y 7 de ancho produce la energía necesaria que luego se transmite por medio de ejes verticales y horizontales, engranajes y poleas en conexión a las máquinas.

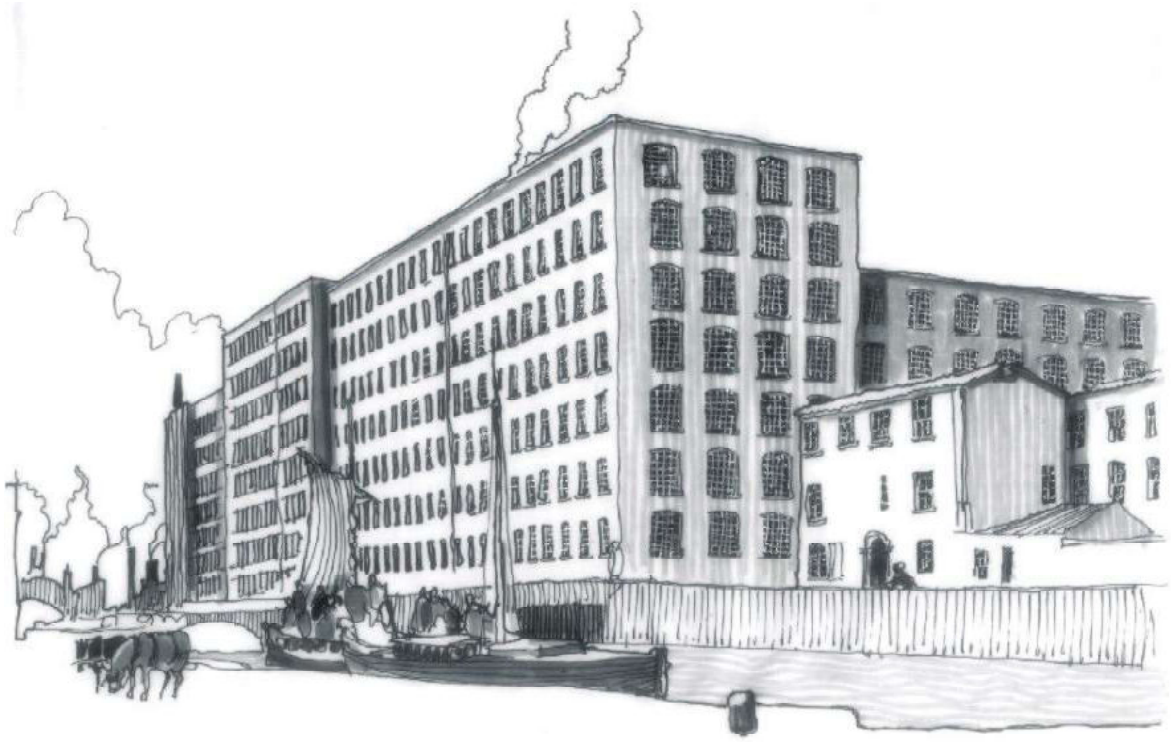




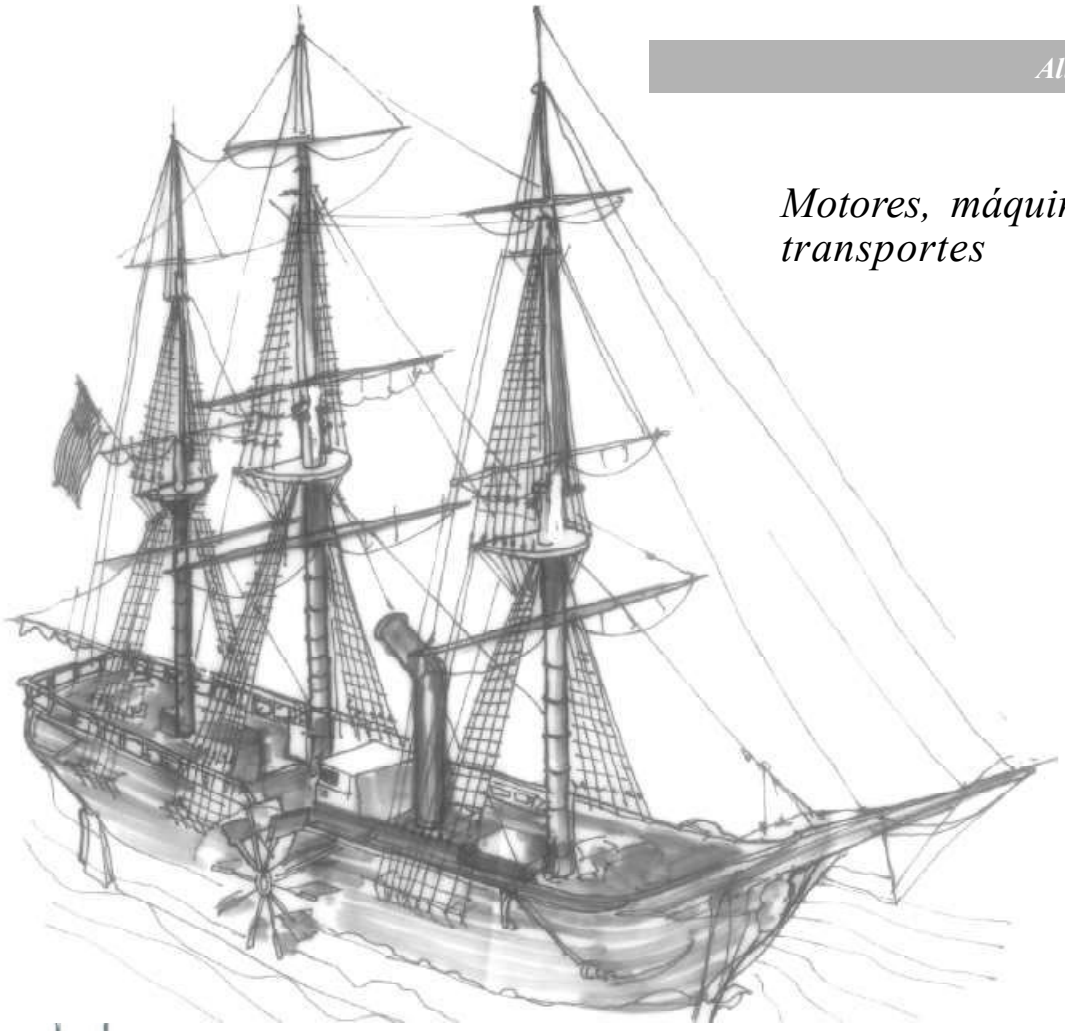
necesarias construcciones compactas y más grandes. De las fábricas se elevaban altas chimeneas para evacuar los gases de combustión de las calderas, construidas primero en mamposterías de ladrillo y de sección cuadrada. También los locales de calderas que generaban altas temperaturas y vapores debían tener adecuadas ventilaciones.

La energía eléctrica trae nuevas posibilidades a la tipología de las fábricas. Con el motor eléctrico se liberó la arquitectura fabril. También las posibilidades del hierro y del vidrio que posibilitan estructuras independientes e interiores iluminados facilitan las nuevas formas. La transmisión de la energía se pudo hacer a través de conductores de poca sección y con gran flexibilidad de instalación. El motor eléctrico es silencioso y por su posibilidad de diversos tamaños puede estar conectado directamente al mecanismo de trabajo. Funcionaban con corriente alterna o continua. El desarrollo de las líneas de distribución permitió su generación en lugares relativamente lejanos al punto de aplicación permitiendo de esta forma alejar los puntos de contaminación que producían las antiguas calderas. En el siglo XX se generalizan las plantas en pabellones interconectadas en un espacio abierto, muchas veces con vegetación, lo que incorpora una nueva imagen frente a las anteriores fábricas cubiertas de hollín. También se eliminaron las complejas transmisiones de poleas y correas entre la máquina de vapor y las máquinas de producción.

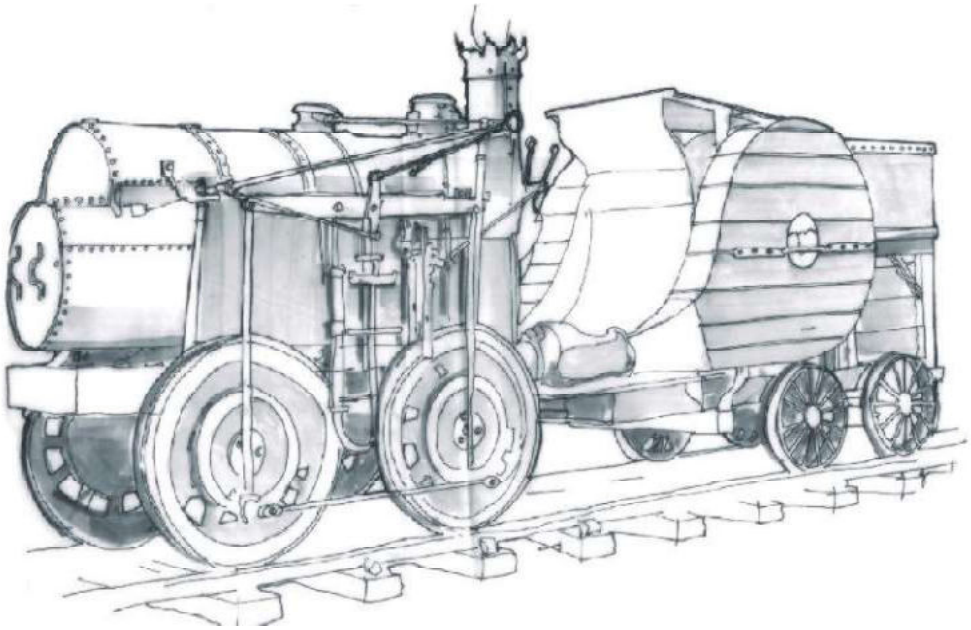
(arriba) Entre los procesos para mecanizar los hilados se destacó un ingeniero italiano (1273) que usó muchos carretes que se montan por medio de energía hidráulica. Casi quinientos años más tarde en Inglaterra se usó una máquina que hilaba por medio de unas canaletas. Estas propuestas serán los pasos necesarios a las grandes hilanderías con energía de vapor del siglo XIX. (abajo) Hilanderías de algodón - Manchester 1831. Bas. Lancashire Illustrad, Inglaterra.

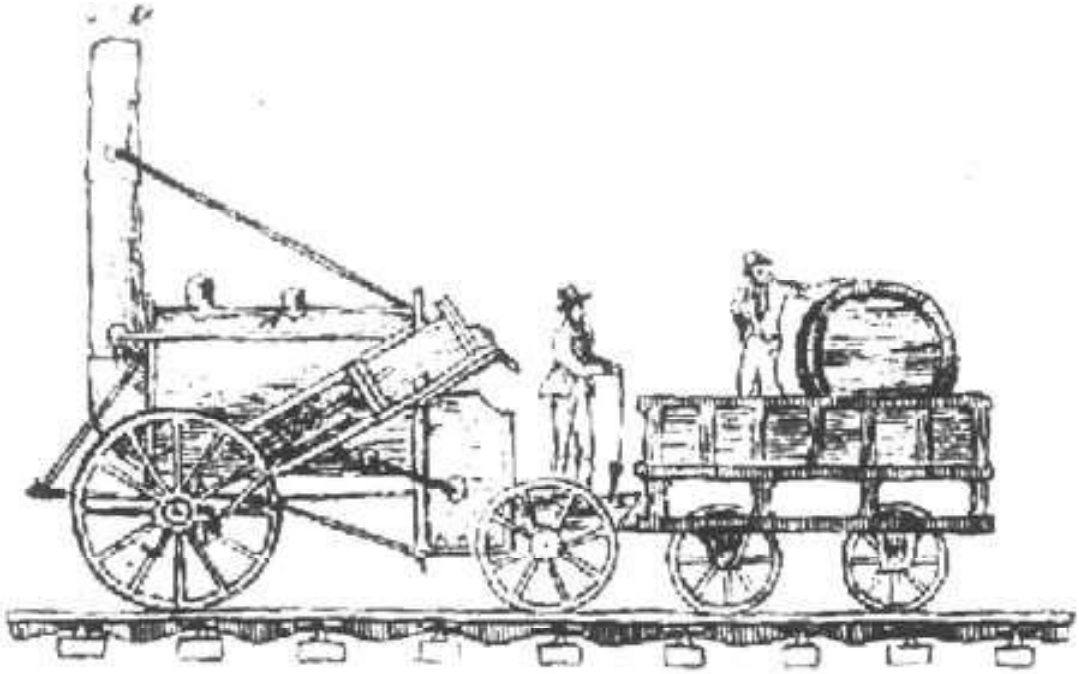


Motores, máquinas y transportes



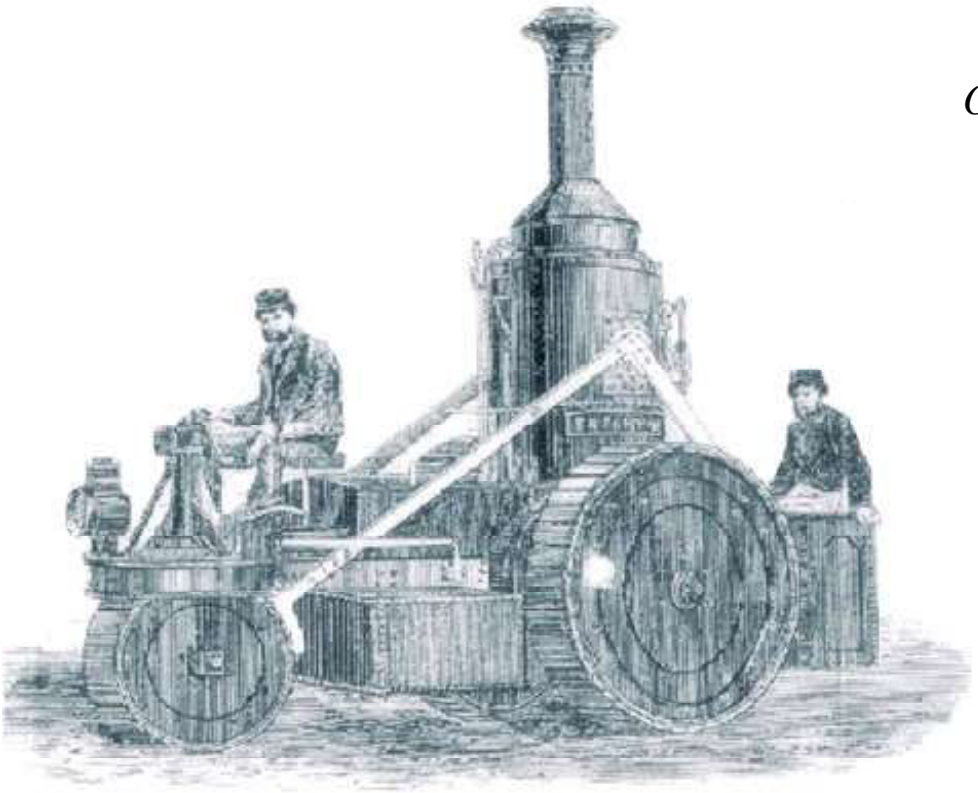
(arriba) Los primeros barcos transatlánticos fueron mixtos con velas y máquinas a vapor que accionaban ruedas laterales. Estas serán reemplazadas en pocos años por las más eficaces hélices. El tema del vapor no era solamente un tema de los barcos sino del acopio de combustible en las largas travesías, para lo cual en pocos años se organiza un sistema de puertos con carboneras. Entre tanto se fue avanzando con el perfeccionamiento y la calidad de las calderas con el condensador y finalmente con la máquina compound, en 1860. El primer barco que atravesó el Atlántico fue el Savannah que en 1819 cruzó el Atlántico en 19 días de los cuales gran parte lo hizonavegando a vela (abajo) Una imagen que sintetiza el cambio de los tiempos: un antiguo barco de guerra inglés, el Fighting Temerarie, es remolcado por una embarcación a vapor, hasta el lugar de su desguace. El movimiento en los estrechos cauces de los ríos o diques se verá facilitado por las posibilidades de maniobra y potencia de una embarcación a vapor. Los remolcadores a vapor rápidamente reemplazan a los antiguos remolques, a remo o sirga. (Bas Turner m. siglo XIX).

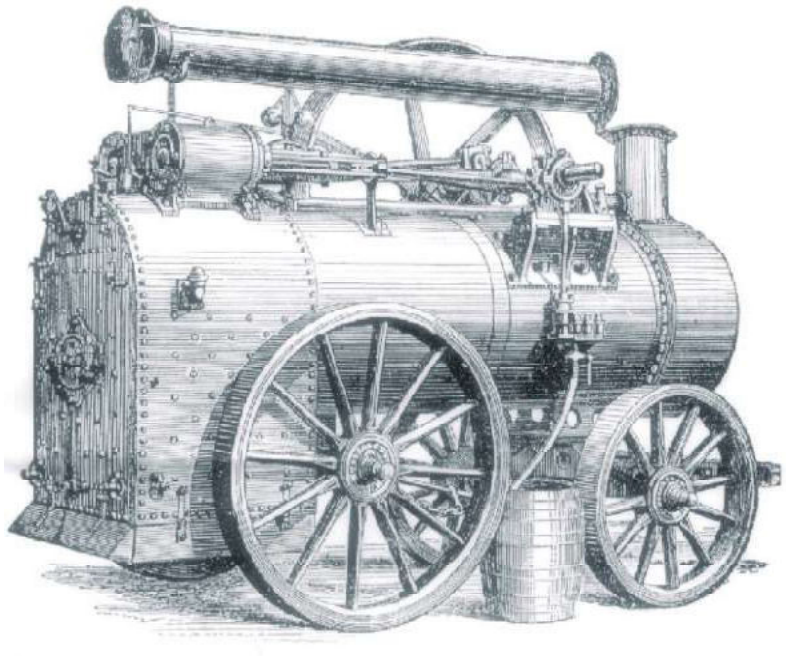




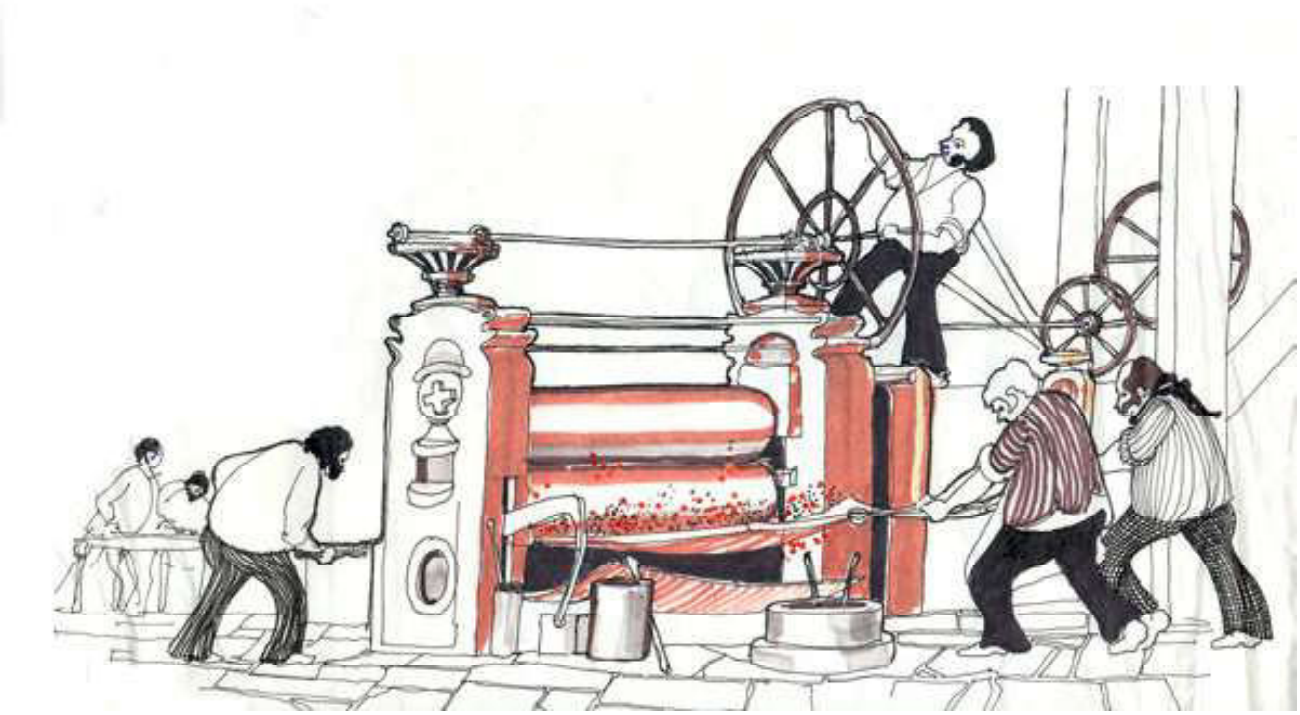
El motor a vapor cuando se aplicó a los transportes terrestres permitió superar los 20 km/h de los antiguos vehículos con caballos. Esto dio una nueva posibilidad de integración cultural y económica de las regiones interiores inclusive en nivel continental. (arriba) Locomotora con caldera de tubos diseñado por el francés Marc Seguin en 1827. En la primera línea ferroviaria francesa entre Lyon- Rive de Gier, se usaron dos locomotoras costruídas por Seguin.(abajo)En 1829 la locomotora Rocket es construida por los Stephenson, y con ella ganan una carrera contra reloj con otras máquinas superando los 46 Km./h. La caldera era de tubos calentadores de poco diámetro rodeados por una camisa de agua. Pesaba alrededor de 4 toneladas y producía una potencia de 10 HP. La imagen de la locomotora era más que llamativa pintada de amarillo, negro y fileteado blanco, algo usado en los carruajes a caballo de la época.

