

definitiva, á constituir como un caso más amplio de las que rigen en los puentes oblicuos, ya que, efectivamente, un cilindro en bajada y un cilindro en esviaje, son, de un modo general, dos cañones cuyas embocaduras verticales cortan oblicuamente al eje. A tal efecto, dedúcese que:

Las curvas de las juntas discontinuas, trazadas sobre el intradós, deben estar en planos paralelos á la dirección de las fuerzas exteriores ó cargas. Estos planos se distribuirán de manera que, por un cambio regular y gradual de orientación, pasen desde la dirección de una embocadura de la bóveda á la de otra embocadura; los lechos discontinuos podrán ser planos. Las curvas de las juntas continuas, trazadas en el intradós, serán trayectorias ortogonales de las anteriores; y las correspondientes superficies de junta ó lechos, serán superficies alabeadas engendradas por una normal á la curva de juntas discontinuas, situada en el plano de esta curva, cuya normal se irá desplazando sobre la línea de junta continua.

Estas reglas estereotómicas, de colosal instinto mecánico, sintetizan todos los despieces racionales de las bóvedas cilíndricas, y ellas, que en la práctica son susceptibles de simplificación, sin que se altere la esencia de las mismas (aquí precisamente juega el espíritu de práctica y de economía que debe desplegar el Ingeniero), pueden perfectamente aplicarse lo mismo á las bóvedas en pendiente, que á las bóvedas en esviaje, y á las cilíndricas de eje horizontal con testas en talud, etc.; y, finalmente, dan también resultado al aplicarlas á los cañones en gran pendiente y gran esviaje, á la vez; estructuras estas últimas de tan complejísima mecánica, que indudablemente hubiesen hecho retroceder, cincuenta años atrás, á los Ingenieros más hábiles, y lo decimos así, por cuanto el mismo Dejardin, en su *Etablissement des voutes*, publicado en 1845, aconsejaba el evadir, á ser posible, la construcción del puente oblicuo, merced á un cambio de alianeación en el trazado del camino, dada la dificultad entonces aún reinante, en el problema del aparejo.

Con todas estas novísimas leyes del despiece mecánico, ¿se ha llegado ya á la generalización de las reglas estereotómicas?... Evidentemente que no, pues ella, en rigor, no hacen más que descubrir la esencia real del equilibrio de un conjunto litópolo, es decir, de un montón geometrizado de piezas talladas, en cuya estabilidad juega toda una mecánica grandiosa cuyos principios solamente son conocidos en casos particularísimos, mientras que en otros de mayor generalización (que la ingeniería y la arquitectura futuras irán indudablemente exigiendo), alcanzan un grado tan complicado, que apenas hoy pueden veladamente presentirse.

Las disertaciones anteriores vienen, en definitiva, á demostrar como, hasta hace muy poco, no hemos abierto los ojos ante el problema mecánico de la ciencia estereotómica; y, efectivamente, hace tan poco, es tan reciente el descubrimiento, que aun pasa completamente desapercibido, viniéndolo á probar el hecho de que los estudios del despiece se hacen preceder á los de la mecánica de la construcción en la mayor parte de las Escuelas especiales, con lo cual se significa á la estereotomía como una estricta aplicación de la Geometría descriptiva. Si á esta observación unimos el principio incontrovertible de que todas las ciencias son indefinidas en la extensión de sus investigaciones, vendremos á convencernos, finalmente, de que las

estructuras unirresistentes y litópolas, es decir, las construcciones estereotómicas, están en la actualidad dentro un grado de formación en absoluto embrionario.

BIBLIOGRAFÍA

Filosofía de las estructuras por D. FÉLIX CARDELLACH, Ingeniero, Arquitecto y Catedrático. — Un tomo en 8.º; precio en rústica, 8,50 pesetas, y en tela, 10.

Por los dos capítulos de la obra que hemos publicado (en el número anterior y en el presente) habrán podido juzgar nuestros lectores del punto de vista en que se coloca el autor para hacer un estudio sintético de las formas constructivas; y por el índice detallado que insertamos á continuación deducirán el amplio horizonte que abre á la imaginación para crear otras nuevas; es un estudio original que, escrito en estilo ameno, resulta muy interesante para estimular el sentido mecánico que debe acompañar y aun preceder á todo cálculo matemático.

