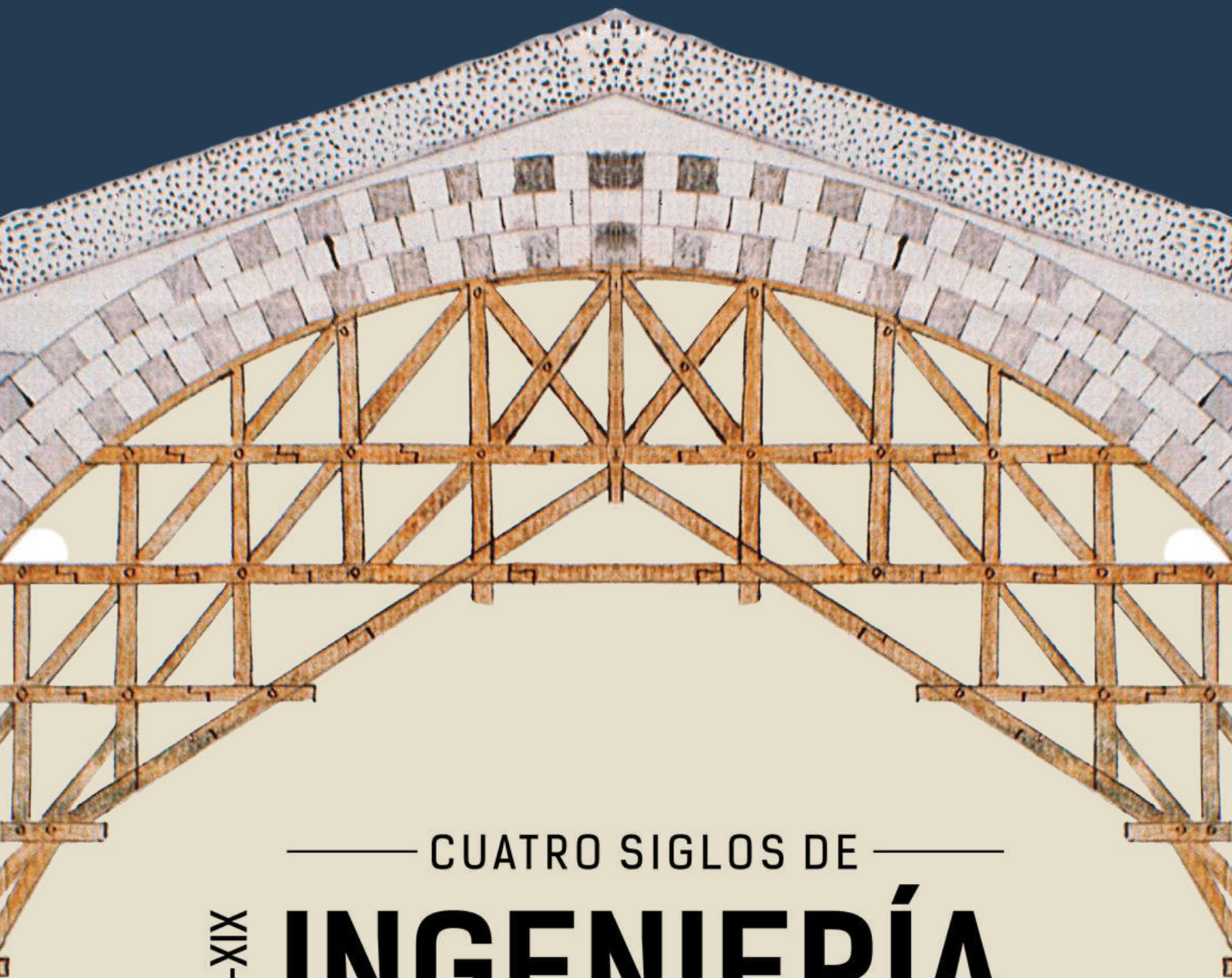




— CUATRO SIGLOS DE —

SIGLOS XVI-XIX

INGENIERÍA ESPAÑOLA

— EN ULTRAMAR —



INTRAMUROS
ADMINISTRATION



Embajada
de España
en Manila



Spanish
Cooperation



Instituto Cervantes



CONSEJO
INTERMINISTERIAL
DE COOPERACIÓN
AL DESARROLLO



PAMBANSANG MUSEO NG PILIPINAS
NATIONAL MUSEUM OF THE PHILIPPINES

ÍNDICE

MENSAJE DEL EMBAJADOR DE ESPAÑA EN FILIPINAS, D. MIGUEL UTRAY

MENSAJE DE LA ADMINISTRADORA DE INTRAMUROS, DÑA. JOAN M. PADILLA

INTRODUCCIÓN POR LOS COMISARIOS DÑA. MARÍA ANTONIA COLOMAR Y D. IGNACIO SÁNCHEZ DE MORA

EL LEGADO DE LOS INGENIEROS EN AMÉRICA Y FILIPINAS

CIUDAD Y TERRITORIO

OBRAS HIDRÁULICAS

COMUNICACIONES. CAMINOS, PUENTES Y CANALES DE NAVEGACIÓN

INGENIERÍA DE MINAS. LA SAVIA DEL IMPERIO

INGENIERÍA E INDUSTRIA

INGENIERÍA NAVAL

INGENIERÍA PORTUARIA Y DEFENSIVA

ÍNDICE DE OBJETOS

CRÉDITOS

Es para mí un enorme placer poder darle la bienvenida a esta magnífica exposición que celebra la contribución y el legado de la ingeniería española en los territorios de ultramar. Con ocho secciones cuidadosamente abordadas, esta exposición nos guía a través de un viaje fascinante a lo largo de cuatro siglos y a lo ancho de cuatro mares, explorando la influencia y el impacto de la ingeniería española en la configuración de paisajes, infraestructuras y sociedades en ultramar. Se trata de un esfuerzo colaborativo que ha permitido reunir una colección de artefactos y documentos históricos que ilustran la laboriosa labor de los ingenieros de la monarquía hispánica en América y Filipinas.

Desde la construcción de ciudades hasta el diseño de sistemas hidráulicos, cada sección nos ofrece una ventana única para comprender cómo la ingeniería española no solo transformó el entorno físico, sino que también dejó una marca indeleble en la cultura, la economía y el desarrollo de estas regiones.

Al recorrer esta exposición, es imposible no sentir asombro y admiración por la creatividad, el ingenio y la destreza técnica de aquellos que desafiaron lo desconocido y enfrentaron retos monumentales. Espero que esta exposición sirva como una fuente de inspiración y reflexión, invitando a todos los visitantes a contemplar nuestro pasado compartido con un renovado sentido de aprecio y respeto por la diversidad de las contribuciones culturales y técnicas que han dado forma a nuestro mundo.

Es igualmente un gran motivo de satisfacción haber podido contar con la colaboración de diversas instituciones española y filipinas, lo que demuestra el compromiso por poner en valor nuestra historia compartida. Permítanme hacer un agradecimiento especial al Museo de San Agustín, que acogió una primera adaptación de esta exposición entre marzo de 2024 y mayo de 2025.

La inauguración de la exposición el 30 de junio, efemérides en la que se conmemora el día de la Amistad Hispano Filipina, no viene más que a reforzar, aun si cabe, este espíritu de amistad que caracteriza a nuestras relaciones.

Que esta exposición sea un recordatorio perdurable de la importancia de preservar y valorar nuestro patrimonio histórico y cultural, y que inspire a las generaciones presentes y futuras a seguir explorando, aprendiendo y colaborando en la búsqueda de un futuro común de amistad y prosperidad.

Miguel Utray Delgado
Embajador de España en Filipinas

¡Mabuhay! Es para nosotros un gran orgullo darle la bienvenida a la exposición «Cuatro Siglos de Ingeniería Española», que se celebra en el histórico Centro de Turismo Intramuros.

Esta exposición es un testimonio del legado inmemorial de la ingeniería española y su profunda influencia en el desarrollo de Intramuros y de Filipinas en general. Desde fortificaciones y edificios de uso civil que han perdurado hasta grandiosas iglesias y centros urbanos planificados. Los ingenieros españoles dieron forma a los cimientos de nuestra ciudad amurallada, muchos de los cuales siguen definiendo su carácter y resiliencia hasta el día de hoy.

El Centro de Turismo es el lugar idóneo para esta exposición, ya que sirve como espacio histórico que conecta nuestro patrimonio con el público. Como antiguo edificio colonial, ahora reimaginado como centro de promoción cultural y educativo, es un ejemplo de transformación y preservación que esta exposición aborda. Más que una retrospectiva, esta exposición es una invitación a reflexionar sobre cómo el patrimonio y la innovación pueden ir de la mano. Nos recuerda el valor de preservar la historia no sólo como memoria, sino como guía viva para las generaciones presentes y futuras.

Agradecemos especialmente el apoyo y la colaboración de la Embajada de España en Manila y de otras instituciones colaboradas que han hecho posible esta exposición. Su contribución refuerza el espíritu de intercambio cultural e historia compartida que fortalece nuestra identidad nacional en un contexto global.

Al mismo tiempo que la Administración de Intramuros continua su labor de conservación del patrimonio, educación cultural e innovación en el servicio público, esperamos que exposiciones como ésta profundicen en la apreciación de nuestro patrimonio e inspiren a los filipinos a convertirse en guardianes activos de nuestro pasado común.

Joan M. Padilla
Administradora de Intramuros



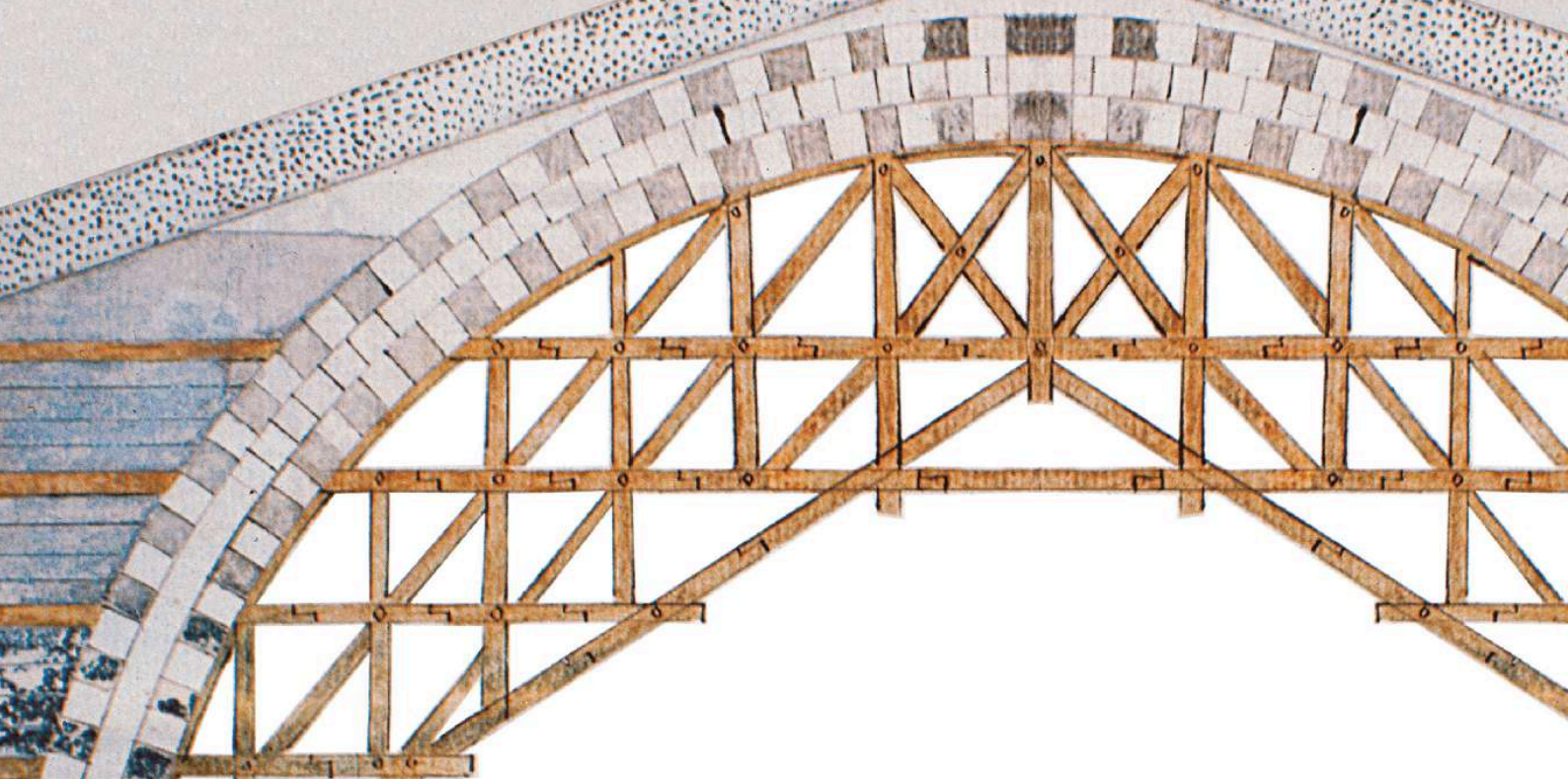
INTRODUCCIÓN

La ingeniería consiste en aplicar el conocimiento para posibilitar: abastecer de agua a las personas, cultivar campos, ordenar el territorio, comunicarlo, defenderlo, mejorar los procesos industriales, transformar materias primas, transportar bienes y mercancías, evitar catástrofes naturales, armonizar el crecimiento de las ciudades con el medio ambiente e innovar.

Estas son actividades esenciales y definitivas para el desarrollo humano y el progreso de la economía; actividades que los ingenieros ejercen, desde hace siglos, de manera discreta y anónima. A través de esta exposición, continuación de las celebradas en el Archivo General de Indias de Sevilla, España, con motivo del tricentenario de las primeras Ordenanzas de ingenieros promulgadas en España en 1718, y en el magnífico claustro del Convento de San Agustín, intramuros de Manila en 2024-2025, se pretende reconocer la labor de aquellos prohombres que emplearon sus conocimientos en mejorar la calidad de vida de los demás, diseñando infraestructuras y máquinas que transformaron la sociedad de su tiempo, dibujando el futuro.

Los proyectos, informes y trabajos desarrollados por los ingenieros al servicio de la Corona española en las provincias de Ultramar y que las Instituciones aquí participantes custodian con celo, constituyen uno de los mayores patrimonios tecnológicos de la historia de la humanidad, dado que muy pocas naciones en el mundo diseñaron un continente y un archipiélago. Se presenta, por consiguiente, una obra enorme en el territorio: América y Filipinas y en el periodo temporal: Siglos XVI-XIX.

Agradecemos enormemente la hospitalidad de este Centro de Turismo Intramuros al albergar la muestra en tan magnífico edificio sito en la reconstruida Iglesia de San Ignacio, donde el visitante podrá adquirir a lo largo de ocho ámbitos una visión completa de la historia de los ingenieros y de las diferentes ramas que existían en la época de estudio.



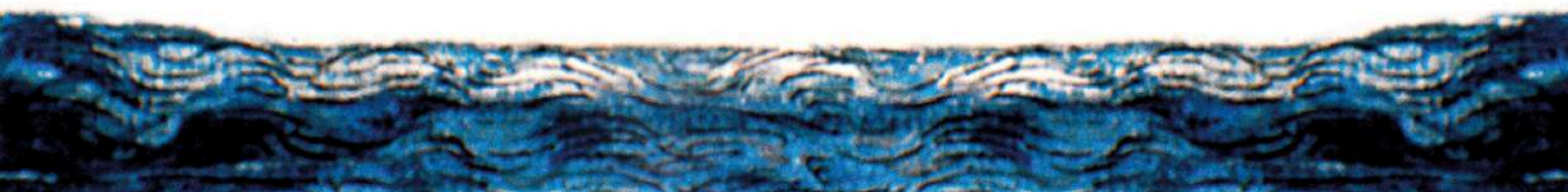
Así, empezando por su legado militar y civil, recorreremos el urbanismo y la ordenación del territorio, las obras hidráulicas, las comunicaciones, la minería, la industria, los puertos y las fortificaciones para terminar con la ingeniería naval.

A la ingente labor de los ingenieros debe añadirse la meritoria intervención de las órdenes religiosas en numerosas obras públicas y su cartografía a lo largo de estos siglos, con figuras destacadas como el padre agustino Fray Lucas de Jesús María que diseñó la antigua Alcaicería de San Fernando de Manila para la estancia de los sangleyes que llegaban de China para el comercio anual, o Pedro Murillo Velarde y Bravo, el jesuita que diseñó el hermoso mapa de las Islas Filipinas en 1734, junto con el grabador tagalo Nicolas de la Cruz Bagay.

Esperemos que este viaje cautivo al joven a estudiar ingeniería, genere en el adulto consideración y respeto por su valor como pilar básico del bienestar social e inspire al investigador a abrir nuevas vías de estudio en la apasionante y rica historia que compartimos Filipinas y España.

María Antonia Colomar Albajar
Comisaria de la exposición

Ignacio Sánchez de Mora y Andrés
Comisario de la exposición





EL LEGADO DE LOS INGENIEROS EN AMÉRICA Y FILIPINAS

La organización del imperio español se forjó en el siglo XVI. La mayor parte de la red urbana de las provincias españolas de Ultramar se había establecido ya al final de la centuria, constituyéndose la ciudad en elemento fundamental de un entramado de relaciones administrativas, políticas, económicas, culturales, defensivas, etc. que llevó a la implantación de infraestructuras hidráulicas de abastecimiento agrícola, urbano e industrial, de comunicaciones terrestres, fluviales y navales, de sistemas para protección de costas y defensas de puertos y ciudades, todo lo que, en definitiva, constituye la base de la ordenación o construcción del territorio.

En estos procesos los ingenieros militares actuaron al servicio de la Administración en labores militares, principalmente en las obras de fortificación y en las de instalaciones industriales vinculadas al ejército. Pero también trabajaron en obras civiles como técnicos de la Corona: en los siglos XVI y XVII como militares sin adscripción a ninguna entidad orgánica; en los siglos XVIII y XIX, dentro del Cuerpo de Ingenieros militares fundado en 1711 y, a partir de 1799, también como ingenieros civiles, apoyando eficazmente la política de fomento de la Monarquía, con intervenciones en obras públicas e infraestructuras y construcciones civiles.

En las islas Filipinas al final del siglo XIX había siete distritos de obras públicas con 69 funcionarios, 16 de ellos ingenieros, destacando en dicho siglo Carlos de las Heras y Crespo, Eduardo López Navarro, Genaro Palacios y Guerra, José García Morón y Antonio de la Cámara.