Otros usos

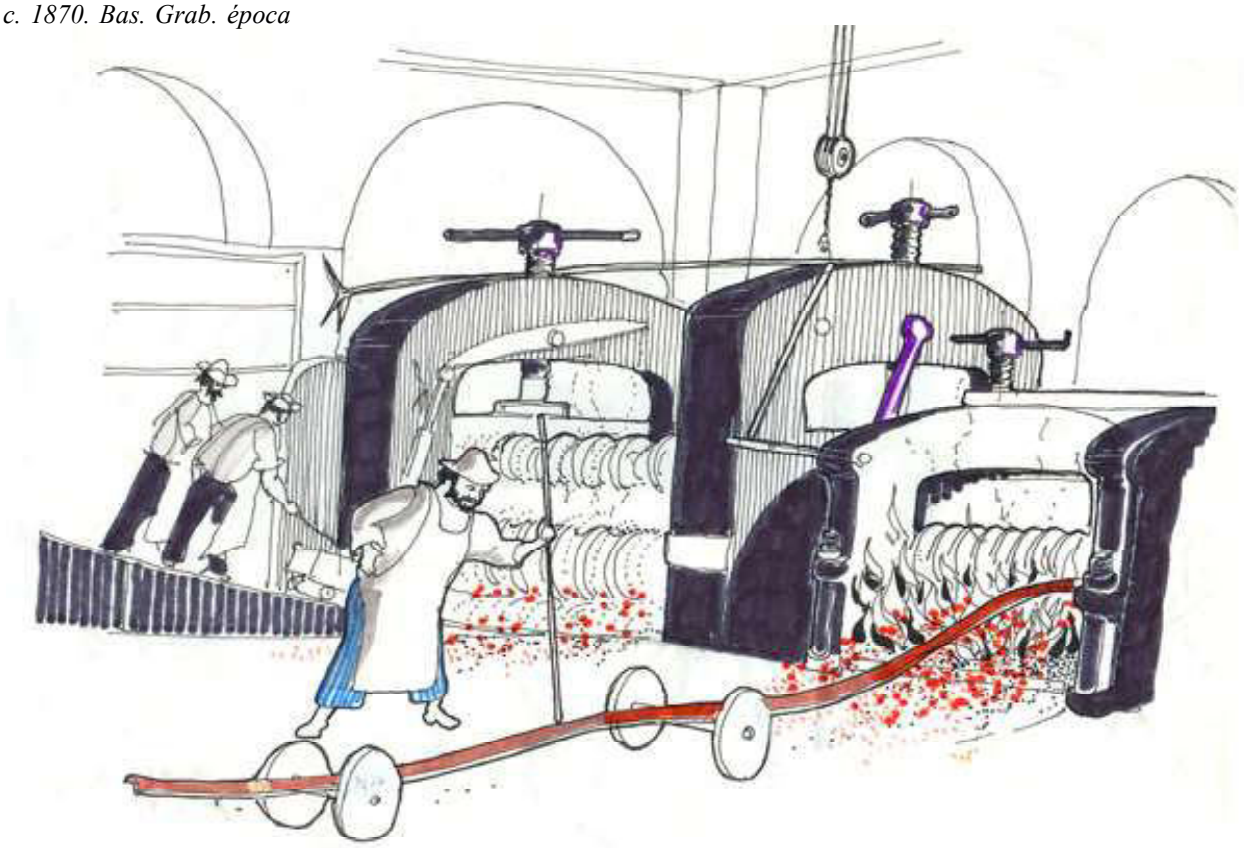


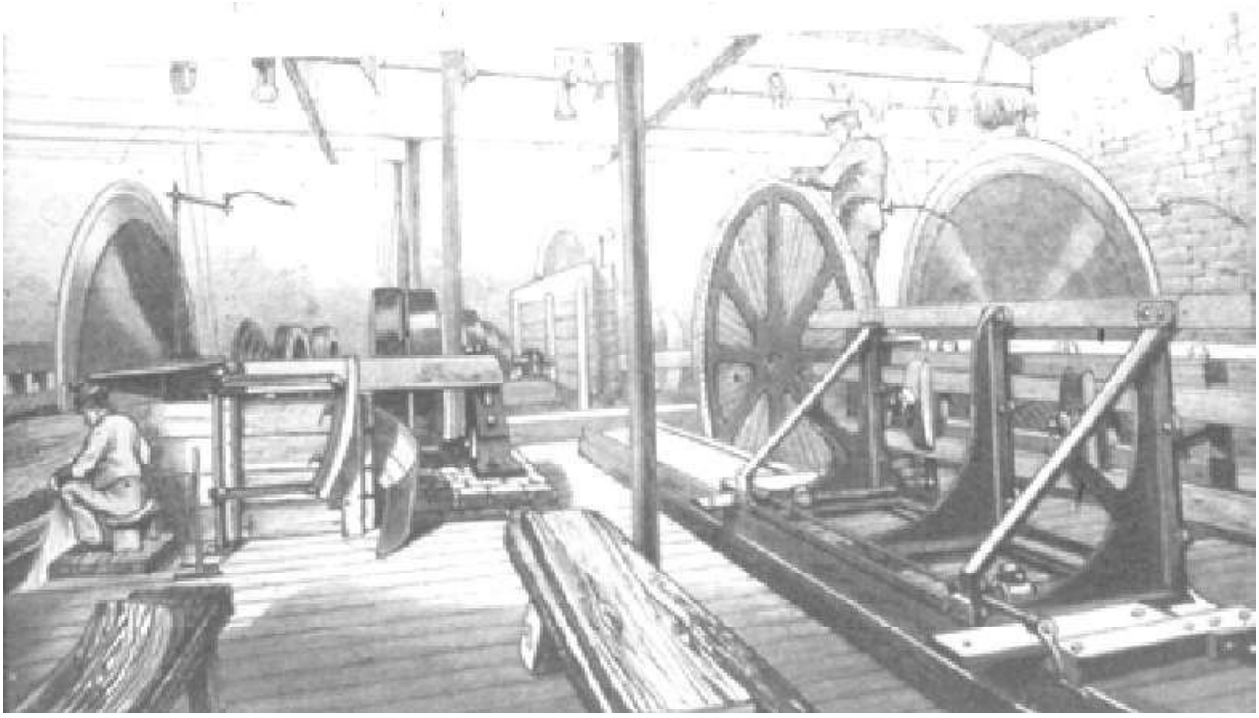


La locomóvil con una planta de energía móvil fue presentada en Inglaterra en 1839, aportando una nueva posibilidad de tener energía en distintos puntos de uso. En pocos años se hicieron adecuaciones para distintas funciones como las máquinas para apisonar asfalto. Su uso fue muy amplio, desde la agricultura donde actuaba en un punto relativamente fijo hasta muy avanzado el siglo XX, en los aserraderos. El combustible podía ser desde la paja del trigo hasta los desechos del corte de la madera, lo cual la hacía una máquina económica. Su peso y poca movilidad serían superados con la aparición del tractor en 1906 y su motor de combustible interno.

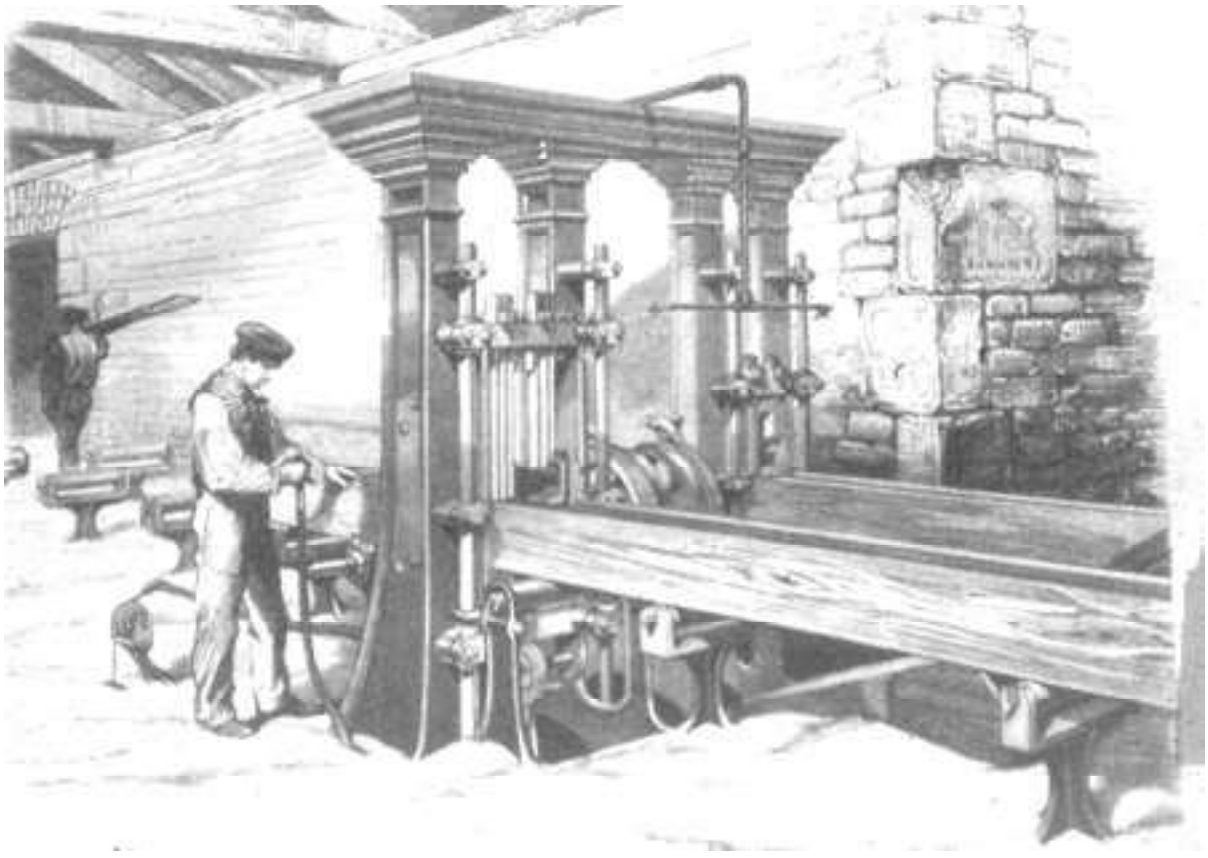


Nuevas escalas en las máquinas que fueron posibles por la disponibilidad de energía con mayor potencia (vapor). En la imagen dos laminadoras, una de chapa y otra de rieles de acero para el ferrocarril. Inglaterra c. 1870. Bas. Grab. época





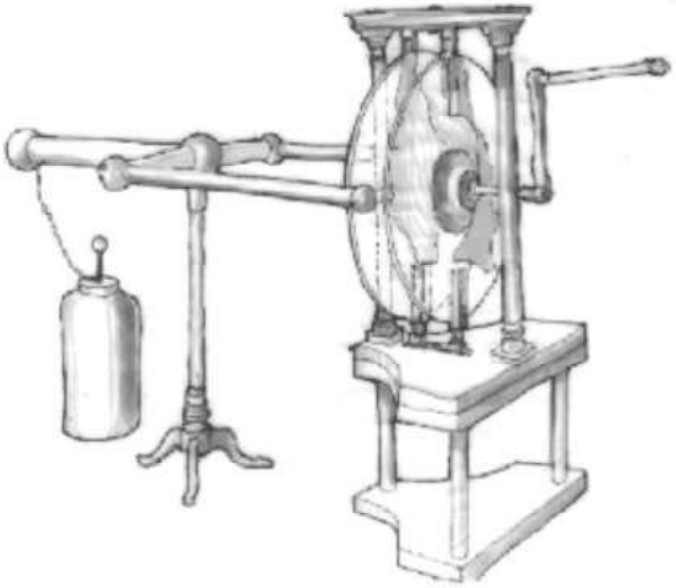
(Arriba). Los avances en la producción, primero de fundición de hierro para las estructuras y luego de aceros baratos, fundamentales para los filos de herramientas, permitió desde mediados del siglo, disponer de gran cantidad de ***máquinas herramientas*** *para el trabajo de la madera, cepillos mecánicos, sierras, espigadoras, etc., máquinas construidas con estructuras de hierro fundido y accionadas con motores a vapor. Grandes sierras para el trabajo de la madera. Grabado del Magazzine Pittoresque (c. 1850).*

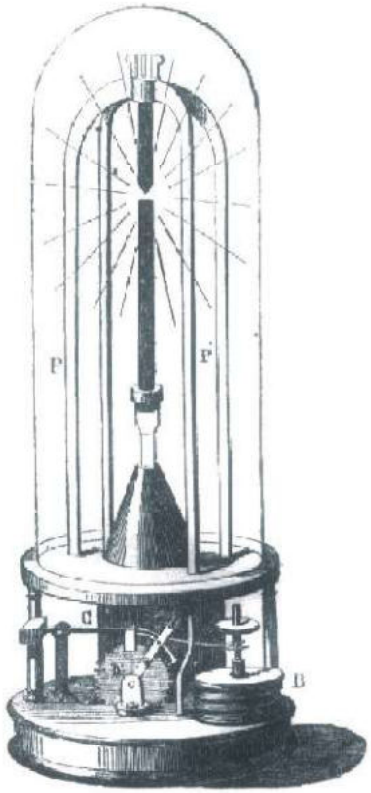


Energía eléctrica

Una forma de producir energía conocida desde la antigüedad fue la de las turbinas hidráulicas. En el s. V a.C. se usaban ruedas horizontales y a través de los siglos se fueron perfeccionado. El movimiento básico era la acción del agua que movía una serie de llaves radialmente fijadas a un eje, que al girar transmitían la energía. Se contenía el conjunto en un tubo de la misma forma que el tornillo de Arquímedes. Recién dentro del avance científico del s. XVIII se conocieron los fundamentos hidrodinámicos del sistema. En 1827 se construyó una turbina que podía producir 6HP y en 1855 se construyó una con una capacidad de 800HP. Su gran aplicación tuvo relación con la producción de electricidad. Un conocimiento fundamental que llevaría al desarrollo del motor eléctrico fue el principio de inducción descubierto por Faraday que se produce cuando un conductor eléctrico se vuelve en un campo magnético o electromagnético, lo cual origina en éste una corriente eléctrica. Recíprocamente: *"Faraday (1831) utilizó la interacción de los campos magnéticos y eléctricos para producir un movimiento mecánico" (5).*

De sus experimentos se establecieron las bases del motor eléctrico. La dínamo fue el sistema usado a la inversa que podía generar un movimiento mecánico en energía eléctrica. En poco más de un siglo se fueron definiendo las características físicas de la electricidad.



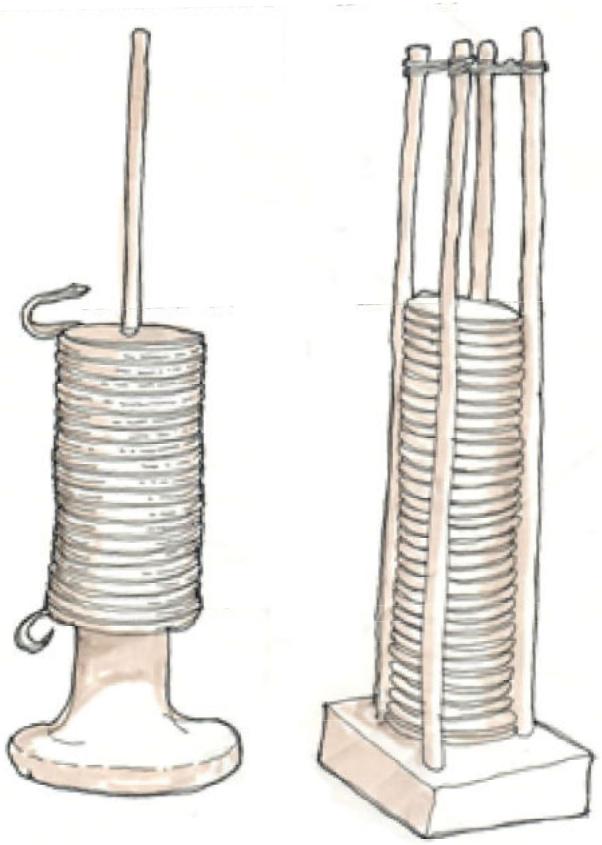


En el siglo XVII Von Guericke construyó una máquina que, por fricción, podía generar un flujo continuo de electricidad. Hauksbee demostraba que los objetos cargados de electricidad podían mutuamente repelerse lo mismo que atraerse. En 1729 Stephen Grey hizo una importante contribución al distinguir entre conductores y no conductores, principalmente metales. Un físico francés, Charles Du Fay (1730) descubrió que la electricidad

(arriba) Aparato de Staite (Inglaterra) con dos carbones colocados en forma vertical. Arriba el carbón negativo abajo el positivo. El conjunto se compone de dos ruedas de muelle que andan sin cesar y hacen girar el excéntrico que comunica a la palanca un movimiento oscilatorio. El aparato verifica la separación de los carbones que producen la luz por incandescencia de los mismos. La corriente se alimenta por pilas. (abajo izquierda) Máquina electrostática construída por Cuthberston en Amsterdam con dos platos de vidrio de 83 cm. de diámetro que al girar producían corriente eléctrica. En 1799 con una de ellas se permitió la electrólisis del agua. Museum Voor Geschiedenis det Wtenschaggen.

inducida por frotamiento podía ser de dos clases (positiva y negativa). Entre las formas de energía la electricidad sería a fines del siglo XIX la gran transformadora de la vida cotidiana y la industria. Desde siglos se conocía el efecto que resultaba de frotar dos piedras de ámbar. En el s. XVII el fenómeno fue estudiado por un médico inglés, Gilbert, que lo denominó *electricidad*. A poco se conoció que esta fuerza podía ser transmitida por medio de un material conductor y conservada mediante las botellas de Leyden. Son épocas donde todos estos fenómenos estaban más cerca del juego que de una idea de aplicación práctica, se los consideraba como meros experimentos sin un fin concreto.