Índice detallado de la obra.

Parte I.—FUNDAMENTOS GENERALES.

El principio estructural: El principio de estructura revelado por la naturaleza.—La perfección de una obra constructivo-arquitectónica está en razón directa del acuse de sus formas resistentes.—El esqueleto gótico.—El principio de estructura soberano de la construcción actual.—Génesis ó ley de evolución del principio estructural.

Origen de las estructuras: La concepción de una estructura como fenómeno de inspiración.—La etnografía y la sensibilidad mecánica.—Apariencia de los problemas de la Ingeniería.—Constante carácter de la facultad creatriz de estructuras.—El ingeniero, refractario á la inspiración, descubrirá un método deductivo de las formas estructurales.

La agrupación: Transcendencia de una clasificación de estructuras.—Análisis de los conceptos distintivos que pueden servir de base á dicha clasificación.—El punto de partida clasificativo debe consistir en la aptitud de la estructura para reaccionar contra las fuerzas externas.—Dos característicos grupos de formas estructurales.—Análisis de los grupos sucesivos que naturalmente se desprenden.—Existencia de una filiación ó genealogía racional de estructuras.—El cuadro sinóptico de la agrupación encontrada.—«Coeficiente estructural», su importancia y utilidad.—Fondo mecánico de la clasificación deducida.

Línea potencial de acción externa: Equilibrio de un sistema mecánico.—Acción y reacción en un sistema estático; análisis de la ley de equilibrio en una forma estructural; plano analizador.—Caso general.—Aparición de la línea potencial de acción externa.—Visión de todo un nuevo mundo de estructuras en el que nuestra arquitectura significa tan sólo un pobre caso particular.—Estructura alabeada trabajando sin flexión ni torsión.—Sistemas coplanos.—Línea de presiones como caso particular de la potencial de acción externa.—Líneas potenciales parciales; resultante de ellas.

Parte II.—SÍNTESIS DEL CÁLCULO DE LAS ESTRUCTURAS PLANAS CON CARGAS EN SU PLANO MEDIO.

Los dos grandes empirismos: Evidencia de la reacción de la estructura contra su línea potencial de acción externa.—Sencillez y claridad del único problema mecánico que rige á toda la arquitectura.—Plasticismo de este problema y su independencia de toda matemática.—Paso al empirismo.—Confusión y multiplicación con que se presentan los métodos de cálculo de las

construcciones.—Grandiosidad que alcanzaría el cálculo de las estructuras si conociésemos la ley general del reparto de las reacciones moleculares.—Concentración de todos los métodos de cálculo de nuestras estructuras planas á dos únicos principios.—La flexión plana.—La obligada descomposición de las fuerzas externas.

Trazado de la línea potencial: Todo cálculo ó verificación de estructuras parte de la línea potencial de acción externa. Naturalezas de esta línea en la arquitectura actual. Su método constructivo general.—Línea potencial en las estructuras de reacciones verticales.—El polígono funicular como uno de las infinitas imágenes convencionales de la verdadera línea potencial. Únicos caminos para averiguar las reacciones finales.—Horror al empotramiento.—Estado de la ciencia de la construcción.—Intervención del instinto mecánico en la determinación de las reacciones finales.—¿Por qué no se establecen principios intuitivos?

Dos únicos métodos verificativos: Por cada explicación de la reacción de la materia corresponde un método de cálculo.—Una forma no es calculable desde el momento en que dejamos de explicarnos su manera de reaccionar.—Los dos grandes empirismos engendran los dos únicos métodos verificativos.—La variedad de métodos de cálculo existentes constituye tan sólo un aparente artificio.

La ley trapecial: Generalidad y convencionalismo de la misma.—Origen del par flector, compresión y esfuerzo cortante en las estructuras de nuestra arquitectura.—Reacciones elásticas correspondientes.—Ley trapecial.—Artificioso origen de la hermosa teoría del núcleo central.—La ley del trapecio universalmente aplicable en nuestra vulgar arquitectura.—Sencillez y grafía de esta ley.—Ejemplos para diferentes estructuras elementales.—Descomposición de estructuras complejas en otras elementales para la aplicación de la ley

Ley de articulación: Explicación del modo como reaccionan prácticamente las formas articuladas.—Obligada descomposición de la fuerza externa.—Unidad de los métodos que conducen á esta descomposición.—Superioridad de la ley de articulación respecto á la trapecial.—Manera empírica de subsanar las limitaciones que presenta la ley de articulación.—Radio de acción de la ley.