Los ingenieros militares de la Corona

Los pioneros. Siglos XVI-XVII

En los siglos XVI y XVII, con los Austrias, los ingenieros militares del Estado fueron los responsables de la defensa del imperio. En Ultramar, a causa de la piratería, tuvieron que ocuparse principalmente de la fortificación de aquellas ciudades y puertos depositarios del oro y la plata de los virreinos de México y Perú como terminales de la Flota de Nueva España y los Galeones de Tierra Firme, respectivamente. Ingenieros extranjeros al servicio de la Corona española y otros autóctonos llevaron a cabo el plan estratégico de la defensa del Caribe y Golfo de México, así como de los puertos del Pacífico.

Para suplir el déficit de oficiales ingenieros españoles en sus ejércitos, Felipe II propició la fundación por Tiburcio Spannocchi de la Academia de Matemáticas y Arquitectura militar de Madrid en 1582, en la que Cristóbal de Rojas impartió clases. Sin embargo y no obstante su reducido número en América, los ingenieros militares actuaron incidentalmente en obras de tipo civil junto a arquitectos, maestros de obras, militares no ingenieros, matemáticos o cosmógrafos con formación y conocimientos científicos.



El Cuerpo de Ingenieros militares Siglos XVIII-XIX

La política ilustrada de la dinastía de los Borbones se dirigirá a la defensa y seguridad de las posesiones ultramarinas y al fomento y explotación de los recursos económicos. En esta etapa los ingenieros militares se convierten en los puntales más importantes de la defensa y de las reformas, una vez unificados como cuerpo en 1711 por el ingeniero José Próspero de Verboom, ya que las Ordenanzas de 1718 no solo les confieren las funciones castrenses propias sino también muchas de las civiles de la época de reconocimiento e intervención territorial, en particular a través de obras públicas estructurales.

Otras Ordenanzas y normativas posteriores (1768, 1774, 1791, 1803) definen la evolución del Cuerpo, su división en tres ramas (1774), su reunificación con el general de ingenieros José de Urrutia y de las Casas (1791), o su relación con el arma de Artillería; también la formación de los ingenieros en las Academias de Matemáticas de Barcelona (1720), Orán (1732) y Ceuta (1742); el sistema de acceso por examen, previa adquisición de los conocimientos requeridos; la promoción por méritos en un escalafón con los siguientes grados: de ingeniero general, ingeniero director, ingeniero en jefe, ingeniero en segunda, ingeniero ordinario, ingeniero extraordinario, delineador, ayudante y, fuera de estructura, ingeniero voluntario; también se ocupan del desarrollo de su cartografía e incluso de temas como su uniforme.

Los ingenieros civiles

Revoluciones técnicas. Siglo XIX

La ingeniería civil se desarrolla como bifurcación de la militar, al no poder atender ésta todos sus compromisos en las obras públicas. El nacimiento formal de la ingeniería civil española se produce en 1799 con la creación del Cuerpo de Ingenieros de la Inspección General de Caminos que completa y amplía las atribuciones de la Dirección General de Caminos de 1785.

En 1802, Agustín de Betancourt y Molina funda la Escuela de Ingenieros de Caminos y Canales de Madrid, a semejanza de L'École Nationale des Ponts et Chaussées de París. En 1836 se publica el Reglamento del Cuerpo de Ingenieros de Caminos, que incluye el de la Escuela, regulando su funcionamiento, la duración de los estudios y la estricta disciplina a la que debían someterse los alumnos. En el resto del siglo se produce la proliferación en sus diversas ramas.

Por su tardía creación, el ámbito de acción en Ultramar de los ingenieros civiles se reduce a las islas de Cuba, Puerto Rico y Filipinas, una vez independizados los territorios continentales. Sin embargo, son los ingenieros militares los que al principio prevalecen en las obras públicas pese a que la Ordenanza de 1803 limitaba sus funciones a las tareas castrenses.

DESCRIPCION GEOMETRICA
DE LA CIUDAD Y CIRCVNVALACION
DE MANILA, Y DE SUS ARRABALES
AL REAL CONSEJO DE LAS INDIAS

Por el P.^o Fr. Geronimo de Santa Maria, O. S. A.

1690



1690



Don Juan de Salcedo



Don Juan de Salcedo

CIUDAD Y TERRITORIO

En el proceso de colonización española de las provincias ultramarinas, moderado por sucesivas leyes para su administración, el conquistador se convierte en pacificador y poblador, se fija al suelo y funda ciudades, acción que refleja en el “Acta de fundación” que, con la traza de la nueva población inserta, se convierte en el símbolo del asentamiento y de la colonización del territorio en las nuevas tierras.

Las ciudades son desde un principio los centros neurálgicos de todas las divisiones administrativas y sedes de los organismos civiles y eclesiásticos. Su papel es el de ordenar el territorio de acuerdo con sus funciones urbanísticas bien como base de aprovisionamiento y factoría comercial de intercambio, cabeza de puente para penetraciones más profundas, eslabón de una amplia cadena de fundaciones, elemento de control y fijación de la población indígena, en fin, foco de dominio de la propiedad del suelo. La materialización de estas atribuciones se refleja en las formas de organización espacial y las relaciones con el territorio circundante planificándose así mismo las principales infraestructuras, objeto de la ingeniería.

La ciudad de Manila, en la isla de Luzón, fundada por el conquistador español Miguel López de Legazpi el 24 de junio de 1571, se constituyó en capital de las Indias Orientales españolas y puente de unión entre España y el Extremo Oriente a través de la ruta denominada del Galeón de Manila, Nao de Acapulco o Nao de China.

La ciudad en el proceso de construcción del territorio. Siglo XVI-XVII

Las principales poblaciones de Ultramar se proyectaron según un modelo geométrico, a regla y cordel. Sin embargo, en evolución casi coetánea conviven ciudades irregulares —especialmente las mineras de crecimiento espontáneo—, semirregulares y regulares. En las poblaciones más importantes se impone este último modelo, con manzanas rectangulares o principalmente cuadradas, el “Modelo clásico de la ciudad hispanoamericana” en cuadrícula que parece se inicia en la segunda fundación de Guatemala y se consolida en la ciudad de Lima. Centrada o excéntrica, la plaza mayor constituye el núcleo de la vida de la ciudad donde se desempeñan las actividades de carácter militar, civil, religioso o mercantil y en ella se asientan los principales edificios civiles y eclesiásticos.

Esta estructura de la ciudad se vislumbra ya en la disposición del emperador Carlos V de 1523 aunque se modifica en las Ordenanzas de Felipe II de 1573 cuando ya está establecida la red urbana. La tipología de las poblaciones puede establecerse asimismo en función de otros parámetros como su localización (marítimas como La Habana o Manila, interiores como México) o su actividad predominante (comerciales, mineras, etc.). También hay ciudades mestizas (México, Cuzco y Quito), pueblos de indios o reducciones en cuya traza se evidencia un mayor desarrollo de los espacios religiosos. Estas tipologías determinan las infraestructuras preponderantes en cada caso.

Ilustración y ciudad

Siglo XVIII

Como efecto de las políticas de la Ilustración, que llegan a España con la dinastía de los Borbones, se produce un nuevo impulso urbanístico derivado del crecimiento colonial y el aumento demográfico. A partir de las primeras Ordenanzas de Intendentes dadas para Cuba en 1764, como reflejo de las de 1718 y 1749 para España, los intendentes asumirán progresivamente entre otras, las siguientes funciones urbanísticas:

- Modernización de las ciudades con infraestructuras de abastecimiento de agua, comunicaciones, saneamiento, iluminación de calles, prevención de catástrofes, etc.
- Embellecimiento del paisaje urbano mediante la construcción de importantes edificios, adorno de calles y plazas con monumentos y fuentes y creación de espacios verdes como parques, alamedas y jardines botánicos y la mejora del espacio público modificando trazados inadecuados.
- Buen orden y organización de las ciudades con su división en “cuarteles” y barrios y sus “Ordenanzas” y la normativa de limpieza de calles y fachadas.
- Nuevo impulso fundacional para reforzar y defender las fronteras y ensanchar los límites de las provincias, con la colonización o repoblación de áreas marginales y refundar ciudades destruidas como Guatemala y Concepción de Chile.



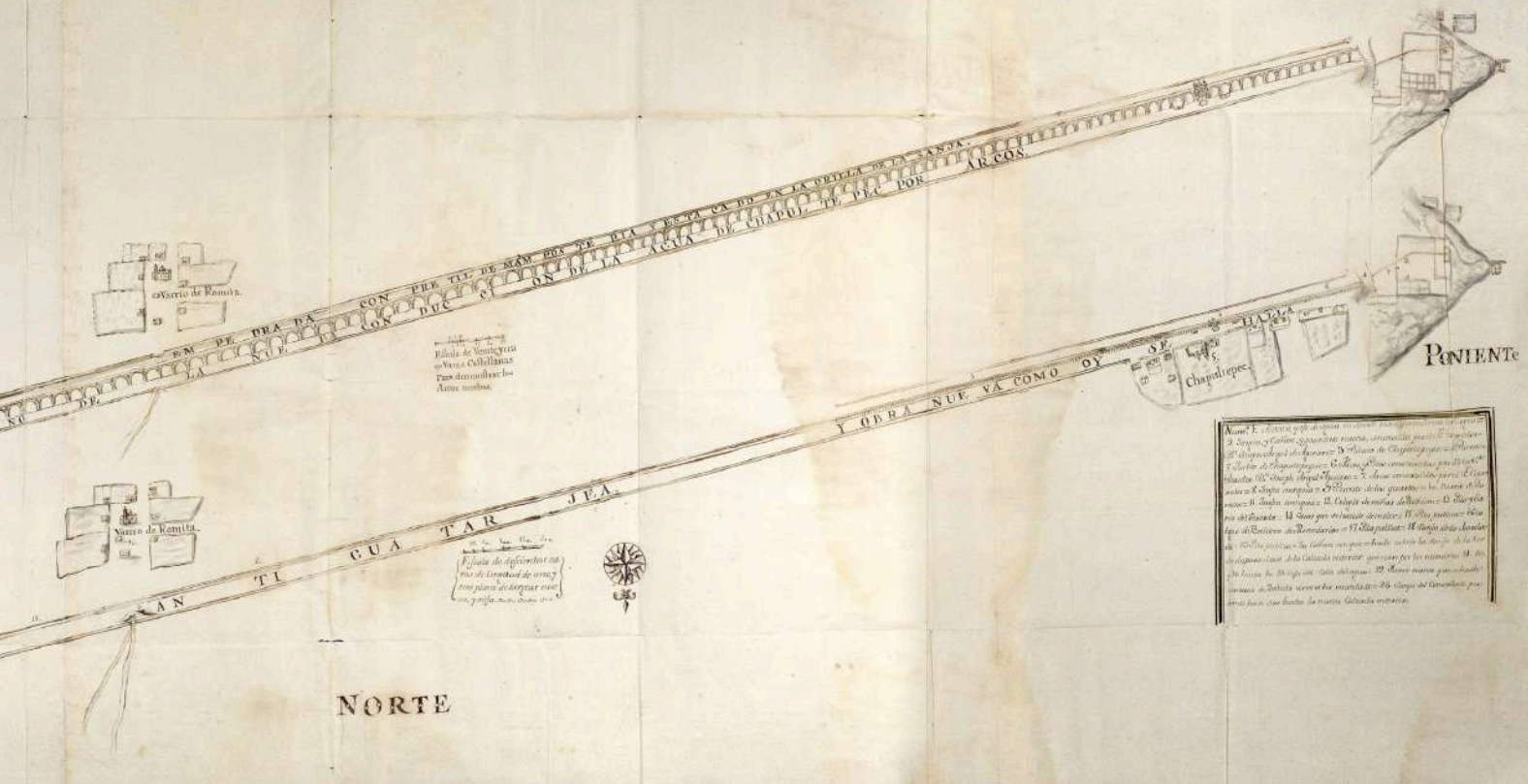


OBRAS HIDRÁULICAS

Los españoles llevaron a América un importante bagaje relacionado con las infraestructuras hidráulicas, pero en muchos casos debieron adaptarlas al medio y a las de las culturas residentes, tan desarrolladas en algunos aspectos que causaron admiración en las huestes españolas. Destaca el alto nivel técnico de los aztecas en las técnicas implementadas para abastecimiento de agua, producción agrícola en chinampas o para saneamiento y protección ante catástrofes (Tenochtitlan), así como las de los incas en sus cultivos en camellones o caballones y en terrazas.

Existió una ingeniería mixta en la que se aplican instrumentos europeos, especialmente en el origen del acueducto, con norias y azudes, pero también se utilizan técnicas indígenas en otras obras como canales de suministro. Los elementos de la ingeniería hidráulica se aplican también a la ingeniería industrial, incluyendo en ella los trabajos de minería.

Entre las infraestructuras hidráulicas realizadas en las Islas Filipinas destaca el relevante sistema de abastecimiento de agua a la ciudad de Manila según proyecto definitivo del ingeniero Genaro Palacios Guerra, 1872, en el que ya se utilizó la máquina de vapor, además de sifones y acueductos.



Regadíos y abastecimiento urbano

En época virreinal, la captación del agua se realizó con sistemas europeos: azudes a nivel del acuífero y tipos de norias elevadoras del agua. Para los regadíos, en México se mantuvo la red de suministro prehispánica, con grandes embalses (jagüeyes) y canales (apantles). En el virreinato peruano se reutilizaron las acequias incaicas.

Para el abastecimiento urbano se usaron infraestructuras, también compatibles con el suministro rural, de captación, almacenamiento (presas), conducción o acueducto (canal o por arcos) y cañerías, y final por fuentes o caños. Destacan las presas de la Olla y los Santos, en Guanajuato, los llamativos acueductos por arcos de México, como los de Chapultepec o Cempoala, y los notables canales de la Zanja Real de la Habana, de Maipo en Santiago de Chile y el tardío de Manila (1869).

Saneamiento.

Clave de la salubridad pública

El saneamiento es el conjunto de obras, técnicas y dispositivos encaminados a establecer, mejorar o mantener las condiciones sanitarias adecuadas. Desde la perspectiva de la ingeniería civil, en Ultramar se concretaron en la lucha para evitar enfermedades y epidemias, causa de la catástrofe demográfica, con medidas directas apoyadas en la legislación de las Ordenanzas de Intendentes:

- Creación de cementerios alejados del núcleo de las poblaciones.
- Pavimentación de calles. En el periodo ilustrado las principales ciudades coloniales acometieron tareas de pavimentación y empedrado: la Guaira, en Venezuela, Lima o La Habana, esta última con adoquines de granito de Boston.
- Servicios de limpieza contemplados en las citadas Ordenanzas de los intendentes y en las de las propias ciudades.
- Saneamiento de terrenos pantanosos mediante drenaje con zanjas o canales de avenamiento o norias. También facilitando la circulación continua del agua, como en el caso del pueblo de Yurirapúndaro.
- Establecimiento de redes de alcantarillado, fenómeno muy tardío, excepción hecha de la ciudad de Santo Domingo, dotada de aquellas desde el siglo XVI.

Inundaciones.

La fuerza indómita del agua

Desbordamientos e inundaciones se prevenían con tajamares o muros de encauzamiento y limpiezas de cauces. También con obras de desagüe, como el de la Laguna de México.

Este colosal proyecto de ingeniería hidráulica, el más importante de la época colonial, se desarrolló entre los siglos XVI y XIX. Consistió en el drenaje de la cuenca lacustre donde estaba asentada la ciudad de México-Tenochtitlan, sometida a graves y recurrentes inundaciones por colmatación de los lagos que la rodeaban (Zumpango, Xaltocán, San Cristóbal Ecatepec y Texcoco).

El proyecto de desagüe parcial de la cuenca, iniciado por Enrico Martínez en 1608, derivaba hacia el Atlántico las aguas de la laguna de Zumpango, cerca de Huehuetoca, por un canal en túnel y luego a cielo abierto. Después de múltiples avatares que incluían derrumbes del túnel y nuevas inundaciones, el drenaje de las tres primeras lagunas antes citadas se culminó a finales del siglo XVIII, quedando pendiente el de la laguna de Texcoco y el alcantarillado de la ciudad. Un proyecto de desagüe general se plantea en 1773, pero no se retoma hasta 1856 ya en época independiente.

PLANO GENERAL
DEL
CANAL DE CONDUCCION DE AGUAS POTABLES

MANILA





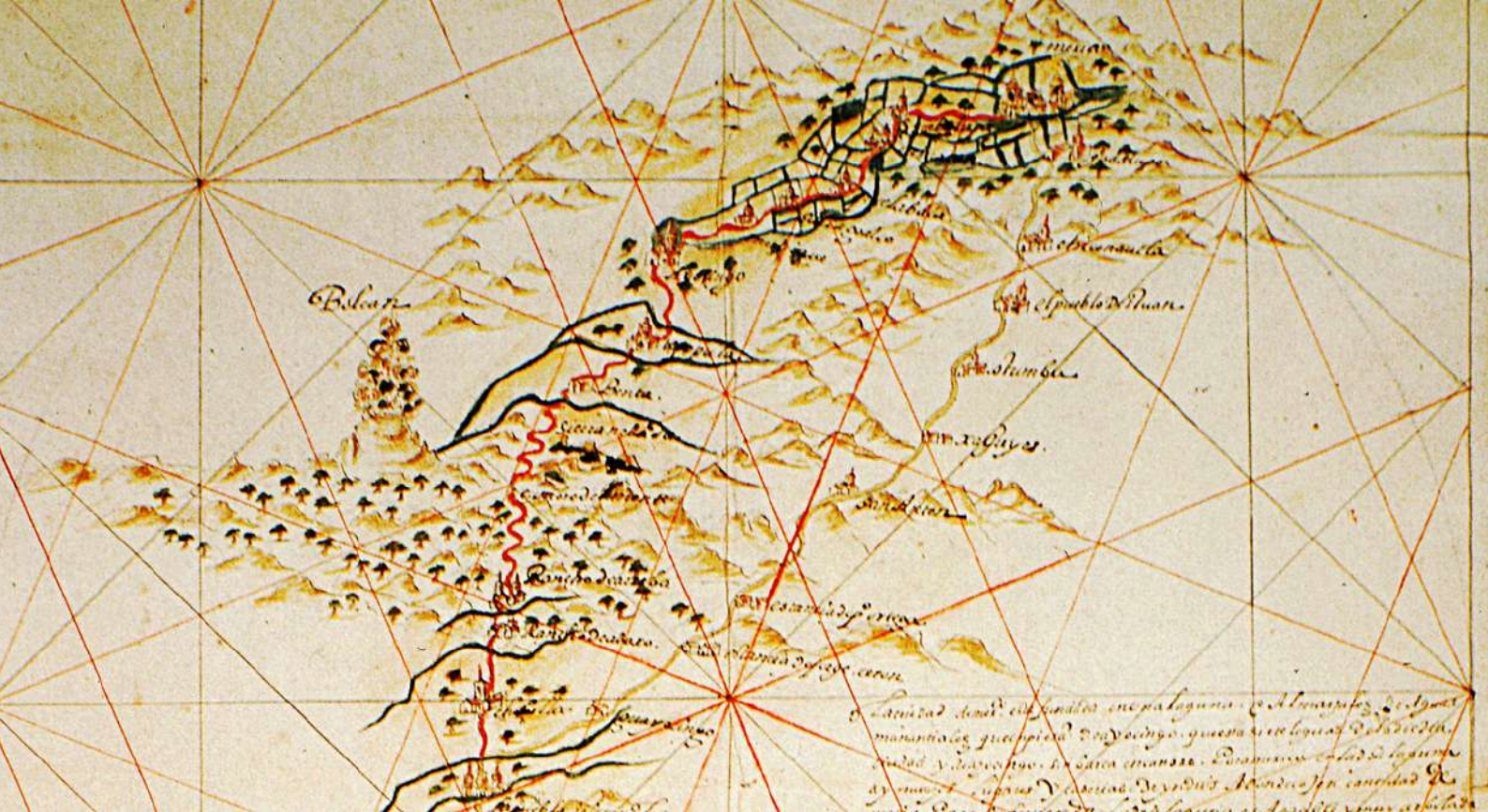
COMUNICACIONES. CAMINOS, PUENTES Y CANALES DE NAVEGACIÓN

No obstante, la admiración de los españoles por las calzadas aztecas de Tenochtitlan, México, y por la extensa red viaria de los incas, la mayoría de los caminos coloniales fueron de arria o herradura, transitados a pie, por animales de carga o por tamemes o cargadores. Los caminos carreteros eran menos frecuentes, ocupando a veces tramos parciales de una ruta. Los más importantes de la época colonial están relacionados con el transporte de la plata y las flotas de la Carrera de Indias.

