

Mejoras en líneas viejas.
 Defectos comunes. Construcción del perfil virtual.
 Modo de remediar los defectos.
 Cruzamientos á nivel y vías de servicio.
 Trazado.
 Reconocimiento. Estudio preliminar. Localización. Ilusiones oculares. Levantamiento de la placa fotográfica. Trabajos de campo para Topografía. Construcción de los planos y proyectos de la localización de ellos. Estimado de las cantidades de terracería y mampostería. Diversos métodos para la curvatura de la tierra.
 Obras de arte destinadas al establecimiento de servidumbres interrumpidas. Alcantarillas abiertas. Alcantarillas de arco. Sifones. Pedreras.
 Túneles.
 Trazado. Ejecución de los trabajos. Diversos métodos. Obras notables de este género.

TERCERA PARTE.

Puentes de madera y metálicos.

Puentes de madera.
 Introducción. Términos técnicos con que se designan las diferentes partes de un puente. Desarrollos que han alcanzado los puentes de madera. Necesidad de emplearlos.—Inspección. Reparación. Economía. Dibujos y proyectos. Seguridades contra incendio. Clasificación.

Burros formados con pilotes.
 Pilotes.—Cuándo deben usarse.

Maderas que se emplean. Cualidades de ella. Varios modos de colocar los pilotes. Empalmes de pilotes. Azuches. Modo de impedir que se astillen los pilotes. Clavado. Fórmulas que rigen el clavado. Preservación de las maderas. Costo. Manera de unir el pilote al cabezal.
 Martinetes. Fijos. Flotantes. Sobre plataforma. De vapor. Empleo del agua para hincar los pilotes.

Burros. Cimentación. Soleras. Pies derechos. Cabezal. Empalmes. Proporciones.

Sistemas de pisos.

Zapatas —Trabes. Durmientes. Guardarrieles. Modo de asegurar el piso por la parte inferior. Clavado de los rieles.

Contravientos.—Burros de gran altura.—Empalme de las maderas para burros de gran altura. Disposiciones que se dan á los burros en puentes curvos. Diversos tipos de burros.

Herraje. Clavos. Clavijas. Pernos. Tuercas. Rondanas de hierro dulce. Rondanas de hierro colado. Piezas de separación.

Conexión de los puentes de madera con los terraplenes.—Disposiciones para evitar descarrilamientos.

Trazado en el terreno de los puentes de madera. Erección de la obra.

Preservación de las maderas.

Especificaciones.

Cantidades (pies de tablón ó metros cuadrados) de madera necesaria. Presupuestos. Conservación.

Consideraciones teóricas.—Dibujos. Proyección.

Puentes metálicos.

Puentes de armadura.

Definiciones y datos.

Definiciones. Carga. Carga de seguridad. Factor de seguridad. Módulo absoluto de seguridad. Ejemplos de tensiones que han sido puestos en práctica. Carga de ensayo. Ajuste. Trabe simple.

Sistemas de caballetes.

Armadura de caballetes.—Caballetes invertidos. Viga con tornapuntas. Cantidad mínima de material empleado.—Depresión mínima. Vigas armadas. Vigas de doble par. Depresión del tirante. Solución por diagramas. Armadura Fink. Tornapuntas y tirantes de diferentes inclinaciones. Armaduras invertidas. Armaduras Bollman.

Armaduras de cuerdas paralelas.

Armaduras trapezoidales. Armaduras trapezoidales modificadas.—Tensiones en éstas.—Armaduras trapezoidales invertidas.—Ejemplos.

Armaduras triangulares.

Cuerdas, superior é inferior, horizontales. Definición.—Los triángulos son las figuras geométricas más propias para las armaduras. Condiciones supuestas.

Primer caso: Una semi-armadura está cargada de un peso único en su extremo libre; se piden los esfuerzos en los tirantes, barras y cuerdas, estando las barras y tirantes igualmente inclinados. Esfuerzos en las barras y tirantes.—Esfuerzos en las cuerdas.

Segundo caso: La semiarmadura tiene pesos iguales en cada uno de los nudos de la cuerda inferior. Esfuerzos en las barras y tirantes. Esfuerzos en las cuerdas. Ejemplos. Puentes giratorios.