Biología estructural: El examen de resistencia de una forma estructural puede asimilarse á un estudio biológico de anatomía y fisiología.—La anatomía ó contextura de la forma indica su funcionamiento y por consiguiente cuál de las dos leyes estudiadas la rige.—La aplicación de la ley correspondiente nos acusa el grado resistente de la estructura.

Parte III.—ESTRUCTURAS BIRRESISTENTES PSEUDOELÁSTICAS.

Monolitismo megalítico: Carácter del monolitismo megalítico.—La construcción monolítica con transporte, como germen de la ciencia estructural.—La verdadera construcción se entiende de ser una adjunción de elementos.—Análisis de la birresistencia en el monolitismo megalítico.

Principio orgánico de agregación: Dictado natural de este principio.—Significación orgánica y birresistencia de las mamosterías.—*Desideratum* del principio orgánico.—Ventaja que ya en la actualidad acusa sobre el principio de dovelaje.—El porvenir del principio de agregación.

El concreto y sus estructuras: Albores de la concreción.—Implantación europea del sistema concrecionado.—El antiguo ambiente político-social como causa favorable á la construcción concrecionada.—A qué es debida la fama de los morteros romanos.—La civilización romana desconocedora del hormigón propiamente dicho.—Aparición de la elasticidad en las concreciones romanas.—Intuición de la ciencia de Estática.—Crítica de la contextura de los hormigones y papel que les está reservado.

La construcción cohesiva: Contextura celular del sistema cohesivo.—Nacimiento y evolución de las escuelas cohesivas.—Los

portentos estructurales de la Edad Media no bastan á desterrar el sistema cohesivo.—En el siglo XV se demuestra definitivamente la potencia de la construcción cohesiva.—Poderosa influencia de los cementos modernos en dicha construcción.—Armazones cohesivos.—Histogénesis estructural.—Punto á que se dirige la construcción cohesiva.

Estructuras tabicadas: Definición orgánica de estas estructuras.—Su verificación es exactamente igual á las de hierro laminado.—Causas de su elasticidad.—Estructuras tabicadas de igual resistencia.—Aparición casual en Roma de la bóveda tabicada.—Su propagación por la costa latina.—Fama mundial de la bóveda catalana.—Necesidad del empuje.—El sistema de contrarresto no modifica la esencia estructural.—Fantasía que permiten y universal arquitectura de las estructuras tabicadas.—Principio de moderación que asegura la inmunidad de la estructura tabicada.—Paradojas demostrativas de su elasticidad.

Estructuras tendinosas: En la arquitectura no se llegan á alcanzar las estructuras racionales de la naturaleza más que á fuerza de lentos ensayos y seculares experiencias.—Origen del tendón estructural.—Razón de su desarrollo en Oriente.—La de crepitud del tendón engendra la combinación cupular.—Definición del preciso período de actividad del tendón leñoso.—La arquitectura italiana de frecuente tirante metálico no constituye estructura tendinosa.—El tendón de hierro en las estructuras despiezadas del Renacimiento.—Universalidad de estructuras que ofrece la construcción cohesiva auxiliada por tendones.—La Mole Antonelliana.—Llamada sobre las causas que desarrollan los métodos estructurales y aplicación á los Estados Unidos. Período de gestación de la estructura americana.—El *skeleton* americano según las ordenanzas de Chicago.—Análisis de los dos tipos estructurales de la América.—La vibración de los *sky scrapers*.—La solución perfecta de la estructura tendinosa está en un sistema intermedio entre el oriental y el americano.—El tendón aparente y el tendón por ligamento.

