

rencia de círculo, circunferencias que satisfacen á condiciones dadas, tangente á la circunferencia. Teorías generales, tangentes y normales, concavidad y convexidad de las curvas, ordenadas máximas y mínimas, asíntotas rectilíneas, centros diámetros. Ecuaciones de segundo grado de dos variables, discusión de la ecuación general, centros, diámetros y ejes de las curvas de segundo grado, reducción de la ecuación de segundo grado á formas más sencillas cambiando los ejes coordenados, tangentes, polos y polares en las curvas de segundo grado, focos y directrices. *Propiedades principales de la elipse, de la hipérbola y de la parábola.* Secciones cónicas y cilíndricas, identidad de las secciones planas del cono con las curvas del segundo grado. Curvas evolutas y evolventes, envolutas y envueltas. Puntos singulares de las curvas planas, discusión de curvas excentrición de curvas cualesquiera, algebraicas ó trascendentes, construcción de las raíces reales de las ecuaciones numéricas. Coordenadas polares; transformación de las coordenadas polares en rectilíneas y viceversa, centros ejes de simetría, tangentes, normales y asíntotas de las curvas referidas á coordenadas polares. *Ecuaciones de las curvas de segundo grado referidas á coordenadas polares.*

GEOMETRÍA ANALÍTICA DE TRES  
DIMENSIONES.

Proyección de rectas en el espacio, proyecciones de superficies pla-

planas en su plano, representación del punto de la línea y de la superficie, transformación de coordenados. La línea recta y el plano, problemas sobre la línea recta y el plano. Teorías generales relativas á las superficies, curvas, planos, tangentes, centros planos diametrales. Superficies de segundo grado, estudio de las ecuaciones de segundo grado con tres variables reducidas á formas sencillas. Superficies cilíndricas, superficies cónicas, superficies de revolución.

CÁLCULO INFINITESIMAL

*Primero.—Diferencial.*

Definiciones, consideraciones preliminares sobre ellas. Clasificación de funciones, diferenciación de las funciones algebraicas simples. Consideraciones sobre la interpretación algebraica y geométrica del primer coeficiente diferencial. Diferenciación de las funciones trascendentales simples. Consideraciones sobre la interpretación algebraica y geométrica del primer coeficiente diferencial. Diferenciación de las funciones trascendentales. Diferenciación de las funciones compuestas, suma, producto, cociente, funciones de funciones de dos ó más variables implícitas. Exposición comparativa de las diversas concepciones fundamentales que han servido de base al Cálculo infinitesimal. Aplicaciones del Cálculo diferencial, diferenciaciones sucesivas, fórmula de Maclaurin para desarrollar en serie las funciones de una sola variable aplicación de esta fór-

mula, fórmula de Taylor para desarrollar en serie las funciones de la suma algebraica de dos variables y de un número mayor de variables expresiones de las principales líneas que se consideran en las curvas, investigación de la influencia relativa que tienen en la resolución de un problema los errores existentes en los datos, modo de combinar diversas ecuaciones de condición cuando su número es mayor que el de incógnitas que contienen, método de los mínimos cuadrados.

*Segundo.—Integral.*

Principios fundamentales, reglas generales para la integración de las expresiones diferenciales, integración por funciones algebraicas, integrales definidas, indefinidas y numéricas, integración por funciones trascendentales, integración de las diferenciales binomias, método de integración por partes, integración por series, fórmula de Bernoulli. Aplicaciones al Cálculo integral, rectificación de las curvas planas, cuadratura de las curvas, determinación de la superficie y volumen de los sólidos de revolución. Integración de las diferenciales fraccionarias, caso de las diferenciales racionales, caso de las diferenciales irracionales. Integraciones sucesivas, determinación de la superficie y volumen de los cuerpos. Ecuaciones diferenciales, integración de ellas en el caso de ecuaciones diferenciales ordinarias de cualquier grado y de cualquier orden.

