

## Nuevo método de cálculo de elementos lineales estructurales

FAUSTINO N. GIMENA RAMOS, DR. ARQUITECTO  
PEDRO GONZAGA VÉLEZ, ARQUITECTO

**RESUMEN.** *La tecnología en la arquitectura entendida como un proyecto docente único implica un reestudio profundo de los conocimientos de diferentes materias.*

*Del estudio de la materia de resistencia de materiales se ha obtenido un método intrínseco de cálculo de estructuras. Este método de cálculo reduce las horas lectivas respecto a los programas actuales, aumentando los conocimientos transmitidos en dicha materia.*

*Mediante este método se pueden calcular estructuras formadas por piezas curvas alabeadas, y como casos particulares, las formadas por piezas curvas planas o las formadas por barras.*

*El método resuelve las estructuras de elementos lineales con cualquier tipo de sección, ya sea ésta constante o variable. Trata indistintamente las estructuras con acciones directas y las estructuras con acciones indirectas. No ha distinción entre estructuras isostáticas y estructuras hiperestáticas.*

*A partir de un esfuerzo de precisión conceptual, el método prescinde de conceptos habituales hasta ahora, como son: reacción y rigidez.*

**SUMMARY.** *Technology in Architecture when understood solely as an educational plan involves an in-depth re-studying of what is already known about different materials.*

*The study of material resistance has given an intrinsic method of calculating structures. This method of calculus reduces the amount of lesson hours compared to current programs, thus increasing the amount of knowledge with can be transmitted on the subject.*

*With this method, structures forme by curved, warped pieces can be calculated and with specific cavities, those formed whit curved flat pieces or by bars.*

*The method provides a solution for structures with lineal elements having any type of section, this being constant or varying. It deals, without exception, with structures having direct action and indirect action. There is no distinction between isostatic structures and hyperstatic structures.*

*From a conceptually precise effort, the method dispenses with the until now routine concepts: reaction and rigidity.*

### INDICE GENERAL

1. Introducción
  2. Objeto del estudio
  3. Principios e hipótesis de comportamiento mecánico
  4. Geometría del elemento estructural
  5. Acción y efecto en la sección
  6. Ecuación del efecto en la sección
  7. Determinación del efecto en la sección
  8. Conclusiones
- Anejo A.** Ejemplos de definiciones **Anejo B.** Conocimientos previos al cálculo de estructuras

### 1. INTRODUCCION

Las últimas investigaciones en el campo del cálculo de estructuras, junto con el momento de cambio que se vive en las Universidades a partir de los nuevos planes de estudios, y el necesario ajuste de las enseñanzas de la arquitectura en función de las directivas europeas, deben llevar inevitablemente a un reajuste tanto de los contenidos como de la docencia.

El conocimiento de las características de los materiales y cálculo de las estructuras, es una parte, tan imprescindible como las demás, en la formación del técnico implicado en la construcción.

El objetivo de la enseñanza de la resistencia de materiales es el de transmitir los conocimientos necesarios para poder calcular estructuras. En lo que se refiere a la formación en este terreno, tradicionalmente, y por un proceso lógico en el que unos conocimientos se van apoyando en otros anteriores, se estu-

dia primero el cuerpo de conocimientos denominado genéricamente **resistencia de materiales**, como preparación necesaria previa al estudio de los **métodos de cálculo**. Se estudia la resistencia de materiales independientemente del método de cálculo que se considere apropiado en cada caso, e independientemente de la posibilidad que se tenga de disponer de herramientas auxiliares que faciliten el mismo, acortándolo en tiempo y aportando mayor o menor precisión.

La presente comunicación trata de aportar una nueva visión en el cálculo de estructuras, con claras implicaciones en lo que se refiere a la enseñanza de estas tecnologías en las Universidades.

Se trata por tanto de un tema que incide tanto en la formación técnica de arquitectos y demás profesionales, como en el desarrollo y aplicación de innovaciones tecnológicas en la arquitectura.

**2. OBJETO DEL ESTUDIO**

En el presente estudio se propone una enseñanza de la resistencia de materiales, que lleva implícita un método de cálculo de estructuras.

Es necesario definir este método de cálculo implícito, porque en los estudios actuales se adolece de una cierta falta de precisión que afecta a los conceptos (terminología), y a la representación gráfica de los mismos (simbología).

Los conceptos que se manejan en esta materia son sencillos e intuitivos y de ahí proviene quizás la dificultad para precisar definiciones. (Por ejemplo: Es fácil **entender** qué es **acción**. Es difícil **definir** qué es **acción**.)

Con las definiciones que se proponen y unos principios o hipótesis de cálculo, con los conceptos

fundamentales de la estática, (física elemental) y matemáticas básicas, se obtiene directamente el método de cálculo de elementos lineales estructurales, generalizable a elementos superficiales estructurales, con el mismo planteamiento y con la misma estructura de formulación. (Anejos A y B)

**3. PRINCIPIOS E HIPOTESIS DE COMPORTAMIENTO MECANICO**

El comportamiento mecánico de las estructuras se basa en la **Teoría de la Elasticidad**. Estos principios e hipótesis de comportamiento están universalmente aceptados y son de aplicación habitual en el cálculo prácticamente de todas las estructuras.

