

**EVOLUCIÓN  
ESTRUCTURAL DE LOS  
ELEMENTOS  
PREFABRICADOS**

**M. en I. JORGE  
SILVA MIDENCES**



¿CÓMO HEMOS LLEGADO AQUÍ?  
¿HACIA DONDE VAMOS?

- A. Muros Arquitectónicos de Carga
- B. Columna Exterior
- C. Doble T o Losa Alveolar
- D. Columna Interior
- E. Viga T Invertida o Trabe Mixta
- F. Muro Diafragma
- G. Escaleras

# CREATIVIDAD, INGENIO... TECNOLOGÍA

ALGUNOS HITOS: ¿QUÉ  
DEBEMOS A NUESTROS  
ANTECESORES?

ELEMENTOS  
APORTACIONES

**MATERIALES**

MANUALES  
EDUCACIÓN

EQUIPOS  
PATENTES

## CONCLUSION:

Agilizar procesos:  
Minimizar Costos  
Abatir Tiempos  
con Alta CALIDAD

**ALBAÑIL Y ALFARERO = IQED**

**SIGNIFICADO**

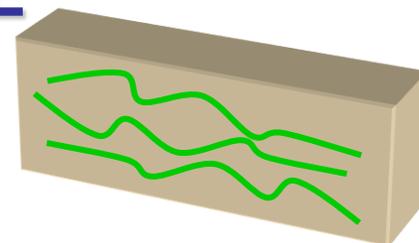
**“MOLDEAR LA TIERRA”**

**PAJA**



**DAR RIGIDEZ AL ADOBE, O EVITAR RAJADURAS AL SECARSE**

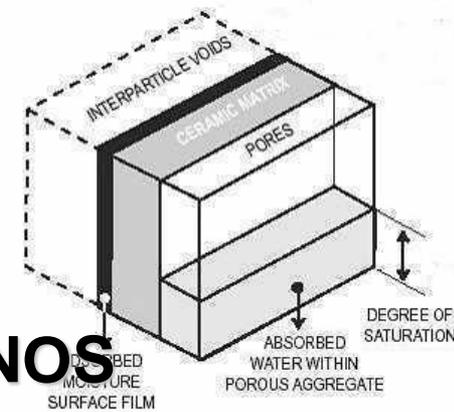
**¿ASPECTOS COMUNES EN LO ANTERIOR CON LA PRÁCTICA DE HOY EN DÍA?**





**UN EQUIPO DE OBREROS HACIENDO ADOBES.  
MEZCLA DE BARRO Y PAJA,  
**MOLDE DE MADERA,**  
**IQUED, y...SISTEMA DE PRODUCCIÓN****

# CONCRETO LIGERO ESTRUCTURAL **SLWC** (2)



DESDE TIEMPOS ANTES DE LOS ROMANOS

LOS PRIMEROS FUERON FABRICADOS CON  
**PIEDRA PÒMEZ** DE GRECIA O ITALIA COMO AGREGADO  
ALIGERANTE

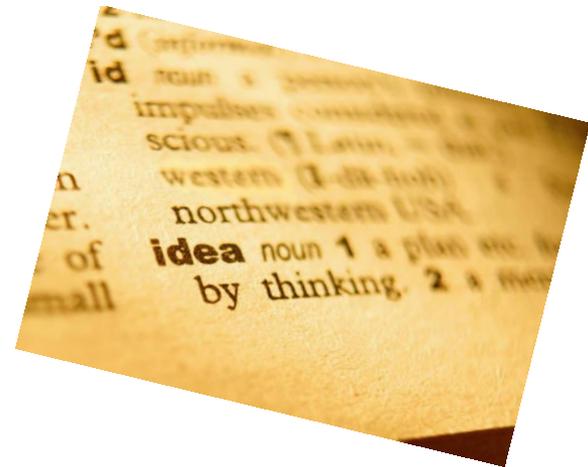
POCA RESISTENCIA PERO GRAN DURABILIDAD  
.....ANTIGUAS ESTRUCTURAS EN EL MEDITERRÀNEO.