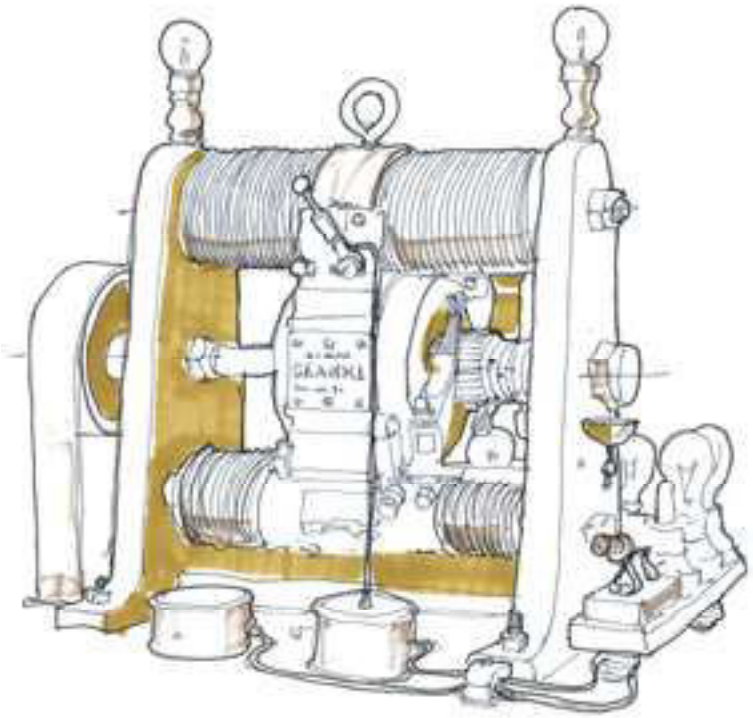
Alejandro Volta, un sabio italiano, (c.1794) experimentó las formas de producir electricidad con discos de diferentes materiales (zinc y cobre) alternándolos con capas de papel, sumergidos en un medio ácido; resultando, de esta forma, la pila que podía generar pequeñas cargas. Luego usó ácido sulfúrico y agua y conectando los extremos de un conductor; las moléculas del ácido sulfúrico se disociaban y generaban dos tipos

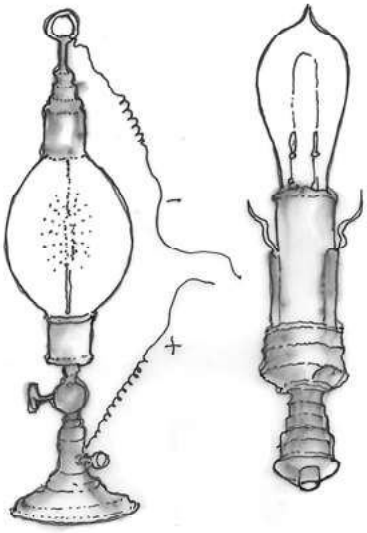


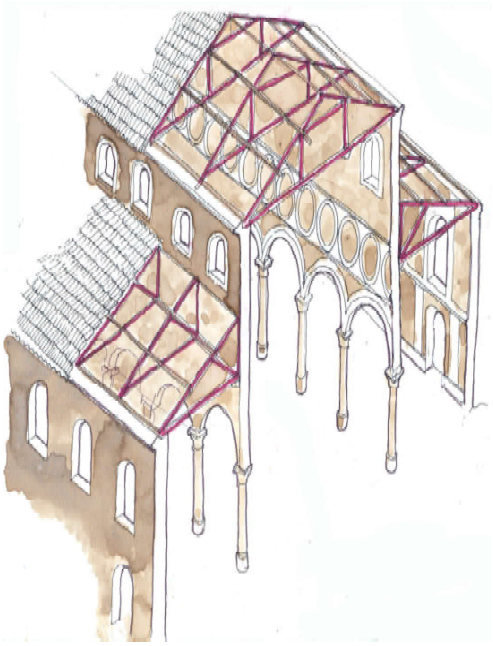
de carga: una negativa y otra positiva. Cada uno de los metales tendía electrodos a un tipo de energía positiva o negativa generando así una diferencia de potencial eléctrico. Una batería eléctrica es en líneas generales una máquina que convierte la energía liberada durante una reacción química (calor) en energía eléctrica.

En cuestión de meses se empezaron a construir en muchos laboratorios grandes baterías eléctricas basadas en el principio de Volta y con su ayuda se realizaron importantes descubrimientos. A partir de ese conocimiento Davy (1802) unió los polos con un trozo de carbón calcinado generando descargas eléctricas, sentando de esa forma el principio con el cual se podía producir luz.

(izquierda) Haciendo demostraciones ambulantes de los efectos de la máquina electrostática. (c. 1800) (arriba derecha) Pilas de Volta (1794). De un simple apilamiento de placas de cobre, de zinc y de telas húmedas, se genera una corriente eléctrica continua. Basado en las experiencias de Galvani. Museo de la Ciencia y la Técnica, Milán.







En esos años también se construyeron los primeros generadores electromagnéticos. En 1870 se perfeccionó la dínamo que con una forma eficaz de producir energía eléctrica, tuvo un amplísimo campo de aplicación que modificaría los modos de vida. *" El arco eléctrico se patentó en 1846 y se aplicó el foro de Dugeness (Inglaterra) en 1862... El perfeccionamiento práctico de la dínamo por Werner Siemens (1886) y el alternador por Nicola Tesla (1887) fueron los dos pasos necesarios para la sustitución del vapor por la electricidad. Poco después desarrollaron la central eléctrica, la iluminación eléctrica y el sistema de distribución fueron aplicados por Edison (1882)... (6)*

(abajo) Telégrafo eléctrico con aguja imantada (1837) Wheatstone y Cooke. Museo Artes y Oficios, París. Una de las aplicaciones del conocimiento de la electricidad fue el desarrollado en 1837 por Wheatstone y Cooke con una línea telegráfica con un recorrido de 2 km. Este nuevo sistema de comunicaciones revolucionará las comunicaciones empezando por los sistemas ferroviarios a los que permite coordinar e integrar su funcionamiento. Luego otras ramas como el gobierno, el comercio o la guerra lo convertían en un medio muy eficaz para el control a distancia. (Arriba izq.). Dínamo de Zenobe Gramme que lo presentó en la Academia de Ciencia de Francia. M. Arts et Metters, París. (arriba derecha) Lámpara de Davy. Producía iluminación a partir del arco formado por dos elementos de carbón a través de las cuales pasaba la corriente eléctrica. Lámpara de Swan. El filamento es incandescente dentro de una ampolla con vacío interior. En el mismo principio se basarán las lámparas desarrolladas por Edison

Recursos y paisajes

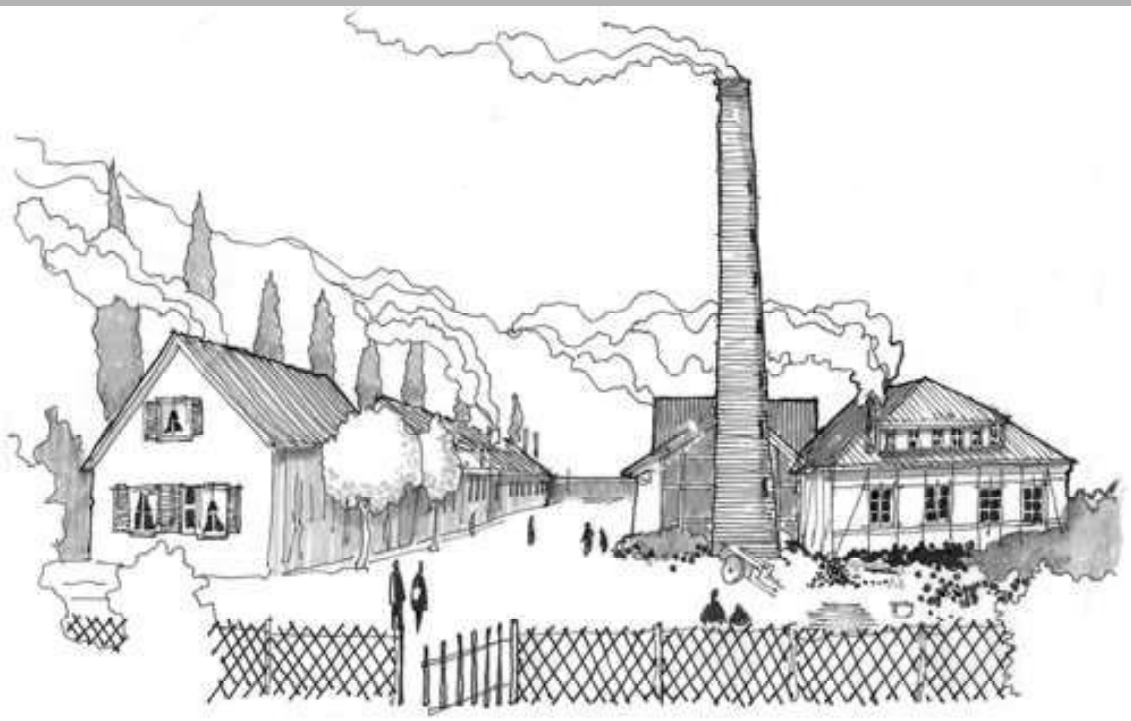
Una característica del hombre en su interacción con su circunstancia vital es en forma activa. Cuando eran pocos sobre un territorio la población tendía a estar equilibrada con la ***sustentabilidad*** del mismo y el paisaje no tenía mayores desajustes. Cuando el hombre incorpora mayores conocimientos sobre la naturaleza y puede transformarla en ***recurso para la vida, un mismo territorio aumenta en sustentabilidad*** y permite mayor población. Cada vez tiene mayor interacción activa con la naturaleza lo que tiene sus consecuencias en el paisaje natural, que **se va culturalizando**. La tierra en su extensión tiene diversos climas y ecosistemas: las regiones frías y boscosas del norte europeo, los desiertos, las planicies, los bordes montañosos, las altas montañas, etc., cada uno con sus posibilidades. Algunas necesitan poco ingenio y trabajo para ser útiles y otras necesitan mucho.

El hombre fue transformando su circunstancia y esa circunstancia también modeló al hombre. En el Asia Occidental vemos un ejemplo de gran intensidad. *"El árbol fue siempre ejemplo de veneración, el propio jardín del paraíso terrenal era en esencia un cuadrado cerrado respecto a un mundo hostil cruzado por canales de agua que simbolizaban los cuatro ríos celestiales y que teóricamente contenían todos los frutos de la tierra." (7)*

Por otro lado en el bosque o el mar aparecerían mitos por un mundo donde estaba la vida y también la muerte. Ese jardín del Edén, es la búsqueda del mundo que no tengo, ***la idealización de un contrapunto a una realidad que podrá ser modificada con ingenio y trabajo***, y esto es la historia de hombre y circunstancia en sus dos aspectos, en su entorno inmediato, una escala *micro* y cuando esto se suma a otros formando un sistema cultural, una escala *macro*.

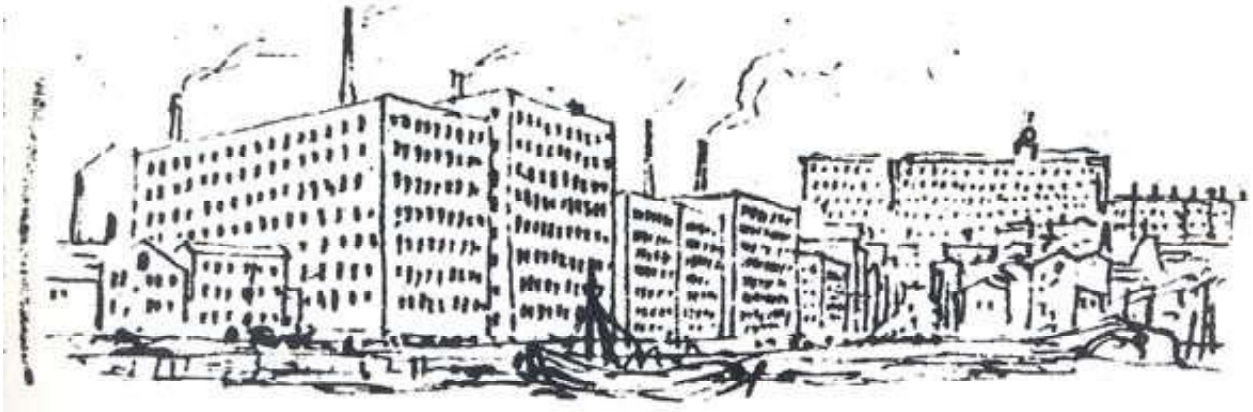
La relación del hombre y su medio natural estuvo en relativo equilibrio hasta que aquél dispuso de conocimiento ***y suficiente energía y medios para aplicarla a un trabajo***. Luego cuando éstos aumentan en su potencia y escala, la interacción adquiere tal dimensión que muchas veces llega al ***caos, que termina siendo negativo a la calidad de vida objetivo de todos esos trabajos.*** Se aumenta la energía cuando ésta tiene una estructura social que puede unir y sumar el esfuerzo de muchos hombres por razón o por fuerza. En la Mesopotamia se logra transformar en recurso al agua de los ríos mediante represas y canales que aumentan sustancialmente la productividad del suelo y como consecuencia resulta en mayor población. En el bosque con el desarrollo de las herramientas de hierro, aparece quizás la herramienta más importante: el hacha, que permitió talar los árboles e incorporar tierras a la agricultura. Cuando se usa el arado que trabaja en surcos rectos uno al lado del otro, se va definiendo un paisaje donde ***la imagen es la geometría, expresión de la acción humana.*** Las plantas en sus ciclos anuales irán dando forma y color, incluso el paisaje rural tendrá las formas de los límites de las propiedades con sus cercos y cambios del tipo de explotación. A veces es tal que muchos pueblos toman conciencia del desequilibrio que generan y empieza una larga lucha entre quienes se benefician y quienes se perjudican.

Una de las primeras estaciones de ferrocarril en Inglaterra, Crown Street (1830).

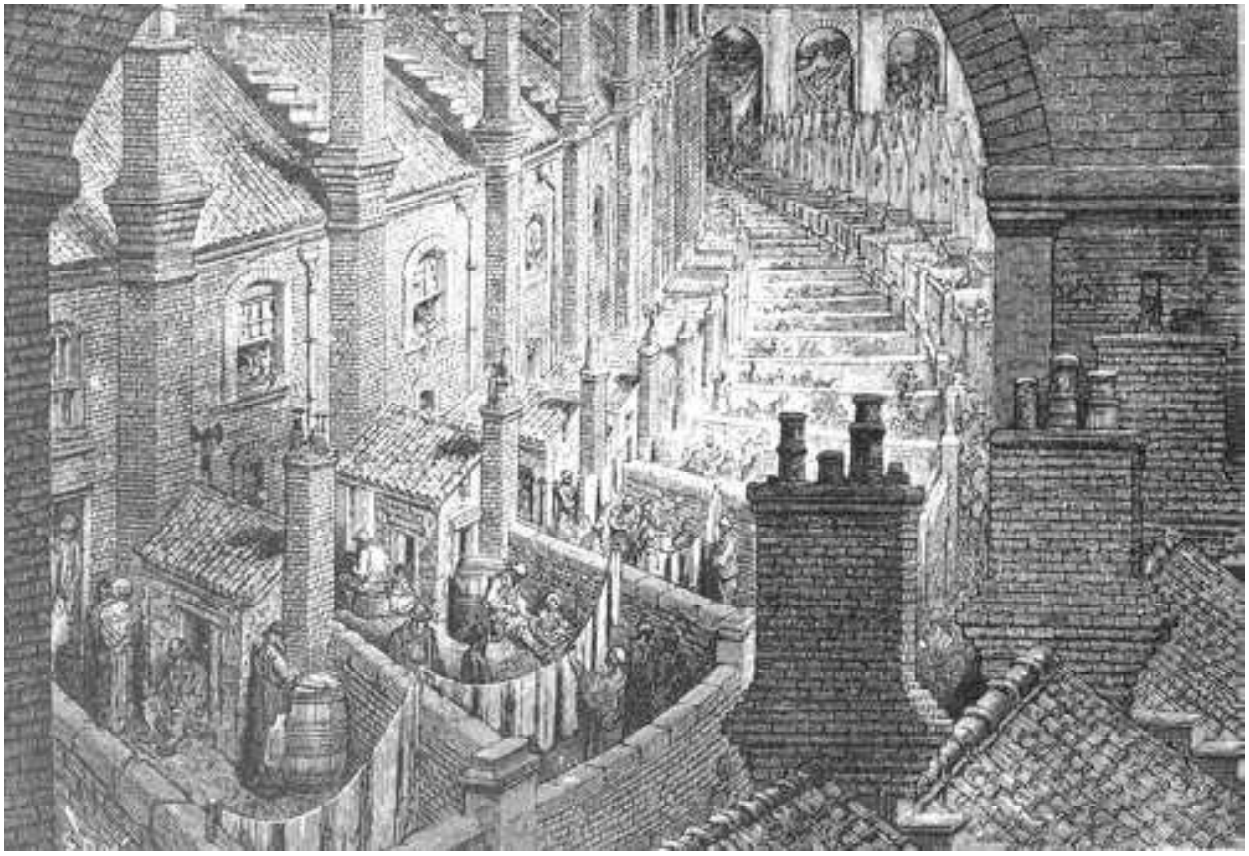


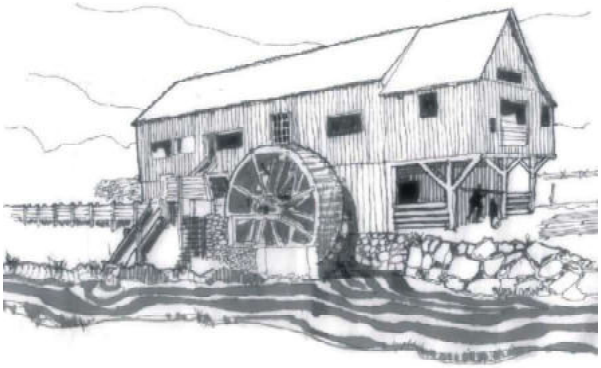
(arriba) El taller fundado en 1835 por Krupp que en pocos años se transformará en el complejo siderúrgico base industrial para el desarrollo económico industrial alemán. Tambien se cambiará intensamente el paisaje al cual se incorporan el hollín, los humos que salen de las altas chimeneas, los grandes depósitos de carbón y una contaminación general. El color negro del carbón será la nueva pauta en la imagen de los antiguos campos (basado en litografía de la época). (abajo) Conjunto de edificios industriales en Inglaterra según un croquis del Arq. Shikel de la época

La ciudad, que representa una concentración de la gente en un área, ***a su vez acumula en el tiempo el resultado de sus trabajos que en su materialidad es un paisaje urbano netamente cultural***. La ciudad alberga a una comunidad de hombres que necesitan interactuar con otros medios, de la cual extraerá y surgirán sus recursos. Caminos para el transporte, acueductos para el agua, murallas para la defensa. En Roma en el siglo I d. C. se elevaban 9 acueductos. La ciudad forma el mayor contrapunto en el medio natural; cuando en el siglo IV se desestructura el imperio romano, el hombre se ruraliza, ***el paisaje cultural pierde intensidad en muchas regiones*** y el bosque retoma la tierra perdida. Con el Renacimiento se incorporan nuevas formas de energía y sus modos de aplicación. En los Países Bajos se pueden transformar las *marismas* inútiles ***para ser transformadas en recursos,*** en campos de calidad sustentados en *polders* que contienene el agua de mar y molinos que permiten drenar las aguas excedentes. Otra vez ***los trabajos de ingeniería toman una escala***



(arriba) La revolución industrial modifica sustancialmente el hábitat del hombre que genera constantes crisis sociales, huelga de los mineros del carbón en Lyon, Francia. (abajo) Dibujo de Gustavo Dore un barrio obrero donde todo es hacinamiento y falta de higiene.





Aserradero con rueda hidráulica. Francia, Siglo XIX.

que da forma a un paisaje. Hasta esos años, pocas de las actividades industriales del hombre tienen una escala que por su magnitud dé forma al paisaje pero en poco tiempo las demandas de nuevos mercados, inducen a la ***concentración de la producción*** y en función de la energía se ubican en las riberas de los ríos, especialmente de aquellas corrientes rápidas que eran más eficaces.