**3.1 Principios de comportamiento**

**3.1.1 Principio de superposición**

Relativo a la solución única y determinable que existe sobre el estado de **tensión y dilatación** (4.3) de cada punto de un elemento resistente de material elástico, con acciones y sustentaciones dadas.

**3.1.2 Principio de De Saint-Venant**

Establece que si en un área  $A$ , de la superficie exterior de un elemento resistente, se sustituye el sistema de fuerzas exteriores aplicado por otro equivalente, el estado de tensiones y dilataciones en todo el elemento resistente es sensiblemente el mismo, salvo en la zona de perturbación contigua al área  $A$ , de dimensiones análogas a las de ésta.

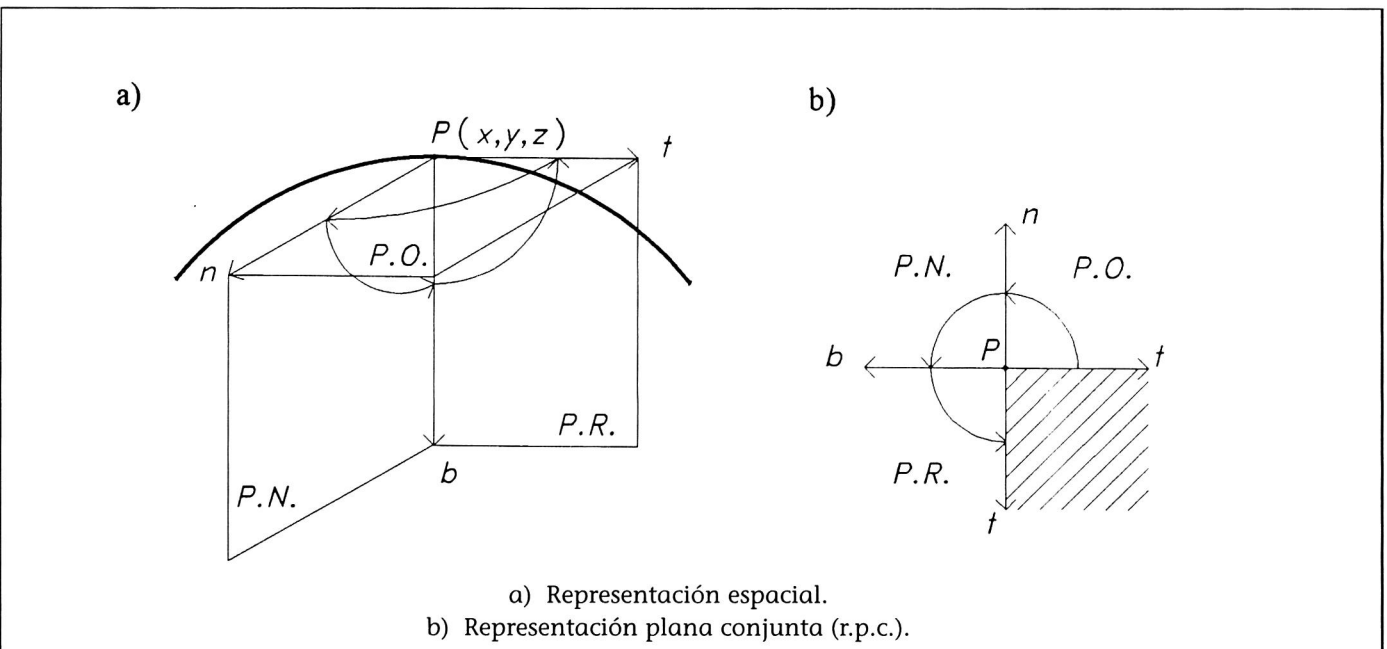


Figura 1

*Triangulo intrínseco asociado a un punto P de la directriz*



3.2 Hipótesis de comportamiento

3.2.1 Hipótesis 1ª

Las acciones directas (5) que se ejercen, acciones másicas en las partículas diferenciales exaédricas de la rebanada (6), y acciones superficiales en las

facetas diferenciales de su contorno, se sustituyen por una acción unitaria directa de seis componentes, aplicada en su directriz.

Igualmente, las deformaciones impuestas, térmicas, reológicas, etc., se sustituyen por una acción unitaria indirecta de seis componentes, aplicada sobre la directriz de la pieza.