Tercer caso: Una armadura triangular reposa por ambos extremos, y está cargada de un peso en un punto cualquiera de su cuerda superior.

Solución geométrica. Observaciones.

Cuarto caso: Una armadura triangular está cargada en todos los nudos de la cuerda superior. Distribución de los esfuerzos en los tirantes. Resultados. Fórmulas de los esfuerzos en las barras-tirantes para cargas uniformes. Máximo de esfuerzos en las barras-tirantes.—Esfuerzos en las cuerdas.—Modificaciones para el caso de que el número de entre-nudos de la cuerda inferior sea impar. Armaduras invertidas. Consideración del peso de las armaduras. Esfuerzos en las cuerdas cuando se considera el peso de las armaduras.—Dimensiones de los tirantes.—Dimensiones de las barras. Dimensiones de las cuerdas.

Quinto caso: Armadura triangular cargada en los nudos de la cuerda soportada.—Distribución de los esfuerzos. Esfuerzos en las barras-tirantes. Método general. Problemas. Esfuerzos en las cuerdas.—Ejemplos. Material minimum empleado.—Verdadera longitud de los entre-nudos.

Sexto caso: Sistema triangular

doble cargado en los nudos de la cuerda soportada. Esfuerzos en las barras-tirantes. Esfuerzos en las cuerdas. Celosía de Tovone. Análisis de ésta. Análisis de los sistemas triangulares múltiples. Trabe Warren modificada.—Armadura tipo Howe. Armadura tipo Pratt.

Sistema de Panel.

Definición. Esfuerzo máximo en las diagonales. Barras Counter. Ejemplos. Esfuerzos en cualquiera de las diagonales. Carga uniformemente repartida. Esfuerzos en las verticales. Esfuerzos en las cuerdas. Carga concentrada en un nudo. Ejemplos.

Mínimum material empleado. Problemas. Mínimum de material empleado en las barras y tirantes. Ejemplos.

Armaduras especiales al sistema de Panel. Armadura Long. Armadura Howe. Barras principales. Barras Counter. Tirantes verticales. Cuerdas. Armadura Pratt. Armadura Whipple.

Análisis del sistema de doble Panel. Cuerdas. Tirantes. Armadura Post. Tirantes.—Postes. Cuerdas.

Sistemas múltiples.

Celosía Haupt. Celosía de Hail. Contravientos laterales y horizontales. Contravientos articulados. Estabilidad del puente sobre sus apoyos.

Representación gráfica de la ley de los esfuerzos. Problema general. Esfuerzos sobre las cuerdas. Relación entre el esfuerzo cortante y el

momento de aplicación de las fuerzas.

Armaduras con cuerdas no paralelas.—Armadura Mc. Callam.

Armaduras de arco parabólico. Notaciones. Caso de una carga parcialmente uniforme. Caso de barras diagonales. Armadura triangulada de arco parabólico. Esfuerzos en la cuerda superior, dados por los momentos. Problema general.—Armaduras que tienen ambas cuerdas curvas.

VÍAS FLUVIALES Y OBRAS HIDRÁULICAS.

PRIMERA PARTE.

Nociones preliminares.

a. Distribución de las lluvias y cantidades de agua que producen. División del agua de lluvia en tres partes: cantidad evaporada, cantidad infiltrada en el suelo, cantidad que escurre superficialmente. Cuencas permeables. Estudio físico geológico de unas y otras.

b. Formación de los ríos. Estudio de las diferentes partes de su cuenca hidrográfica. Perfiles y secciones transversales de los ríos y de los valles. Velocidad del agua. Aluviones acarreados.

c. Estudio especial de las desembocaduras, según que se produzcan en mares, con mareas ó sin ellas. Deltas y formaciones fluviales. Barras. Ríos que desembocan en lagos inferiores. Caracteres físicos y geológicos de las zonas de deyección.

d. Mareas. Corrientes litorales. Acarreos marítimos y modificación de las playas, especialmente de la

arena. Formaciones producidas por los vientos. Complicaciones de las formaciones fluviales y marítimas en las desembocaduras de los ríos.

e. Estudio de las crecientes de los ríos.—Complicaciones que se presentan en las diversas partes de trayecto de un río. Reguladores. Efectos producidos por las mareas, sobre el escurrimiento de las crecientes. Endicamientos. Tala de los montes. Desemboques que deben presentar las construcciones hidráulicas.

f. Aguas subterráneas. Ligeras nociones sobre su régimen y captación.