*Trigonometría esférica.*

Introducción. Propiedades geométricas de los triángulos esféricos. Triángulos esféricos rectángulos. Reglas De Napier sobre las partes circulares. Triángulos esféricos oblicuángulos. Otro método para resolver los triángulos esféricos oblicuángulos.

TOPOGRAFÍA É HIDROGRAFÍA.

La parte técnica se desarrollará durante las clases comprendidas en el año escolar.

Los ejercicios prácticos se harán dos veces por semana durante el año, y al fin de él habrá práctica parcial de Topografía.

*Parte teórica.*

Topografía. I Definición y divisiones.

Reconocimiento del terreno.— Elección de los vértices.— Medidas de las bases.— Observación de los ángulos.— Instrumentos que se emplean en esta operación, condiciones á que deben satisfacer y rectificaciones de que son susceptibles.— Dimensiones de las señales que se usan en los levantamientos topográficos. Reducción al centro de estación.— Problema de los tres vértices.— Construcción del croquis.

II. Orientación de la cadena trigonométrica; diversos, procedimientos para hacer el trazo y determinación de la meridiana; por observaciones de dos estrellas en su culminación; por medio del sol; por alturas iguales de una estrella; por observación de la

estrella polar en un punto cualquiera de su digresión. Determinación de la hora. Determinación de la latitud y de la longitud de su lugar por los medios más sencillos.

III. Cálculo de los triángulos: distribución del error angular. Métodos para compensar los errores de una triangulación.

IV. Cálculo de las coordenadas de los vértices. Coordinación de los resultados discordes. Situación de un punto por la observación de tres ó más vértices. Convergencia de los meridianos y manera de llevarla en cuenta.

V. Construcción del plano de la triangulación.

VI. Modificaciones del método general de triangulación: métodos de los lugares geométricos, método americano.—Aplicaciones de la triangulación.

VII. Principios generales acerca de los métodos empleados en la planimetría parcial, comparando los métodos desde el punto de vista de su exactitud y de su sencillez. Instrumentos usados en la planimetría parcial, condiciones á que deben satisfacer y casos en que deban emplearse: escuadra grafómetro, pantómetro, brújula, plancheta, telémetros, etc., etc.

VIII. Dificultades que suelen presentarse en el trazo y medida de las líneas. Problemas diversos.

IX. Planimetría aproximativa, exploraciones rápidas y reconocimientos militares.

X. Agrimensura. Principios gene-

rales. Medidas agrarias. Procedimientos gráficos para medir la superficie. Procedimientos analíticos. Reglas generales para la clasificación y valoración de las tierras. Investigación de la influencia que tienen los errores lineales y angulares en la determinación de las superficies, y consecuencias que se deducen de la investigación.

XI. Agrodesia. División de las figuras elementales. División de un polígono cualquiera. División de terrenos en que hay porciones de distinto valor. Sistema americano para la división de los baldíos.

XII. Nivelación. Principios generales. Nivel aparente y refracción. Corrección originada por la esfericidad de la tierra y por la refracción. Descripción y uso de los niveles, principios fundamentales de construcción, rectificaciones de estos instrumentos y túneles en la aplicación de ellos, teniendo en cuenta la sensibilidad de dichos instrumentos. Clisímetros.

XIII. Nivelación topográfica, simple y compuesta. Nivelación trigonométrica. Nivelación barométrica: Nivelación termo-barométrica. Configuración de los accidentes del terreno.

XIV. Hidrografía. Instrucciones y consideraciones generales. Medida de las líneas y de los ángulos. Instrumentos usados en Marina. Sextante. Trazo de la línea de costa. Levantamiento de rocas aisladas. Levantamiento de una costa dominada por una altura accesible. Estaciones en el mar.

XV. Operaciones hidrográficas en

el mar. Consideraciones generales. Aparatos de sondeo. Disposiciones de las sondas. Sondas de costa. Material y armamento de las embarcaciones. Operaciones y observaciones de sondeo. Investigación de los altos fondos y de los peligros. Sondas á bordo de un barco de vapor. Sondas fuera de la vista de costa. Sondas á grandes profundidades.