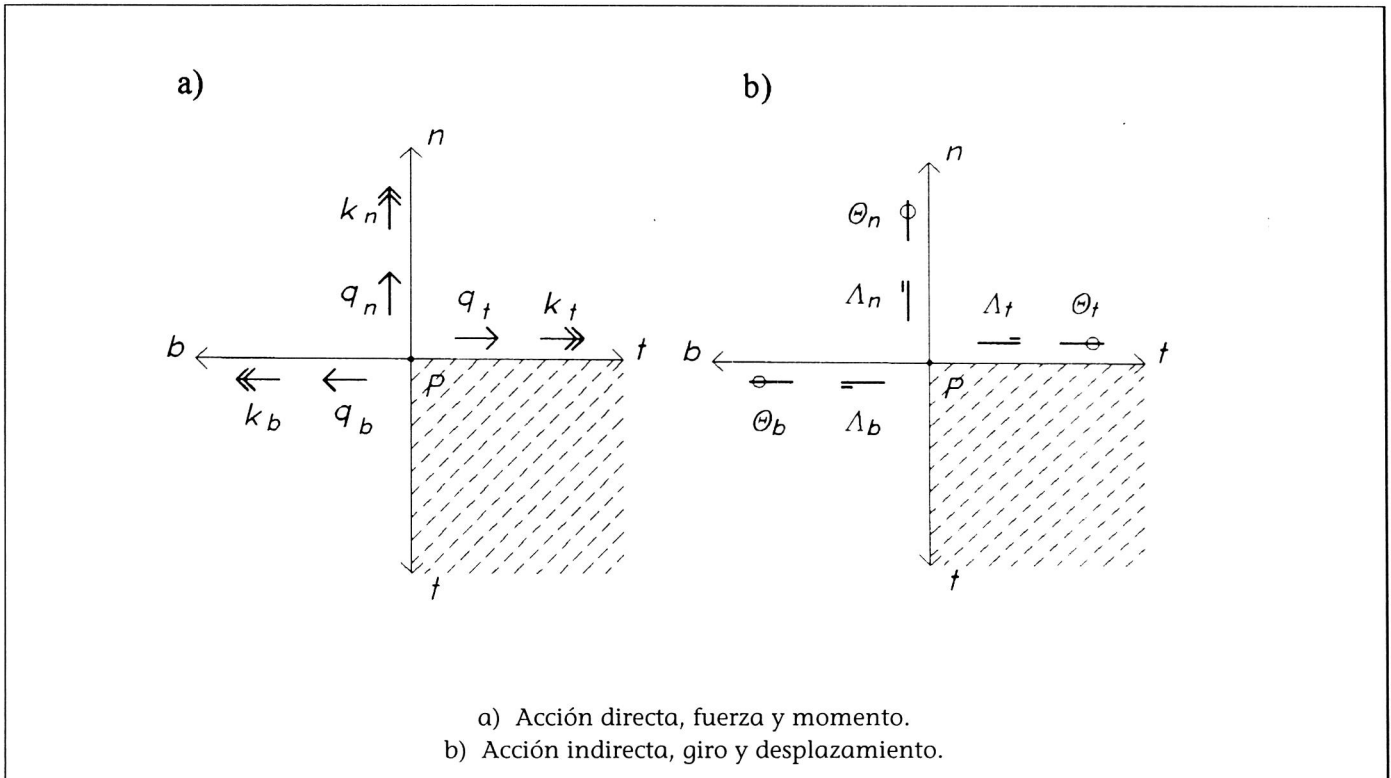


Figura 2  
Sentidos positivos de la acción en r.p.c.

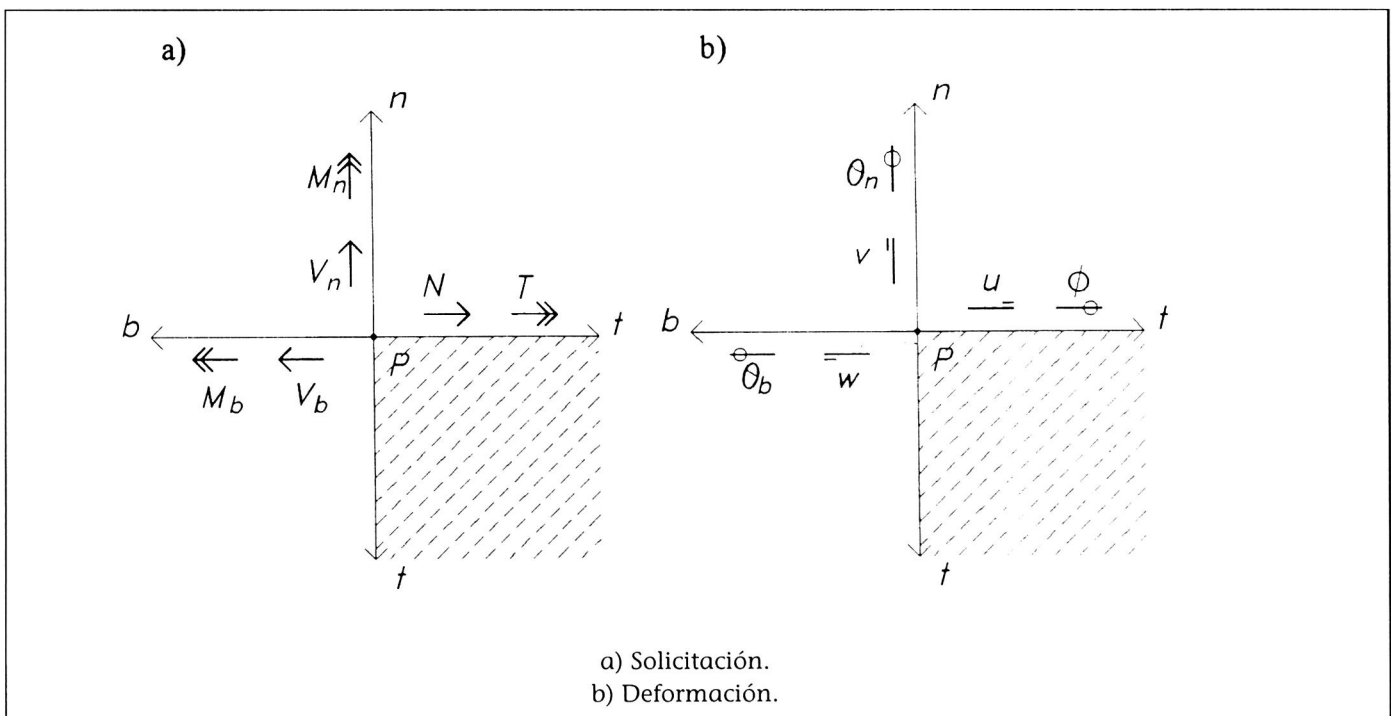


Figura 3  
Sentidos positivos del efecto en la sección en r.p.c.