SEGUNDA PARTE.

Mejoramiento de ríos y puertos fluviales y marítimos.

a. Mejoramiento de la desembocadura de un río cuando desemboca en mares de pequeñas mareas. Trazo de construcción de las obras. Dragados. Elección del sistema de dragas más adecuado. Costo del dragado. Procedimientos combinados de escolleras y dragados. Ejemplos prácticos de mejoramiento de ríos.

b. Mejoramiento de un río en la parte situada arriba de la desembocadura. Diques. Su trazo y construcción. Dragados. Ejemplos prácticos de mejoramiento en el plano horizontal y en el perfil longitudinal.

c. Otros sistemas empleados para mejorar el calado disponible. Pesas de navegación y esclusas. Pequeña importancia que estas obras deben tener en México.

d. Ligeras nociones de los canales de navegación. Trazo, ejecución

y obras de arte. Métodos empleados para la propulsión de las embarcaciones.

e. Puertos marítimos. Puertos naturales y puertos artificiales. Condiciones que se deben tener presentes para un proyecto. Trazo de las obras y su ejecución.

f. Obras que se necesitan construir en los puertos fluviales y marítimos para la carga y descarga. Muelles. Diferentes sistemas de construcción. Desembarcaderos flotantes.—Almacenes. Maquinaria empleada para carga y descarga.

g. Obras interiores de los puertos, continuación. Sistema de derks y esclusas en los puertos que están situados sobre mares con mareas y en las desembocaduras de ríos que están afectados por fuertes mareas.

h. Iluminación y avalizamiento de las costas y de los puertos. Faros. Su alcance óptico y geográfico.—Sistemas diversos de construcción de las torres. Aparatos de iluminación. Valizas, boyas y señales sonoras.

i. Obras destinadas á las reparaciones de los navíos. Formas secas y diques flotantes.

TERCERA PARTE.

Obras destinadas al aprovechamiento de las aguas en la agricultura y en la industria.

a. Obras destinadas para proveerse del agua necesaria para la agricultura y para la industria. Depósito para aguas pluviales. Condiciones generales que se deben tener

presentes al estudiar un proyecto de depósito. Sistemas de construcción empleados. Elección que deberá hacerse del sistema de construcción que mejor convenga en cada caso. Presas en los ríos. Diversos sistemas. Elección del que convenga emplear. Bombas para elevar el agua.

b. Canales. Condiciones generales que se deben tener presentes en su trazo y dimensiones. Reconocimiento preliminar y locación definitiva. Ejecución de terracerías y excavación de roca. Revestimiento.

c. Canales, continuación. Obras de arte que pueden presentarse en la construcción de un canal. Compuertas. Módulos. Partidores. Puentes. Canales. Acueductos. Sifones. Criterio que deberá tener el ingeniero para decidirse á ejecutar una obra de arte, y una vez decidida la construcción para adoptar el sistema más adecuado.

d. Condiciones generales de un proyecto de riego. Cantidades de agua necesarias en México. Disposición de los proyectos.

e. Proyecto de desagüe de terrenos y entarquinamientos.

f. Estudio de un proyecto de aprovechamiento de fuerza motriz. Diversos casos que pueden presentarse. Elección del sistema más adecuado de motor hidráulico. Obras complementarias que requieren un proyecto de fuerza motriz. Transmisiones eléctricas y por cable. Distribución de fuerza por agua comprimida. Maquinaria hidráulica.

CUARTA PARTE.

Abastecimiento de ciudades y estudio de algunas plantas existentes.

a. Condiciones generales de un proyecto. Cantidades de agua que se necesitan. Purificación de las aguas. Filtros.

b. Sistema de distribución. Presión necesaria. Establecimiento de las cañerías. Regularización del consumo y presión. Accesorios de las cañerías.

c. Diferentes métodos de entrega á domicilio. Contadores. Tarifas de venta.

d. Aparatos en la vía pública. Llaves de incendio, hidrantes, llaves para riego, etc., etc.