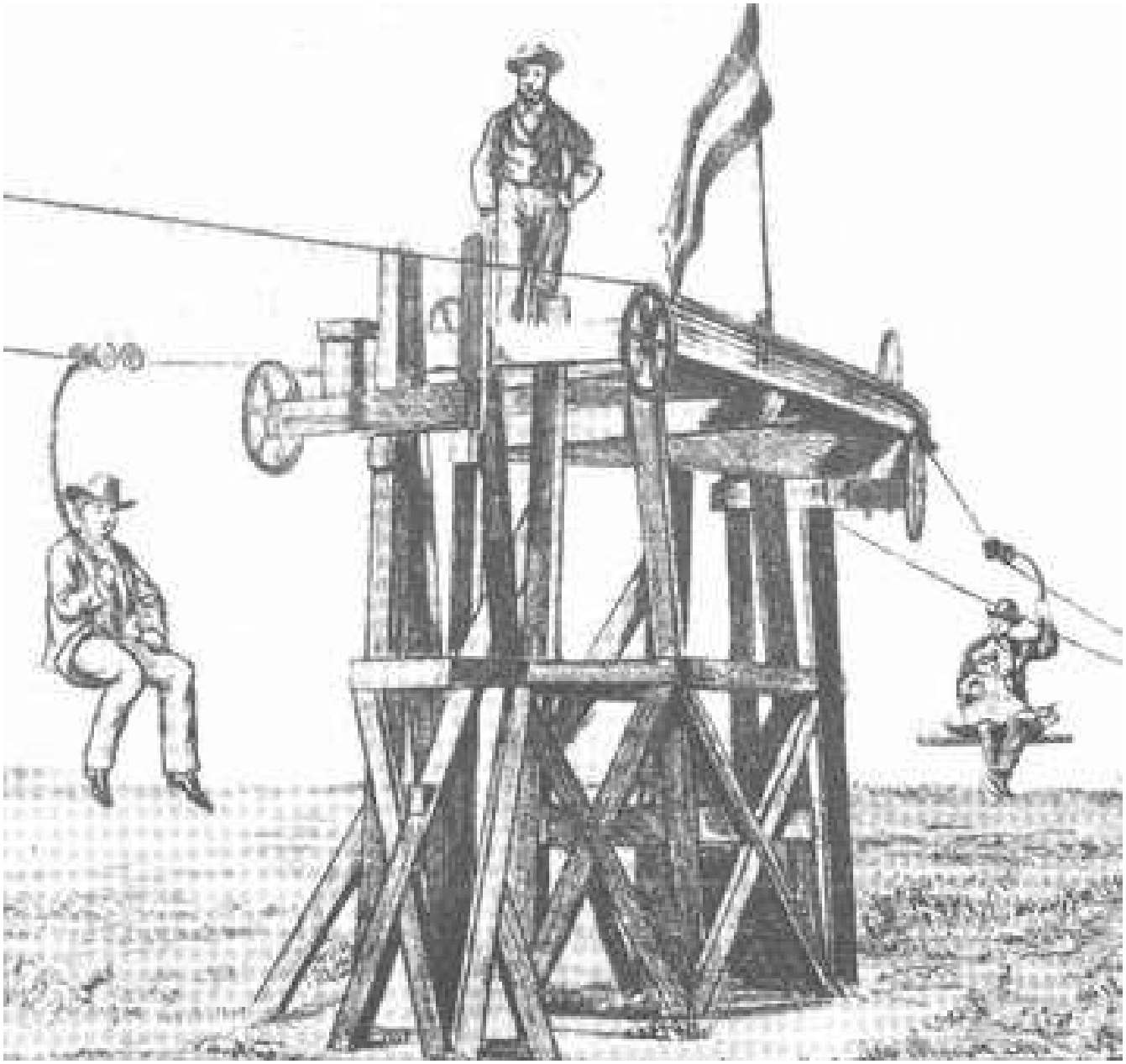
La minería de los primeros tiempos no tenía la intensidad para modificar o destruir el ecosistema de un área, pero en el Renacimiento cuando se perfeccionan las tecnologías mineras pronto se hará notar el deterioro, como podemos ver en una región italiana donde se da la voz de alarma sobre la explotación de los recursos y sus consecuencias en el paisaje... *"Las operaciones mineras devastan los campos, por cuya razón en otros tiempos la ley advertirá a los italianos que ninguno debía cavar la tierra para buscar metales y así perjudicar sus campos... También condenan que se corten los bosques y los sotos porque hay necesidad de una cantidad inacabable de madera para construcción, para máquinas y para la fundición de metales y cuando se han derribado los montes y los sotos quedan exterminados los animales y los pájaros... además cuando se lavan los minerales el agua que se ha utilizado contamina los arroyos y los ríos." (8)*

La minería incorpora la energía hidráulica que le permite una nueva escala. *"Viejos campesinos de los valles se quejaban de que los nuevos hornos, fraguas y molinos convertían aldeas antes tranquilas en bulliciosos manicomios. La maquinaria zumbaba y rechinaba cuando las grandes ruedas de madera, destinadas a transmitir la fuerza, generaban en las corrientes o bajo el impulso del agua... Los golpes de grandes martinetes movidos por fuerza motriz, que pesaban a veces 90 kg y más, resonaban por bosques y colinas." (9)*

Desde la antigüedad el combustible que se usaba era la leña o el carbón vegetal, que cuando aumentan la población y las industrias rápidamente se agotan, los gobiernos, especialmente Inglaterra, toman medidas, pues el bosque era el fundamento de la industria naviera, soporte de su comercio y poderío. Una embarcación podrá consumir los árboles de 20 hectáreas de bosque. Con el aumento de los mercados se difunden a partir del siglo XVI nuevas estructuras de producción *"la fábrica"* ***concentrando por las fuentes de energía y los mecanismos de transmisión y esto tendía su expresión en el paisaje*** el principio rural al lado de los ríos y luego de las ciudades. Las industrias textiles *"que albergan hasta dos centenares de telares donde trabajaban otras tantas muchachas en el hilado y cardado de las fibras." (10)* Los edificios, fábricas y molinos incorporan nuevas imágenes que se verán complementadas especialmente a partir del siglo XVIII con una infraestructura de transporte cada vez de mayor escala, construcción de canales, puertos, depósitos, caminos y ferrocarriles, etc.

Con la Revolución industrial el impacto sobre el ambiente llega a niveles de caos...*"La máquina de vapor tendió hacia el monopolio y la concentración de la energía; el viento y el agua eran libres, pero el cambio era caro y la máquina de vapor misma era una inversión costosa."(11).*

La nueva escala del motor a vapor tendía a las grandes instalaciones industriales. El motor a vapor y su fuente de energía, el carbón mineral, marcan la diferencia, ***concentración de fábricas y hombres***. Traslados de campesinos a precarias viviendas urbanas, desestructuración social, pérdida de calidad de vida. Contaminación de humos y desagües, un deterioro que debió años después ser controlado. El campo fue modificando también su imagen con la concentración de la propiedad y por tanto sus expresiones con el cercado de los campos, con la mecanización y los depósitos para acopio, ***fueron años de muchos cambios y también sufrimientos, especialmente el primer siglo de la Revolución Industrial***... ***"Con una creciente contaminación por humos fue amenazada la vida humana y la de las plantas, destruyendo el interés del hombre por su entorno; el fin de siglo pudo contemplar una Gran Bretaña en un lamentable estado de descomposición paisajística. Las sociedades urbanas habían arrollado a la antigua sociedad rural y los nuevos valores no habían alcanzado todavía el necesario equilibrio." (12)***



POCO DESPUÉS LLEGAN A AMÉRICA

(Pág. anterior) Sistema de transporte por un aerocarril en la Exposición de Córdoba 1871. La energía fue producida por una locomóvil.

Notas

1- Alzate y Ramírez, José Antonio. Cit. Antológica Roberto Moreno. UNAM . México. 1994.
2- Céspedes del Castillo. América Hispánica. Hist. de España. Ed. Labor, Barcelona, 1983.
3- Silva Telles, Pedro. Ed. L. Tec. Cientif. Río de Janeiro, 1984.
4- Silva Telles, Pedro. Op cit.
5- Nicolau, Juan Carlos. Antecedentes para la hist. de la industria arg. Bs.As., 1968.
6- Lawrie, Santiago. Un torno a caballo en Arq. Técnica e Industria. Bs.As., 1964.
7- Nicolau, Juan Carlos. Op cit.
8- Parish Woodbine. Bs. As. Las provincias del Río de la Plata. Ed. Hachette. Bs. As. 1958.
9- Dorfman, Adolfo. Hist. de la Ind. Arg. Ed. Hyspamerica. Bs.As., 1986.
10- Pellegrini, Carlos Enrique. Revista del Plata. Bs.As., 1853.
11- Nicolau, Juan Carlos. Op cit.
12- Boletín de la Exp. Nac. Córdoba 3° T. Bs.As., 1872
13- Bartolomé Víctor y Suárez. Informe sobre exposición Córdoba, 1871.
14- Robertson Guillermo y Juan. Cartas de Sudamérica.
15- La Tribuna. 4-I-X-1853/10-11-1853/21-V-1854/ 28-V-1854 Buenos Aires.
16- Iñigo Carrera, H. José. Juan Bialet Massé. Ed. T.H.S. N° 20. Bs.As.

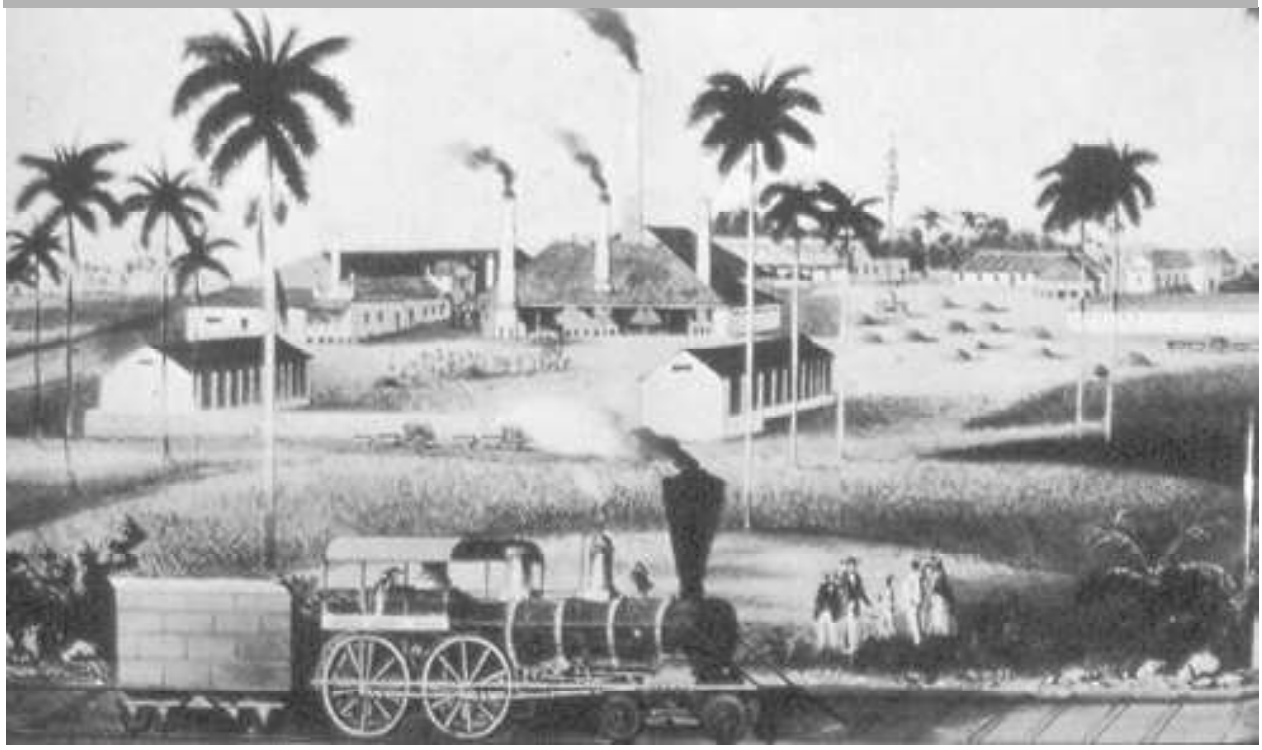
Propuestas americanas

La industria textil, fue una de las primeras en usar conjuntos numerosos de máquinas. Según su forma en función de estructurar el sistema de distribución de energía, se desarrollaron edificios de 5 ó 6 pisos. Para que esto fuera posible debieron combinarse muchos avances tecnológicos como las vigas de hierro, las columnas de fundición que permitían plantas libres, etc. La difusión de la máquina de vapor pronto llegó a dar solución al desagote de las minas, un problema que era común en las de Nueva España.

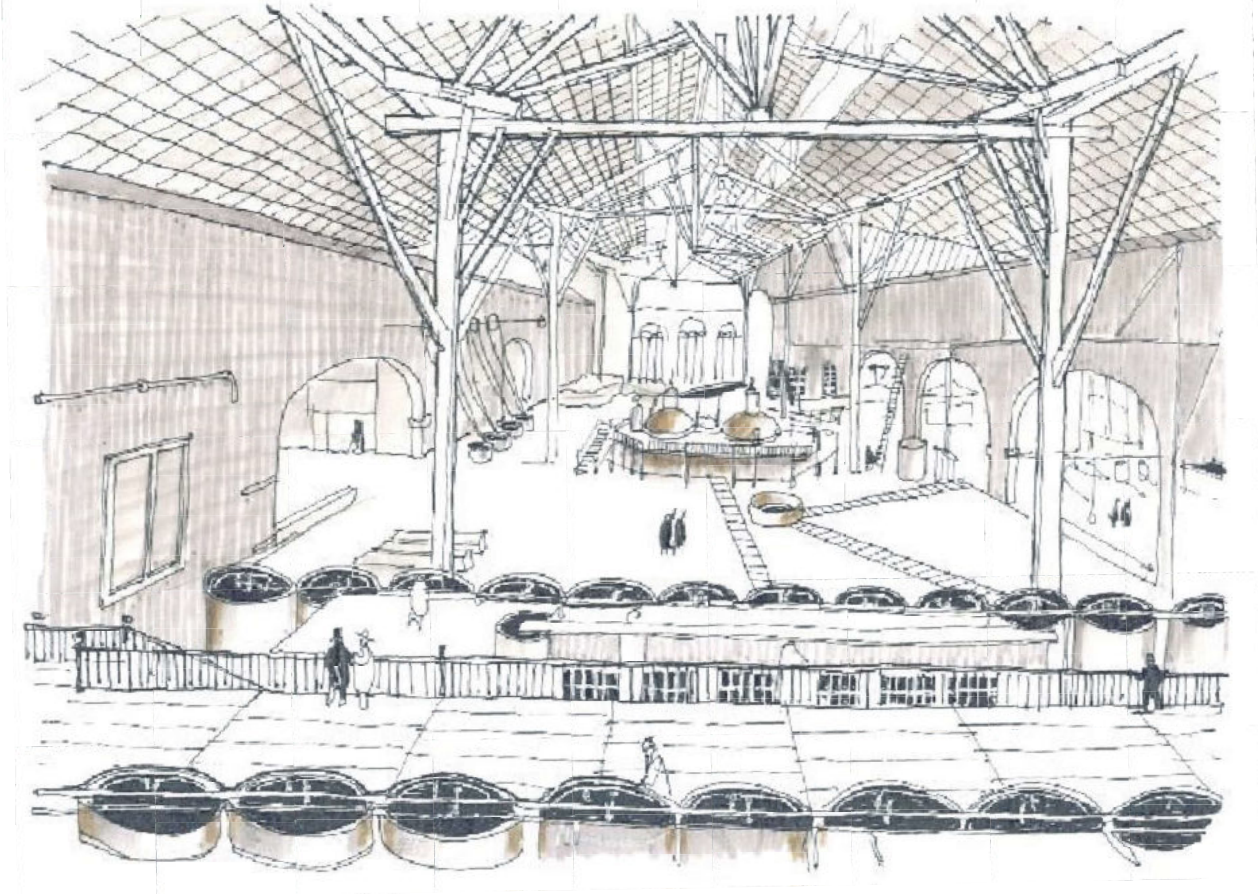
En 1768 un científico mexicano D. José Antonio de Alzate y Ramírez, expuso en el *Diario Literario de México,* una propuesta para usar en las minas. *Como el ramo de la mina es el nervio principal del reino nunca sabrán las industrias cuándo se intente mejorarlo..."* y aquí se hizo una consideración sobre los métodos usados..."*es de extrañar el que más de doscientos años que se laborean las minas no se haya dado un paso adelante en su desagüe: el cabrestante que llaman malacate ha sido el único asilo...considero que la construcción de una máquina hidráulica necesita más luces de las que a muchos parece. Se requiere un gran conocimiento de las matemáticas ayudado de una gran penetración y habilidad para conformarse a las dificultades, accidentes que suelen sobrevenir... supongamos ejecutadas unas bombas suficientes para desaguar una mina... pero que éstas no pueden moverse y desaguar diez y seis veces por minuto por ser necesario para que muevan y desagüen han de emplearse en su maniobra cien hombres o veinte caballos (*un caballo tiene la fuerza de cinco hombres)... *asentemos que una persona hábil descubre un árbitro para que esta máquina se mueva fácilmente ahorrando los doscientos hombres o cuarenta caballos;es innegable que la máquina será no sólo útil sino necesaria...Esto sucede con la máquina llamada de fuego en la que una pequeña cantidad de agua, reducida a vapor, pone en movimiento las bombas que extraen el agua de una profundidad de más de cien varas. Las piezas principales que componen esta máquina... se reducen a una caldera cubierta por un chapitel de plomo,... está soldada a un tubo con una llave para abrirlo o cerrarlo y lo llaman regulador. Se une a éste un cilindro o tubo de metal de tres varas de largo y de veinte y dos pulgadas de diámetro. En el interior del tubo juega un émbolo bien ajustado para que no penetre el aire. El émbolo dicho pende de la extremidad de una viga horizontal que tiene un eje casi en la medianía; en la parte opuesta de la viga está afianzado el émbolo de las bombas de desagüe.....para poner en movimiento la máquina se enciende fuego bajo de la caldera para que el agua llegue a hervir. Entonces se abre el regulador para que los vapores impelan por su fuerza el émbolo a la parte superior del tubo...impelido el émbolo hace inclinar la parte opuesta con cuyo movimiento los émbolos de las bombas descienden. Para hacerlos subir se abre en el tubo o bomba de la caldera el cañoncillo que se llama de inyección y por él entra una corta cantidad de agua fría, la que precintó los vapores que suspendían el émbolo. Por la condensación de éstos se forma un vacío y el aire por su peso hace descender el émbolo...(1)*

Luego da el ejemplo de varias bombas con motor de vapor que están en uso en Europa: una en Hungría que desagua 24.000 cubos de agua al día consumiendo tres cargas de leña, haciendo el trabajo equivalente a cien caballos. Estas diferencias en la capacidad harán que las máquinas de vapor reemplacen a las otras alternativas más caras y más engorrosas como la fuerza hidráulica, eólica o animal. uego de la desintegración del imperio español en América *Cuba fue con muchísima diferencia la más importante y desarrollada colonia española del siglo XIX. América Hispánica.* A partir de los gobiernos ilustrados en la España del siglo XVIII y sus cambios geopolíticos toma importancia el Caribe y el Atlántico Sur donde aparece el Virreinato del Río de la Plata.