**3.2.2 Hipótesis 2ª**

El tensor de tensión es plano.

**3.2.3 Hipótesis 3ª**

La sección, después de la deformación, se mantiene plana; es decir, gira alrededor de una recta L, denominada **línea neutra**, y conserva la ortogonalidad a la directriz deformada.

**3.2.4 Hipótesis 4ª**

Para que se produzcan **tensiones y dilataciones**, (efecto en un punto material (4.3) del elemento lineal estructural), es necesario que existan acciones sobre el mismo, con sustentación estable.

**4. GEOMETRIA DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL**

De la propia definición de elemento resistente lineal (Anejo A), se deduce que es necesario conocer, la **directriz**, la **sección** y el **material**.

**4.1 Geometría de la directriz**

Se entiende por geometría de la directriz, la expresión matemática de la misma, dada por sus **ecuaciones intrínsecas**, que son:

**Curvatura** (Curvatura de flexión):  $\chi = \chi(s)$

**Alabeo** (Curvatura de torsión):  $\varphi = \varphi(s)$

Las ecuaciones intrínsecas son independientes del sistema de referencia utilizado.

La aparente dificultad en hallar las ecuaciones intrínsecas de la directriz de un elemento resistente line-

al cualquiera se ve controlada cuando se aplica la lógica del proyecto arquitectónico. Las formas imaginadas siempre se dominan por la lógica de lo construable, lo cual es algo intrínseco a la propia arquitectura. De las formas arquitectónicas estructurales más normalmente utilizadas, se conocen las ecuaciones intrínsecas de la directriz de sus elementos resistentes.

Obtener la ecuación de la línea directriz es definir cualquier punto que pertenece a ella.

Ese punto está definido conociendo la **curvatura** y el **alabeo**, en función de la **longitud de arco**.

Hay un **triedro intrínseco** asociado al punto de la directriz, formado por la **tangente**, (*t*), la **normal**, (*n*), y la **binormal**, (*b*) (figura 1).

**4.2 Términos de sección**

La sección del elemento resistente lineal se define estructuralmente por unos conceptos matemáticos llamados **términos de sección**, que son, el **área**, las **inercias**, el **módulo de torsión** y los **coeficientes de cortadura**, todos ellos referidos al triedro intrínseco de la directriz en ese punto.

**Area:**

$$A = A(s)$$

**Inercias.** Referidas a los ejes del triedro intrínseco en el punto de intersección de la directriz con la sección:

$$I_n = I_n(s), I_b = I_b(s), I_{nb} = 0$$

(se consideran elementos resistentes en los que los ejes de inercia de la sección coinciden con los del triedro intrínseco de la directriz)

**Módulo de torsión.** Referido a los ejes del triedro intrínseco en el punto de intersección de la directriz con la sección:

$$I_t = I_t(s)$$

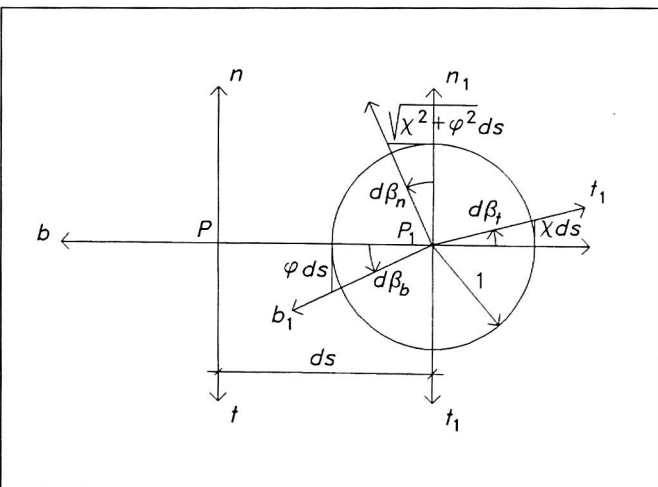
**Coefficientes de cortadura:**

$$\alpha_n = \alpha_n(s), \alpha_b = \alpha_b(s)$$

Los términos de sección son necesarios porque el fin último del cálculo es conocer la tensión de trabajo de cualquier punto material del elemento resistente lineal, y comprobar con ello la validez respecto a resistencia del elemento diseñado. Con los términos de sección, se logra llevar las propiedades de forma de la sección al baricentro de la misma, y por tanto a la directriz.

**4.3 Propiedades mecánicas del material**

Se consideran materiales homogéneos e isotrópicos, en estado elástico.



**Figura 4**  
*Triedros intrínsecos asociados a la rebanada en r.p.c.*



Se determinan los **módulos de elasticidad**, a partir de la relación entre **tensión y dilatación**.