El tendón adherido: Grandiosidad del problema constructivo que representa el principio de adherir el tendón, en toda su longitud, al macizo de fábrica. Germen pompeyano del tendón adherido; reaparición moderna con el cemento armado.—Forma y evolución de los tendones en el interior de la ganga.—Extraordinario empirismo de la ciencia verificativa en las obras de hormigón armado.—Análisis de las hipótesis fundamentales de que se parte en el cálculo de dichas obras.—Mecanismo del cálculo verificativo.—Real garantía de estabilidad de las estructuras de cemento armado.—La autosugestión mecánica como guía más seguro para señalar la posición del sistema tendinoso.—Osaturas típicas.—Reflexiones sobre las propiedades de que gozan las estructuras de hormigón armado.—Arquitectonografía de las obras en dicho sistema.—Generalización del principio del tendón adherido; el vidrio armado.—Emancipación del molde en el sistema; el tendón adherido en la estructura tabicada.—Feliz transgresión del sistema.

Apéndice: Estructuras birresistentes pseudoelásticas tratadas por el hierro y el acero fundido.—Origen y arquitectonografía de estas estructuras.—Las de hierro fundido abren la puerta á la construcción metálica completamente elástica.—La rótula en las estructuras de fundición.

Parte IV.—ESTRUCTURAS BIRRESISTENTES ELÁSTICAS.

Presentación de las formas elásticas: Flexibilidad, abundancia y expresión de estas estructuras.—La intensidad de su trabajo es reflejo del actual ambiente.—Simbolización perfecta del principio estructural; constructibilidad.—Su sentimiento artístico.—Libertad característica de composición estructural.—Causas de la relativa garantía de sus métodos verificativos.—El acero. Efectos dinámicos.—Reciente progreso de la ciencia verificativa.—Prodigioso horizonte que la grafostática permite vislumbrar.—Corta vida de las estructuras elásticas.—Necesidad de desentrañar las leyes generales que indudablemente deben regir

la composición de estas estructuras.—Dificultad que ello significa.

El «empilage»: La configuración de las estructuras depende del «coeficiente estructural» y de la materia empleada.—Superioridad de la disposición general de las estructuras elásticas.—Principio estructural más rudimentario.—Edificaciones elementales resueltas por *empilage*.—Explotación de la elasticidad en los *empilages*; ejemplos.—El más racional *empilage* se encuentra en la carpintería del siglo XVI.—El *empilage* en nuestras estructuras metálicas.—Momento en que cesa la racionalidad de los *empilages*.—Interesantes ejemplos históricos.

El «canevds» triangular: Experimento vivo de la descomposición de esfuerzos.—El triángulo como célula indeformable y reproductora de las estructuras elásticas.—Gérmenes y manifestaciones sucesivas del principio de la triangulación en las arquitecturas paganas.—El tirante romano.—La rícula cuadrada precede a la triangular.—La época gótica siente el principio general de triangulación tensada.—En los albores de la arquitectura metálica retrocede este principio.—Arraigo actual y definitivo de la triangulación tensada.—Posibilidad de que no hayamos aún alcanzado plenamente la posesión del principio.

El empotramiento y la rótula: Modernismo del empotramiento.—Razón de la superioridad de éste dispositivo.—Desconocimiento racional del empotramiento.—Causas de su poco frecuente aplicación.—Filosofía de la rótula.—Aplicaciones célebres de la triple articulación.—Indignidad de la rótula en las estructuras de coeficiente estructural igual a la unidad.—Única función que a la rótula debe asignarse en las formas de metal.—Beneficios del empotramiento en las estructuras de avance vertical y de avance horizontal.—El cantilever; origen asirio de esta portentosa y moderna estructura.—Ventajas del cantilever.—Las grandes aplicaciones del cantilever y apología de sus puentes.

La «Espina dorsal»: El principio de igual resistencia en el esqueleto de los seres naturales.—Configuración estructural de las primeras armaduras metálicas.—Videncias de Polonceau.—Primeras tentativas para dotar de espina dorsal a las piezas flexadas.—La primera barra laminada en T.—La calderería moderna.—Racionalidad de sus estructuras.—La instintiva disposición de espina dorsal presidiendo a todas las composiciones.—Ejemplos notables.—Racionalidad y estética del principio de igual resistencia.