Las mayores dificultades de los caminos se encontraban en el paso de los ríos, que solían ser caudalosos, con crecidas inesperadas y regímenes desiguales. La tipología de los puentes se adaptaba a la hidrografía, orografía, topografía y climatología del territorio, conviviendo técnicas prehispánicas y europeas en puentes de criznejas, de madera y de cal y canto.

La navegación por ríos y lagos fue habitual en la América española pues ofrecía una alternativa menos costosa y más eficaz al dificultoso transporte terrestre. De ahí los proyectos de abrir canales de navegación y transporte en Colombia (Canal del Dique), Cuba (Canal de Güines) y por la cintura ístmica del continente (Tehuantepec, Nicaragua y Panamá).

En las islas Filipinas, entre las vías de comunicación, hay que destacar las carreteras del Norte y del Sur de la isla de Luzón, siglo XIX, y el gran número de puentes de todo tipo, localizados principalmente en dicha isla y en otras como Camiguin, Leyte, Mindanao, Samar y Panay.



Los caminos. Las arterias del territorio

Los principales caminos estuvieron relacionados con las rutas comerciales y económicas:

Nueva España

El camino de Tierra Adentro (México - Santa Fe) y el de los Virreyes (México - Veracruz) eran importantes vías de transporte de la plata de Zacatecas, Guanajuato y otras minas, que salía hacia la metrópoli en la flota de Nueva España desde el puerto de Veracruz. El camino de Asia o de la China (México - Acapulco) enlazaba con las Islas Filipinas a través de la Nao de Acapulco o Galeón de Manila.

Panamá

Por los caminos del istmo (Panamá - Nombre de Dios y luego Portobelo) se realizaba el transporte de la plata de Potosí, que se cargaba luego en los galeones de Tierra Firme. En el siglo XVIII esta ruta entra en crisis al realizarse la salida de la plata potosina por Buenos Aires.

Nuevo Reino de Granada

Las ásperas condiciones geográficas determinan que las principales comunicaciones se realicen por el Río de la Magdalena. En Ecuador, de difíciles comunicaciones con las provincias vecinas, se pudo abrir la vía de Quito al mar a través del Río de las Esmeraldas. En Venezuela la salida de su producción de cacao se realiza por el camino de arria de la Guaira.

Los caminos.

Las arterias del territorio

Puentes

La mayor parte de los puentes construidos en las islas se localizan en la de Luzón, coexistiendo técnicas tradicionales con las más innovadoras, como en los puentes sobre el río Pasig, en Manila:

- Puentes de Piedra, el Puente Grande de Manila, en Binondo (1630-1863): fue el primero y único de época colonial activo entre dichas fechas. Tras su destrucción por el terremoto de 1863 fue sustituido por un puente de barcas y luego por el Puente de España (1875).
- Puentes colgantes, el de Arroceros o de Clavería (1852). Fue el segundo puente sobre el río Pasig y el primero de ese tipo en el sudeste asiático. Promovido por la empresa Matía Menchacatorre y Compañía.
- Puentes de celosías, el Puente de Quinta. Realizados en madera, como este de Quinta, o celosía metálica que prosperó con el ferrocarril.
- Puentes de bóvedas rebajadas, el Puente de España, en Binondo (1875). Son puentes de vanos de luces más amplias, con arcos rebajados, como este Puente de España que sustituye al Puente Grande.
- Puentes en arco, Puente de Ayala o de la Convalecencia (1872). Constituido por dos tramos en madera, convergentes en la isla de la Convalecencia desde los barrios opuestos de San Miguel y la Concepción.

Ferrocarril

Propuesto siguiendo con el Plan General de Ferrocarriles de la isla de Luzón de 1875, con dos líneas, una al norte, de Manila a Dagupán, realizada en 1882, y otra línea, al sur, pendiente.

Tranvías

En 1878 se completó en Manila el establecimiento de una red de tranvías de cinco líneas que unirían la ciudad con los suburbios.

Los puentes, tierra sobre el agua

Nuevas formas de transporte

Las Comunicaciones terrestres se dificultaban a menudo al tener que supercar ríos de grandes caudales y regímenes desiguales. Para vadearlos mediante puentes, convivieron técnicas prehispánicas con otras europeas formando a veces tipos mixtos:

- Transbordadores, andariveles, oroyas o tarabitas: maromas tendidas entre las dos orillas de un río o canal.
- Puentes flotantes. En ríos de corrientes y caudales estables. Formados por barcas ancladas por sus extremos con un tablero de madera.
- Puentes colgantes. Con maromas de bejucos, son llamados puentes de criznejas o de hamacas. De origen inca, sobre corrientes muy rápidas y desiguales.
- Puentes de madera. Prehispánicos, son puentes de troncos o vigas, muy frecuentes en Perú. Son los puentes barbacoa para terrenos blandos y pantanosos y los “pantalanes” de Filipinas.
- Puentes de cantería, con dovelas de piedra formando arcos de medio punto. Preferentemente urbanos requerían una cimbra para su construcción.
- Puentes de celosía de madera o metálica estos últimos se convirtieron en la tipología preponderante para el ferrocarril en el siglo XIX.
- Puentes colgantes de tablero recto de tradición europea. Con cables de acero o eslabones de hierro.
- Puentes de bóvedas rebajadas, como el Puente de España de Manila.

En los territorios no emancipados, en el siglo XIX se introduce un nuevo Sistema de transporte, el ferrocarril, que influirá en la construcción de los nuevos puentes.

Los canales de navegación.

Las grandes vías de transporte

Realidades:

Canal interoceánico de Panamá. Proyecto muy temprano según reales disposiciones del emperador Carlos de 1533-1534, no se realizaría hasta el año 1914. Dicho canal atravesaría el istmo panameño a través del río Chagres y de la lengua de tierra situada entre éste y el océano Pacífico.

Canal del Dique, Colombia. El proyecto de un canal entre la ciudad de Cartagena y el Río de la Magdalena para lograr la comunicación con el interior del territorio se hizo realidad en 1650 por el ingeniero Juan de Somovilla y Tejada con obras de restauración por otros ingenieros.

Proyectos no realizados:

Canal de Güines y Batabanó, en Cuba. Entre La Habana y Güines para activar el comercio de la madera, tabaco y azúcar. Proyecto de Félix y Francisco Lemaur, 1796. Suspendido al establecerse en la zona la primera línea férrea de la administración española.

Canal en el istmo de Tehuantepec. Propuesto en 1774 por el ingeniero Agustín Crame en informe al virrey Antonio María de Bucareli.

Canal interoceánico de Nicaragua. Proyecto ya contemplado por el flamenco Diego de Mercado en 1620, se descarta en el Plan de nivelación del ingeniero Manuel Galisteo de 1781 por las dificultades técnicas de resolver el desnivel entre el océano Pacífico y el lago de Nicaragua.



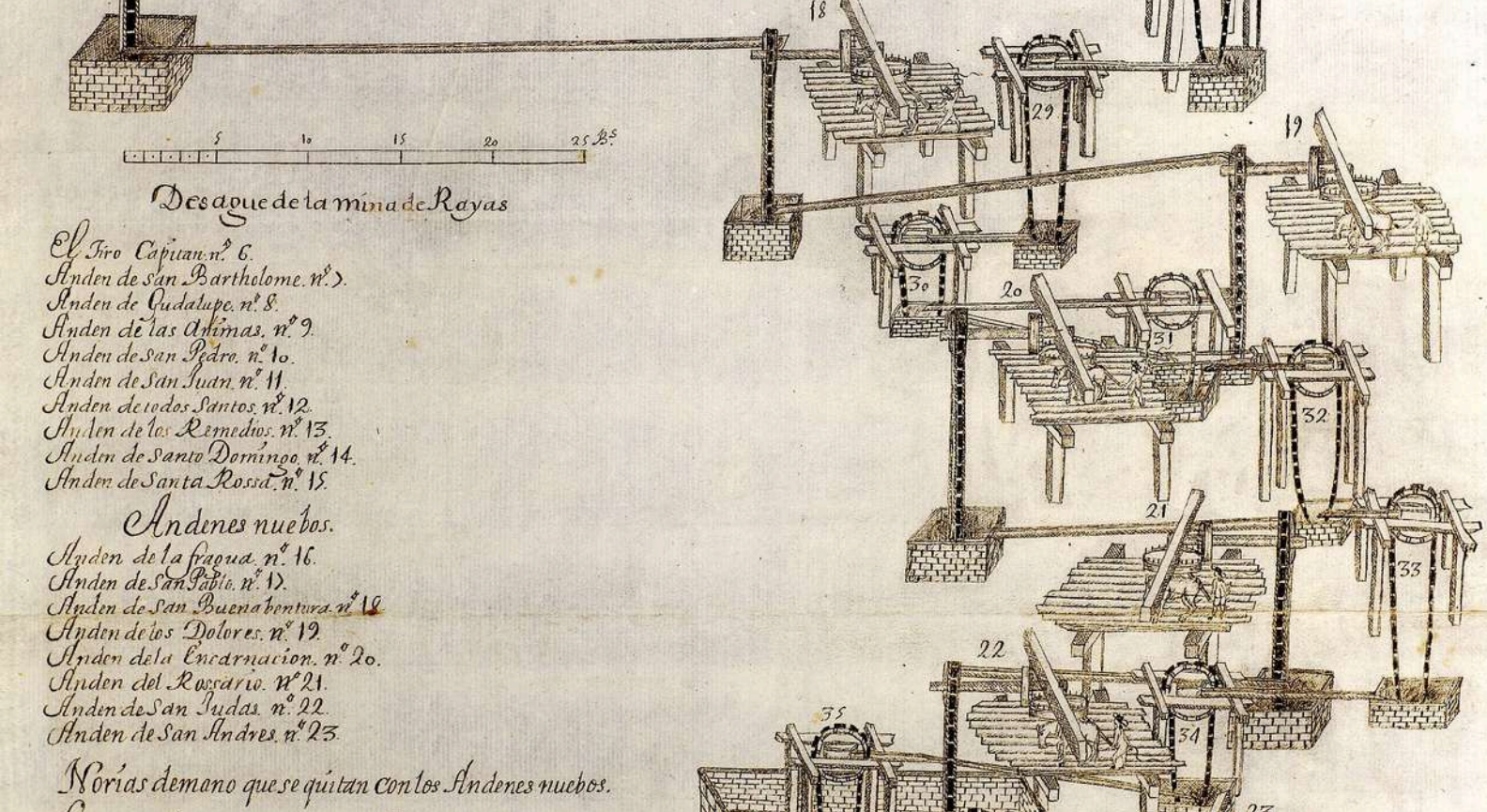


INGENIERÍA DE MINAS. LA SAVIA DEL IMPERIO

Uno de los motores de la expansión española por territorio americano fue la localización de los yacimientos de metales preciosos que impulsó la aparición de mitos como El Dorado. Antes de 1560 se habían alcanzado los principales centros mineros del continente: en oro, los de Carabaya, Chuquibo o de la Paz y Chayanta, y Zaruma. Por lo que se refiere a la plata, los de Taxco (1534), Zacatecas (1546), Guanajuato (1548 - 1558), Pachuca y Real del Monte (1552), en Nueva España; Porco y principalmente Potosí (1545), en la provincia de Charcas (Bolivia), y Castrovirreina (1555), en Perú, entre otras.

A partir de 1555, gracias a la experimentación del sevillano Bartolomé de Medina, la purificación de la plata se hará por el sistema de amalgamación, proceso en el que es necesario el azogue o mercurio. Para la producción de la plata de Potosí se utilizará el azogue de la mina peruana de Huancavelica. En Nueva España el azogue procedente de las de Temascaltepec, Sierra de Pinos y Chilapa, no cubrirá las necesidades de la producción mexicana que deberá acudir a los periódicos envíos desde Almadén (Ciudad Real) y a los excepcionales desde Idrija (Eslovenia).

Como país volcánico, las islas Filipinas son ricas en recursos minerales, entre los que destacan el oro, cobre, hierro y carbón. Con la administración española se impulsó esta minería, así como el transporte de plata desde México a través del Galeón de Manila.



Extracción y metalurgia del azogue

La minería del azogue, como la de la plata, presenta carencias en su prospección y labores, con excavaciones a cielo abierto y tiros y socavones inclinados. La extracción del material al exterior se realizaba mediante un ingenio denominado malacate. En el transporte interior la mecanización fue difícil por la irregularidad del trazado de túneles y galerías. En Almadén quedan todavía varios tipos de vagonetas de capacidades crecientes para el traslado del mineral.

Por lo que se refiere al desagüe de estas minas, en principio en las de Almadén se utilizaron tornos manuales que recogían el agua en zacas de piel. Los tornos fueron sustituidos por bombas y en 1805 por una máquina de vapor, la primera en la minería española, en construcción desde 1787 y operativa hasta 1878.

La producción del azogue tenía su propia técnica, que tuvo su camino de ida y vuelta entre España y América: los hornos de jabecas utilizados en Almadén a mediados del siglo XVI se introdujeron en Huancavelica en 1596, donde luego fueron sustituidos por los de reverbero, muy contaminantes. Para evitar su gran toxicidad, en 1633 Lope de Saavedra Barba, apodado "el Buscón" proyectó el llamado horno busconil u horno de aludeles, más rentable y libre de polución. En 1647 el mayordomo de las minas de Huancavelica Juan Alonso de Bustamante, introdujo estos hornos en Almadén con el nombre de hornos Bustamante. Al sistema empleado se le llamó "método Almadén".



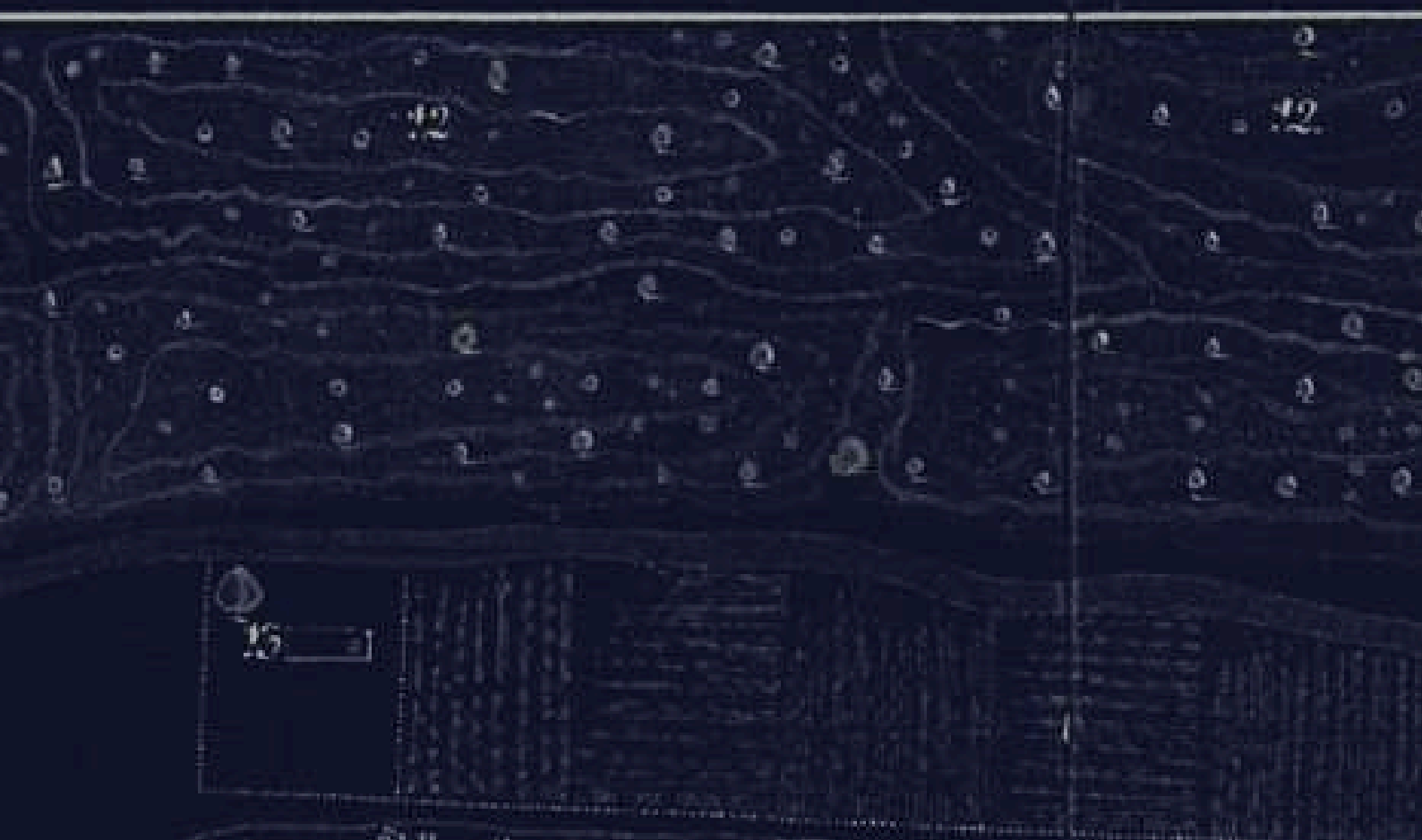
Explotación de metales preciosos y otros

En general en la época colonial se utilizaron técnicas deficientes en la prospección y laboreo de las minas. En la excavación se seguía la veta desde su afloramiento con labores a cielo abierto o mediante socavones o tiros inclinados, labrando grandes bovedones sin proyectos de explotación ni de seguridad. La irregularidad del trazado de túneles y galerías impidió por mucho tiempo la mecanización del transporte del mineral y del agua realizados mayoritariamente a hombros de operarios y luego con carretillas.