**Módulo de elasticidad longitudinal:**  $E = E(s)$

**Módulo de elasticidad transversal:**  $G = G(s)$

**Tensión.** Es la fuerza interna de un punto del elemento resistente.

**Dilatación.** Es la deformación de un punto del elemento resistente.

**Efecto en un punto.** Conjunto de todas las componentes de las tensiones y dilataciones en dicho punto.

## 5. ACCION Y EFECTO EN LA SECCION

El estudio de las **acciones** consiste en considerar las **fuerzas y deformaciones** sobre el elemento resistente lineal, referidas a la directriz.

**Acción.** Es el conjunto de fuerzas y, o deformaciones que se imponen a un elemento resistente en su in-

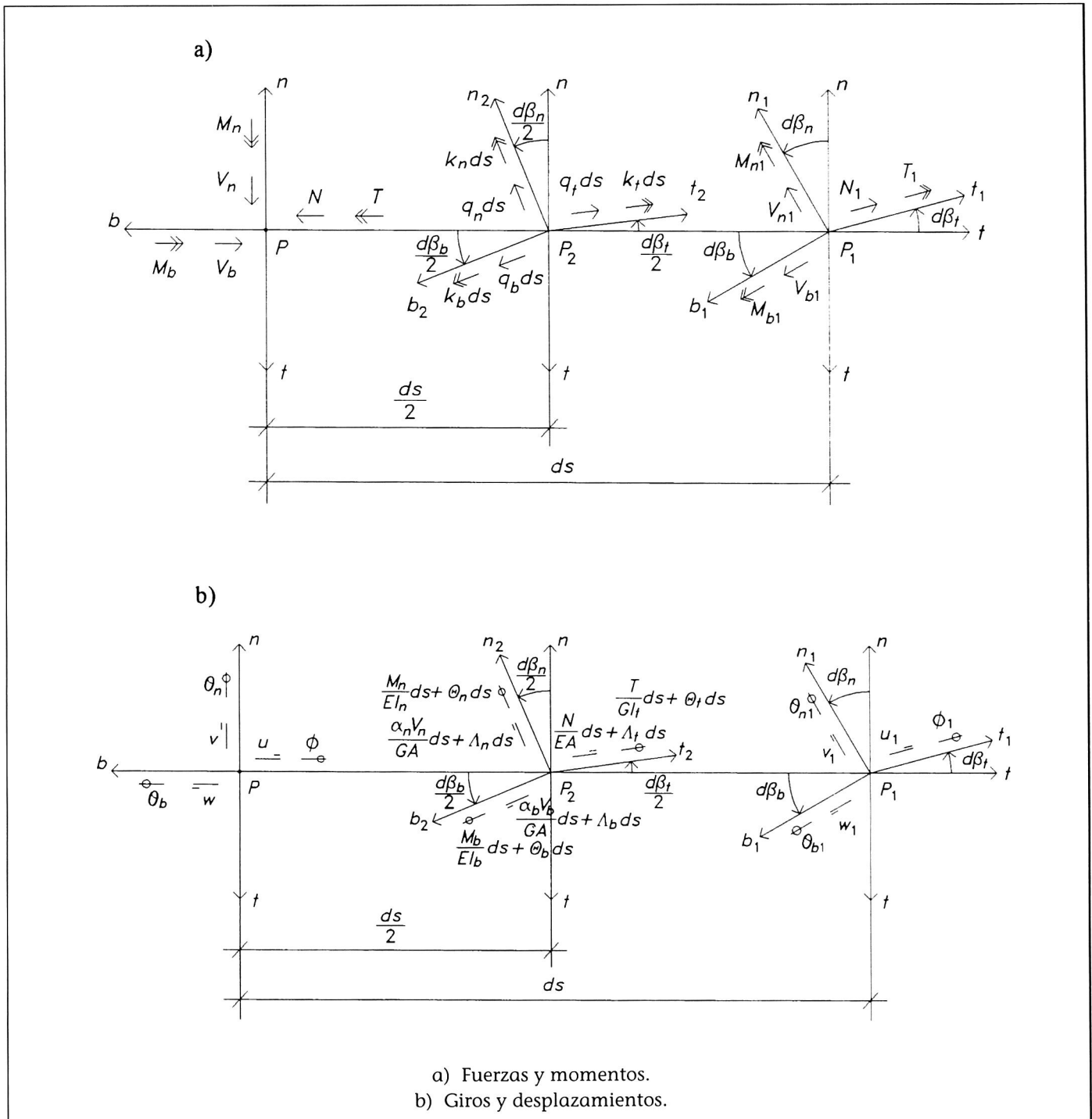


Figura 5  
Sistemas que intervienen en la rebanada, en r.p.c.

terior, o en su contorno, debido a una misma causa.

Por las hipótesis de comportamiento mecánico establecidas, las referimos a un punto de la directriz.

**Componentes de la acción** (figura 2):

$$\text{Fuerza: } q_t = q_t(s), q_n = q_n(s), q_b = q_b(s)$$

$$\text{Momento: } k_t = k_t(s), k_n = k_n(s), k_b = k_b(s)$$

$$\text{Giro: } \Theta_t = \Theta_t(s), \Theta_n = \Theta_n(s), \\ \Theta_b = \Theta_b(s)$$

$$\text{Desplazamiento: } \Lambda_t = \Lambda_t(s), \Lambda_n = \Lambda_n(s),$$

$$\Lambda_b = \Lambda_b(s)$$

**Fuerzas y momentos** se denominan **acciones directas**. Pueden aplicarse en el interior de la pieza (peso propio), o en su contorno (cargas debidas a elementos constructivos, instalaciones fijas, sobrecargas de uso, nieve, viento, empujes del terreno, y excepcionalmente, impactos, explosiones, etc.).