Varios factores externos ayudaron al desarrollo de las *perlas de las Antillas:* primero el éxodo forzado de los plantadores haitianos que en 1795 emigran con sus técnicos, capataces y capitales. Luego, años más tarde, la inmigración de empresarios españoles que venían con sus capitales de la ahora América independiente, y lo interno, como consecuencia de la situación, la formación de una fuerte burguesía local con una vocación modernizadora: la ***SACAROCRACIA***. Para todo ello necesitaron de una gran cantidad de mano de obra fundamentalemente esclava que fue el soporte del



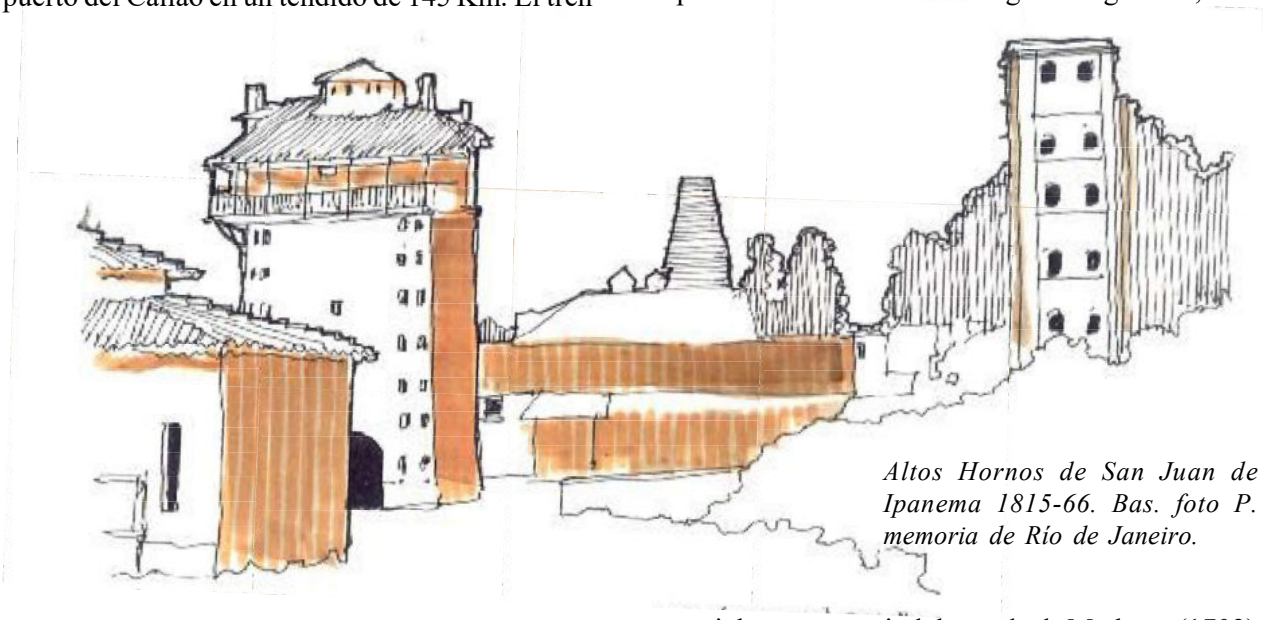
(arriba) Grabado de un complejo azucarero a mediados del siglo XIX. En Cuba en la primera mitad del siglo se hicieron fuertes inversiones en industria azucarera incorporando mucho antes que en otros países americanos las tecnologías europeas. (abajo) Sala de calderas del ingenio San Antonio.c.1860. Cuba.



sistema económico cubano (entre 1790 y 1860 se introdujeron 720.000 esclavos desde Africa. El Mercado natural de la producción no fue España, con una situación atrasada, sino Estados Unidos y Europa donde el azúcar llega a ser parte importante en la dieta. Todo ello fue sustentado por un desarrollo tecnológico que en algunas de sus formas fue pionero en Iberoamérica. A partir de 1818 se difundió el uso del vapor. En 1830 se concedió licencia para la construcción de un ferrocarril. Con un préstamo inglés y el aporte de un millar de irlandeses, convictos y esclavos dirigidos por un ingeniero norteamericano, en dos años quedó inaugurado el tramo de La Habana a Bejucal, 100 km. en 1860 las líneas llegaban a 700 km. En mayo de 1851 se inauguró el primer ferrocarril de Sudamérica en un costo reconocido que unía la ciudad de Lima con el puerto del Callao en un tendido de 145 Km. El tren inaugural corría a una velocidad extraordinaria para la época de 46 km/h. Todo el material había sido comprado en Inglaterra. *Hasta 1850 o poco menos la economía azucarera se desarrolló en forma continua y satisfactoria. Su base fue el INGENIO como unidad agrofabril. La adopción de trapiches modernos totalmente metálicos de cilindros horizontales y con máquinas de vapor elevó la productividad. La generalización del tren jamaiquino (en realidad francés) que permite usar un solo fuego para una batería de calderas redujo el consumo de combustibles... El uso de la centrifugadora a partir de 1840 sería la mejora técnica más importante. América hispánica. Estos cambios también fueron acompañados por otros desarrollos como el sistema de transporte ferroviario en 1837 y el telégrafo en 1854. (2)*

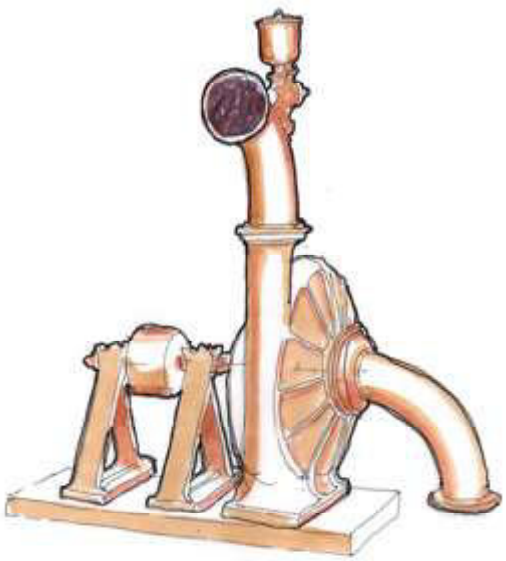
En el antiguo territorio del Brasil desde el siglo XVII los inquietos padres jesuitas habían comenzado con la producción de elementos de hierro. En 1590 Ibirapuera cerca de la actual ciudad de San Pablo, funcionaban dos hornos con una forja que tenía como materia prima el mineral de hierro que se encontraba a flor de tierra y como combustible el carbón vegetal. El gobernador portugués interesado en este emprendimiento envió *"tres experimentados mineros fundidores portugueses y dos alemanes". (3)*

En Brasil colonial había un desprecio por los conocimientos técnicos y científicos, a partir de una estructura económica virreinal basada en la exportación de productos primarios. También pesó mucho en las posibilidades de desarrollo de la metalurgia, la antigua dependencia del reino de Portugal de Inglaterra, especialmente a partir del tratado de Methuen (1703) que liquidó la incipiente industria portuguesa y por extensión la brasileña. La competencia de los más baratos productos ingleses, ahogó cualquier posibilidad de desarrollo. Recién en 1844 hubo una débil política proteccionista que aumentó las tasas de las importaciones. La necesidad de abastecer de hierro al Virreinato del Brasil, estuvo comprendida poco después en un informe del Virrey a los gobernadores, donde el establecimiento de fundiciones de hierro estaba nuevamente permitido, pero la situación no cambió, pues faltaba una infraestructura técnica.



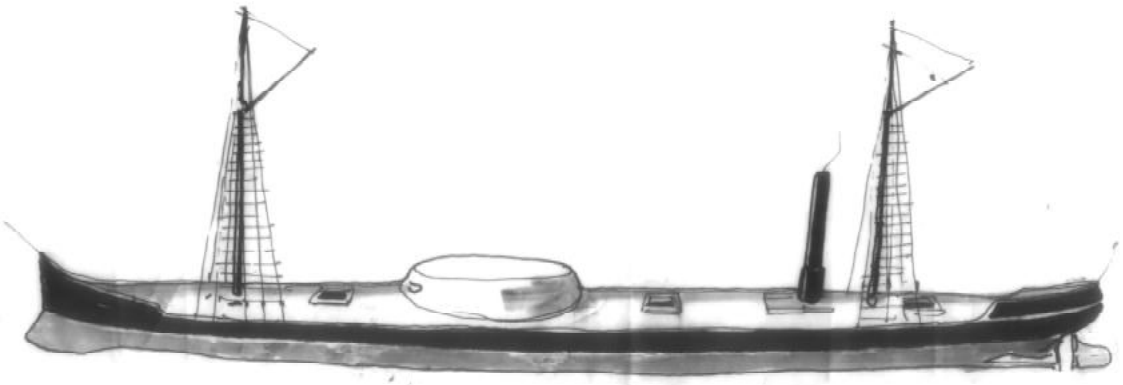
Altos Hornos de San Juan de Ipanema 1815-66. Bas. foto P. memoria de Río de Janeiro.

En el desarrollo de la industria brasilera fue fundamental el aporte de algunos científicos formados en Europa, entre ellos José Bonifacio De Andrada e Silva (1763--



1838) y Manuel Ferreira de Cámara Bitte Court e S.A. (1764-1835), ambos después de sus estudios en Coimbra hicieron un viaje de estudios por los centros mineros y metalúrgicos europeos. José Bonifacio fue director de la fábrica de hierro de Figueiro Dos Vihnos en Portugal, Catedrático e Intendente General de las Minas de metales del Reino.

En 1808 vino con la corte portuguesa un grupo de ingenieros europeos que tendrán gran influencia en el desarrollo metalúrgico brasileño. Se fundaron en pocos años cuatro fábricas de hierro. La única que sobrevivió fue la Real Fábrica de Ferro de Sao Joao de Ipanema (1810) que era estatal. En 1815, se reemplazaron los anticuados hornos azules construidos por los técnicos suecos, por los altos hornos. Tenían fáciles accesos y disponibilidad de carbón vegetal. *«Entre 1815 y 1821 la fábrica produjo cerca de 750 tn. de hierro en barra, hierro fundido y moldeado en lingotes y una gran variedad de artefactos de hierro». (4)* En 1836 se fabricó la primera máquina de vapor de Iberoamérica para un molino en el ingenio Caruna. En 1852 Baron de Maua obtiene un privilegio por 10 años para la navegación a vapor. La empresa se conocía como *"Imperial Companhia de Navegaçao a vapor e estrada de Ferro"* de petyropolis. La ingeniería estuvo a cargo de un ingeniero inglés Williams Bragge. El tendido no tuvo problemas pues no había grandes nivelaciones. En 1854 se inauguró el primer tramo. El tren alcanzó la impresionante velocidad para la época de 46 km/h. Se disponía de tres locomotoras inglesas. La línea se complementana con un servicio de barcos que los transportaba a la ciudad de Río de Janeiro. Una escala del desarrollo industrial brasilero lo da la Exposición Nacional de 1861, en Río de Janeiro: se presenta una máquina de vapor de gran envergadura (200 HP), gran potencia para la época. Esta fue construida en los talleres del Arsenal de la Marina (BNB). Para sortear las grandes diferencias de altura (800 m) se usaron máquinas fijas. Máquina de tracción para el funicular

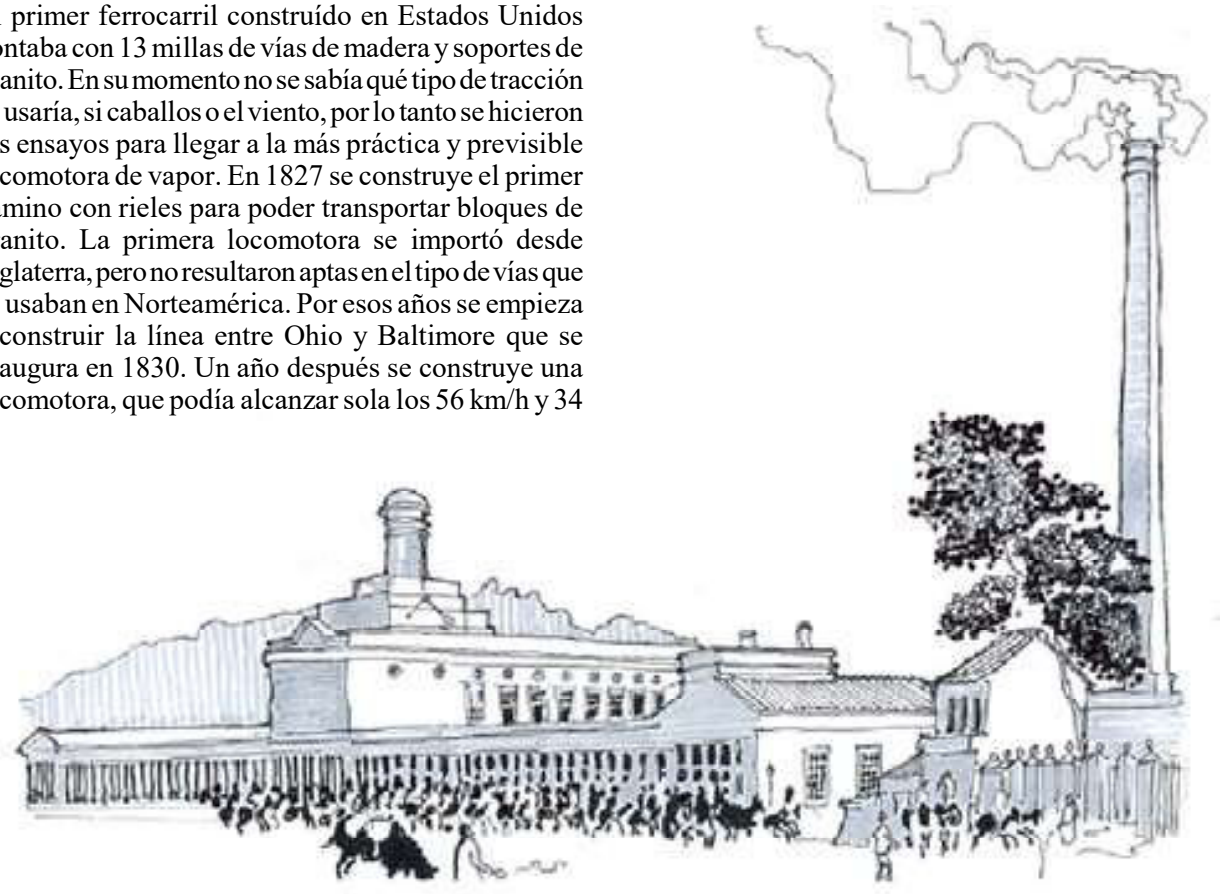


Da Serra en la E. F. Santos a Jundai (1862) (Brasil)En 1857 se realizó la primera experiencia de iluminación en la Escuela de Ingeniería en Río de Janeiro. Años después, en 1868, para conmemorar la victoria de Humaitá en la guerra del Paraguay, se iluminó la fachada del edificio municipal en San Pablo.

Otros países americanos emprendieron la construcción de sus líneas férreas, entre ellos Paraguay en 1856 que unía Asunción con Paraguaré. También funcionaba la fundición de Ibicuy. Todo este incipiente desarrollo fue destruido en la guerra de la Triple Alianza.

El primer ferrocarril construído en Estados Unidos contaba con 13 millas de vías de madera y soportes de granito. En su momento no se sabía qué tipo de tracción se usaría, si caballos o el viento, por lo tanto se hicieron los ensayos para llegar a la más práctica y previsible locomotora de vapor. En 1827 se construye el primer camino con rieles para poder transportar bloques de granito. La primera locomotora se importó desde Inglaterra, pero no resultaron aptas en el tipo de vías que se usaban en Norteamérica. Por esos años se empieza a construir la línea entre Ohio y Baltimore que se inaugura en 1830. Un año después se construye una locomotora, que podía alcanzar sola los 56 km/h y 34 tirando 5 o 6 vagones. Las líneas ferroviarias que en 1831 tenían 30 km, en diez años llegan a 4509 y en 1850 a 14.400 km.

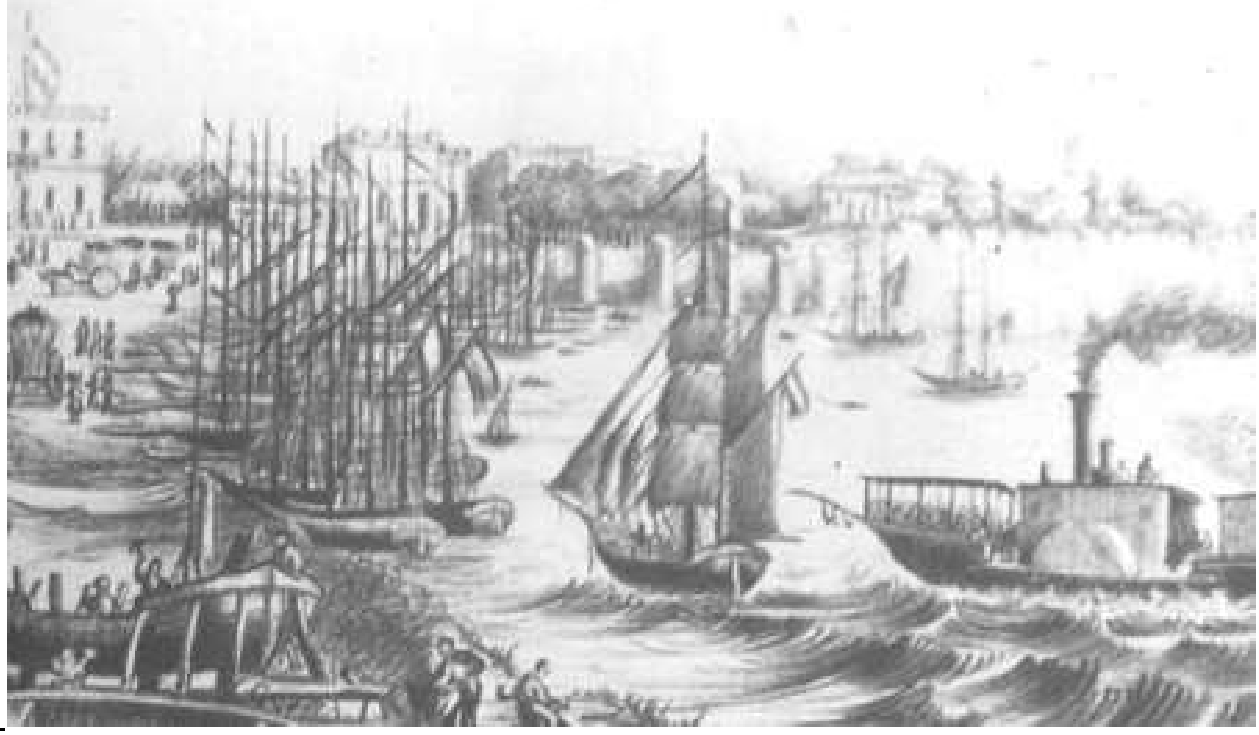
(pág. anterior arriba) Bombas fabricadas en Brasil y presentadas en la Exposición Nacional de Río de Janeiro de 1861. (abajo) Galpones de la fundición de San Juan de Ipanema(arriba) Monitor Alagoas. Revolucionario navío de guerra construido por el ingeniero Level para la guerra de la Triple Alianza (1867). Bas. Mod. Museo Naval Río de Janeiro. (abajo) Fábrica de gas de alumbrado en Río de Janeiro. (1854) BN. S. Iconografía



Motores a vapor y mecanismos

Desde mediados del siglo XVIII empieza a cobrar intensidad la necesidad de cambios en esta región del Imperio Español. El paulatino agotamiento de las minas del Potosí y las nuevas ideas que los fisiócratas tienen de la riqueza de las naciones. La fuerza que en este siglo tomó ***la razón y la ciencia como forma de comprender y encarar la economía*** se refleja en el Río de la Plata de mano de algunos de sus hombres más instruidos con Lavarden o Hipólito Vieytes destacándose la figura del joven y prestigioso secretario del Consulado de Buenos Aires. Sus escritos quieren reflexionar y proponer rumbos para su desarrollo futuro y en el Correo de Comercio nos dice que *"ni la arquitectura, ni el comercio serán casi en ningún caso suficientes para establecer la felicidad de un pueblo, sino entrasen en su socorro la oficiosa industria"*.

Luego de la Independencia las posibilidades industriales tenían pocas condiciones. Faltaba una tradición y un mercado, no había mano de obra entrenada ni tampoco



técnicos capaces para los nuevos modos de producción y los escasos capitales posibles se destinaban a otras inversiones como la minería, el saladero y poco más. Los trabajos se realizaban basados en lo artesanal. Una enorme limitación fueron las levas de gente y el desorden económico que generaron las guerras, primero de la independencia y luego las luchas internas que le siguieron. Por esos años se van incorporando nuevos contingentes de inmigrantes... *"los artesanos extranjeros aportaron con su trabajo personal, conocimientos*

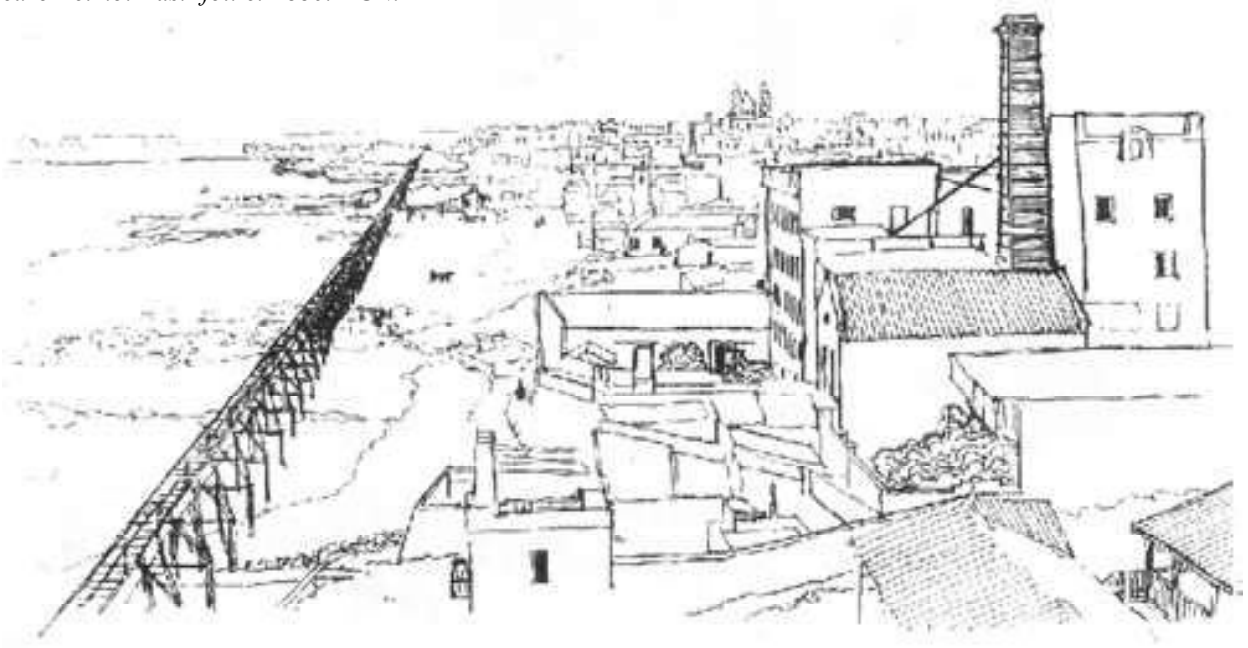
(Pág. anterior) El moderno saladero con sus graserías que usaban el vapor y tienen altas chimeneas (arriba) (abajo) Intenso movimiento fluvial en el puerto de Santa Fe. Dib. P. Mousse lit. Pelviain. (arriba) Moderno ingenio de P. Saint Germain en la provincia de Santiago del Estero. Grab. Tour du Monde. París, 1886. Imagen de una industria moderna con sus grandes edificios, máquinas y humeantes chimeneas que modifican el antiguo y tranquilo paisaje rural. Poco después se instalarán poblaciones en las vecindades formando pueblos rurales dependientes de los ingenios azucareros. (abajo) Maquinaria usada en los primeros ingenios mecanizados en Tucumán, actualmente en el Museo Obispo Colombres.