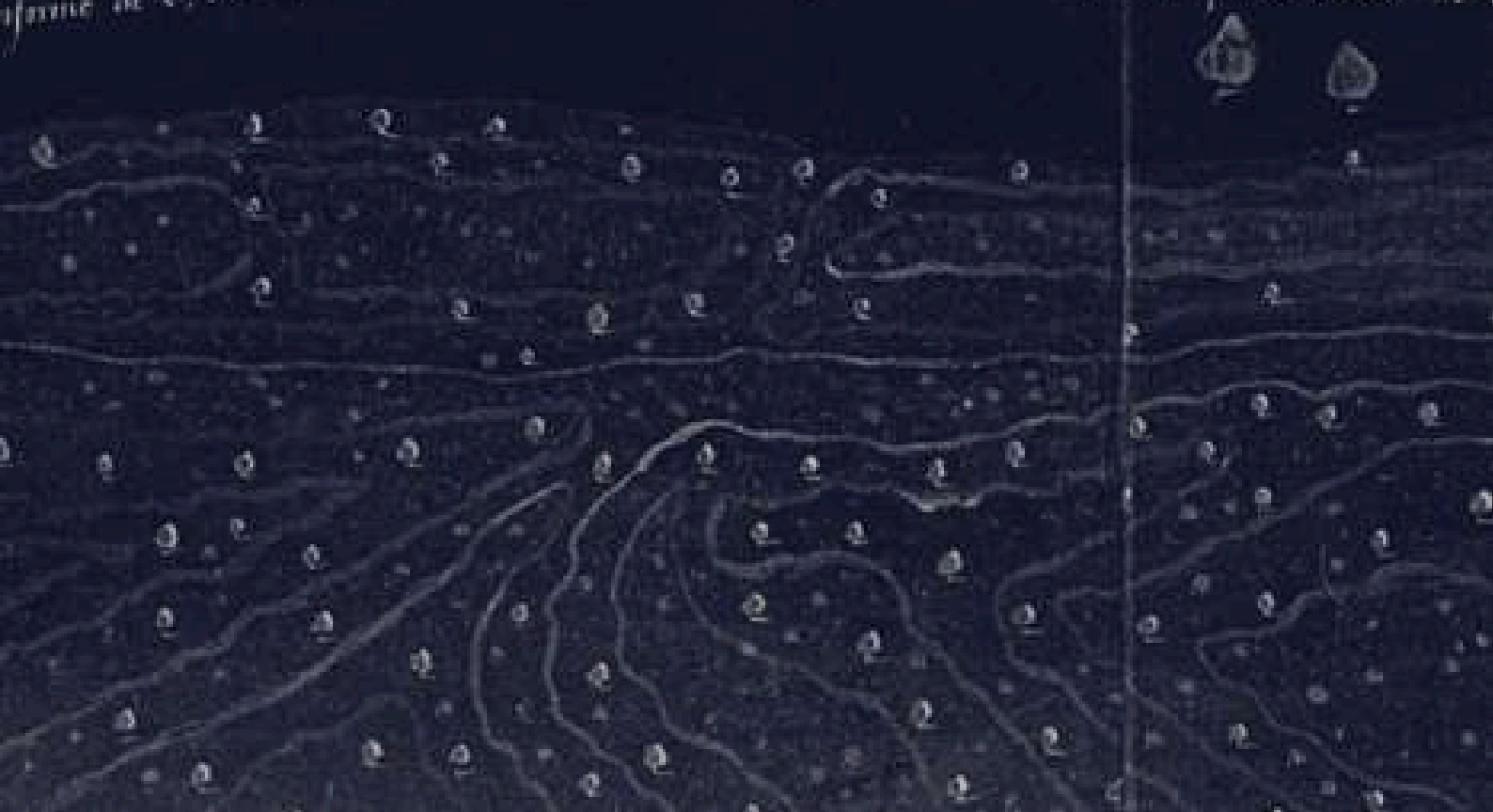
El achique del agua en cerros con vetas a gran altura podía realizarse con galerías de drenaje que desaguaban por gravedad. Donde esta solución era inviable, se podía acudir a diferentes tipos de máquinas de achique, de adopción tardía en Ultramar: tornos manuales escalonados, accionados por uno o dos hombres, predominantes hasta inicios del siglo XVIII; norias movidas por bestias de tiro como en San Juan de Rayas, Guanajuato; malacates o cabrestantes, la gran conquista de la minería mexicana del siglo XVIII y finalmente, las máquinas de vapor que se utilizaron también para la extracción del material.

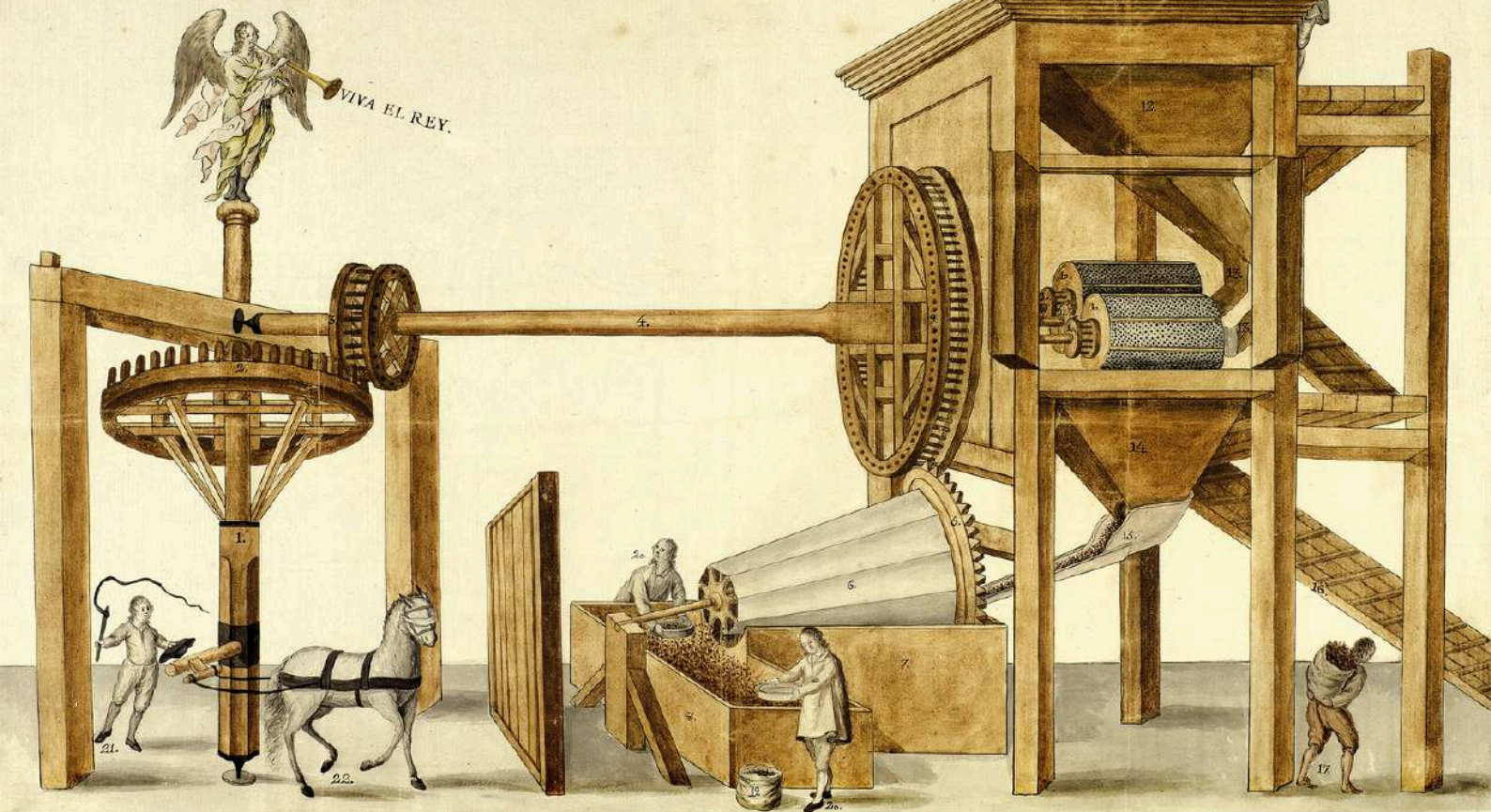
En la metalurgia de la plata inicialmente se utilizaron los hornos de fundición castellanos y de reverbero, en México, y las "guairas" indígenas peruanas; para aprovechar menas de escasa ley se generalizó el sistema de amalgamación (Bartolomé de Medina, 1555), perfeccionado luego con el nombre de beneficio de patio con el azogue como elemento básico de purificación.

tin y Mina de Hierro nombrada Santa Inez, en los terminos
 con Indios fue todo Saqueado y destruido por los Ca



Long. y Ancha. El mayor de las que estan puestas en esta es el que desde Tang
 y de 9 de Septiembre de 1762 que en la mayor Calentura trata del punto critico de



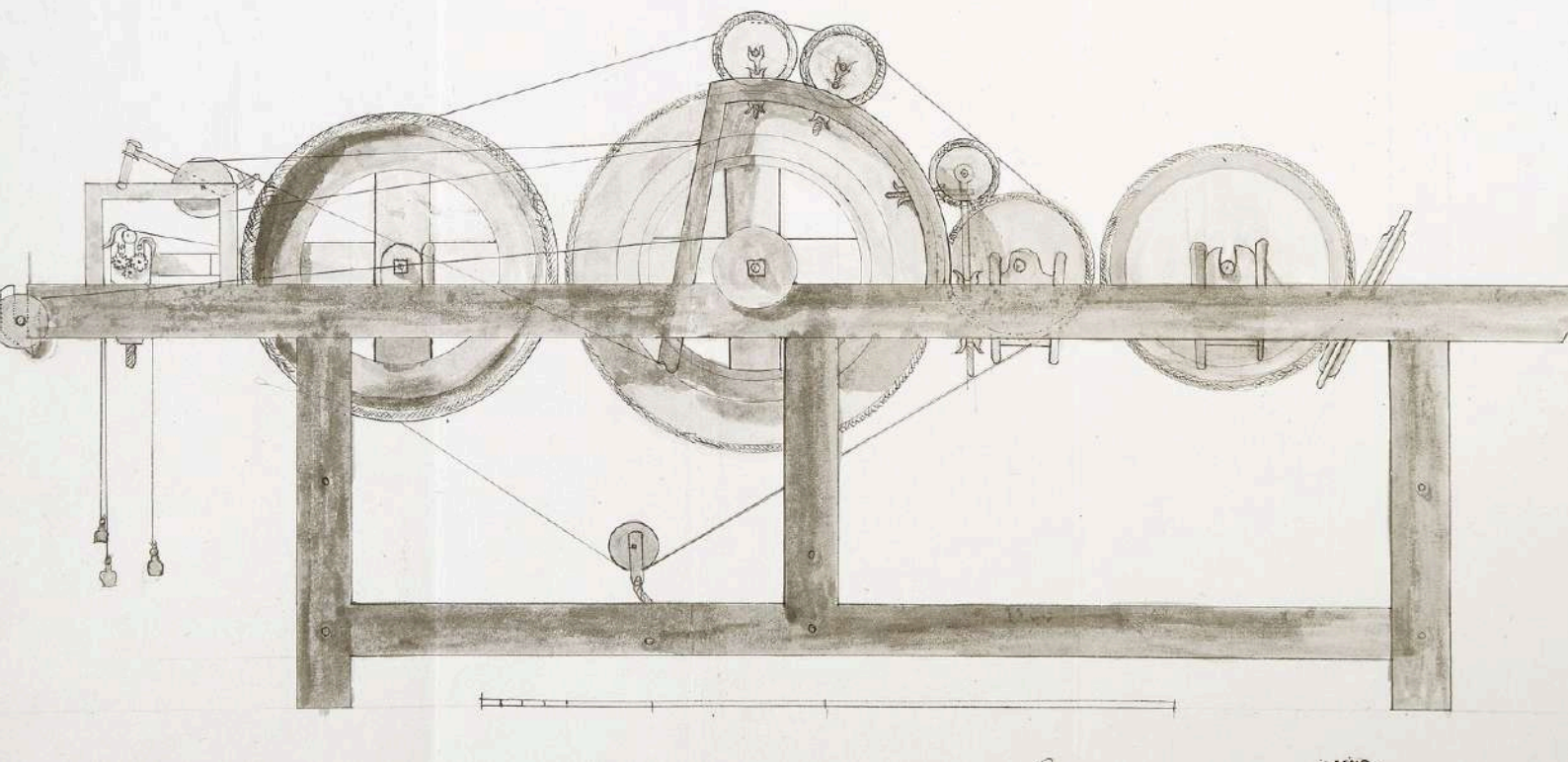


INGENIERÍA E INDUSTRIA

Las relaciones entre la ingeniería y la industria constituyen uno de los procesos de transferencia de conocimiento, de ida y vuelta, más relevantes para el desarrollo de la economía y la consolidación de las sociedades. Al igual que existió una pre-ingeniería, basada en el oficio y la experiencia, existió una pre-industria, fundamentada en la artesanía. Ambas evolucionaron, añadiendo base científica, desde la polivalencia a la especialización, hasta la disrupción que supusieron la academización de las enseñanzas técnicas y la revolución industrial.

Los nuevos territorios españoles, americanos y del área del Pacífico, se convirtieron en un laboratorio a gran escala en el que ensayar gran parte de los planteamientos teóricos y de las aplicaciones prácticas que en Europa se venían desarrollando desde el siglo XVI y que a partir del siglo XVII conocemos como la Revolución Científica, aplicaciones que se enriquecieron con el intercambio con las técnicas autóctonas. Durante cuatro siglos se desarrollaron en Ultramar, invenciones, innovaciones y tecnologías que son resultado del constante intercambio de personas, productos, artefactos e ideas entre Europa y el Nuevo Mundo.

La intensificación del comercio internacional de productos filipinos constituyó un incentivo en el siglo XIX para la creación de compañías y fábricas en aquellas islas como las de pólvora, hierro, tabaco, papel y textiles, entre ellas, las del industrial filipino Domingo Roxas y Ureta.



Moneda, tabaco, harina y pan, azúcar y aguardientes

Moneda. Para dar curso al oro y la plata, se requería su conversión en moneda en las Casas de Moneda. En América se fundaron escalonadamente:

México (1535), Santo Domingo (1536), Lima (1565), La Plata (1573), Potosí (1574), Santa Fe de Bogotá (1626), Cartagena (1630), Cuzco (1697), Popayán (1729), Guatemala (1731), Santiago de Chile (1743) y Manila (1861).

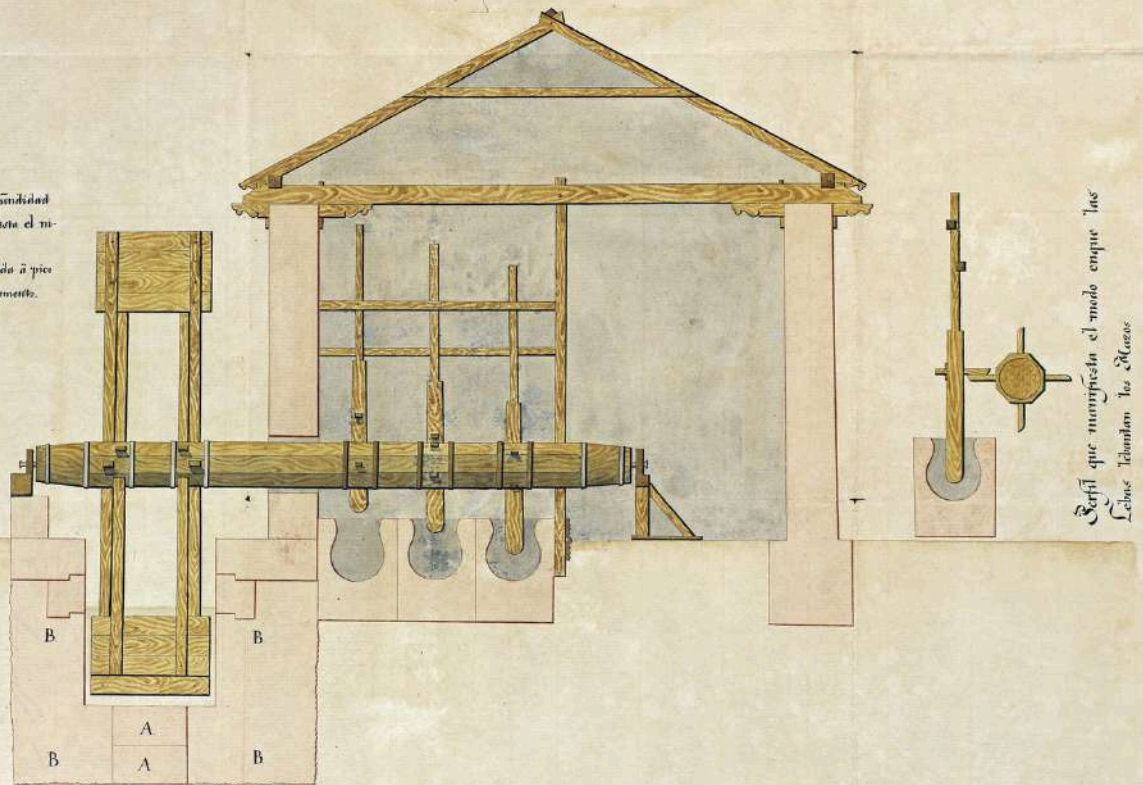
Tabaco. Esta nueva “medicina” despertó gran interés en Europa. La primera fábrica de tabaco del mundo fue en Sevilla (1636). En América destacaron la Real Factoría de La Habana (1717) y la Real Fábrica de Puros y Cigarros de México (1769).

Harina y pan. El molino, máquina clave antes de la revolución industrial, llegó a América a mediados del siglo XVI. Los modelos españoles se adaptaron y surgieron innovaciones locales que aumentaron la producción.

Azúcar. La industria azucarera refleja el intercambio técnico entre América y la metrópoli, desde los molinos del siglo XVI hasta la maquinaria de vapor del XIX. En Cuba, los “Ingenios” impulsaron la primera línea ferroviaria hispana (1837), de Güines a La Habana.

Aguardientes. Ligadas a la caña y la uva, destacaron fábricas como la de Guayaquil y la de Leyva (Boyacá, 1779), que incluía despacho, administración, viviendas, almacenes y destilería.

- A. Dos hiladas de Alares colocados en la profundidad de la Acagua para levantar el pavimento hasta el nivel conveniente.
- B. Canteras de piedra de buena consistencia cortada a pie sobre que se acorralaban las hiladas de Comenento.