Las aplicadas en el interior de la pieza se denominan **fuerzas másicas**.

Las que se ejercen en su contorno se denominan **fuerzas superficiales**.

En ambos casos se admite la simplificación de asimilarlas a una acción lineal, fuerza y, o momento equivalente, aplicada sobre la directriz de la pieza.

**Giros y desplazamientos** se denominan **acciones indirectas**. Son debidas a un conjunto de deformaciones impuestas (sismos, vibraciones, acciones térmicas, reológicas, etc.).

El estudio de las acciones sobre la directriz del elemento lineal estructural, tiene por objeto hallar el **efecto** en la sección del mismo.

**Efecto en la sección** (figura 3). Es el sistema resultante de los efectos en los puntos de la sección, referido al baricentro de la misma.

**Componentes del efecto en la sección:**

$$\text{Fuerza: } N = V_t = N(s), V_n = V_n(s), \\ V_b = V_b(s)$$

$$\text{Momento: } T = M_t = T(s), M_n = M_n(s), \\ M_b = M_b(s)$$

$$\text{Giro: } \phi = \theta_t = \phi(s), \theta_n = \theta_n(s), \\ \theta_b = \theta_b(s)$$

$$\text{Desplazamiento: } u = u(s), v = v(s), w = w(s)$$

Acción fuerza es algo externo (carga lineal o superficial).

Efecto fuerza es algo interno (esfuerzo normal, cortante, etc.).

## 6. ECUACION DEL EFECTO EN LA SECCION

Las componentes del efecto en la sección son las incógnitas a determinar. Las acciones (lo externo

al elemento estructural) se conocen y hay que establecerlas. El efecto en la sección (lo interno al elemento estructural) no se conoce y hay que determinarlo. El objetivo es conocer si el material resiste las acciones establecidas para una determinada sección.

Para obtener la **ecuación del efecto** en la sección, **únicamente** son necesarios la **geometría** del elemento resistente y las **acciones** que sobre él se ejercen.

Las condiciones de estabilidad de una **rebanada** del elemento resistente lineal sirven para determinar las ecuaciones del efecto en la sección.

**Rebanada.** Una rebanada de una pieza es la parte de ésta comprendida entre la sección normal P y otra sección  $P_1$ , separada de la anterior una distancia infinitesimal ( $ds$ ) en la directriz. (figura 4)

Para el equilibrio del efecto en la sección de la rebanada, es necesaria la estabilidad de las componentes del efecto en la sección:

$$\text{Fuerzas: } \Sigma F = 0$$

$$\text{Momentos: } \Sigma M = 0$$

$$\text{Giros: } \Theta_{final} = \Theta_{inicial} + \Theta_{rebanada}$$

$$\text{Desplazamientos: } \Lambda_{final} = \Lambda_{inicial} + \Lambda_{rebanada}$$

**Ecuación del efecto en la sección.** (Utilizando  $D = d/ds$ ) (figura 5)

En la figura 6 se representa el sistema de ecuaciones correspondiente a la formulación del **nuevo método de cálculo de elementos lineales estructurales**, obtenida directamente de la resistencia de materiales.

## 7. DETERMINACION DEL EFECTO EN LA SECCION

### 7.1 Resolución analítica

Además de las ya establecidas, geometría del elemento resistente lineal y acciones que sobre él se ejercen, para determinar el efecto en la sección, es necesario conocer la forma de **sustentación**.

La formulación establecida tiene infinitas soluciones porque no se ha definido todavía la **sustentación** del elemento resistente lineal.

En función del tipo de sustentación, se obtendrán diferentes soluciones al efecto en la sección.

El efecto en la sección será único cuando la sustentación sea estable, y el efecto en la sección será indeterminado (infinitas soluciones) cuando la sustentación sea inestable.

La sustentación hace estable o inestable al elemento resistente. Hay una única, o infinitas soluciones, para el efecto en la sección.

**Sustentación.** Elemento material, unido a un



extremo del elemento resistente lineal, que tiene por misión resistir las acciones que este último ejerce sobre él.

La sustentación actúa impidiendo o permitiendo el giro y el desplazamiento en ella misma, del elemento resistente lineal. Por tanto, al permitir o impedir el giro y el desplazamiento, la sustentación hace que el sistema, o no, tenga una única solución.

Un elemento resistente lineal está sustentado en sus dos extremos. Un vuelo es un elemento resistente sustentado en dos extremos, en uno de los cuales el elemento material de sustentación es nulo.

La sustentación estable hace que conozcamos seis componentes del efecto en la sección, en cada extremo del elemento resistente. Como conocemos seis componentes de cada sustentación, el efecto en la sección queda determinado y es único para elementos resistentes lineales estables.

## 7.1 Resolución informática

Mediante el paso de diferenciales a diferencias finitas en la ecuación del efecto en la sección, se puede obtener la relación existente entre los efectos en la sección, en dos puntos distantes una magnitud finita, tan pequeña como se quiera.