La repulsión del tirante: Indiferencia que se siente ante la grandeza de algunos problemas de la ciencia de la construcción. Constante preocupación de los artistas de esta ciencia.—Los dos conceptos creatrices de la forma de cubierta.—La cubierta, primordial problema de la construcción.—El empuje y el tirante.—El vulgar tirante combatido en la Edad Media.—Origen de la armadura de de l'Orme.—Artificio de la anulación del empuje en las formas italianas y francesas de aquel tipo.—Perfeccionamiento del tipo.—Esterilidad de la Escuela de Paxton en la construcción metálica.—Transcendencia extraordinaria que implica la tendencia a elevar el tirante en las armaduras.—Construcciones precursoras de la Armadura Ardan.—Los cuchillos Moller.—¿Por qué en el Norte se inicia la elevación del tirante?—Herencia de los principios leñosos en la construcción metálica.—Los cuchillos falciformes.—Grandiosa creación de los arcos ingleses.—Arquitectonografía demostrativa.—Explicación mecánica de la melancolía que respiran las naves británicas.—Reaparición del tirante por efecto del ambiente y del carácter francés.—Estratagema de los ingenieros franceses para la ocultación del tirante.—«Cuchillo tijera».—Razonamiento que inducen los cuchillos de la Exposición de París del año 1867.—Comprobación por el *Palmen Garten*.—*Tour de force* de la forma Dión.—Simultáneo florecimiento del principio de Dión en la Inglaterra, Alemania y Francia.—Motivo de la racionalidad de tal principio.—Causa de su aparente retroceso.—Formas complejas de ocho, tres y dos rótulas.—Reflexiones.—Reivindicación del

Dión.—La estación de Madrid (Atocha).—Reflejo del principio Dión en otros tipos de armadura.

Estereoestructuras: La arquitectura metálica actual, está solamente resuelta en el plano; su composición estereoa es casi desconocida.—Comparación con las estereoestructuras de la arquitectura monumental.—Las propiedades del metal parecen invitar a la solución general de las formas del espacio.—El tetraedro como célula estructural de la construcción metálica resuelta en el espacio.—Visión mecánica de las formas de esta general arquitectura.—La evolución de la construcción metálica tiende, sin embargo, a la estereocomposición.—Las planoformas elásticas romanas.—Las cubiertas leñosas góticas contienen claramente el germen de las estereoestructuras; demostración.—Estereocomposiciones por revolución completa é incompleta de formas planas; su aplicación a recintos curvos y rectangulares. Arquitectonografía de las estereoestructuras de metal.—La acción del viento originaria de las estereocomposiciones de puentes y viaductos.—Originalidad propia de las estereoestructuras de metal.

Estructuras móviles: Nuevo rasgo de vida que llevan algunas estructuras arquitecturales de la actual Ingeniería.—Inferioridad de las estructuras fijas.—Origen y complicación del principio de las estructuras móviles.—El Ingeniero como Arquitecto de una arquitectura dinámica superior.—Coeficiente estructural de las estructuras móviles.—Agrupación por oficios de las armaduras dotadas de movimiento.—Origen babilónico de los puentes móviles.—Principio mecánico de los puentes levadizos; dificultad que encierra.—Adopción del eje vertical para la revolución de los puentes.—Sistema ascensional.—Principio mecánico fundamental de todos los puentes móviles; su aplicación a los *falding bridges* americanos.—Simultaneidad de tráfico por reducción de la estructura móvil; transbordadores.—El renacimiento del puente levadizo.—Ejemplos notables.—La presión del viento.—Los puentes flotantes y volantes.—La movilidad en las estructuras de cubierta.—La cúpula del Observatorio de Niza.—Los *hangars* para dirigibles.—La dinámica en las construcciones auxiliares.—Inmutable ley de los procedimientos de construcción.—Aparición de los grandes andamiajes móviles.—Desarrollo y carácter moderno.—Estructuras de las grúas rodantes y polares; instalación eléctrica del puerto de Venecia.—Probable porvenir de una arquitectura animada.

Parte V.—ESTRUCTURAS UNIRRESISTENTES.