Señal que manifiesta el modo en que las
Lebras trababan las Alaraz

Las fábricas en Filipinas. Hierro, pólvora, papel, textil y tintes

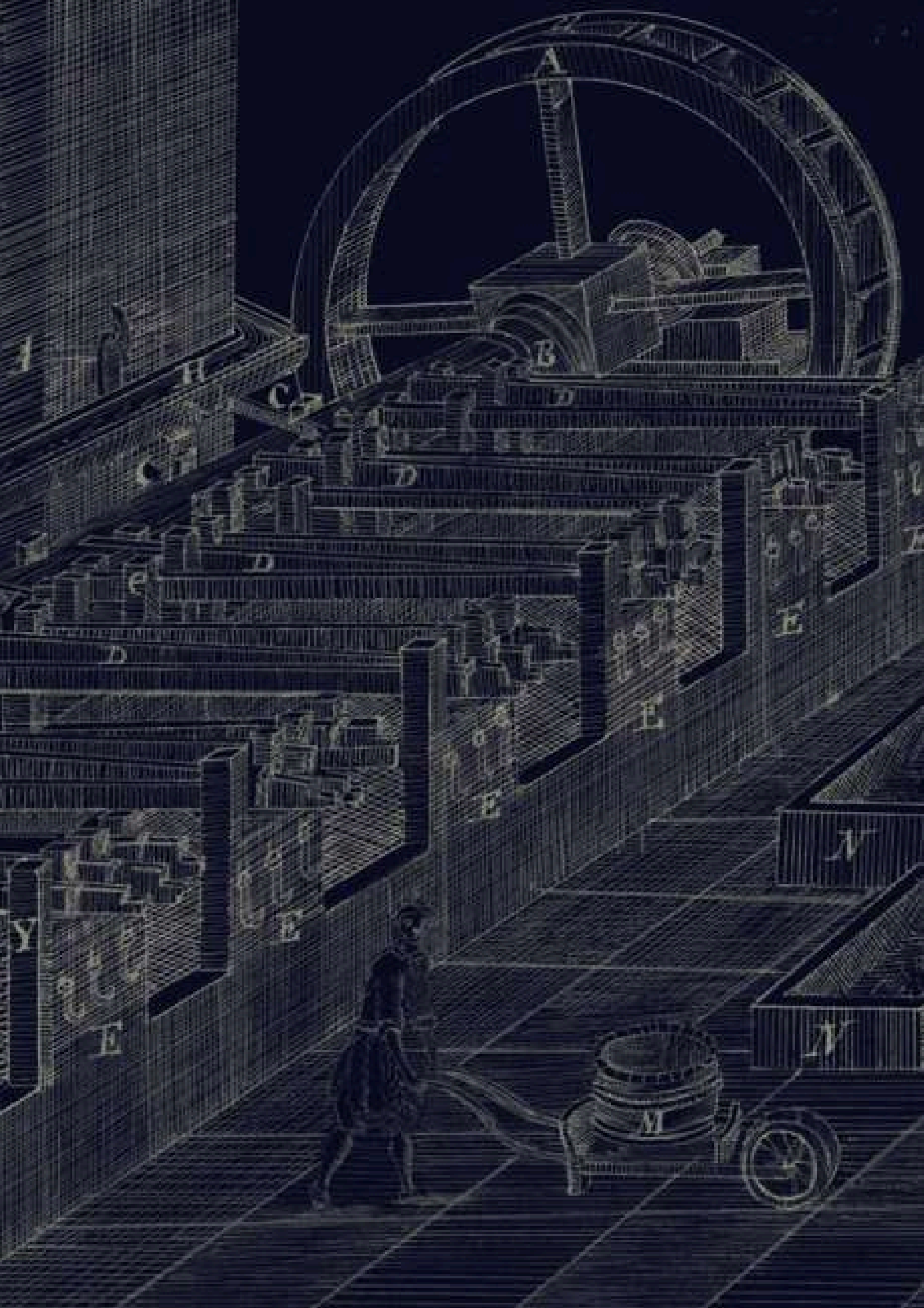
Desde finales del siglo XVIII y especialmente en el último tercio del XIX, la intensificación del comercio de productos en los que era rico el archipiélago filipino, incentivó las inversiones españolas y la creación de compañías y fábricas en aquellas islas.

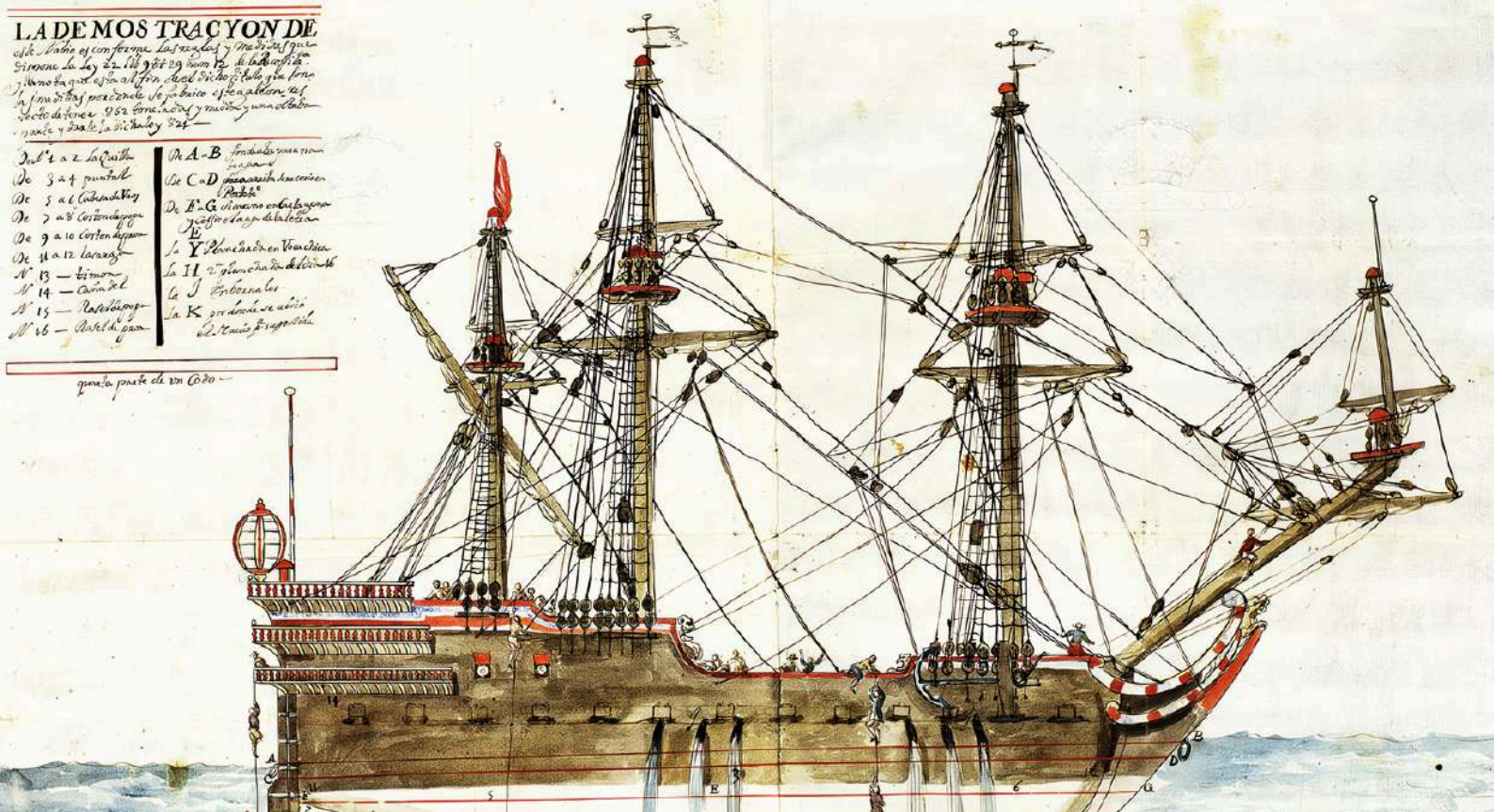
Hierro. Se utilizó en principio para herramientas y luego para la amalgamación. En el siglo XIX se construye la fábrica de Tanay, en Rizal, con patrones occidentales, pero trabajada por la comunidad china.

Pólvora. Aunque fueron frecuentes los envíos desde la Península a Ultramar, en Filipinas se construyó la fábrica de San Juan Bautista de Calambá, provincia de la Laguna de Bay (1773), según modelo de la de Villafeliche en Aragón.

Papel y textiles. Las fábricas de Domingo Roxas y Ureta. El papel europeo de trapos era enviado asiduamente a Ultramar y se empleaba principalmente en documentos oficiales. En 1820, el industrial filipino Domingo Roxas y Ureta solicita patente para una máquina de fabricar papel y una hiladora, ambas con las tecnologías más avanzadas.

Los tintes. Achiote, grana, palo de tinte o palo de Campeche y añil son colorantes ultramarinos utilizados principalmente para uso textil. En 1777, se concede a Francisco Javier Salgado, vecino de Manila, la explotación exclusiva del añil en su fábrica de la Laguna de Bay.





INGENIERÍA NAVAL

Las expediciones españolas al Nuevo Mundo pudieron perfilar con éxito costas y tierras ultramarinas gracias a que dispusieron de una destacada tecnología naval. En cuatro siglos de presencia española, la construcción naval se transforma desde la concepción casi medieval de los primeros navíos hasta la ingeniería que hace posible la fabricación de los mayores barcos de pasaje y de guerra. Se trata de una evolución continua y prudente, ya que la mar ofrece el doble peligro de las aguas y de las naves enemigas; así del carpintero de ribera se pasa al arquitecto naval que incorpora las leyes de la mecánica y la geometría, y de allí al ingeniero naval que dominará las nuevas disciplinas que el progreso hará imprescindibles como la metalurgia, la termodinámica y la electricidad.

Tres tipos de empresas navales marcarán la clase y el número de barcos: las flotas para realizar la Carrera de las Indias, las escuadras y flotillas para expediciones de descubrimiento y exploración y las que se destinan a acciones de conquista. El tráfico marítimo se constituye en la arteria vital del Imperio, razón por la cual España se convierte en la primera nación de Europa que produce reglamentos, instrucciones y tratados para la construcción naval y la navegación.

En este ámbito destaca el arsenal de Cavite, con la cercana ensenada de Súbic y su región maderera muy apta para la construcción naval, y el astillero de Cebú, donde se construyó el galeón San Diego.

Instalaciones de construcción y carena de barcos

La necesidad de crear una Armada eficiente y poderosa, generó múltiples infraestructuras dedicadas tanto a la carena como a la fábrica de bajeles: arboladura, jarcias, lonas, etc. Para determinar su emplazamiento, existían dos condicionantes principales: la proximidad de masas forestales con maderas de gran calidad y la disponibilidad de calados suficientes entre el mar abierto y los arsenales. Así en Ultramar, se fundaron numerosos arsenales y astilleros: Realejo, Guayaquil, La Habana, Veracruz, San Juan de Puerto Rico, San Blas, Cartagena de Indias, Montevideo y Manila. Las complejas instalaciones llegaban a agrupar hasta una treintena de gremios especializados, siendo considerada por algunos autores como la primera industria en España. Las evoluciones técnicas fueron continuas: gradas, compuertas para el cierre de arsenales, sistemas de vaciado de los arsenales que se valían de las carreras de marea o de bombas y máquinas e ingenios para la manipulación y colocación de grandes piezas.

Atender al mantenimiento y reparación de los buques era tan importante como su construcción, ya que de ello dependía la durabilidad de la flota. Por consiguiente, se diseñaron y construyeron multitud de instalaciones para las labores de carena que fundamentalmente consistían en la limpieza, la renovación de piezas inservibles y el calafateado o impermeabilización del casco. Así se podía carenar en seco: en varaderos y diques, “dando la quilla” en un lecho arenoso e inclinando el buque a un costado o incluso a flote, mediante el empleo de grandes pesos muertos que permitían escorar la embarcación.

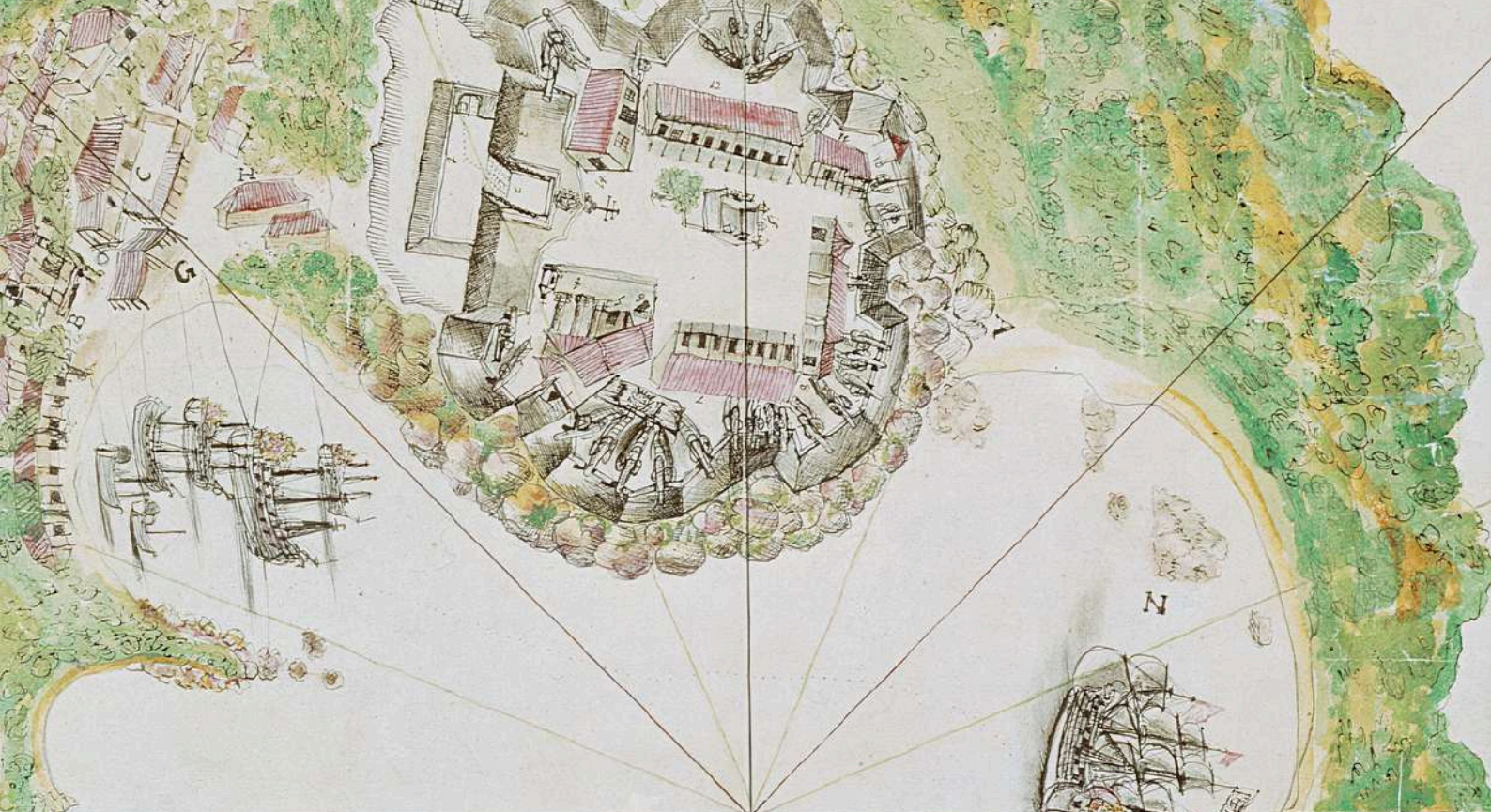
Los barcos.

Normativa, tecnología, tipos y sistemas

Símbolo inequívoco de la tecnología española y basada en una larga tradición de cabotaje mediterráneo y de navegación oceánica en las costas africanas y mares europeos, la construcción naval evolucionó desde las naves de los descubrimientos, constituidas por carabelas y naos, hasta los galeones y navíos de mayor tonelaje dedicados a la Carrera de Indias, pero que estuvieron condicionados durante siglos por el accidente geográfico de la barra de Sanlúcar que habilitaba la entrada al puerto de Sevilla, centro neurálgico del comercio mundial.

Cada propósito tenía su diseño, así a los ya mencionados se añadieron naves: para la exploración y conquista con sus carabelas y bergantines, para el Pacífico o Mar del Sur con galeones dotados de bordos generosos, para el Caribe con sus fragatas y pataches, y para poblar y comerciar con los genuinos “galeones españoles”. En el siglo XIX compiten hierro y vapor contra madera y viento, dando lugar a los mejores ejemplares de estos últimos dotados de una tecnología que estaba llamada a la obsolescencia.

Tratados como el de Diego García de Palacio e instrucciones técnicas de expertos como Antonio Garrote, Antonio de Gaztañeta, Jorge Juan, Francisco Gautier, José Joaquín Romero y Fernández de Landa, Julián Martín de Retamosa en el siglo XVIII e Isaac Peral, ya en el XIX, forman parte del patrimonio mundial en la materia, ya que diseñaron sistemas propios de construcción, suponiendo sucesivamente enormes avances en las prestaciones, robustez y marinería de las naves.



INGENIERÍA PORTUARIA Y DEFENSIVA

Las comunicaciones marítimas de Ultramar con la metrópoli potenciaron el desarrollo de aquellas ciudades ribereñas que, como terminales de las Flotas de Indias, o sus anexas, se vieron favorecidas por el comercio y el transporte del oro y la plata:

En el Caribe y Golfo de México, el puerto de la Habana, base naval de aquellos mares, se erigió en el nodo de las flotas de vuelta a Sevilla. Veracruz y su puerto de San Juan de Ulúa, en conexión con la Flota de Nueva España, aseguraban el tráfico cruzado del azogue de Almadén y la plata de las minas mexicanas. En Panamá, los puertos atlánticos de Nombre de Dios y después Portobelo, en conexión con los Galeones de Tierra Firme, controlaban el transporte de la plata potosina que llegaba desde los puertos pacíficos de Arica, Lima, Guayaquil y Panamá a través de los caminos del istmo.

En el Pacífico, los puertos de Acapulco, en México y Manila en las Islas Filipinas fueron durante siglos la vía de relación con Oriente, monopolizando una ruta comercial en la que destaca el aporte de la plata mexicana a aquellas islas a través del llamado Galeón de Manila.