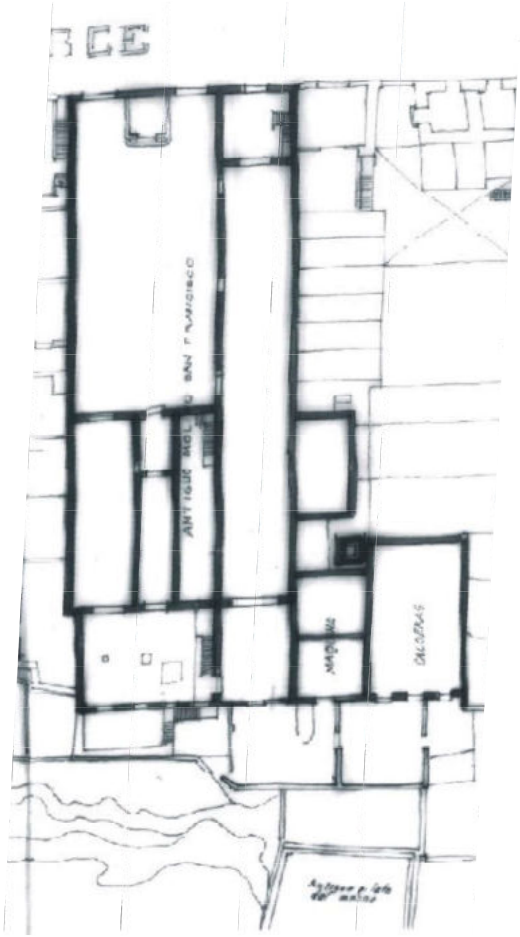
adquiridos en su país, junto con sus herramientas de trabajo y capitales ...muchos de ellos traían la inquietud de elaborar nuevas máquinas y obtener métodos más adelantados siendo como eran muchos de ellos hijos de la Revolución Industrial". (5). Entre los muchos escoceses que trajeron los hermanos Robertson en 1826 se encuentra un herrero llamado James Lawrie *..."Entre sus documentos personales y cuentas figuran notas sobre el torneado de palos de quebracho y urunday para ejes de carros"...* hacia el año 1829 Lawrie instala una herrería en la calle Balcarce entre Venezuela y México. Allí reparó y construyó calderas. *"Fue entonces cuando se decidió a construir un torno del tipo más moderno según sus anotaciones y fue realizado casi totalmente en planchas y barras de hierro con sus partes móviles montadas sobre cojinetes de bronce. En él el husillo era accionado por un apolea y correa desde una rueda grande de mano pero más tarde la rueda de mano fue reemplazada por una especie de malacate tirado por un caballo y los engranajes de la misma fueron construidos de madera dura (urunday) y algunos de los más grandes fueron construidos por medio de discos de hierro con dientes de madera dura sobre su periferia"...(6)* Las primeras máquinas de vapor con sus sistemas mecanizados aparecen en 1825 con la llegada del vapor Druid.
En los años siguientes vienen muchos otros vapores inclusive años después el Estado Nacional compra algunos barcos a vapor para la flota de guerra. Ya en la década del '50 se construye un barco a vapor en astilleros en el Riachuelo. Los saladeros, la principal industria de mitad del siglo XIX, trabajan para sus graserías con calderas a vapor, especialmente después de los aportes del químico francés Antonio Cambaceres (c. 1830). La operación se realizaba en unos cubos de madera a los cuales se calentaba con el vapor producido en unos cilindros hervidores (calderas).

En 1814 un decreto del Director Gervasio Posadas otorgaba franquicias para importar máquinas destinadas a beneficios del sebo y salazón de carnes como así también a la sal, duelas y arcos de hierro.
La grasa separada de la carne luego de hervirla se la colocaba en vejigas o grandes tripas y se la utilizaba para cocinar. El tercer tipo de grasa se obtenía extrayéndola de la médula de los huesos por medio de calderas y se empleaba en la cocina del propietario resultando "el condimento más delicado de los alimentos muy superior a la grasa de cerdo, a la manteca y hasta el aceite según el decir de D'Orbigny.*(7)*

Sin embargo tendrán que pasar muchos años para que en la región se incorporen modernas tecnologías mecanizadas y con motores a vapor. Una gran parte de los

A la izquierda aparece la estructura del viaducto del ferrocarril que unía la estación Central, en el lateral de la Casa de Gobierno y Ensenada (1863) ampliado en 1872. En el fondo se ve la estación Venezuela de San Pedro Telmo. Bas. fot. c. 1880. AGN.





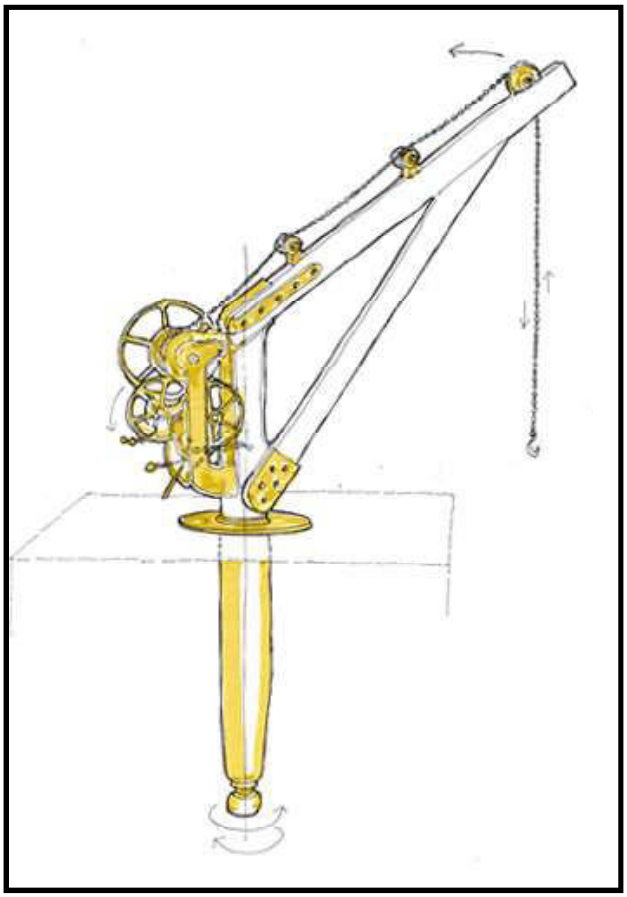
molinos hasta mediados de siglo se seguirán moviendo con la energía del viento, el agua o los animales. Años después, en 1837, en las calles Balcarce y Cochabamba apareció el molino y atahona del Sr. Lagomaggiore con la primera fábrica de fideos, con máquinas de madera movidas por un malacate.

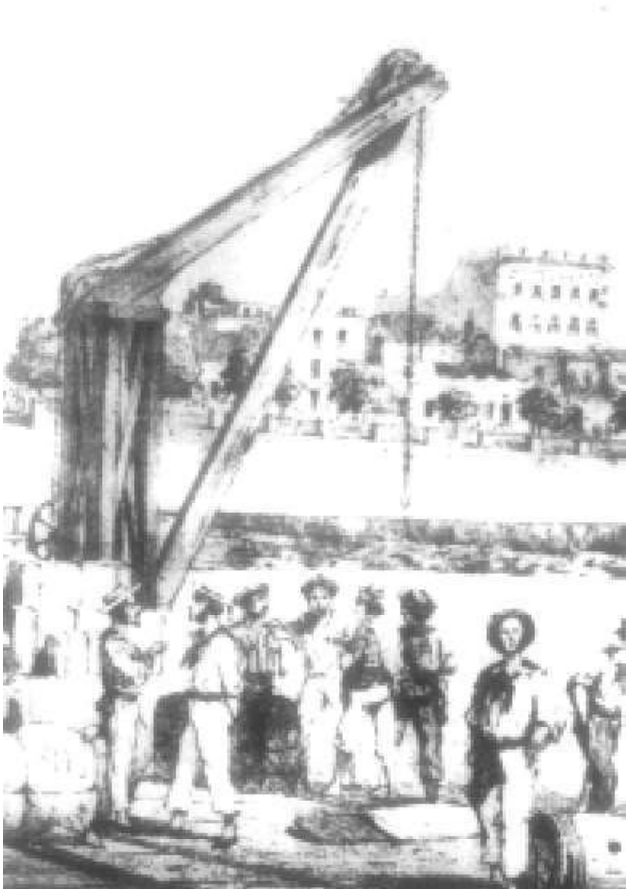
En 1845 se organizó en la ciudad de Buenos Aires el primer molino harinero movido con una máquina de vapor llamado San Francisco, propiedad de los señores Juan Bleumenstein, suizo,Augusto Laroche, francés y el ingeniero Carlos E. Pellegrini, saboyano. la instalación tenía varios pisos y un sistema de vapor con tres calderas que permitía la molienda de alrededor de 150 fanegas de trigo por día. La construcción del moderno molino a vapor aportó una imagen de cambio en el perfil de la ciudad. Un edificio de cinco plantas para el proceso de la molienda que se hacía por gravitación desde las partes altas y la chimenea de sección cuadrada para los gases a cambustión de la máquina de vapor. En función de las posibilidades que daban las máquinas de

(arriba) Imagen trasera del molino sobre la calle Paseo Colón entre Alsina y Moreno. BAS Ziechmann 1938. Ed. Kraft. (abajo) Planta de Molino San Francisco sobre la calle Balcarce.

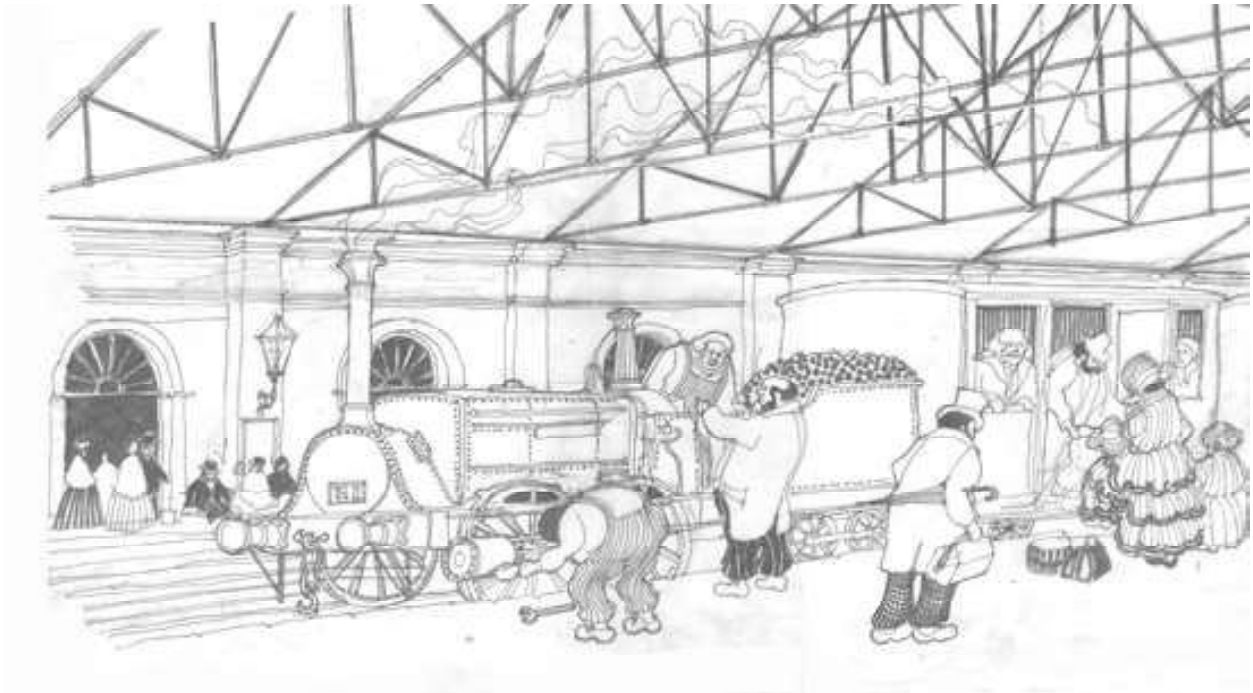
vapor sus formas de transmitir la energía, el ingeniero Pellegrini renovó una propuesta de traída de aguas, desde el río poco más de 100 m. y 110 pies de la altura para la provisión de la ciudad, que no fue aceptada por las autoridades. *"A este respecto tenemos en Buenos Aires un establecimiento de vapor de primer orden perteneciente a los Sres. Bleumenstein y Laroche. Desgraciadamente, según tenemos entendido, no ha querido el gobierno contribuir al desarrollo y fomento del establecimiento, proveyendo a la capital de fuentes y surtidores en las principales plazas y establecimientos públicos. Sin embargo, sus dueños abastecen de agua a todos los últimos gratis, cobrando a los particulares un peso papel por pipa de una agua muy agradable y pura, tan buena como la de los aljibes y sin comparación preferible a la comunmente turbia del río..." ...Se computa en 400 el número de pipas de agua que se consumen diariamente en la ciudad; y sin embargo de estar el gran depósito de agua de aquel establecimiento sobre la barranca, en la calle Balcarce, y como a cuadra y media a dos del río, sus bambas pueden dar sin interrupción 100 pipas por hora... A más de esta aplicación hidráulica, la máquina de "vapor" muele por día 160 fanegas de trigo, y se divide en otros distintos ramos importantes para frutos del país. (N. del T.) (8).*

Otro molino de 1852 fue el de Lebrero con una máquina pequeña que podía moler 70 fanegas y que originó grandes protestas de los vecinos. Un lugar que, por entonces, era céntrico, quedaba cubierto de polvos y harinas por el molino. Al poco tiempo debió ser trasladado. Una instalación muy importante fue la de Angel Viale, en los fondos de la iglesia de Montserrat.





(izquierda) En 1841 Francois Cave, ingeniero del ferrocarril diseña una grúa accionada a mano que funciona sin ningún contrapeso con una columna de fundición que pivotea con su sistema de engranaje se la puede accionar con la fuerza de dos hombres y puede soportar con su brazo de madera 20 toneladas. (derecha) Pocos años después (1856) las vemos en uso en el muelle de cargas de Buenos Aires. Museo A y Metiers, París.

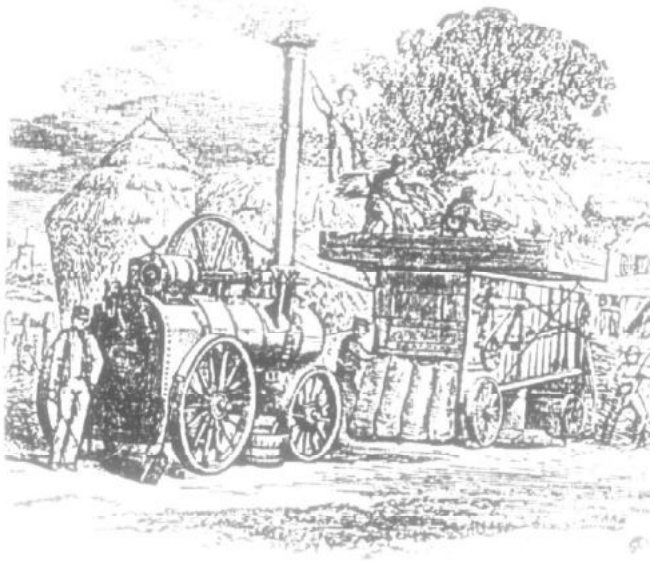


Primero fue atahona y luego se le construyó un molino con una máquina a vapor de origen francés de 45 h.p., que le permitía moler casi 300 fanegas diarias y que generó las protestas de los vecinos que veían peligrar la estabilidad de sus casas.

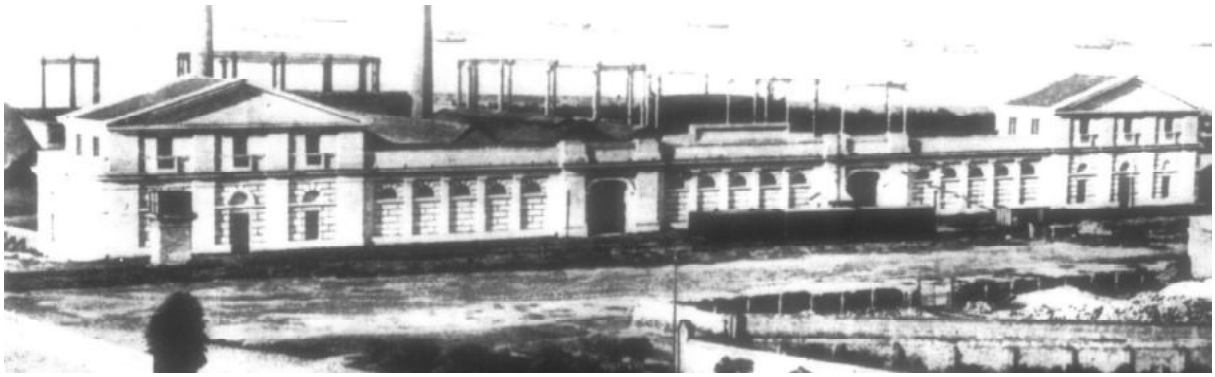
Aún en 1853, cuando se realiza el censo da para la ciudad de Buenos Aires 49 atahonas funcionado. Una historia del ingenio para superar la falta de tecnología aparece en un relato de don Pedro Merlini que tenía un taller donde reparaba carretas ...*"a falta de motores y tornos, se ingenió para hacer trabajar una herramienta a la que accionaba girando a velocidad y a modo de volante una gran rueda de carreta cargada cuya impulsión se hacia a mano"... (9).*

En la revista del Plata dirigida por Carlos Enrique Pellegrini con ese constante tratar de desarrollar las tecnologías en la región, encontramos una descripción de uno de los talleres pioneros en los comienzos de la industria nacional.

Hace algún tiempo que se nos dirigen algunos comunicados por industriales que desean que la Revista analice sus ensayos, y los recomiende a la atención pública, si le parecieren merecerlo. Entre aquellos papeles, distinguimos con placer una carta que nos ha dirigido el Sr. Carulla, creador y propietario de la Fundición inmediata al paseo de Julio. Si este señor no hubiese dado pruebas de su capacidad y no siguiese dándolas; si a más del deseo propio de todo hombre de trabajo, el de ganar dinero, no advirtiésemos en él calidades más apreciables aún que el talento, es decir, un amor profundo al país que le hospeda, y el



(arriba) En su primer año de funcionamiento el ferrocarril transporta 186.000 personas, en el 59 llega a 258.752. (abajo) En 1857 con la construcción del ferrocarril del oeste las máquinas a vapor y la idea de sistema integrado se incorporan en la vida económica cultural llegando en muy pocos años a ser la estructura de las comunicaciones regionales y su consolidación territorial.