XVI. Mareas. Marea lunar. Marea solar. Escalas de mareas. Mareógrafos. Observación de las mareas. Nivel medio, unidad de altura y coeficiente de la marea. Reducción de las sondas. Observación de las mareas en los ríos. Establecimiento de puerto.

XVII. Construcción de planos y cartas hidrográficas. Planos hidrográficos. Cartas marinas. Fórmulas de las latitudes crecientes. Relación de los planos de construcción en la carta reducida. Corrección que debe hacerse á un ángulo ó á un azimut para referirlo en una carta reducida.

XVIII. Hidrografía expedita. Levantamiento rápido del plano de una bahía. Hidrografía expedita, método de Caspari.

Trabajos complementarios de un levantamiento. Observación de las corrientes de las mareas.

#### GEOMETRÍA DESCRIPTIVA.

1. Objeto de la Geometría Descriptiva.
2. Maneras de fijar la posición de puntos en el espacio.
3. Manera de representar los cuerpos en Geometría Descriptiva.

4. Cuestiones relativas al punto, á la recta y al plano.

5. Cambios de planos de proyección, rotaciones y abatimientos.

6. Poliedros.

7. Líneas y superficies curvas.

8. Clasificación de las superficies.

9. Planos tangentes. Conos y cilindros circunscritos.

10. Secciones planas. Intersecciones.

11. Planos acotados.

12 Sombras y nociones de perspectiva.

CORTE DE PIEDRAS, CORTE DE MADERAS Y ESTRUCTURAS DE HIERRO.

#### *Corte de piedras.*

Definiciones y términos empleados.

Muros y platabandas.—Combinaciones diversas de las piedras que componen los muros y platabandas, distintos modos de consolidarlas é inconvenientes de las cuñas.

Puertas y bóvedas de cañón.—Cañones de medio punto, peratiados y rebajados, dovelas en estado de carga. Montea de una puerta recta, corte de las dovelas, por el sistema de escuadría y de baivel. Puerta esviada en torre redonda con taluz y encontrando una bóveda esférica. Paso esviado y cuerno de vaca, capialzado de Marsella y curva límite para el movimiento de la puerta. Capialzado de Montpellier. Capialzado de san Antonio. Capialzado cónico.

Bóvedas esféricas y esferoides.—Bóveda esférica aparejada por hileras horizontales. Distintos modos de

cortar las dovelas. Modo de aparejar la bóveda de concha. Nicho esférico y Trompillo. Bóveda de revolución. Bóveda. Bóveda anular. Bóveda elíptica y de revolución alrededor de un eje horizontal.

Penetración de bóvedas.—Bóveda de arista y de rincón de claustro: Cañón acodado. Corte de las dovelas por el método de escuadría y de baivel. Bóveda de doble arista. Luneto recto y esviado en un cañón y en la esfera. Bóvedas con pechinas y bóveda de aristas en torre redonda.

Descansos.—Escaleras.—Descenso recto, descenso esviado.

Reglas generales para la distribución de las escaleras. Línea de huella. Escaleras suspendidas. Limón de escaleras. Compensación de las escaleras. Escaleras de caracol. Tornillo de san Gil.

#### CARPINTERÍA.

Empalmes.—Empalmes de caja y de espiga y de muescas.

Prolongación de maderos, tanto en sentido vertical cuanto en el horizontal. Trazo de Júpiter. Planchas armadas.

Pisos y techos.—Diversas combinaciones de pisos, techos y entramados. Observaciones sobre la inclinación de los techos.

Armaduras.—Modo de formar las armaduras y combinación de éstas. Anca recta y esviada. Razones para desviar el aristero y la péndula, y manera de hacer este desvío. Proyecciones diversas de la péndula, del par y aristero en las ancas rectas y es-

viadas. Resolución semejante relativa á la limahuya.