Desde al finalizar la primera parte del curso, se destinará un día á la semana para ejercicios prácticos, debiendo los alumnos estudiar proyectos sobre programas suministrados por el profesor y bajo la vigilancia de éste. Además del tiempo que dure la lección práctica, los alumnos deberán consagrar algunas horas en cada semana para terminar sus proyectos, y tendrán obligación de presentar en el examen, por lo menos, diez ejercicios sobre los asuntos que hayan estudiado en el curso.

CURSO DE ASTRONOMÍA FÍSICA Y ELEMENTOS DE MECÁNICA CELESTE.

Elementos de espectroscopia celeste, descripción de los elementos, métodos de observación.

Naturaleza de las rayas espectra-

les, espectros prismáticos del Sol y de las estrellas, tipos estelarios.

Constitución física del Sol, naturaleza de la fotosfera y de la atmósfera solar; fenómenos que se verifican en ambas capas; origen de las manchas fáculas y protuberancias; radiación solar; temperaturas del Sol; conservación de la energía del Sol.

Constitución física de las estrellas; cintilación, movimientos propios y aparentes.

Estrellas dobles y múltiples, determinación de los elementos de una órbita estelar, nebulosas; su resolubilidad é irresolubilidad demostrada por el espectroscopio.

Estudio de las estructuras del Universo.

Teoría del Sol comprendido desde la primera idea que se tiene del movimiento anual del Sol, en la astronomía solar de los antiguos, hasta la teoría moderna, conforme á la cual se estudia la manera de determinar el diámetro del Sol, las coordenadas elípticas, oblicuidad de la elíptica y punto equinoccial.

Estudio sobre las dos primeras leyes de Kepler, corrección á los elementos de la órbita solar.

Estudio sobre los movimientos de los planetas, posición de plano de la órbita, paralaje anual, sus distancias al Sol.

Tercera ley de Kepler, corrección de los elementos elípticos, variaciones seculares de las órbitas planetarias.

Interpretación mecánica de las leyes experimentales de Kepler, leyes de Newton.

Determinación de la trayectoria de un móvil, conociendo su velocidad y dirección.

Integración de las ecuaciones diferenciales del movimiento elíptico. Ecuaciones diferenciales del movimiento turbado.

Influencia de un medio resistente, variaciones seculares de los elementos, desigualdades periódicas.

Caracteres de la atracción newtoniana. Pesantez en la superficie de los astros. Origen de su calor y de su luz.

Método de Laplace y método de Olbers para el cálculo de los elementos de la órbita de un planeta ó de un cometa nuevamente descubierto con sólo tres observaciones hechas á intervalos convenientes.

Corrección de paralaje y de aberración.

Figura de los cometas, teoría de Faye sobre la fuerza repulsiva.

Método para determinar la paralaje del Sol, deducida de la paralaje de Marte, de la de Venus, de los medios que suministre la mecánica celeste y de procedimientos físicos por la velocidad de la luz.

Efectos del desalojamiento secular de la elíptica sobre las coordenadas de los astros.

Precesión de los equinoccios, su explicación mecánica.

Precesión luni-solar y precesión general.

Nutación, aberración, á cuyo es-

tudio corresponderá especialmente la aberración de las estrellas fijas explicada por Bradley, su expresión teórica, aberración diurna, determinación de la constante de aberración para las estrellas.

Estudios sobre la Luna, elementos de la órbita lunar, sus variaciones, medida de la paralaje, acción perturbatriz del Sol, evección, evección anual, ecuación secular del movimiento medio.

Paralaje del Sol y aplanamiento del globo terrestre deducidos de las desigualdades lunares, masa de la Luna, rotación de la Luna.

Eclipses de la Luna y del Sol, ocultación de una estrella por la Luna, determinación de las longitudes terrestres por los eclipses.

Cálculo de probabilidades.

Introducción explicando el objeto de su estudio y haciendo notar su utilidad, tanto por sus aplicaciones á las ciencias de observación y á muy variados problemas, como por constituir uno de los mejores ejercicios intelectuales.