Fondo y forma de las estructuras unirresistentes: Definición de estas estructuras.—Medios de realización de las mismas.—Extensión del tratamiento estereotómico.—Ley de equilibrio de las estructuras unirresistentes.—Líneas de presión y de tensión.—Ley de conjugación.—Demostración intuitiva de dicha ley.—Perfiles racionales de las construcciones despiezadas.—Deducción experimental de dichos perfiles.—Originalidad de las estructuras resultantes.—Exigencias arquitecturales y constructivas; consecuencia que originan.—Sencillez y dificultad, simultáneas, de las estructuras despiezadas.—Las construcciones elásticas son más estudiadas y mejor conocidas que las estereotómicas.

La mecánica estereotómica: Equilibrio por gravedad de los *empilages* de sillería.—La estructura elástica y la estereotómica; respectivos principios de actividad y pasividad.—Ley compensatriz.—El despiezo como única garantía de equilibrio.—El progreso de la construcción elástica y el atraso de la estereotómica.—Los tres principios mecánicos del despiezo.—Vaguedad del empotramiento y la rótula en los despiezos.—La dislocación de los mismos.—Las juntas de máxima sensibilidad articulatriz como único medio de precisar la curva potencial de acción externa.—Determinación de esta curva por la Estática; convencionalismo de su posición.—Los ingenieros alemanes y sus obras de cantería aparejada.—Definición constructiva de la rótula estereotómica alemana; aplicaciones de la misma.—Los esfuerzos

cortantes en la estereotomía.—Descomposición de los vectores actuantes contra las dovelas por efecto del despiezo.—Filón á seguir para el descubrimiento del aparejo mecánico.—Lamentable confusión de la Estereotomía con la Estereografía.—Juicio crítico de la ley de Monge.—El puente en esviaje como revelador de una estereotomía mecánica; estudios provocados.—Las trompas del puente de Tours y los estereotomistas franceses.—El aparejo por curvaturas como caso particular del aparejo mecánico universal.—El *ancrage* en los despiezos.—Los puentes en pendiente como casos de generalidad superior á los de en esviaje.—Reglas de Jean Resal.—Estructuras doveladas de los puentes en esviaje y pendiente simultáneos.—Albores de una estereotomía mecánica por descubrir.

Evolución de las formas aparejadas: La línea potencial de las estructuras clásicas.—Nacimiento por flexión de las estructuras comprimidas.—La forma contrapesada de reacción vertical.—Causa de la perduración alcanzada por los monumentos clásicos.—Capacidad mecánica de los persas y etruscos revelada por el manejo de la reacción inclinada.—Formas de empuje repartido.—La localización del empuje como causa definitiva del principio estructural.—Gestación secular de este principio.—Formas sirias, armenias y romanas.—La composición por crucería admirablemente sintetizada en la bóveda de arista.—El contrafuerte interno.—La mentalidad de los aparejadores romanos y bizantinos.—Probable causa originaria de la estructura nervada.—Planteo de su principio.—Plementería.—La escuela de Anjou y su exportación inglesa.—«Sencilla complicación» de las bóvedas británicas.—Reincorporación de la nervatura á la masa abovedada.—Conservación del principio de los empujes localizados.—Las *fan vaulted roof* de la Catedral de Gloucester.—Aplicaciones.—El techo de la Catedral de Oxford.—El contrafuerte exterior como petrificación de la línea potencial de acción externa.—Mecánica comparada del puente y del arbotante; lógica de las articulaciones.—Armonía estéticomecánica de las estructuras góticas.—Posibilidad de una ideal estructura de los medioevales.—Decaimiento de la técnica estereotómica en el siglo XV.—Resurgimiento y causas de perfección de los aparejos bizantinos.—Característica de la evolución estructural en la construcción civil desde fines del siglo XVIII.—Perronet y la «regla del $\frac{1}{8}$ ».—Visión de Perronet.—Revista de estructuras aligeradas.—Los modernos tallistas técnicos del Imperio alemán.—La estereotomía de la penetración en las actuales bóvedas alemanas.