Escaleras.—Curva campante, trazo de limón y de la línea de huella, compensación de las escaleras para ampliar las cabezas de los escalones, trazo de las juntas normales.

#### ESTRUCTURAS DE HIERRO.

Nociones generales.—Ideas generales y diferentes tipos de empalmes metálicos.

Pisos y entramados.—Maneras de enlazar las viguetas de hierro, varias clases de pisos, y detalles de un techo de hierro sosteniendo un piso de ladrillo ó de madera. Entramados de hierro.

Escaleras de palastro ó de hierro colado.—definiciones y nociones generales, dimensiones y proporciones de los escalones, diferentes tipos de escaleras de hierro. Escaleras con limón ó con cremallera, rampas y pasamano. Escaleras de hierro fundido.

Techos y armaduras metálicas.—Nociones generales. Inclinación que debe darse á los techos según la clase de cubierta empleada. Techos de superficies planas y curvas. Diferentes tipos de armaduras. Armaduras de vertientes desiguales, y estudio de los llamados Sheds. Tipos especiales para las casas de campo. Principales empalmes usados en las armaduras metálicas, modo de fijar los cambios y las láminas acanaladas con los largueros. Ancas rectas y esviadas. Techos rodadizos, techos en arco y cúpulas.

Práctica.—La practica se hará vi-

sitando los edificios que ofrezcan aplicaciones de las teorías estudiadas haciendo montees de los distintos ramos del curso, y tratando de cortar en pequeño algunas piedras.

#### MECÁNICA ANALÍTICA.

1. Nociones geométricas. Sistemas de líneas. Definiciones. Equivalencias. Suma y diferencia geométricas. Línea media de un sistema. Resultante. Producto geométrico.

2. Momentos de las líneas. Momento respecto de un punto. Momento resultante de un sistema. Par de líneas. Eje de un par. Momento resultante de un sistema cuya suma geométrica es nula. Relación entre los momentos de una línea ó de un sistema respecto á diversos puntos del espacio. Momentos respecto de un eje. Momento de la resultante de un sistema. Momento de una línea respecto de un eje cualquiera trazado por el origen. Momento de un sistema de líneas respecto á un eje. Momento medio de un sistema de líneas.

3. Equivalencia y composición de los sistemas de líneas. Sistemas equivalentes. Ejemplos. Composición de los sistemas de líneas. Caso general. Eje central de los momentos. Composición de las líneas situadas en un plano. Polígono funicular. Aplicaciones. Principales propiedades del polígono funicular. Polígono funicular de las fuerzas paralelas.

4. Centros de gravedad. Momentos de inercia. Centro de las distancias medias de un sistema de puntos. Centros de las líneas paralelas ó centro

de gravedad. Centros de gravedad de un sistema de dos grupos de puntos. Centro de gravedad de los volúmenes, superficie ó líneas. Fórmulas simplificadas para determinar el centro de gravedad. El centro de gravedad se encuentra por su proyección. Fórmula para los espacios heterogéneos.

Ejemplos de determinación del centro de gravedad. Teorema de Guldin.

5. Momentos de inercia de un sistema de puntos. Radio de giración. Momentos de inercia de los volúmenes, superficie y líneas. Momentos de inercia respecto á ejes paralelos y concurrentes. Elipsoide de inercia. Ejes principales de inercia. Determinación del momento de inercia de un sistema. Investigación del momento de inercia de los volúmenes.

#### SEGUNDA PARTE.

##### Cinemática.

6. Estudio general del movimiento de un punto. De la velocidad. Objeto de la Cinemática. Movimiento de un punto. Trayectoria. Representación gráfica de un movimiento. Movimiento uniforme, variado, periódico y periódicamente uniforme. Representación geométrica de la velocidad. Definición del movimiento por sus proyecciones. Movimientos simultáneos: Movimiento plano referido á coordenadas polares. Método de Roverbal para trazar tangentes á las curvas. Relación entre las velocidades de todos los puntos de una recta.