Por esta razón, podemos relacionar el efecto en la sección de un extremo del elemento resistente lineal con el otro extremo.

Esta formulación obtenida por medio de esta ley de recurrencia permite programación informática,

y por las condiciones de sustentación, la obtención aproximada del efecto en la sección en cualquier punto del elemento resistente lineal.

## 8. CONCLUSIONES

### 8.1 Relativas al método de cálculo

En el estudio de la resistencia de materiales hay implícito un método de cálculo de estructuras.

Proponemos la denominación de **método de cálculo intrínseco de elementos lineales estructurales**.

Este método es más sencillo que cualquier otro en cuanto a su generación y comprensión. Es intuitivo y desarrollable. La resolución del mismo es viable por medio de la informática. Se ha redactado un programa informático que resuelve la ecuación del método intrínseco.

Es necesaria una cantidad mínima de datos para calcular, que son, las ecuaciones intrínsecas de la directriz, los términos de sección, las acciones y las condiciones de sustentación.

No son necesarias las reacciones.

Cualquier elemento lineal estructural en el que se produzcan acciones indirectas, es calculable. Las acciones indirectas son tratadas en este método de igual forma que las acciones directas.

De forma análoga se pueden tratar las sustentaciones. El método no implica diferenciación entre estructuras isostáticas o hiperestáticas.

El método intrínseco une los conceptos de solici-

$DN$	$-\chi V_n$			$+q_t = 0$		
$\chi N$	$+DV_n$	$-\varphi V_b$		$+q_n = 0$		
	$\varphi V_n$	$+DV_b$		$+q_b = 0$		
		$DT$	$-\chi M_n$	$+k_t = 0$		
		$-V_b + \chi T$	$+DM_n$	$-\chi M_b$	$+k_n = 0$	
	$V_n$		$+\chi M_n$	$+DM_b$	$+k_b = 0$	
		$-T/GI_t$		$+D\phi - \chi \theta_n$	$-\Theta_t = 0$	
			$-M_n/EI_n$	$+\chi \phi + D\theta_n$	$-\phi \theta_b$	$-\Theta_n = 0$
			$-M_b/EI_b$	$+\phi \theta_n$	$+D\theta_b$	$-\Theta_b = 0$
$-N/EA$				$+D_u - \chi_v$	$-\Lambda_t = 0$	
	$-\alpha_n V_n/GA$			$-\theta_b + \chi_u$	$+D_v - \phi_w$	$-\Lambda_n = 0$
		$-\alpha_b V_b/GA$		$+\theta_n$	$+\phi_v + D_w$	$-\Lambda_p = 0$

Figura 6

Nuevo método de cálculo de elementos lineales estructurales

**tación y deformación** en un único concepto, denominado **efecto en la sección**.

El orden de estudio de las componentes del efecto en la sección es, fuerza, momento, giro y desplazamiento, contra lo estudiado hasta ahora, que es, fuerza, momento, desplazamiento y giro.

Son los giros los que producen desplazamientos.

Los cuatro vectores se han descompuesto sobre los tres ejes del triedro intrínseco, porque es más sencilla su comprensión y su expresión gráfica mediante la **representación plana conjunta**. (Sobre la representación plana conjunta, ver: "*Nueva representación plana de triedros infinitamente próximos*." y "*Nueva simbología en la representación de los vectores giro y desplazamiento*". Ponencias presentadas en el VI Congreso Internacional de Expresión Gráfica en la Ingeniería, "*Normalización Gráfica*", Toledo, Mayo de 1994)

Para obtener resultados en elementos superficiales estructurales, tendrá que haber un método intrínseco análogo al existente en elementos lineales estructurales. Se podrá extrapolar el método intrínseco al cálculo de elementos superficiales.

Estas conclusiones relativas al propio método intrínseco, hacen que éste tenga fuertes implicaciones en la futura docencia del cálculo de estructuras.

## 8.2 Relativas a la enseñanza de la tecnología en la arquitectura

Las conclusiones relativas a la enseñanza de la tecnología en la arquitectura se pueden sintetizar en una serie de propuestas.

Un único **proyecto docente** para la enseñanza de la tecnología en la arquitectura. Denso, que interrelacione los diferentes campos de conocimientos propios de dicha tecnología.

Una interrelación entre materias de tecnología en la arquitectura, que inicialmente se estructuran de modo parcial, estanco y separado. A partir del método intrínseco se ve claramente la aplicación directa de las asignaturas básicas y se intuye un cierto límite de los contenidos de dichas asignaturas básicas, en función de su aplicabilidad.

Una revisión profunda del contenido de conocimientos de las diferentes materias relacionadas con la enseñanza de la tecnología en la arquitectura, como trabajo del personal docente implicado en estas materias.

Un concepto de **innovación** consistente en la revisión crítica, profundización y síntesis de los conceptos básicos, del propio conocimiento a transmitir y no consistente simplemente en la mejora de las herramientas de trabajo (mejor hardware, actualización de software sin modificar algoritmos de programación, etc.).

Generación de **nuevos algoritmos**, nuevas metodologías de trabajo, a partir de la revisión profunda de conocimientos, que permanecen inamovibles, dentro de unos planes de estudios, a su vez también inamovibles.