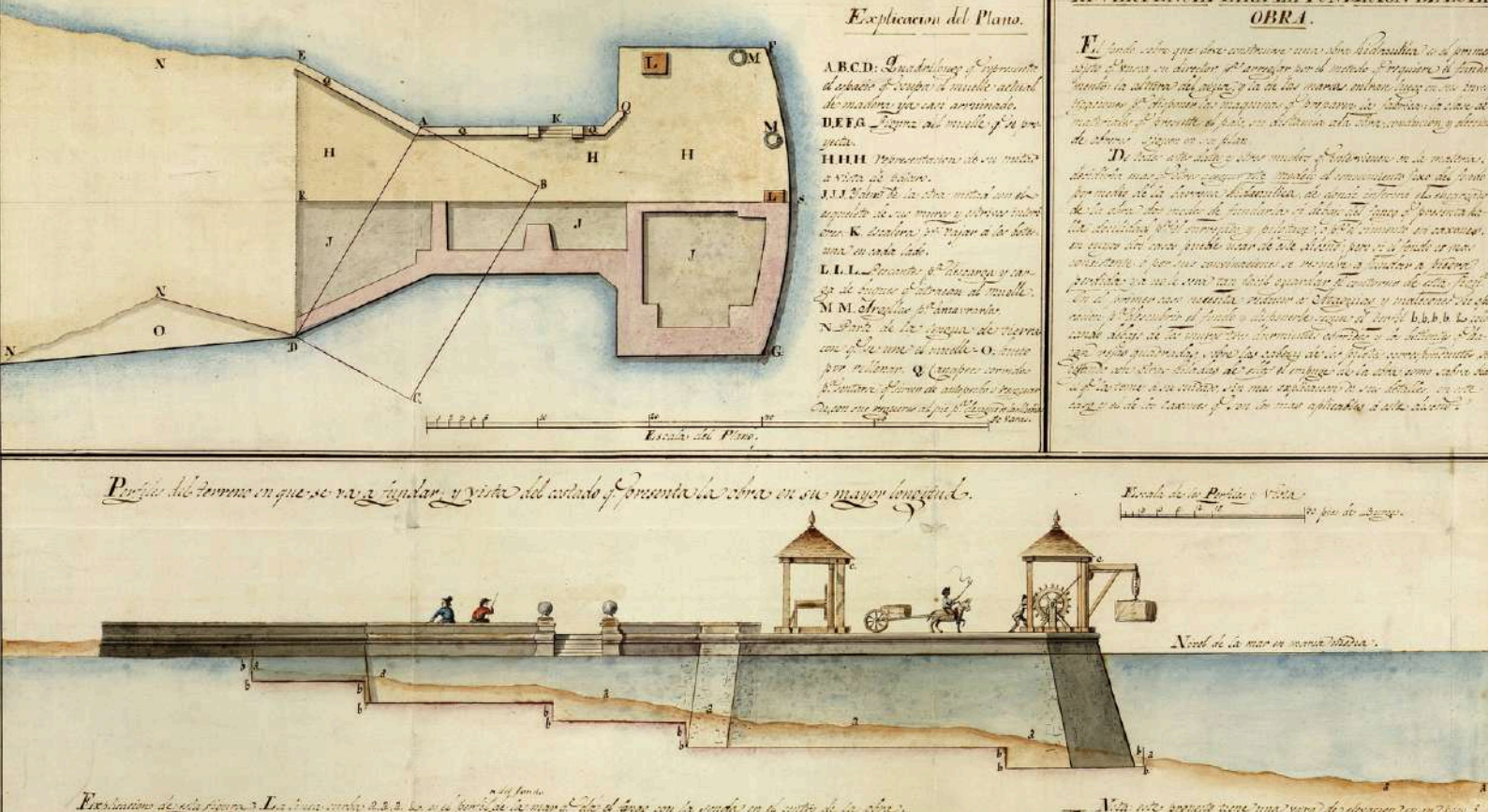
El monopolio español en el comercio mundial dio lugar a la aparición del contrabando y la piratería, lo que obligó a establecer sistemas de defensa y fortificación en los puertos estratégicos.

Obras de abrigo y protección costera.

Los faros

Estas obras se utilizaron para la corrección del deterioro producido en las zonas costeras por la acción del mar y del viento: erosión de cimientos como en el cierre del canal de Bocagrande en Cartagena de Indias (Colombia), o procesos de sedimentación como en la bocana del Río Pasig, en Manila. Todo tipo de diques y dragas se aplicaron para su neutralización en una importante evolución técnica.

La utilización de faros en el Nuevo Mundo fue tardía, desde finales del siglo XVIII. Destacan los de San Juan de Ulúa en México (fines S. XVIII), Montevideo (1802) y Castillo del Morro en Cuba (1845). En Filipinas, después del Plan de Alumbrado de 1885, existían 19 faros de seis órdenes, como el del Cabo Bojeador, en Ilocos Norte.



Obras de abrigo y protección costera. Los muelles

La construcción de muelles en los puertos para atracar los navíos fue también tardía y una innovación que solo estuvo al alcance de las ciudades más importantes; fueron muy pocos los puertos que contaron con muelles de cantería, especialmente en los siglos XVI - XVII. El procedimiento tradicional para embarcar y desembarcar mercancías se realizaba mediante chalupas. Por ello destaca el muelle de piedra del Callao, construido en el siglo XVII por el fraile agustino Pedro de la Madrid, provisto de argollones como los del muro de San Juan de Ulúa, y que, pese a su solidez, quedó pronto inservible para embarcaciones de calado debido a su aterramiento y pronta destrucción.

Entre los puertos que contaban con muelles de diferente utilidad, están el de Veracruz (siglo XVI), y los de Buenos Aires, La Guaira y Puerto Cabello, Marimelena y Santiago de Cuba, en el siglo XVIII. En el siglo XIX hay que citar el muelle de San Francisco de la Habana, proyectado por el teniente coronel de Ingenieros del Ejército Juan María Muñoz en 1841. También la obra del puerto exterior de Manila con un gran dique de abrigo, un contradique menor y dos dársenas de diferente calado, según proyecto de Eduardo López Navarro (1876 - 1882). En ambos casos hay que resaltar la utilización de hormigón hidráulico y en Manila, la de la máquina de vapor para construcción y limpieza de fondos.

Puertos fortificados.

La defensa de América y su comercio

La estructura del monopolio comercial de la administración española en Ultramar, sustentada en el sistema de flotas, propicia el desarrollo del contrabando y de la piratería en los siglos XVI - XVII, en los que participan sucesivamente franceses, ingleses y holandeses. Ante sus reiteradas agresiones, la Corona debe velar por la defensa de los puertos, especialmente de aquellos que se han convertido en los núcleos estratégicos para el transporte del tesoro real y el comercio, en los terminales de la flota de Nueva España, los Galeones de Tierra Firme y el Galeón de Acapulco-Manila, mediante los sistemas más adecuados de fortificación.

En estos siglos el perfeccionamiento de las técnicas de artillería obliga a la adopción de un nuevo sistema defensivo, el de la “fortificación abaluartada”, cuya aplicación en Ultramar se verá impulsada por técnicos italianos al servicio de España, la familia Antonelli. Por encargo de Felipe II, forzado por los ataques de Francis Drake, Bautista Antonelli concebirá el plan estratégico de defensa del Caribe de 1588, que afectará a las fortificaciones de La Habana, Santo Domingo, Puerto Rico, Veracruz y San Juan de Ulúa, Cartagena, Portobelo y Araya.

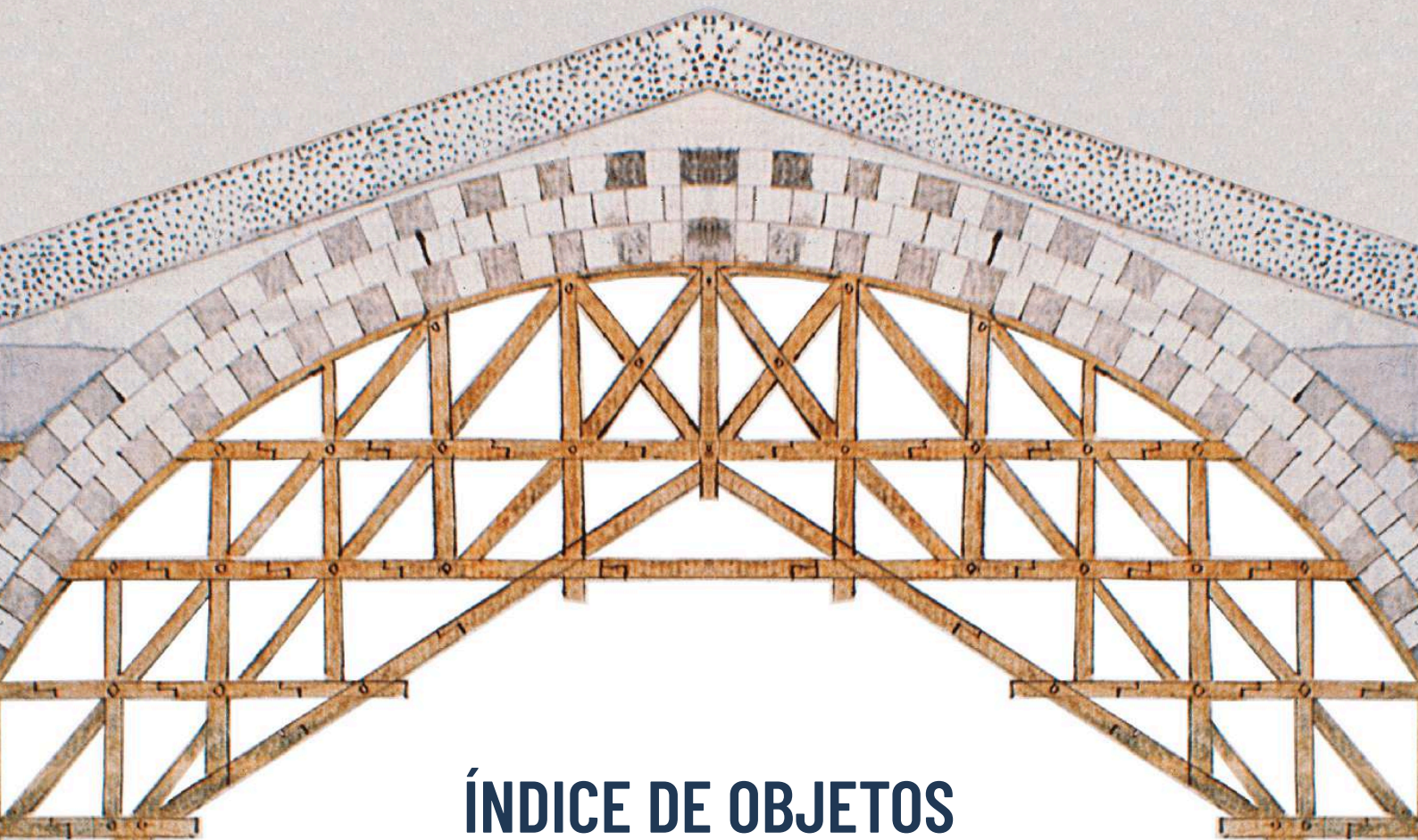


1. Catedral
2. Palacio del Cabildo
3. Ayuntamiento
4. Puente de San
5. Tabacalera
6. Casa de San Francisco
7. Casa de San Agustín
8. Casa de San Juan
9. Palacio Arzobispal
10. Seminario
11. Compañía de Jesús
12. Colegio de San Agustín
13. Colegio de San Juan
14. Colegio de San Francisco
15. Colegio de San Agustín
16. Colegio de San Juan
17. Colegio de San Francisco
18. Colegio de San Agustín
19. Colegio de San Juan
20. Colegio de San Francisco
21. Colegio de San Agustín
22. Colegio de San Juan
23. Colegio de San Francisco
24. Colegio de San Agustín
25. Colegio de San Juan
26. Colegio de San Francisco
27. Colegio de San Agustín
28. Colegio de San Juan
29. Colegio de San Francisco
30. Colegio de San Agustín
31. Colegio de San Juan
32. Colegio de San Francisco
33. Colegio de San Agustín
34. Colegio de San Juan
35. Colegio de San Francisco
36. Colegio de San Agustín
37. Colegio de San Juan
38. Colegio de San Francisco
39. Colegio de San Agustín
40. Colegio de San Juan
41. Colegio de San Francisco
42. Colegio de San Agustín
43. Colegio de San Juan
44. Colegio de San Francisco
45. Colegio de San Agustín
46. Colegio de San Juan
47. Colegio de San Francisco
48. Colegio de San Agustín
49. Colegio de San Juan
50. Colegio de San Francisco
51. Colegio de San Agustín
52. Colegio de San Juan
53. Colegio de San Francisco
54. Colegio de San Agustín
55. Colegio de San Juan
56. Colegio de San Francisco
57. Colegio de San Agustín
58. Colegio de San Juan
59. Colegio de San Francisco
60. Colegio de San Agustín
61. Colegio de San Juan
62. Colegio de San Francisco
63. Colegio de San Agustín
64. Colegio de San Juan
65. Colegio de San Francisco
66. Colegio de San Agustín
67. Colegio de San Juan
68. Colegio de San Francisco
69. Colegio de San Agustín
70. Colegio de San Juan
71. Colegio de San Francisco
72. Colegio de San Agustín
73. Colegio de San Juan
74. Colegio de San Francisco
75. Colegio de San Agustín
76. Colegio de San Juan
77. Colegio de San Francisco
78. Colegio de San Agustín
79. Colegio de San Juan
80. Colegio de San Francisco
81. Colegio de San Agustín
82. Colegio de San Juan
83. Colegio de San Francisco
84. Colegio de San Agustín
85. Colegio de San Juan
86. Colegio de San Francisco
87. Colegio de San Agustín
88. Colegio de San Juan
89. Colegio de San Francisco
90. Colegio de San Agustín
91. Colegio de San Juan
92. Colegio de San Francisco
93. Colegio de San Agustín
94. Colegio de San Juan
95. Colegio de San Francisco
96. Colegio de San Agustín
97. Colegio de San Juan
98. Colegio de San Francisco
99. Colegio de San Agustín
100. Colegio de San Juan

PUERTO EN PROYECTO

Barrio de Magallanes

Barrio de Magallanes



ÍNDICE DE OBJETOS

EL LEGADO DE LOS INGENIEROS EN AMÉRICA Y FILIPINAS

PUENTE DE CANTERÍA SOBRE EL RÍO APURÍMAC, EN PERÚ

Puente de cantería sobre el río Apurímac, en Perú, con la cimbra para su construcción.
1619

Bernardo Florines, ingeniero, y Diego Guillén, maestro de cantería
Reproducción facsimilar

Archivo General de Indias, Sevilla, España. MP-Perú y Chile, 203

LOS PIONEROS: CRISTÓBAL DE ROJAS

A. Torres Pardo

Retrato de Cristóbal de Rojas, capitán ingeniero (1555-1614).

1943

Copia de un cuadro de 1929 de Teodoro Dublang Uranga (1874-1940)

Colección museográfica de la Academia de Ingenieros, Hoyo de Manzanares, España (Inv. ETE2-47)

EL CUERPO DE INGENIEROS MILITARES: JOSÉ PRÓSPERO DE VERBOOM

Román García Rodrigo (1933-2013)

Retrato de José Próspero de Verboom, fundador del Cuerpo de Ingenieros Militares (1665-1744). 1959

Colección museográfica de la Academia de Ingenieros, Hoyo de Manzanares, España (Inv. ETE2-192)

UNIFORME DEL CUERPO DE INGENIEROS MILITARES

Uniforme utilizado por los ingenieros militares.

1751

Juan Martín Cermeño (1700-1773)

Reproducción facsimilar

Archivo General de Simancas, España. MPD.15, 055, 01

PRUEBA DE ACCESO AL CUERPO DE INGENIEROS

Plano de un ejercicio de fortificación para acceso a ingeniero, realizado por Manuel Fernández de León, artillero distinguido de la Compañía de la dotación de Lima e ingeniero voluntario en la misma.

1792

Manuel Fernández de León

Reproducción facsimilar

Archivo General de Indias, Sevilla, España. MP-Teóricos,69

JOSÉ DE URRUTIA Y DE LAS CASAS, INGENIERO GENERAL

Francisco de Goya y Lucientes (1746-1828)

Retrato de José de Urrutia y de las Casas, ingeniero militar, impulsor de la Ingeniería Civil (1739 - 1803).

Hacia 1798

Museo del Prado, Madrid, España. Número P000736

LA INGENIERÍA CIVIL: AGUSTÍN DE BETANCOURT Y MOLINA

Lucio Sobrino (1925 – 2017)

Retrato de Agustín de Betancourt y Molina (1758 – 1824), fundador de la Escuela de Ingenieros de Caminos y Canales en 1802.

Siglo XX

Copia sobre retrato realizado por Kagynobr en 1859

Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid, España

UNIDADES DE MEDIDA EN LA CARTOGRAFÍA

Regla de medida con escala graduada en varas de Burgos, unidad muy utilizada en la cartografía de ingenieros.

[s.f.]

J. Rabone & Sons

Hueso y metal, circa de 16 x 3 cm

Colección Pablo Sánchez de Mora y Pérez, Málaga, España

UNIFORME DE LOS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

Miniatura del uniforme de gala de ingeniero de Caminos, Canales y Puertos correspondiente a Agustín de Betancourt.

Siglo XX

Realizada por el Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

Colección Ignacio Sánchez de Mora y Andrés, Málaga, España

CIUDAD Y TERRITORIO

ISLAS FILIPINAS: TERRITORIO Y CIUDAD

Pedro Murillo Velarde (S J) (1696-1753)

“Carta Hydrographica y Chorographica de las Yslas Filipinas...”: Con planos de Manila y Cavite (Isla de Luzón) y del presidio de Zamboanga (Isla de Mindanao), en diferentes recuadros.

Manila, 1734

Grabado por el tagalo Nicolás de la Cruz Bagay, (S. XVIII)

Reproducción facsimilar

Philippine Map Collectors Society (PHIMCOS), Manila, Islas Filipinas

LA CIUDAD, BASE DE LA ORDENACIÓN DEL TERRITORIO

Curatos de Tonalá y San Pedro Tlaquepaque y su distrito, en Nueva España, actual México, que muestra el papel de las poblaciones en la organización del territorio circundante y la formación de sus infraestructuras.

Tonalá, 23 de noviembre de 1772

Reproducción facsimilar

Archivo General de Indias, Sevilla, España. MP-México, 285

LA CIUDAD Y LAS INFRAESTRUCTURAS

Nueva ciudad de Veracruz, proyectada en el emplazamiento de las ventas de Buitrón, en el camino a México, con su traza en cuadrícula y las infraestructuras de abastecimiento de agua y de comunicaciones.

28 de febrero de 1590

Pedro Ochoa de Leguizamo, ingeniero (2ª mitad siglo XVI – ¿comienzos siglo XVII?)

Reproducción facsimilar

Archivo General de Indias, Sevilla, España. MP-México, 38

EL MODELO URBANO: LA HABANA

Ciudad de La Habana, base naval del Caribe, con la demarcación en parroquias dentro de su traza semirregular.