Estructuras tensadas: Constructibilidad de estas formas.—*Self-adaptación* que tienen á la línea potencial.—Enemigo principal de estas estructuras.—Mecánica de las mismas.—Estructuras tensadas de varios tramos.—Los *haubans* y los contrafuertes góticos.—Estructuras tensadas de empuje repartido y de empuje localizado.—Horizonte de una arquitectura general de formas tensadas.—Los Andes americanos originarios del puente colgante.—Primer puente colgante de metal.—Introducción en Inglaterra y Francia del puente colgante.—¿Por qué no hay puentes colgantes en París?—Tipo arquitectural de los puentes suspendidos franceses.—El puente del Gotteron.—Período de temor inspirado por el puente colgante.—Novedad introducida

por el puente del Niágara.—Teoría de Levy.—Influencia del paso de trenes y del paso de caballos en relación con la luz de los puentes.—Reivindicación del puente colgante ocasionada por la rigidez del tablero.—Dotación de rigidez al sistema sustentante, ejemplos.—Prevalcimiento del sistema rígido en su parte sustentada.—Los gigantes puentes colgantes modernos de Nueva York.—El *Bridge Commissioners* y su reciente proyecto.—Favorable ambiente actual que en Alemania reina hacia los puentes colgantes.—Gisclard sintetizador de las experiencias sobre las estructuras suspendidas.—El viaducto de la Cassagne.—Los «cables Ordish».—Montaje del puente Gisclard.

Parte VI.—COMPLEMENTO.

La estructuración compuesta: Combinación de los principios que rigen las estructuras simples.—La estructura compuesta originase por el empleo simultáneo de materiales diferentes.—Las cubiertas románicas como definidoras de la estructura compuesta.—Primeras estructuras compuestas por hierro y por fundición.—Principio de la división del trabajo en las formas resistentes.—Estructuración racional de las formas compuestas; base de economía y de arte que entraña su ley.—Adjunción de la bóveda tabicada con las vigas de hierro.—Reunión de la sillería y del hormigón armado.—El Perronet de nuestros días.—La estructura compuesta en la construcción monumental, iglesias de París.—Vasto campo que á la fantasía ofrece la estructuración compuesta.—Ejemplos interesantes.

Imaginativa estructural: Las reacciones de una estructura son función de la constructibilidad de ésta. El interés de una forma constructiva se ciñe principalmente á sus reacciones terminales.—El número de estructuras que equilibran á un mismo sistema de fuerzas se eleva á un infinito de orden superior.—Estructuras sin flexión.—Superficie de los ejes centrales.—La ecuación del eje neutro de una estructura general.—Situación previa de las reacciones terminales; constructibilidad que lo permite y original conclusión que se deduce.—El arco sin compresiones.—Familia de «estructuras ortogonales».—La viga recta como caso particular de estructura ortogonal.—Influencia del peso propio de la estructura.—Puente de arcos descendentes originado por la estructura ortogonal.—Aplicación de la teoría ortogonal á los cables colgantes; armaduras propias para cubierta que se deducen de aquella teoría.—Facilidad de montura de las primeras formas ortogonales.—Otros caminos para iluminar la imaginación en el encuentro de estructuras.—El valor del coeficiente estructural adoptado dicta espontáneamente la configuración constructiva.—Filosofía de los contrarrestos; consecuencia; tramada de arcos ó pórtico sin columnas.—La composición estructural por combinación de formas elementales conocidas.—La «ley de inversión de formas»; su presencia en los puentes alemanes.—Su aplicación á las formas á lo *Vergniais*; originalísima estructura que se deduce.—Aplicación de la ley de inversión de formas á las estructuras cupulares.—Antiguo presentimiento de dicha ley.—Inversión de formas é inversión de esfuerzos externos.—El problema subestructural en los edificios modernos.—Última observación.

Revista de las principales publicaciones técnicas.

El establecimiento de las vías enarenadas para detener los trenes.

En la *Zeit. des Ver. deutsch. Eisenbahnverw.*, del 25 y del 28 de Enero, M. Koepk hace resaltar las ventajas y describe la construcción de las vías enarenadas empleadas para detener con rapidez los trenes.

Después de recordar como una vía enarenada, convenientemente dispuesta, hubiese podido evitar el grave accidente de ferrocarril que se produjo en Mülheim, hace algunos meses, indica el autor en qué condiciones hay ventaja en establecer tales vías y la manera como se las ha dispuesto en Dresde. Después expone su método de cálculo de las dimensiones de las vías enarenadas, para detener sobre una longitud dada un tren de un peso