(arriba) Foto de la antigua fábrica de gas de alumbrado en Retiro fundada en 1856. AGN Colección Witcomb

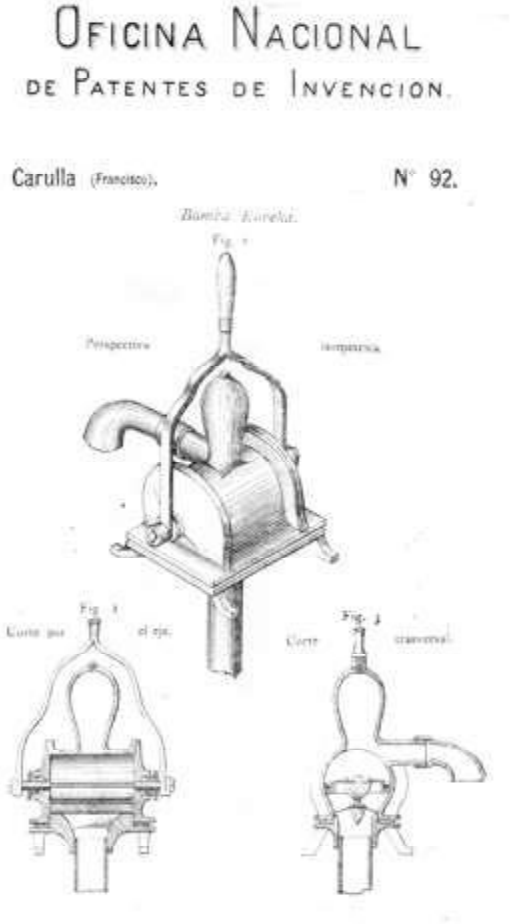
más honorable empeño para inocular a hijos de la tierra sus utilísimos conocimientos, a buen seguro no nos ocuparíamos de él. Pero a más de esta consideraciones, hay otra que nos estimula a dar un rato de contento a este distinguido artista: es que es español ... Efectivamente, con las ideas generalmente exageradas que tenemos Europeos y Americanos del atraso industrial de su patria, no es una ocurrencia cualquiera el ver fundar por un catalán, el más importante establecimiento metalúrgico que tal vez existe en esta parte del continente americano, un establecimiento que en toda probabilidad debía pertenecer y ser dirigido por algún hijo de la raza moderna de cíclopes que en medio de las hornallas de Birmingham, fraguan los rayos de la civilización. No queremos dar a entender por esto que la fábrica del Sr. Carulla tiene ya una importancia considerable: sino bien al contrario, la miramos como un embrión que incubado por la paz, por nuestro respeto a la autoridad y a las leyes, tomará indudablemente dimensiones colosales, cual conviene a esta América, donde todo es grande, hasta el amor a las revoluciones, hasta la tiranía". (10)

En la Constitución sancionada por la Confederación en 1853, en su art. 67, se recogen las ideas de Alberdi,se alienta la construcción de ferrocarriles y canales de navegación y la exploración de los ríos interiores. En el territorio, bajo el Gobierno de la Confederación, el ingeniero Allan Campbell propone en 1854 el estudio para un ferrocarril que partiendo de Rosario llegará a Córdoba, diversas dificultades pese al apoyo de Urquiza atravesaron la construcción del Ferrocarril Central Argentino comenzando en 1863. En 1866 llega a Fraile Muerto (Belle Ville), en 1870 llega a la ciudad de Córdoba y en 1876 a Tucumán.

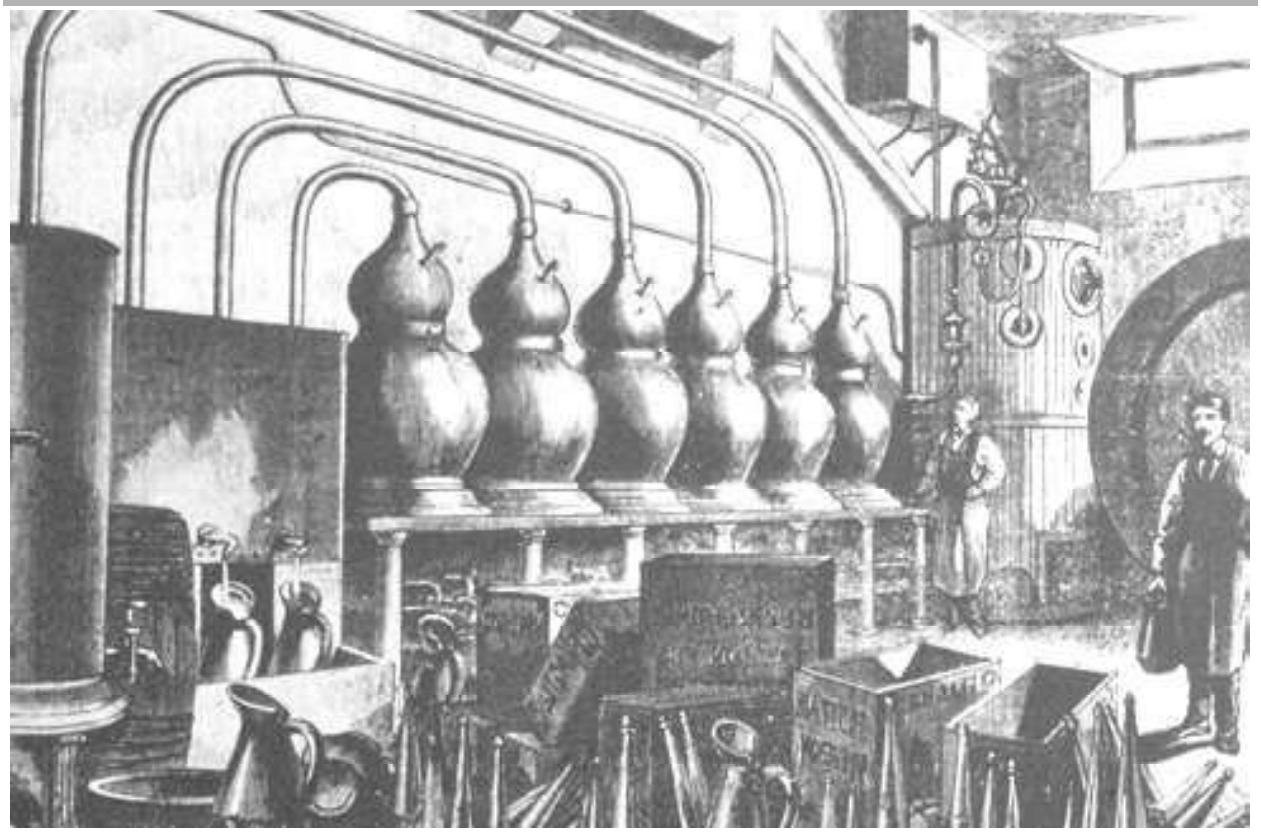
En el interior del país con una gran falta de comunicaciones aparecen algunos ensayos de mecanización como el de 1859 donde se importa para un ingenio tucumano un sistema de maquinaria completo. Pero lo que dará fuerte impulso la llegada del ferrocarril en Tucumán (1876) que permitió incorporar la producción en forma económica al mercado nacional. De a poco se van instalando en forma moderna fábrica y talleres como la Carpintería Mecánica del Retiro (1857), el taller mecánico de Fontana Hnos. (1858), el molino del oeste del francés Etcheto (1860), el taller mecánico de F. Merlo y Cía. (1863), el molino y fábrica de fideos de Oneto (1863), el taller mecánico del alemán F. Schwartz (1863), la carpintería mecánica de Craviotto e Hijos (1867), la tornería y aserradero de C. Sommers (1868), la herrería mecánica Solons y Cía (1869), la fundición y herrería mecánica del empresario italiano Zamboni, los que luego serían uno de los talleres metalúrgicos más importantes, el de Pedro Vasena (1870) y muchos otros que se incorporarán en forma sostenida. El establecimiento conocido como la fábrica de romanas, de calle de la Catedral 87, anunciaba la colocación de una máquina de cortar y agujerear hierro en frío, como para rejas, balcones y barandas, cuya principal particularidad consistía en contar con 8 fraguas de fuelle completas, máquinas *"para toda clases de piezas, tornos, taladros, tijeras para cortar chapa, moldes, "vigornias" y herramientas de todas clases"*.En un informe del Conde Crovetto se destaca que los *"establecimientos franceses son, sin excepción, de muy buenas instalaciones y casi todos poseen motores de vapor, calderas, máquinas de trabajo y transporte" (11).* Otras instalaciones que aportarán tecnología de punta para su época serán la fábrica de gas en Retiro y las líneas de ferrocarril (1857) que serán muy importantes en la formación de técnicos mecánicos. Los talleres ferroviarios que necesitaban conservar y reparar sus máquinas e instalaciones organizaron importantes talleres y entre ellos el Ferrocarril Oeste instala una fundición de hierro en

1863. En 1871 cuando se organiza la Exposición Nacional de Córdoba se presentan una gran cantidad de maquinarias y motores a vapor principalmente destinadas a los trabajos agropecuarios, siendo el rol de esta exposición significativo para la época pues con ella se afirma y difunde la mecanización y motorización para el trabajo. *"La agricultura es, en efecto, la primera de todas las industrias, por el numero de brazos que ocupa, por la cantidad de materias que produce, por el destino a que ellas son aplicadas, -la alimentación y el vestido del hombre- Ninguna está llamada a obrar sobre tan vasta esfera de acción, y ninguna necesitaba más del auxilio de la ciencia para no faltar a sus grandes fines, pues, si no marchara a la par de las demás, el progreso de todas sería efímero y transitorio (...). La ciencia de la mecánica ha invadido la agricultura como ha invadido todas las industrias. No hay operación alguna desde la más penosa, como romper la tierra, hasta la más trivial, como pelar una manzana, en que el labrador no encuentre poderosos auxiliares. La ciencia de la mecánica ha dotado al agricultor de brazos de hierro y nervios de acero (...) y si no ha borrado la maldición con que vino el hombre al nacer, condenado a buscar el sustento de cada día con el sudor de su frente, ha contribuido al menos a enjugar ese sudor, ya hacer más llevadera la ingrata tarea. Las máquinas de segar, las trilladoras, los arados a vapor, multiplicando sin límites la producción de la tierra, marcarán una época en los progresos de la humanidad, por haber mejorado inmensamente su condición, y haber alejado, acaso para siempre, esa terrible calamidad del hambre, que hace apenas medio siglo diezmaba periódicamente las mismas poblaciones europeas». (12)*

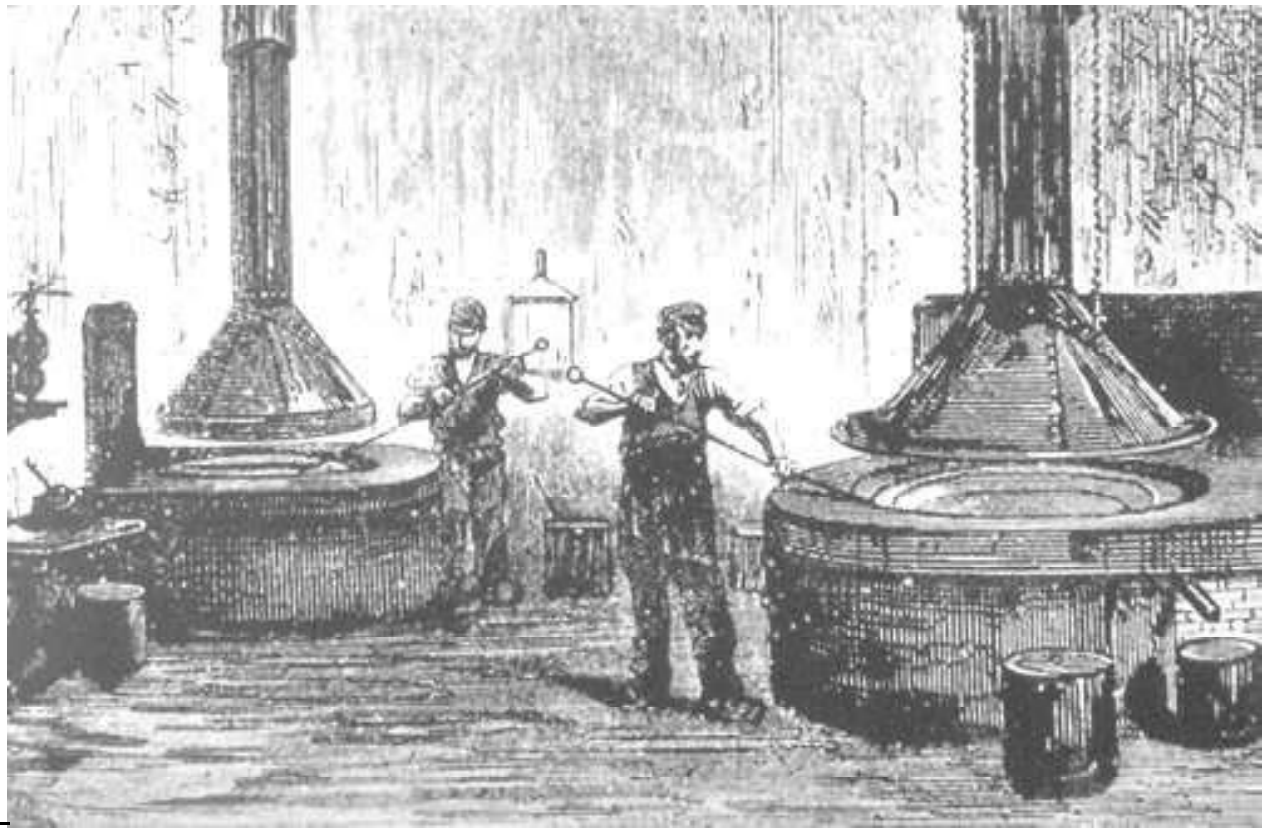
En las instalaciones de la exposición encontramos dos muestras significativas: el cablecarril accionado por una locomóvil y el sistema de aguas constantemente



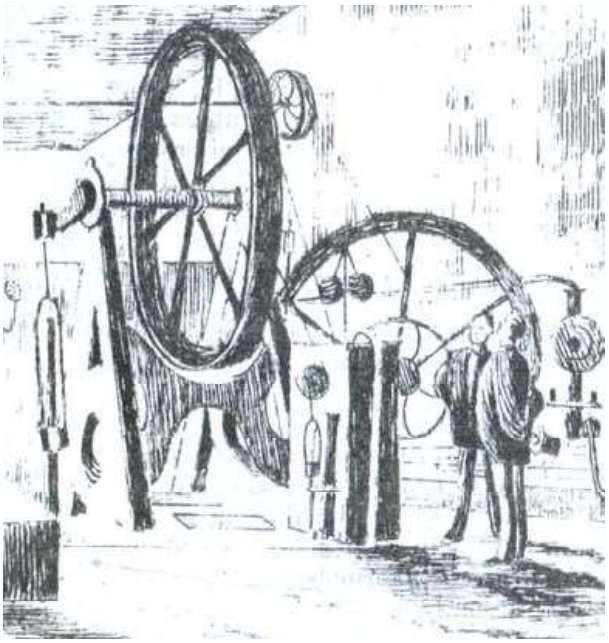
(arriba) Sala de máquinas cubriendo la locomóvil que da energía a las bombas del sistema de agua. Exposición Nacional de Córdoba. 1871. (abajo) Plano descriptivo del pedido de patentes de una bomba desarrollada por Francisco Carella.

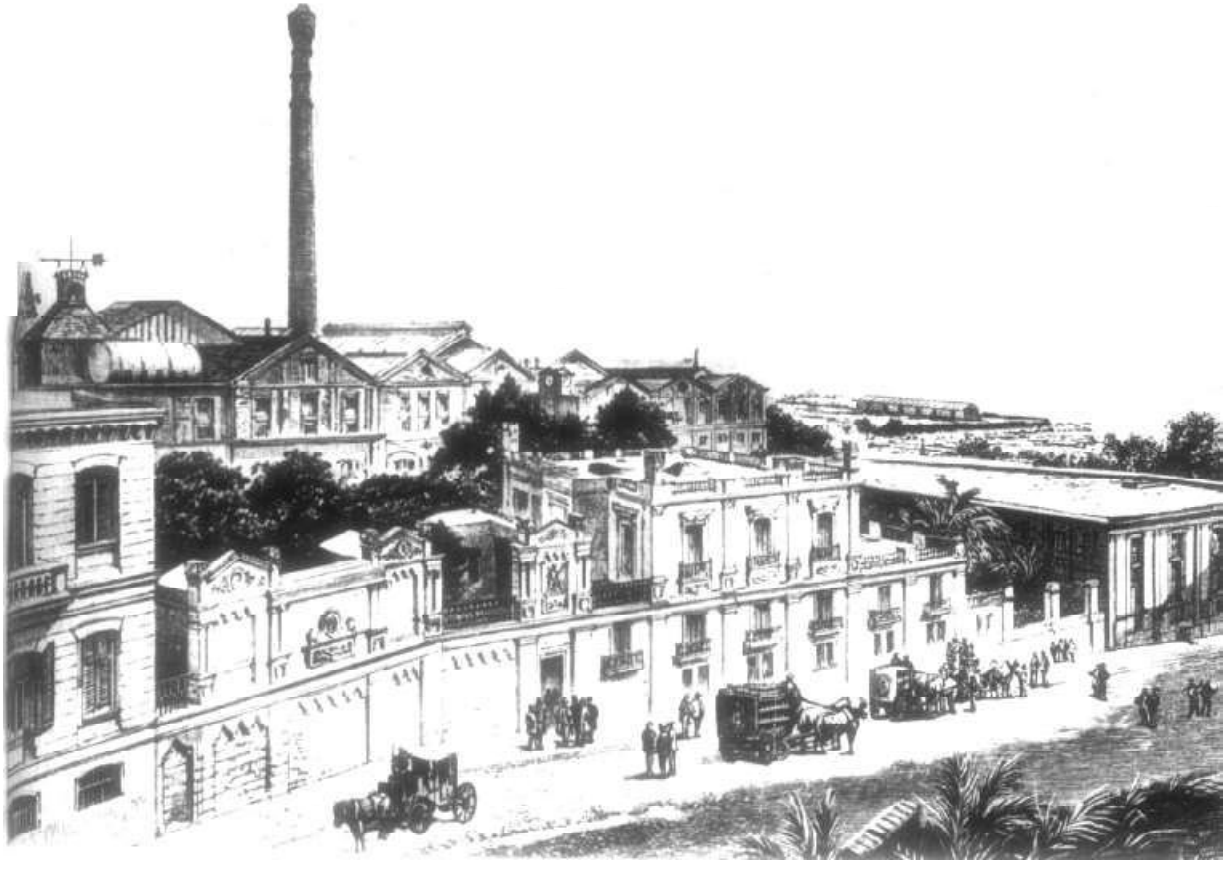


En la Ciudad de Buenos Aires de a poco se fueron instalando las bases para una industria nacional. Interior de establecimientos industriales en la Ciudad de Buenos Aires (c. 1870)



recirculadas que alimentaban el sistema de fuentes y riego del extenso parque, recalcando... *Bartolomé Víctor y Suárez nos hace una ajustada descripción del sistema de bombeo de aguas de la exposición: "**Cuando la maquinaria sustituye al brazo**. Cuando la ciencia dé dirección a la voluntad y a esa notable inteligencia característica de nuestras masas... debajo de su techo se encuentran una locomóvil de la fuerza de 6 caballos ingleses de la fábrica de Clayton Shuttleworth y Cía. de Lincoln. Al frente de ella está colocada una triple bomba de Easton, Amos & Anderson de Londres. Esta hace 40 evoluciones por minuto, en cada uno de los tres tubos de 15 cm. de diámetro por 22 cm. de largo, alzando 30 m3 por hora. Los tubos levantan el agua primero 6 m. del pozo sobre el que funciona esta bomba y luego la arrojan por un tubo de 4 pulgadas de diámetro, 10 m. sobre el pozo que se halla en la barranca". (13)*





(arriba) Grandes poleas para el manejo de la energía (1869) en una máquina para hielo. (abajo) La cervecería de Bieckert en las cercanías del río. Grab. Viaje al Plata. 1886

La primera iluminación eléctrica en Buenos Aires

Las noticias de la ciencia pronto llegaban a estos remotos lugares, en 1815. Es interesante un pedido que se le hace a Robertson con destino al Dr. Francia en Paraguay ...*"un telescopio, una bomba de aire y una máquina eléctrica." (14)* Años después en Buenos Aires se produjo una experiencia que nos habla de un incipiente impulso tecnológico al tratar de incorporar una forma de iluminación que por esos años era más un juego que una posibilidad práctica... El odontólogo francés Juan Echepareborda con un amplio conocimiento de la física y la química, tenía en su casa de Suipacha y Rivadavia un laboratorio donde llegó a producir energía eléctrica, produciendo un arco voltáico entre dos electrodos de carbón. En 1853, hizo una demostración en la Facultad de Medicina, en 1854 usó dos focos en la Recova Nueva. Estas experiencias se adelantan más de treinta años a la primera iluminación pública en 1891...