[ca.1691]

Juan de Císcara y Ramírez, ingeniero (1671 – 1720 pos.)

Reproducción facsimilar

Archivo General de Indias, Sevilla, España. MP-Santo Domingo, 97

EL MODELO URBANO. LA RETÍCULA EN LA CIUDAD DE MÉXICO

"Forma y levantado de la ciudad de México" capital de Nueva España.

1628

Juan Gómez de Trasmonte (c. 1595 – 1647)

Reproducción facsimilar

Archivo General de Indias, Sevilla, España. MP-Impresos, 22

EL MODELO URBANO. LA CUADRÍCULA EN LA CIUDAD DE LIMA

Plano de la Ciudad de Lima, capital del Virreinato de Perú, con sus fortificaciones.

14 de octubre de 1687

Pedro Nolasco (O de M), sobre original de Juan Ramón Connick

Con las Armas Reales y el escudo de la ciudad de Lima

Reproducción facsimilar

Archivo General de Indias, Sevilla, España. MP-Perú y Chile, 13

ORDENACIÓN URBANÍSTICA: CIUDAD DE MÉXICO

Plano de la Ciudad de México divida en barrios o cuarteles para su mejor organización.

México, 12 de diciembre de 1782

Manuel Villavicencio, grabador (fl. 1753-1818)

Con las Armas Reales y el escudo de la ciudad

Reproducción facsimilar

Archivo General de Indias, Sevilla, España. MP-México, 387

EMBELLECIMIENTO DE LAS CIUDADES: CIUDAD DE PANAMÁ

Plano de la plaza mayor de la ciudad de Panamá, engalanada para la proclamación del rey Fernando VI.

1748

Con el escudo de la ciudad

Reproducción facsimilar

Archivo General de Indias, Sevilla, España. MP-Panamá, 144

ARQUITECTURA Y CIUDAD

Fachada de la catedral de Manila, según el proyecto de reedificación y variaciones introducidas durante su construcción.

Manila, 27 de noviembre de 1877

Eduardo López Navarro, ingeniero

Archivo Nacional de Filipinas

IMAFRONTE DE LA CATEDRAL DE MANILA

Archivo Nacional de Filipinas. Complejo de la Catedral de Manila. 1839-1898. SDS. 19085.

PLANO DEL TRIBUNAL DE STA. MARÍA, EDIFICIOS DE ESTADO

Archivo Nacional de Filipinas. SDS. 5661, S-457.

PLANO DE LA CAPITANÍA DEL PUERTO DE MANILA

Archivo Nacional de Filipinas. OBRAS PÚBLICAS, 1867-1898, 313/312. SDS. 17073.

OBRAS HIDRÁULICAS

REGADÍO URBANO: MANILA

Plano de Manila y sus arrabales con el trazado de su abastecimiento urbano de aguas.
Manila, 30 de noviembre de 1869
Genaro Palacios, ingeniero jefe de segunda y primera clases, director de obras al servicio del Ayuntamiento de Manila (1839- ?)

Archivo Histórico Nacional, Madrid, España. Ultramar, MPD. 4537

REGADÍO DE HUERTAS EN SANTIAGO DE CHILE

Convento de Monjas Carmelitas de San Rafael y sus alrededores en el barrio de la Cañadilla, en Santiago de Chile, con el abastecimiento de agua directamente desde el río Mapocho.
[1773]
Reproducción facsimilar

Archivo General de Indias, Sevilla, España. MP-Perú y Chile, 257

ABASTECIMIENTO AGRÍCOLA Y URBANO: CANAL DE MAIPO EN SANTIAGO DE CHILE

Terreno entre la ciudad de Santiago de Chile y el río de Maipo, con el proyecto del Canal de Maipo o San Carlos desde dicho río al de Mapocho, para riego y suministro urbano.
Santiago de Chile, 1 de agosto de 1800
Agustín Caballero, ingeniero (fl. 1796-1800)
Reproducción facsimilar

Archivo General de Indias, Sevilla, España. MP-Perú y Chile, 141

ABASTECIMIENTO URBANO: ACUEDUCTO DE CHAPULTEPEC EN MÉXICO

Antigua atarjea y nueva conducción de agua desde Chapultepec a la ciudad de México, por arcos.

México, 11 de agosto de 1761

Lorenzo Rodríguez y otros

Reproducción facsimilar

Archivo General de Indias, Sevilla, España. MP-México, 715

ABASTECIMIENTO AGRÍCOLA Y URBANO: ACEQUIA "LA MOCHICA" EN TRUJILLO, PERÚ

Ciudad de Trujillo y Valle de Chimú en Perú con las conducciones de agua hasta dicha ciudad y su territorio, para riego y suministro de la ciudad.

1760

Miguel Feijóo de Sosa, corregidor de Trujillo (1718-1791)

Reproducción facsimilar

Archivo General de Indias, Sevilla, España. MP-Perú y Chile, 39

DEPURACIÓN DE LA LAGUNA DE YURIRIAPÚNDARO, GUANAJUATO, MÉXICO

Pueblo de Yuririapúndaro y dependientes, con la gran laguna saneada por fray Diego de Chávez y Alvarado (OSA), arquitecto, mediante la canalización del Río Lerma.

1580

Cristóbal de Vargas Valadés [sup.]

Reproducción facsimilar

Archivo General de Indias, Sevilla, España. MP-México, 24

REDES DE SANEAMIENTO DE LA HABANA, CUBA

Pavimentación y alcantarillado de la ciudad de la Habana.

Habana, 10 de julio de 1824

Arsène Lacarrière-Latour, arquitecto francés (1778 - 1837)

Reproducción facsimilar

Archivo General de Indias, Sevilla, España. MP-Santo Domingo, 745

DESAGÜE DE LA CUENCA LACUSTRE DE MÉXICO

Ciudad de México con las acequias, ríos, vertientes y desagües que en ella convergen y el proyecto para preservarla de las inundaciones.

1753

Domingo de Trespalacios y Escandón (1706 ant. – 1777)

Reproducción facsimilar

Real Academia de la Historia, Madrid, España. ([C-Cuadros-36], N° de inventario de pinturas: 285)

PLANO DEL PUENTE DE ISABEL II

Archivo Nacional de Filipinas. SDS. 4278, folio 572.

COMUNICACIONES. CAMINOS, PUENTES, CANALES DE NAVEGACIÓN

PUENTE GRANDE DE MANILA, DE CANTERÍA

Puente Grande de Manila, construido de cantería entre 1626 y 1630 sobre el Río Pasig y parcialmente destruido en el terremoto de 1863.

[1847]

José Honorato Lozano, pintor filipino (1821-1885)

Biblioteca Nacional, Madrid, España. DIB/15/84/4

EL CAMINO DE LOS VIRREYES: DE VERACRUZ A MÉXICO

Camino proyectado desde las Ventas de Buitrón, Nueva Veracruz, hasta la ciudad de México. México, 8 de marzo de 1590

Bautista Antonelli, ingeniero militar (1547 – 1616)

Reproducción facsimilar

Archivo General de Indias, Sevilla, España. MP-México, 39

CAMINOS DE COLOMBIA

Camino de Nueva Valencia y Valledupar a Santa Marta.

1767

José Aparicio Morata

Reproducción facsimilar

Archivo General de Indias, Sevilla, España. MP-Panamá, 354

PUENTE COLGANTE DE TÉCNICA MIXTA DE SANTA EN PERÚ

Perfil y plano del Puente de Santa: Reconstrucción del puente proyectado por el ingeniero José Coquette Gallardo.

28 de enero de 1811

Antonio de Ugartevidea

Reproducción facsimilar

Archivo General de Indias, Sevilla, España. MP-Perú y Chile, 167

PUENTE DE CANTERÍA SOBRE EL RÍO PAPAGAYO, MÉXICO

Puente proyectado sobre dicho río en el “Camino de Asia”, de México a Acapulco.

28 de mayo de 1784

Rafael Vasco, teniente coronel del Regimiento de Asturias y castellano interino de Acapulco

Reproducción facsimilar

Archivo General de Indias, Sevilla, España. MP-México, 394

PUENTE DE CANTERÍA SOBRE EL RÍO APURÍMAC, EN PERÚ

Puente de cantería sobre el río Apurímac, en Perú, con la armadura o cimbra para su construcción.

1619

Bernardo Florines, ingeniero, y Diego Guillén, maestro de cantería

Con escudo de armas de Francisco de Borja y Aragón, príncipe de Esquilache, virrey de Perú

Reproducción facsimilar

PUENTE GRANDE DE MANILA, DE CANTERÍA

“Vista del puente de Manila” construido de cantería entre 1626 y 1630 sobre el Río Pasig y parcialmente destruido después, en el terremoto de 1863.

[1847]

José Honorato Lozano, pintor filipino (1821-1885)

Reproducción facsimilar

Biblioteca Nacional, Madrid, España. DIB/15/84/4

PUENTE GRANDE DE MANILA, DE CANTERÍA

Sistemas propuestos para la reconstrucción del puente de piedra sobre el Río Pasig, hundido en su parte central por el terremoto de 1863.

12 de abril de 1867

Casto Olano Irizar, ingeniero de caminos (1834-1909)

Reproducción facsimilar

Archivo Histórico Nacional, Madrid, España. Ultramar, MPD.5594

PUENTE DE QUINTA, EN CELOSÍA DE MADERA

Puente de celosía de madera de dos tramos, llamado de Quinta, en San Miguel, extramuros de Manila.

1847

José Honorato Lozano, pintor filipino (1821-1885)

Reproducción facsimilar

Biblioteca Nacional de España, Madrid, España. DIB/15/84/11

PUENTE COLGANTE O DE ARROCEROS, MANILA

Vista del Puente colgante sobre el Río Pasig, tomada desde la Escolta.

15 de mayo de 1859

Baltasar Giraudier, litógrafo

Reproducción facsimilar

Biblioteca Nacional de España, Madrid, España. ER/2241 (8)

PUENTE DE ESPAÑA, DE BÓVEDAS REBAJADAS, MANILA

Puente de España, de bóvedas rebajadas, Manila

Proyecto del Puente de España sobre el Río Pasig, en Manila.

Manila, 30 de septiembre de 1869

Casto Olano Irizar, ingeniero de caminos (1834-1909)

Reproducción facsimilar

Archivo Histórico Nacional, Madrid, España. Ultramar, MPD. 4162

PUENTE DE ARCO, LLAMADO DE AYALA O DE LA CONVALECENCIA, MANILA

Tramo de la Concepción del puente de madera de Ayala que, junto con otro tramo procedente del barrio de San Miguel, convergen en la isla de la Convalecencia. Inaugurado en 1880.
1876

Eduardo López Navarro, ingeniero de caminos, director del Puerto de Manila (1841-1919)
En: "Colección de planos ... Inspección General de Obras Públicas de las Islas Filipinas. 1876"
Reproducción facsimilar

Biblioteca Universitaria UPM – ETSI Caminos, Madrid, España

LAS NUEVAS COMUNICACIONES: EL FERROCARRIL DE LUZÓN

Plan General de Ferrocarriles con las líneas propuestas para la Isla de Luzón.
1876.

Eduardo López Navarro, ingeniero de caminos, director del Puerto de Manila (1841-1919);
promotor, Genaro Palacios (ca. 1839-pos. 1899)
Reproducción facsimilar

Archivo Histórico Nacional, Madrid, España. Ultramar, MPD. 6908

LÍNEAS DE TRANVÍAS DE MANILA

Ciudad de Manila con el trazado de la red de tranvías propuesta por León Moussour y constituida por cinco líneas de tracción a sangre, pasando a tracción de vapor una de ellas en 1882.

Madrid, 22 de abril de 1878

León Moussour. Aprobado por el inspector general Manuel Ramírez Bazán
Reproducción facsimilar

Archivo Histórico Nacional, Madrid, España. Ultramar, MPD. 6460

VAGONES O COCHES DE PASAJEROS EN LOS TRANVÍAS DE MANILA

Diseño del vagón de primera y segunda clases de los tranvías de Manila.

Madrid, 22 de abril de 1878

León Moussour

Reproducción facsimilar

Biblioteca Nacional de España, Madrid, España. Ultramar, MPD, 6464

PRIMERA NOTICIA DE UN CANAL EN PANAMÁ

Orden del Rey Carlos I de España para que se estudie por personal técnico el terreno entre el Río Chagres y el Mar del Sur (Océano Pacífico) y se investigue la posibilidad de abrir un canal entre ambos.

Toledo, 20 de febrero de 1534

Reproducción facsimilar

Archivo General de Indias, Sevilla, España. Leg. Panamá, 234, L. 5, f. 143 r-v

CANAL DE NICARAGUA ENTRE LOS OCÉANOS ATLÁNTICO Y PACÍFICO

Provincia de Nicaragua, su Laguna y desagüe de ella, por el Río de San Juan por donde posteriormente se proyectó un canal entre los océanos citados.

3 de octubre de 1716

Sebastián de Arancibia, gobernador de Nicaragua

Reproducción facsimilar

Archivo General de Indias, Sevilla, España. MP-Guatemala, 17

CANAL DE NICARAGUA ENTRE LOS OCÉANOS ATLÁNTICO Y PACÍFICO

Plan de nivelación calculado entre el Mar del Sur (Océano Pacífico) y el Lago de Nicaragua para proyecto de establecer un canal de comunicación.

1781

Manuel Galisteo, ingeniero

Reproducción facsimilar

Archivo General de Indias, Sevilla, España. Leg. Guatemala, 465

PROYECTO DE UN PUENTE

Proyecto de un puente que conecta la Isla de Provisor con Peñafrancia, en el sureste de Luzón.

Archivo Nacional de Filipinas. OBRAS PÚBLICAS, 1863-1898, 207/35. SDS. 16968.

INGENIERÍA DE MINAS. LA SAVIA DEL IMPERIO

SISTEMAS DE DESAGÜE EN LAS MINAS: EL MALACATE

Plano del malacate (máquina extractora de origen mexicano), construido para la mina de Santa Gertrudis, cercana a Oaxaca, en Nueva España, propiedad de José González de Ybarra.

1791

Carlos Weynold, minero sajón contratado

Reproducción facsimilar

Archivo General de Indias, Sevilla, España. MP-Minas, 88

MINA DE AZOGUE DE ALMADÉN, ESPAÑA

Interior de una mina con sus galerías y sus tornos de mano y exterior de la misma con el terraplén, los hornos Bustamante y sus tuberías de aludeles, posiblemente de Almadén.

[1752]

Reproducción facsimilar

Archivo General de Indias, Sevilla, España. MP-Minas, 57

MINA DE AZOGUE DE HUANCVELICA, PERÚ

Esteban Oliva

Análisis gráfico y planimétrico de la mina de azogue de Huancavelica en Perú.

1742

Reproducción facsimilar

Minas de Almadén y Arrayanes S.A. (MAYASA), Sala del Consejo Administración, Madrid, España

DESAZOGADO EN LA METALURGIA DEL AZOGUE

Horno de Santiago del Real de Minas de azogue de Nuestra Señora de la Concepción, en Nueva España (México), dispuesto para desazogar el metal sin vasos u ollas de reverbero.

Santiago, 1648

Reproducción facsimilar

Archivo General de Indias, Sevilla, España. MP-Minas, 54

LOS TIROS EN MINAS DE PLATA. REAL DE GUANAJUATO, MÉXICO

Minas de plata de Mellado, Saucedo y Quebradilla, en el Real de Guanajuato, con sus bocas, puestos, labores y tiros o pozos.

1704

Reproducción facsimilar

Archivo General de Indias, Sevilla, España. MP-Minas, 102

DESAGÜE EN MINAS DE PLATA. REAL DE GUANAJUATO, MÉXICO

Obras para el desagüe de la mina de San Juan de Rayas, en Guanajuato, ilustrando el proyecto de sustitución del sistema manual de norias por nuevos andenes con malacates movidos por tracción animal.

27 de septiembre de 1704

Sevilla, Archivo General de Indias, España. MP-México, 96

CERRO DE PLATA DE POTOSÍ, BOLIVIA

Villa Imperial de Potosí con su Cerro Rico y las lagunas construidas en las cordilleras de Cari-Cari y Nicaua que proveían el agua para mover los ingenios mineros.

Siglo XVIII (hacia 1770)

Reproducción facsimilar

Museo del Ejército, Toledo, España. N° inventario 43245

SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN MINERA

Nuevo método de laboreo de minas en Perú propuesto por el sargento mayor Gaspar Sabugo, en el ámbito de la modernización de los procesos de extracción, refinado del metal y sistematización del trabajo en las minas subterráneas de fines del siglo XVIII.

1790

Gaspar Sabugo

Reproducción facsimilar

Archivo General de Indias, Sevilla, España. MP-Perú y Chile, 121

INGENIERÍA E INDUSTRIA

FÁBRICA DE PAPEL EN FILIPINAS

Fábrica de papel en Filipinas: máquina de mazos para la trituración de la pulpa con que se manufactura el papel, en la fábrica propuesta por Domingo Roxas y Ureta, industrial criollo filipino (1782-1843).

1822

Reproducción facsimilar

Archivo General de Indias, Sevilla, España. MP-Ingenios, 108B

DREAL FÁBRICA DE MONEDA DE POTOSÍ, BOLIVIA

Planta, perfiles y fachadas de la Real Casa de la Moneda de Potosí, finalizada por el Superintendente Interino Pedro de Tagle, Oidor de Charcas, en 1772.

18 de mayo de 1773

Reproducción facsimilar

Archivo General de Indias, Sevilla, España. MP-Buenos Aires, 276

MAQUINARIA PARA MANUFACTURA DE TABACO, ORIZABA, MÉXICO

Máquina para cernir tabaco en la Real Fábrica de Cigarros de Orizaba, México, primera en contar con maquinaria mecanizada manipulada por cinco operarios y movida por tracción animal.

1787

Reproducción facsimilar

Archivo General de Indias, Sevilla, España. MP-Ingenios, 162

MOLINO HARINERO DE RODEZNO O RUEDA, MÉXICO

Perspectiva de la máquina para cernir harina y amasar pan inventada por Francisco Antonio de Horcasitas, en México.

1786

Reproducción facsimilar

Archivo General de Indias, Sevilla, España. MP-Ingenios, 193

HERRERÍAS DE TANAY, EN RIZAL, ISLA DE LUZÓN

Plano parcial del sitio asignado sobre el Río de Tanay para el establecimiento de Herrerías, Fábrica de Anclas y Fundición de Artillería y Hierro colado.

Manila, 16 de enero de 1773

Miguel Antonio Gómez, ingeniero (1731- f.s. XVIII)

Reproducción facsimilar

Archivo General de Indias, Sevilla, España. MP-Filipinas, 84

MOLINO DE PÓLVORA DE SAN JUAN BAPTISTA DE CALAMBÁ, ISLA DE LUZÓN

Molino de pólvora de la fábrica de la Estancia de San Juan Bautista de Calambá, provincia de la Laguna de Bay, proyectada según el modelo de la de Villafeliche de Zaragoza.