Exposición de la resistencia de materiales y su método de cálculo intrínseco en dos créditos, y cuatro créditos con la inclusión de los conocimientos previos necesarios.

Es posible la reducción de créditos incluso añadiendo conceptos a las programaciones docentes actuales. El fin último de estas reducciones está en adaptarse a los nuevos planes de estudios, que tienden a la reducción del tiempo lectivo sin pérdida de contenidos, liberando tiempo para ampliar otros aspectos de igual importancia en la enseñanza de la tecnología en la arquitectura.

Planteamiento de una línea expositiva de conocimientos progresiva de lo general a lo particular. Por ejemplo, en el método intrínseco se parte de un elemento resistente lineal de directriz curva alabeada, como caso genérico, y el cálculo de otro elemento más sencillo y habitual sólo implica simplificaciones del propio método.

## ANEJO A: Ejemplos de definiciones

Dada la importancia que tiene en el planteamiento de este estudio la definición precisa de conceptos, se aportan algunas, a modo de ejemplo, y que en todo caso, siempre son susceptibles de revisión. Se trata de un trabajo de recopilación, búsqueda, y reelaboración en algunos casos.

**Estructura.** Estructura de un edificio es el conjunto unido de sus elementos resistentes. Tiene por misión soportar las acciones que se ejerzan sobre ella durante la vida del edificio y transmitir las al suelo con las condiciones exigibles de seguridad, rigidez y durabilidad.

**Elemento resistente.** Es una parte material y diferenciable de una estructura. Los elementos resistentes, atendiendo a su forma y función, son clasificables en lineales, superficiales y volumétricos.

**Elemento resistente lineal.** Es un elemento resistente engendrado por una sección plana cuyo bariocentro se desplaza por una línea llamada directriz, manteniéndose normal a ésta. Al elemento resistente lineal también se la denomina pieza. Cuando la directriz es una recta, al elemento resistente lineal se le denomina barra. Ejemplos: Pilares, vigas rectas, vigas curvas, arcos, etc.

**Elemento resistente superficial.** Es un elemento resistente engendrado por un segmento denominado espesor, cuyo centro se desliza sobre una superficie directriz, manteniéndose normal a ésta. El espesor es menor que la menor dimensión de la directriz. Ejemplos: Losas, láminas, bóvedas, etc.

**Elemento resistente volumétrico.** Es el que tiene



sus tres dimensiones comparables. Ejemplos: Zapatas, dados de anclaje, etc.

**Estructura reticular.** Es la constituida por piezas, especialmente barras, enlazadas por sus extremos en nudos con uniones articuladas o rígidas. En cada nudo acometen en general, más de dos piezas. Las directrices de las piezas constituyen una redícula plana o espacial. Es el tipo estructural más frecuente en edificación.

**Estructura lineal.** Es un caso particular de estructura reticular. En cada nudo acometen sólo dos piezas, con unión rígida. Es un conjunto de piezas en sucesión. Los extremos de las piezas se unen rígidamente en nudos interiores y con sustentación en uno o en los dos nudos extremos.

**Perfil.** Está constituido por las directrices de las piezas, que conforman una línea generalmente discontinua. En función del perfil, las estructuras se clasifican en lineales planas y lineales espaciales.

## ANEJO B: Conocimientos previos al cálculo de estructuras

El concepto de conocimientos previos no implica que no se imparta en el curso la relación de contenidos adjunta.

**Respecto de los principios e hipótesis de comportamiento mecánico.** Es necesario conocer la teoría de la elasticidad (relación entre tensión y dilatación), y las características físicas de los materiales habituales en construcción.

Forman parte del propio curso, la explicación de los principios e hipótesis de comportamiento del material, bajo la condición de suficiente exactitud en su aplicación al cálculo, basada en la experiencia.

**Respecto de la geometría del elemento estructural.** Es necesario conocer el concepto de función y el concepto de ecuación intrínseca de una curva alabeada.

La expresión gráfica y analítica de la geometría aportan los conceptos de línea curva alabeada, tangente, normal, binormal, curvatura, alabeo, directriz, baricentro, etc.

Por su importancia, es objeto del propio curso, aunque se haya impartido anteriormente, el estudio de los términos de sección, es decir, los conceptos de área, momento de inercia, módulo de torsión y coeficientes de cortadura.

**Respecto de la acción y el efecto en la sección.** La física elemental aporta los conceptos de fuerza, momento, giro y desplazamiento, a desarrollar en el curso, referidos a elementos resistentes lineales.

**Respecto de la ecuación del efecto en la sección.** La ecuación se obtiene aplicando la estática.

Es necesario conocer qué es un sistema de ecuaciones diferenciales, para poder interpretar la ecuación del efecto en la sección.

Qué son condiciones de contorno, para poder resolverlo.

**Respecto de la determinación del efecto en la sección.** Es necesario conocer las condiciones de contorno (en este estudio, condiciones de sustentación) para poder resolver un sistema de ecuaciones diferenciales (ecuación del efecto en la sección).

Como el proceso de resolución en esta asignatura consiste en efectuar el paso de los diferenciales a diferencias finitas, (obtener una ley de recurrencia y programar en el ordenador) se precisa un conocimiento mínimo de dichos conceptos, e introducir la formulación obtenida en un programa informático para su resolución.