Ligera reseña histórica sobre el Cálculo de Probabilidades y sobre sus principales casos de buen éxito.

Concepción de la probabilidad y expresión material de ella. Discusión.

Paréntesis sobre la teoría de las combinaciones y ejercicios sobre esta cuestión.

Probabilidades simples, parciales, totales, compuestas, absolutas y relativas. Ejercicios variados y nume-

rosos para determinar las probabilidades de los sucesos que propondrá el profesor á los alumnos.

Relaciones y combinaciones de las probabilidades.

Lógica de los procedimientos empleados en la resolución de las cuestiones de probabilidades y en el establecimiento de la teoría.

Notas sobre los casos en que las fórmulas de las probabilidades son legítimamente aplicables. Ejemplos de paradojas y de fracasos por abuso de la teoría.

Leyes de la probabilidad matemática en la repetición de los sucesos. Teorema de Bernouille. Leyes de los grandes números.

Discusiones y ejercicios prácticos.

Valor venal de las posibilidades. Teoría de la Esperanza Matemática. Aplicaciones al juego.

De las probabilidades *a posteriori*. Distinción y caracteres del problema. Definición de la causa desde el punto de vista de las probabilidades. Lógica seguida en la investigación de las probabilidades *a posteriori*. Probabilidad de los sucesos futuros en vista de las condiciones en que se verifican sus antecedentes. Aplicación de la ley de los grandes números á estos problemas. Aplicaciones y ejercicios.

Sobre las causas y las leyes generales de los fenómenos naturales, deducidas por medio de la observación. Lógica del método. Ejemplos.

Aplicación de las fórmulas de las probabilidades á las leyes de la mor-

talidad y la población, los seguros, rentas vitalicias, etc., etc. Nota sobre el valor de los resultados de la estadística.

Teoría de los errores.

Ejercicios preparatorios para hacer recordar algunos principios esenciales del Cálculo Infinitesimal. Algunas integrales útiles.

Teoría de los errores y su clasificación con especificación precisa de sus caracteres. Asimilación de su presencia á la verificación casual de los sucesos. Convenciones sobre la ley de distribución de los errores accidentales. Investigación de la función que da el valor de la probabilidad de un error. Medida de precisión y error probable, explicando sus usos. Formación, cálculo numérico y uso de la tabla de probabilidad. Ejemplos.

Precisión del resultado de varias observaciones cuando sólo hay una incógnita. Sobre la medida. ¿Cuál es el valor más probable del resultado? Sobre el error medio, su definición, su investigación y sus relaciones con la medida de precisión y con la medida de los errores. Sobre el peso. Su definición y su significación. Sus relaciones con el error medio y con el módulo de precisión. Unidad de peso. Ejemplos y aplicaciones variadas. Criterio de Pierce.

Precisión de las funciones de cantidades observadas. Diversas formas de funciones. Función de la fórmula general. Aplicaciones y problemas de Astronomía y Geodesia.

Precisión del resultado de varias observaciones cuando hay varias incógnitas. Clasificación de los problemas de esta clase. Observaciones directas, indirectas y condicionales. Exposición y fundamento del método de mínimos cuadrados en el caso de observaciones del mismo peso. Ecuaciones normales, su formación y prueba para verificar su exactitud. Eliminación. Estudio y ley de formación de los coeficientes de Gauss. Pruebas para verificar que la eliminación se ha hecho sin equivocación. Determinación del peso que afecta á los valores resultantes del cálculo. Error medio de una observación, su determinación. Errores medios de las incógnitas.

Caso en que las observaciones no son igualmente precisas. Aplicación del método en el caso en que las cantidades observadas no son funciones explícitas de las incógnitas. Resolución de un ejemplo numérico completo.

Aplicaciones diversas, con especialidad las que se refieren á ciertos problemas de Astronomía y al estudio de los instrumentos geométricos.

Modificación al método de mínimos cuadrados cuando las ecuaciones no son lineales. Aplicaciones á diversos casos de medida de ángulos en Geodesia, á la medida de una base, y á la medida de los ángulos por diversos métodos. Precisión de las cantidades que se determinan en función de las incógnitas que proceden del método de los mínimos cuadrados. Ejemplos. Observaciones