Manila, 14 de enero de 1773

Miguel Antonio Gómez, ingeniero (1731- f.s. XVIII), Juan Dionisio O'Kelly, ingeniero director (1732-1798)

Reproducción facsimilar

Archivo General de Indias, Sevilla, España. MP- Filipinas, 81BIS

FÁBRICA DE HILADOS Y PAÑOS, FILIPINAS

Máquina de cardar algodón propuesta por Domingo Roxas y Ureta, industrial criollo filipino (1782-1843), para aprovechar la calidad del algodón de las islas.

1822

Reproducción facsimilar

Archivo General de Indias, Sevilla, España. MP-Ingenios,110

FÁBRICA DE AÑIL, PROVINCIA DE LA LAGUNA, LUZÓN

Sitio de San Isidro de Calauan y montes circundantes, provincia de la Laguna de Bay, con los ríos y presas para riego de las plantaciones de añil y de los obrajes de la fábrica propuesta por Francisco Javier Salgado, vecino de Manila, según modelo de la de Guatemala.

9 de mayo de 1783

Reproducción facsimilar

Archivo General de Indias, España. MP-Filipinas, 122

FÁBRICAS DE AZÚCAR DE LA ISLA DE CUBA

Fábricas de azúcar de la Isla de Cuba

Ingenio Acana, propiedad del Sr. Don J. Eusebio Alfonso, en relación con el transporte por ferrocarril.

1857

Dibujado y litografiado por Eduardo Laplante (¿1818-1860?); publicado por Luis Marquier y Laplante

En: "Colección de vistas de los principales ingenios de azúcar de la isla de Cuba ..." por Cantero, Laplante y Marquier, 1857

Reproducción facsimilar

Biblioteca Nacional de España, Madrid, España. ER/4461

FÁBRICAS DE AGUARDIENTE

Fábrica de aguardiente de Nueva Granada (Colombia) con diseño de un alambique.

1803

Reproducción facsimilar

Archivo General de Indias, Sevilla, España. MP-Ingenios, 188

INGENIERÍA NAVAL

LA CONSTRUCCIÓN NAVAL

Representación de una fragata en el astillero con todos sus elementos.

[1719-1739]

En: "Diccionario ... de toda la arquitectura naval moderna" de Juan José Navarro de Viana y Búfalo, marqués de la Victoria (1687 – 1772)

Reproducción facsimilar

Museo Naval, Madrid, España. Ms. 2463-015

MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN NAVAL: LA MADERA

Bahía de Manila con la ensenada de Súbic descubierta por el sargento mayor José Cortés Monroy, con proyecto de un astillero y botadero para la construcción de navíos, por la excelente calidad de madera de la zona.

15 de marzo de 1715

Reproducción facsimilar

Archivo General de Indias, Sevilla, España. MP-Filipinas, 146

ARSENALES: LA HABANA, ISLA DE CUBA

Arsenal de la Habana, con sus tinglados, gradas y edificios para labores auxiliares y la conducción de agua procedente de un ramal de la Zanja Real para accionar la sierra hidráulica.

Habana, 4 de agosto de 1827

Honorato de Bouyon y Serze, ingeniero naval (1753-1849).

Reproducción facsimilar

Archivo General de Indias, Sevilla, España. MP-Santo Domingo, 768

LÍNEA DE FORMACIÓN DE LAS FLOTAS DE INDIAS

Diseño de flota en formación sobre el cuadro de la carga que conduce la escuadra del mando del teniente general Andrés Reggio que salió de la Habana el 13 de mayo de 1749.

1749

Reproducción facsimilar

Archivo General de Indias, Sevilla, España. MP-Varios, 23

LA CONSTRUCCIÓN NAVAL REGLAMENTADA

Diego García de Palacio (¿ - ca. 1595)

Instrucción náutica, para el buen uso y regimiento de las Naos, su traza y gobierno conforme a la altura de Mexico.

México: Pedro Ocharte, 1587

Reproducción facsimilar

Museo Naval. Madrid, España. (MNM CF 136)

LA CONSTRUCCIÓN NAVAL REGLAMENTADA

Galeón "Nuestra Señora de la Mar", de la Armada del general marqués del Vado, construido de acuerdo con lo establecido en la Recopilación de las Leyes de Indias.

1695

Reproducción facsimilar

Archivo General de Indias, Sevilla, España. MP-Ingenios, 318

LA CONSTRUCCIÓN NAVAL

Representación de una fragata en el astillero con todos sus elementos.

[1719-1739]

En: "Diccionario ... de toda la arquitectura naval moderna" de Juan José Navarro de Viana y Búfalo, marqués de la Victoria (1687 – 1772)

Reproducción facsimilar

Museo Naval, Madrid, España. Ms. 2463-015

SISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN NAVAL: FRANCISCO ANTONIO GARROTE

Plano y vista de popa para la construcción de una fragata de guerra de 60 cañones en Veracruz.

14 de noviembre de 1690

Francisco Antonio Garrote (fl. 1690-1691)

Reproducción facsimilar

Archivo General de Indias, Sevilla, España. MP-Ingenios, 13B

SISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN NAVAL: ANTONIO DE GAZTAÑETA ITURRIBALZAGA

Descripciones de la varenga maestra y espejo de toda la popa llana hasta su coronamiento, perfil del costado concluido y plano de un navío de guerra capaz de montar setenta cañones.

1720

Antonio de Gaztañeta Iturribalzaga, militar e ingeniero naval (1656- 1728)

Reproducción facsimilar

Archivo General de Indias, Sevilla, España. MP-Ingenios, 136B

NAO VICTORIA

Maqueta basada en los estudios de Fernández Vial y Francisco Monsalvete.

Colección Museo Nacional de Filipinas

GALEÓN SAN DIEGO

Maqueta basada en la reconstrucción digital por Philippe Thomé.

Colección Museo Nacional de Filipinas

INGENIERÍA PORTUARIA Y DEFENSIVA

PUERTO EXTERIOR NUEVO Y MUELLES DE MANILA

Plano de Manila y arrabales con el proyecto del puerto exterior nuevo y sus muelles.
1877

J. Oppel Lit.; copia de Bernardino de los Santos
Reproducción facsimilar

Archivo Histórico de la Armada - J.S. de Elcano. MN-76-4

DIQUE DE CIERRE DEL CANAL DE BOCAGRANDE, CARTAGENA DE INDIAS, COLOMBIA

Malecón, en construcción el 11 de noviembre de 1771, para el cierre del canal de Bocagrande, entrada a la Bahía de Cartagena de Indias.

Santa Fe, 28 de febrero de 1775

Copia de Pedro de Ureta sobre original de Antonio de Arévalo (1715-1800) del año 1774
Reproducción facsimilar

Archivo General de Indias, Sevilla, España. MP-Panamá, 189

DIQUE DE ENCAUZAMIENTO EN LA BOCANA DEL RÍO PASIG, MANILA

Plano de Manila y sus contornos, con el dique realizado para neutralizar el aterramiento progresivo del puerto fluvial en la bocana del río Pasig.

Manila, 4 de enero de 1814

Ildefonso de Aragón y Abollado, comandante de ingenieros (1760- ?)
Reproducción facsimilar

Archivo General de Indias, Sevilla, España. MP-Filipinas, 133

FARO DEL MORRO EN LA HABANA, CUBA

Vista del Faro del Morro, en la Habana, que ilustra el proyecto de su recrecimiento con una linterna para mejorar su óptica y alcance.

1796

Realizado por el comandante de ingenieros de la plaza
Reproducción facsimilar

Archivo General de Indias, Sevilla, España. MP-Santo Domingo, 584

FARO DE PRIMER ORDEN DE CABO BOJEADOR, LUZÓN

Faro de primer orden de Cabo Bojeador, en Ilocos Norte, Isla de Luzón, con la torre propuesta y la aprobada.

Manila, 1 de abril de 1890

Guillermo Brockmann, ingeniero jefe del Servicio de Faros del Archipiélago (1856-1930)
Reproducción facsimilar

Archivo Histórico Nacional, Madrid, España. Ultramar, MPD.6059

MUELLE DEL CALLAO, PERÚ

Muelle en el Puerto del Callao, realizado por el maestro mayor de las Fábricas Reales en dicho puerto, Pedro de la Madrid (OSA).

1696

Reproducción facsimilar

Archivo General de Indias, Sevilla. MP-Perú y Chile, 15

MUELLE DE SANTIAGO DE CUBA

Plano del muelle de piedra proyectado para el puerto de Santiago de Cuba.

1810

Carlos Boudet, oficial de la Secretaría del Gobierno de Cuba

Reproducción facsimilar

Archivo General de Indias, Sevilla, España. MP- Santo Domingo, 689

FORTIFICIONES DE LA HABANA, ISLA DE CUBA

La Habana en perspectiva con el castillo de la Real Fuerza y, en la entrada del puerto, el Cubo y la Atalaya, futuros asientos del fuerte de la Punta y el castillo de los Tres Reyes del Morro.

28 de enero de 1567

Reproducción facsimilar

Archivo General de Indias, Sevilla, España. MP-Santo Domingo, 4

FORTIFICIONES DE SAN JUAN DE ULÚA, MÉXICO

Isla de San Juan de Ulúa, frente a la población de Veracruz, en México, con el sistema de defensa existente y el que se propone para su mejora.

San Juan de Ulúa, 27 de enero de 1590

Bautista Antonelli, ingeniero (1547 – 1616)

Reproducción facsimilar

Archivo General de Indias, Sevilla. España. MP-México, 35

FORTIFICIONES DE PORTOBELLO, PANAMÁ

Nueva villa de Portobelo con sus baluartes y los castillos de Santiago y San Felipe en la boca de la bahía para su defensa.

Portobelo, 22 de octubre de 1688

Por Juan Bautista de la Rigada, sobre plano de Luis de Venegas Osorio

Reproducción facsimilar

Archivo General de Indias, Sevilla, España. MP-Panamá, 97

DEFENSAS DE CAVITE EN LA BAHÍA DE MANILA, ISLA DE LUZÓN

Ensenada y plaza de Cavite con las mejoras que deben implantarse para su defensa.

Fecha probable, 11 de febrero de 1663

Por el Juan de Somovilla y Tejada (f. S. XVII- 1670), sobre planos de Ricardo Carr y otros

Reproducción facsimilar

Archivo General de Indias, Sevilla, España. MP-Filipinas, 8

DEFENSAS DEL PUERTO DE ACAPULCO, MÉXICO

Acapulco con su poblado y fuerza de San Diego, en la costa del Mar del Sur (Océano Pacífico), de México, puerto continental de la línea del galeón de Manila.

México, 2 de marzo de 1730

Francisco Álvarez Barreiro, ingeniero militar

Reproducción facsimilar

Archivo General de Indias, Sevilla. MP-México, 125

FORTIFICACIONES DE LA HABANA, CUBA

Ciudad y puerto de la Habana con el castillo de San Cristóbal, la fortaleza de la Cabaña ya concluida y el último proyecto en la loma de Aróstegui.

Habana, 8 de mayo de 1776

Por Luis Huet Lambert (1721 – 1798), bajo la dirección de Silvestre Abarca (1707 – 1784), ambos ingenieros

Reproducción facsimilar

Archivo General de Indias, Sevilla, España. MP- Santo Domingo, 412

FORTIFICIONES DE CARTAGENA DE INDIAS, COLOMBIA

Castillo de San Felipe de Barajas situado en el cerro de San Lázaro de Cartagena de Indias, con las innovaciones introducidas en el año 1762 para mejorar su defensa y la de la ciudad.

Cartagena de Indias, 15 de mayo de 1763

Antonio de Arévalo y Porras, ingeniero director (1715 -1800)

Reproducción facsimilar

Archivo General de Indias, Sevilla, España. MP-Panama, 171

MAPA DEL FONDEADERO DEL PUERTO DE MANILA

Mapa del fondeadero del Puerto de Manila y del paso de la barra del río, en el cual se proyecta la ubicación del puerto artificial.

Archivo Nacional de Filipinas. OBRAS PÚBLICAS, 1867-1898, 313/312. SDS. 17073.

BALIZA LUMINOSA DEL BAJO SAN NICOLÁS

Archivo Nacional de Filipinas. OBRAS PÚBLICAS, 1877-1893, 468/952. SDS. 17228.



CRÉDITOS

ORGANIZAN

Centro de Turismo Intramuros

Embajada de España en Manila

AECID. Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo

Instituto Cervantes de Manila

CÍES, Federación de Asociaciones de Empresas de Conocimiento e Ingeniería de España

COLABORAN

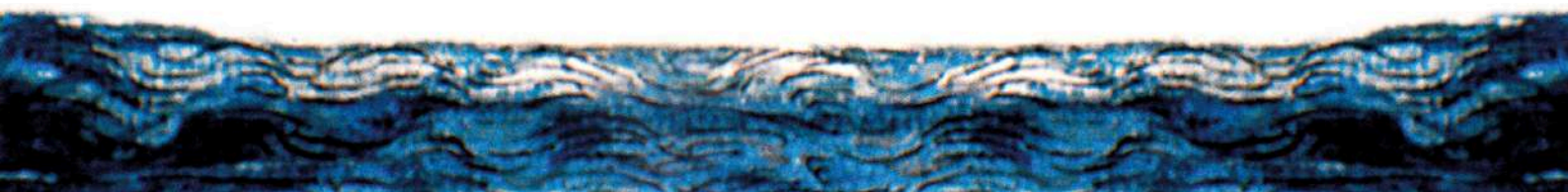
Museo Nacional de Filipinas

Archivo Nacional de Filipinas

COMISARIOS

María Antonia Colomar Albájar

Ignacio Sánchez de Mora y Andrés



COORDINACIÓN

Centro de Turismo Intramuros

Robby V. de la Vega

Dino Carlos Santos

Embajada de España en Manila

Miguel Utray Delgado, Embajador de España

Alvaro García Moreno

Pamela A. Bigornia

Elena Barreres del Mundo

María Luisa Leal Morcillo

David Molina González

DISEÑO

Tannhauser Estudio

PRODUCCIÓN

KINKA Graphics, Manila

INSTITUCIONES PRESTADORAS

Archivo General de Indias, Sevilla

Archivo General de Simancas, Valladolid

Archivo Histórico de la Armada, Madrid

Archivo Histórico Nacional, Madrid

Archivo Nacional de Filipinas, Manila

Colección Alfredo Roca, Manila

Colección Daniel C. Zuellig, Manila

Colección Pablo Sánchez de Mora y Pérez, Málaga

Colección Ignacio Sánchez de Mora y Andrés, Málaga

Colección museográfica de la Academia de Ingenieros de Hoyo de Manzanares, Madrid

Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid

Minas de Almadén y Arrayanes S.A. MAYASA, Madrid

Museo del Ejército, Toledo

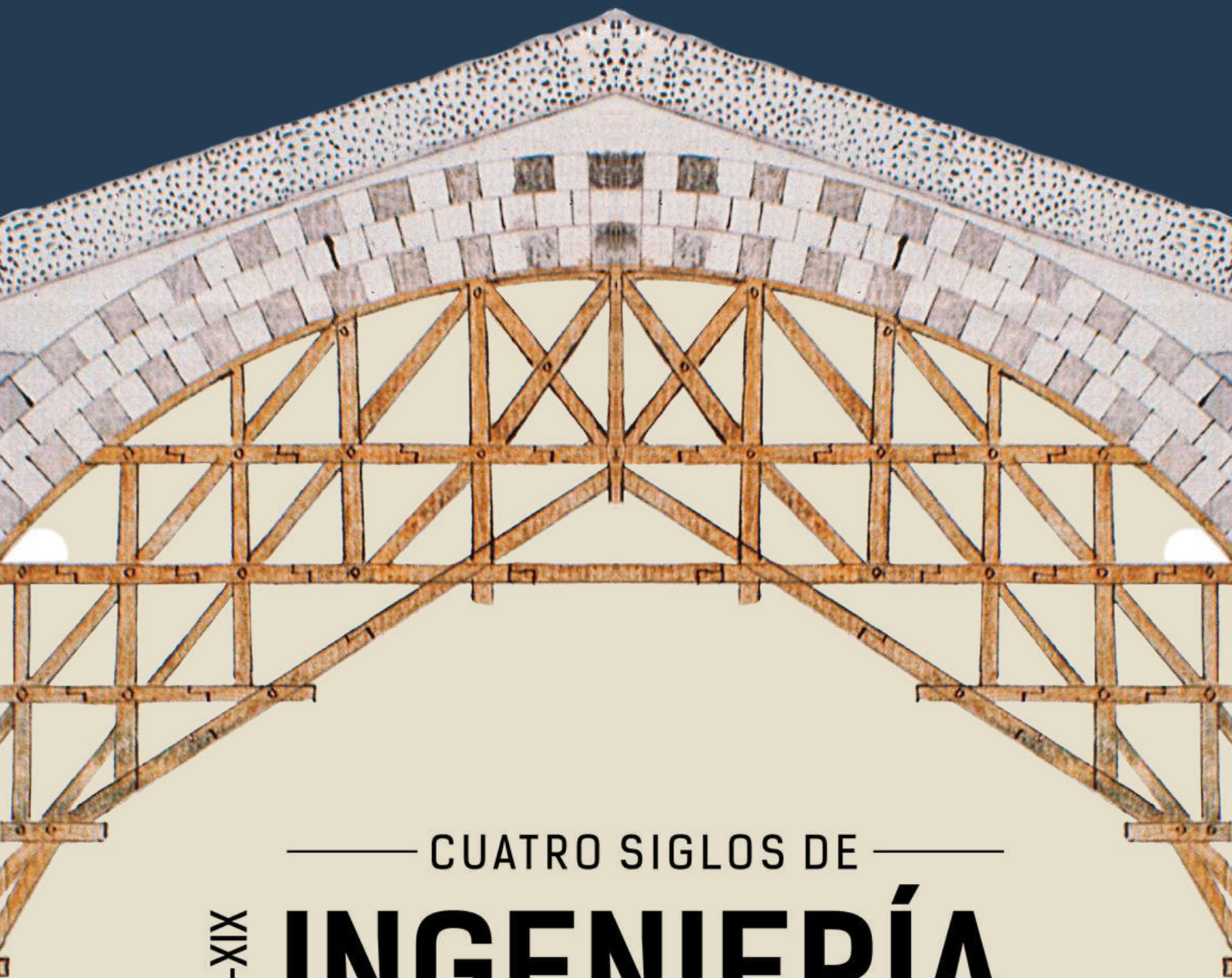
Museo Nacional de Filipinas, Manila

Museo Naval, Madrid

Museo del Prado, Madrid

Philippine Map Collectors Society (PHIMCOS), Manila

Real Academia de la Historia, Madrid



— CUATRO SIGLOS DE —

SIGLOS XVI-XIX

INGENIERÍA ESPAÑOLA

— EN ULTRAMAR —



INTRAMUROS
ADMINISTRATION