"Fue como si la aurora boreal iluminara... Luego de la caída de Rosas y de la asunción al poder de la oposición, se levantan desde la prensa voces instando a la movilización por parte de los ciudadanos a construir la patria. La reflexión de los redactores no sólo está dirigida al cambio de los pensamientos políticos sino también para la incorporación de mejoras materiales. Entre 1853 y 1854 innumerables artículos dan cuenta de lo que (no tenemos). También es innumerable la lista de las cosas que dicen que nos faltan: plazas, monumentos, teatros, ferrocarriles, aduana, mercados, iluminación a gas, entre otras muchas. Respecto a ésta última, Buenos Aires seguía en 1853 iluminándose con faroles de aceite. Asimismo este servicio recibe críticas permanentes por parte de los vecinos de la ciudad, ya sea porque se apagan durante la noche, ya sea porque nadie controla su buen funcionamiento, ya sea por el aceite que destilan a chorros ensuciando los trajes de los paseantes. En la segunda mitad de 1853, el gobierno de la ciudad firma un contrato con los hermanos Jaunet para el establecimiento de un tendido de gas para iluminar. Mientras tanto algunos habitantes de Buenos Aires asisten atónitos a un espectáculo nunca antes visto: la luz eléctrica. El Sr. Echepareborda hace su primera experiencia (o una de las primeras) en público el 4 de septiembre de 1853, repitiendo ese tipo de acontecimiento en noviembre, en el interior de un batallón, y considerado por el cronista como un espectáculo grandioso. En Mayo de 1854, el Sr. Echepareborda se hace traer otro equipo mucho más potente, el cual con un poco más de la mitad de la potencia puede iluminar hasta 4 manzanas, es por ello que se le solicita ilumine la Plaza de la Victoria para el 25 de Mayo, y que las autoridades se encarguen de abonarle el precio que es mucho menor al que requeriría hacer dicha iluminación con gas." La Tribuna, 4 de septiembre de 1853, p. 2, c. 4. Sección Hechos Locales *«Luz eléctrica - Antenoche hemos asistido á un esperimento [sic] hecho á presencia de varios profesores de medicina, por el Sr. Echepareborda, sobre la luz eléctrica. Es magnífico el efecto que produce esa luz sobre los muros de las casas, sobre los muebles y sobre los mismos rostros. Semejante á la aurora boreal, la luz eléctrica alegra los espíritus y deslumbra sin herir ni dañar los ojos. No podemos menos que confesar que sería sorprendente el espectáculo que ofrecería la plaza de la Victoria ó alguno de sus frentes, iluminado por el admirable aparato del Sr. Echapareborda, en cuyo elogio debemos decir que es el primero que entre nosotros lleva á cabo esta clase de empresas y de ensayos que demandan inteligencia, gastos y una asidua contracción. Desearíamos que el Sr. Gefe [sic] de Policía tratase de comprometer al Sr. Echepareborda á iluminar la plaza en la noche del 11 de Septiembre.»* La Tribuna de Mayo de 1854 *"Efectivamente nunca la plaza ha estado mas elegantemente adornada, al mismo tiempo de ser un modelo de sencillez y de gusto; nunca se ha ofrecido una combinación más feliz de luces, siendo de notarse un reverbero que formaba un magnífico cono luminoso a partir de la Recoba [sic] donde tenía su vértice y terminando en los balcones del Sr. Riglos y parte de las columnas de la Catedral, donde se incrustaba su base trémula y matizada con todos los colores del arco iris. Era la luz eléctrica. Inmediato al reverbero se veía otro foco de luz, tambien eléctrica, notable por su esplendor y su suave colorido que recordaba en algo la lumbre pálida y argentada de la luna... (15)"* Material recopilado por las Licenciadas Jacinta Keisman y Diana Murad.

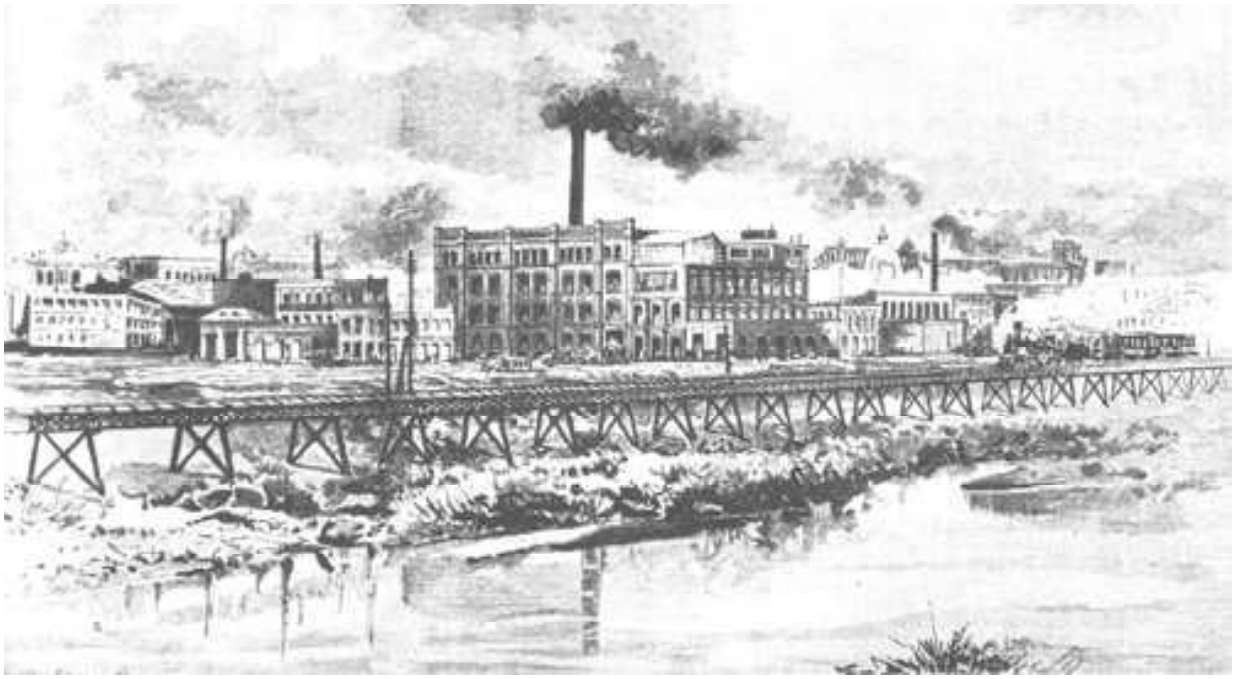
En 1857 se realizó la primera experiencia de iluminación en la Escuela de Ingeniería en Río de Janeiro, años después, en 1868 para conmemorar la victoria de Humaita en la guerra del Paraguay, se iluminó la fachada del edificio municipal en San Pablo.

El paisaje por aquí

Las influencias en el paisaje regional hasta mediados del siglo XIX eran ***de baja intensidad.*** En la zona de la costa se levantan algunos molinos de viento. Esto también se da en otras regiones como Cuyo con sus ***oasis*** para controlar el desierto y el riego. En algunas áreas los saladeros, por las primitivas condiciones de trabajo, producen contaminaciones que hacen pensar a la sociedad que son la causa de las epidemias que asolan a la ciudad. En las explotaciones rurales desde mediados de siglo se consolidan ***nuevas formas de paisaje rural***, cascos arbolados, alambrados, galpones, etc. Con los saladeros y sus graserías se incorporan instalaciones de vapor, con las primeras chimeneas modernas de la ciudad, años después, con el molino de San Francisco, los edificios en altura (los más altos de la ciudad) se destacan compitiendo el perfil con cúpulas y torres.En 1857 aparecen otras formas que ***modifican el paisaje urbano***: la fábrica de gas en Retiro y el sistema ferroviario. En el interior, en la medida que se van estructurando las comunicaciones que producen cambios en el paisaje, algunos destructivos, como fue la tala del monte en el gran Chaco que lo convirtió en desierto o modificaciones positivas como el dique San Roque, de la cuenca del río Primero (Córdoba) el primero de gran envergadura construido en nuestro país. *"Todo comenzó en aquella creciente de tremendo caudal y fuerza que se produjo en 1827. Los torrentes habían arrastrado tal cantidad de peñascos que obstruyeron la quebrada provocando un represamiento natural... durante cuatro años se mantuvieron así las cosas hasta que una nueva inundación arrolló la valla de rocas y desapareció el lago." (16)* Esto sirvió para mostrar las posibilidades de una represa que permitiera acumular y regular las aguas. La empresa designada para la obra es la de Bialet y F. Funes. A poco de iniciarse, Bailet quedó a cargo de la construcción. En la obra trabajaban mas de 7000 obreros. La presa fue elevada con mampostería asentada con mortero y cal. En 1891 se inauguró el dique. En Córdoba se había instalado una psicosis sobre la seguridad del dique. Sin embargo, éste sirvió durante muchos años y luego se instaló, la primera producción hidroeléctrica de Córdoba. En 1939 se construyó una más grande de hormigón armado.

La silueta de la ciudad a mediados del siglo XIX incorpora un nuevo elemento, la chimenea con humo, que aparte de una pequeña contaminación trae la imagen dinámica que afirma la presencia de las fábricas y el desarrollo.(pintura de arriba). Fábrica de la cervecería Bieckert. Vista desde la calle Juncal, 1869 (abajo)

(arriba) Mercado Once de Septiembre. Dibujo de C. Naymiller, lit. de A. Vallardi, Milán. (abajo) Los bordes de la ciudad son los lugares más apropiados por el menor costo de los terrenos para las instalaciones industriales. En una ilustración de "El Sudamericano" podemos ver el nuevo edificio de la Compañía Argentina de Billetes de Banco con sus altas chimeneas y otras tantas en su alrededor y a su frente el viaducto del ferrocarril a la Ensenada hoy bajo la avenida Paseo Colón.



A modo de reflexión

A lo largo de estas páginas hemos tratado de mostrar, en un simple recorrido, los TRABAJOS DEL HOMBRE Y SUS COSAS para hacer más propicia su CIRCUNSTANCIA VITAL . Esta según se la trate puede mantenerse razonablemente para las generaciones futuras o en una actitud egoísta se la puede destruir. El hombre a diferencia de los animales, puede con su ingenio y trabajo destruir aquello que le da el sustento. Otro de los elementos que lo diferencian es el desarrollo de la inteligencia y la acumulación de conocimiento, que hizo posible la construcción de mecanismos que multiplican la energía y máquinas que hacen el trabajo, algo que parece muy lejano de la energía de los músculos y la capacidad de las manos para hacer cosas. Los materiales de la TIERRA, los conocimientos para transformarla en RECURSOS, la ENERGIA , las MAQUINAS, las CONSTRUCIONES que las contienen , los PAISAJES CULTURALES y muchas otras cosas que hoy son referentes de la MEMORIA del hombre. Todo ello también nos permitirá reflexionar sobre Qué somos ? y adónde vamos ? ...Qué estamos haciendo para que las generaciones futuras encuentren un MUNDO PROPICIO ?. Alguno de estos referentes del ingenio y trabajo del hombre han sobrevivido , pero en su mayoria son poco valorados , debemos recordar que para construir una magnífica catedral , hicieron falta materiales que había que extraer de la tierra ya sea una cantera o un bosque y para transformarlos mucho ingenio, trabajo y energía ...que para que un poderoso cohete pueda ir al espacio hicieron falta metales , combustibles que hubo que extraer con mucho trabajo, mucho ingenio acumulado y coordinado y casi todo lo que resta tiene su base en UNA RELACION ACTIVA DEL HOMBRE Y LA TIERRA. Sin embargo cuando rescatamos memoria recordamos las OBRAS TERMINADAS que se convierten en paradigmas Esto parece una MEMORIA INCOMPLETA le falta esa conexión con sus principios y un largo proceso. Por ello tratamos de PONER EN VALOR una memoria, sin la ausencia de los DÓNDE ? y CÓMO?. Necesarios para transformar una materia inerte en un RECURSO fundamental en la realización de una OBRA.

En nuestra memoria regional poco recordamos de todo esto, si rescatamos Las Bóvedas de Uspallata es solamente porque fueron parte de la Maestranza del Ejército Libertador y no porque sea un referente de la MINERIA CUYANA formando parte de un sistema minero en el amplio territorio del Paramillo. Otros referentes en la Cuña Boscosa como los Obrajes del Quebracho destructores de su ecosistema , parecen no tener suficiente historia, sudor hubo mucho, sangre también . Entre las obras que modificaron positivamente la circunstancia encontramos en Córdoba el primitivo Dique San Roque y sus protagonistas Cassafouh y Bialet Massé. Los pueblos para manejar su destino deben manejar esas herramientas clave que son SUS RECURSOS NATURALES y la lista es muy larga . Cuántas cosas hoy casi AUSENTES que faltan para una MEMORIA NACIONAL INTEGRADA.

LA IDEA DE LOS MATERIALES INERTES DE LA TIERRA ,
QUE SOLO SE TRANSFORMAN EN RECURSOS ,
CUANDO SON UTILES AL HOMBRE
tiene un paralelo con la de
LOS BIENES CULTURALES
QUE SOLO SE TRANSFORMARAN . EN PATRIMONIO CULTURAL
CUANDO SON UTILES AL HOMBRE HOY.

Bibliografía

- **Academia Nacional de la Historia**. Hist. de la Nación Argentina. Dir. Ricardo Levene. Bs.As.
- **Archivo General de la Nación**. Acuerdos del extinguido Cabildo de Bs. As. AGN, Bs. As., 1906.
- **Azara Félix.** Memorias sobre el estado rural del Río de la Plata. Madrid, 1847.
- **Azara**, Descripción e Historia del Paraguay y Río de la Plata (citado por Schleh).
- **Barba, Enrique M**. La organización del trabajo en el Bs. As. colonial. La Plata 1944.
- **Bargallo, Modesto**. La minería y la metalurgia en la América española. Buenos Aires, 1955
- **Belgrano, Manuel.** Escritos económ. Raigal, Bs. As. 1954.
- **Callet Bois, Ricardo R.** El Real Consulado y una tentativa para contratar maestros curtidores en los EE. UU. en 1801, Bol. del Inst. de Hist. Argentina, Año 1, tomo 1, Bs. As. , 1956.
- **Coni, Emilio A.** *La agricultura, ganadería e industrias hasta el Virreinato -en Historia de la Nación Argentina.* Ateneo, Bs. As.
- **Coni, Emilio. A**. Agricultura, comercio e ind. coloniales. Bs. As. 1942.
- **Concolocorvo**. El lazarillo de los ciegos caminantes. Espasa Calpe, Bs. As., 1946.
- **Childen Gordon.** Qué sucedió en la historia. Ed. Pléyade. Bs. As., 1969.
- **Del Castillo, Céspedes y otros.** Historia de España y América. Ed. Vicens Vives. Barcelona, 1971.
- **Derry, T.K. / Williams Trevor.** Historia de la tecnología. Ed. Siglo XXI. Madrid, 1977.
- **Dorfman, Adolfo.** Hist. de la ind. arg. Ed. Hyspamerica. Bs.As.1986.
- **Ducasse, Pierr.** Historia de las técn.. Ed. EUDEBA. Bs.As., 1960.
- **Eco Umberto y Zorzoli G.B**. Historia ilustrada de los inventos. C.Gral. Fabril Edit. Bs. As., 1962
- **Escalera, Javier y Villegas, Antonio.** Molinos y panaderías tracionales. Ed. Nacional. Madrid, 1983.
- **Felipe II.** Los ingenios y las máquinas. SECCF II y CV Madrid, 1998.
- **Furlong, Guillermo.** Artesanos argentinos durante la dominación hispánica. Ed. Huarpes. Bs. As., 1946.
- **García, J.A.,** La ciudad indiana. Alpe, Bs.As., 1953, p. 163.
- **Giberti, Horacio C.E.** Historia econ. de la ganad. arg. Bs. As. 1992.
- **Grenon, P. S.J.** El trigo y la molienda en Córdoba. Córdoba, 1972.
- **Guaman Poma de Ayala, Felipe.** Nueva crónica y buen gobierno. Crónicas de América. Rec. J. Murra, R. Adorno y J. Urioste. Ed. Historia 16, Madrid 1987.
- **Hoberman, Louisa y Socolow Susan M.** Rec. Ciudades y sociedad en Latinoamérica colonial. Ed. FCE. Bs. As., 1992.
- **Horcasitas de Barros, María Luisa.** La artesanía de Santa Clara del Cobre. Ed. Sep-Setentas 87, México, 1973
- **Hoskold, H.D.** Memorie General et Especial Sur Les Mines. Ed. Courrier de La Plata. Bs.As. 1889.
- **Jellicoe, Geoffrey y Susan.** El paisaje del hombre. Ed. Gili. S.A. Barcelona, 1995.
- **Klinckowstroem, Carl Von.** Historia de la técnica. Ed. Labor. Barcelona, 1980.
- La ciencia y la tecnología en el proyecto de una nación. Ed. M. Hist. Sarmiento, Bs.As. 2004.
- **Lawrie, Santiago.** Un torno a caballo en Argentina. Técnica e Industria. Bs.As., 1964.
- **Levene, Ricardo.** Riqueza, industrias y comercio durante el Virreinato en H.N.A., p. 239. Bs. As., 1940.
- **Lilley, Sam.** Hombres, máquina e historia. Ed. Galatea/Nueva Visión. Bs. As., 1957.
- **Luna, Felix.** Historia integral de la Argentina. Ed. Planeta. Bs. As., 1996.
- **Martín de Moussy, Víctor.** Description Geographique et Statisque Conf Arge. París 1860/64.
- **Martínez Santos, Pedro.** Historia Económica de Mendoza. Ed. Ciudad. Bs.As. 2000
- **Mauss, Marcel.** Introduc. a la etnografía. Ed. Istmo. Madrid, 1971.
- Mumford, Lewis. Técnica y civilización. Ed. Alianza Universidad. Madrid, 1982.
- **Nef, John.** La conquista del mundo material. Ed. Paidos. Bs.As., 1969.
- **Nicolau, Juan Carlos.** Antecedentes para la Hist. de la Industria Arg. Bs.As. 1968.
- **Paucke, Florian S.J.** Hacia allá y por acá una estadía entre los indios Mocobíes. Ed. UNT. 1942-44. Tucumán.
- **Puiggrós, Rodolfo.** De la colonia a la revolución. Leviatán, Bs. As.1957.
- **Puiggrós, Rodolfo.** Hist. Económica del Río de la Plata. Bs.As. 1948.
- **Ravignani, Emilio.** El virreinato del Río de la Plata. Hist. Nac. Arg. Bs. As, 1940.
- **Reynolds, Terry S.** Stronger than a hundred men the Johns Hopkins University Press, Londres, 1983.
- Rocas y minerales del México antiguo. Arq. mexicana Nº 27. México, 1997.
- **Rosa, José María.** Defensa. y pérdida de nuestra independencia económica. Ed, Huemul, Bs. As. 1962.
- **Sánchez Labrador.** Paraguay Catholico. Los indios Pampas, Puelches y Patagones. Ed. Vials y Zona. Bs.As. 1936.
- **Stubbe, Carlos F.** Vocabulario minero antiguo. Bs. As. 1941.
- **Tandy, Cliff.** Industria y paisaje. Hist. Est. Adm. L. Madrid, 1979.
- TICCIH Industrial Heritage. Ed. Ute George Acopol y otros. Austria, 1988.
- **Vaquer, Antonio.** Hist. de la ing. arg.. Ed. EUDEBA. Bs.As., 1968.
- **Vilchis, Jaime y Aria, Victoria.** Ciencia y Técnica entre viejo y nuevo mundo. Siglos XV - XVII México.
- **Zimmerman Erich W.** Introducción a los recursos materiales mundiales. Ed. Oikos-Tau S.A. Barcelona, 1964.