ACTUALMENTE,  
**RESISTENCIAS COMPARABLES** CON EL CONCRETO DE  
PESO NORMAL,

PERO 25-35% **MÀS LIGERO**

**STEPHEN J. HAYDEN**, KANSAS CITY, MISSOURI, U.S.A. (U.S. PATENT No. 1255878) ....**HASTA 1918** (2)

**COMO SUELE SUCEDER, EMPEZÒ TRATANDO DE  
RESOLVER UN PROBLEMA Y TERMINÒ.....**



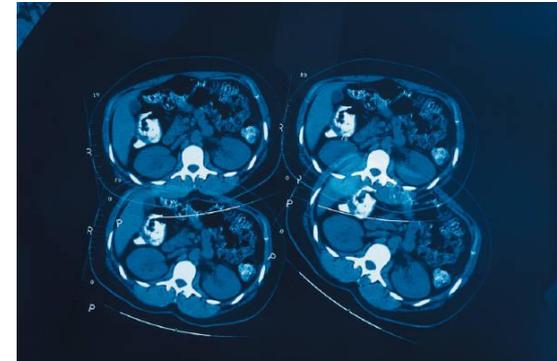
**DURANTE SIGLOS:**

**ANORMAL EXPANSIÓN LADRILLOS CON MATERIAL DE  
ESQUISTO,**

**ALTAS TEMPERATURAS PROCESO DE COCCIÓN.**

**VISUALIZÒ QUE EL MATERIAL DESECHADO:  
CARACTERÍSTICAS POTENCIALES COMO **AGREGADO**  
**ALIGERANTE:****

**CELDA DE AIRE NO CONECTADAS  
POR FORMACIÒN Y EXPANSIÒN DE GASES EN ALTAS  
TEMPERATURAS.**



**SU RAZONAMIENTO, QUE REAFIRMÒ, POR  
**EXPERIMENTACIÒN,****

**REDUCIR LA CARGA MUERTA**

**IMPACTO EN **COSTO.****

- **PISOS** EN ESTRUCTURAS DE ACERO (PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO)
- **ESTRUCTURAS** DE CONCRETO: EDIFICIOS Y ESTACIONAMIENTOS (TODOS LOS TIPOS INCLUYENDO **PISOS POSTENSADOS**)
- PLATAFORMAS DE PUENTES, PILARES Y **VIGAS AASHTO**
- CONCRETOS CON DENSIDAD ESPECÍFICAS
- ELEMENTOS **PREFABRICADOS Y PRESFORZADOS** (**TRABES**, DOBLE-T, PAREDES **TILT-UP**, TUBERÍAS, ORNAMENTOS, ETC.)
- ESTRUCTURAS MARINAS, **BARCOS**, PLATAFORMAS PETROLERAS
- DE RELLENO Y AISLAMIENTO.



**SMIE** 1938 RUSSELL GAMES SLAYTER AISLAMIENTO

**TÈRMICO ...FIBERGLAS®**

**CONCRETO REFORZ C/ FIBRAS** RUSIA DESPUES DE WW2

1960 DR. MAJARDAR DIÓXIDO DE ZIRCONIO CENTRO DE INVESTIG DE LA CONSTRUCCION INGLATERRA (BRE) INDUSTRIA DEL **GRC** Glass Fiber Reinforced Cement **GFCR**

1972 **FRP`s** IMPREGNACIÓN DEL CONCRETO CON MONÓMEROS, QUE POSTERIORMENTE ...

**RESISTENCIA MECÁNICA** (más de 200 N/mm<sup>2</sup>).

PRÁCTICAMENTE **INATACABLES**: AGRESIVOS QUÍMICOS o CICLOS HIELO Y DESHIELO **MEJORA SU REL. RESIST/PESO**

STEPHANIE KWOLEK 17 PATENTES, SALÒN DE LA FAMA - INVENTORES EN 1995, RECIBE LA MEDALLA NACIONAL DE TECNOLOGÌA EN 1996.

## 1995 CONCRETO DE ULTRA DESEMPEÑO UHFC

Ultra-High Performance Concrete **BOUYGES S.A. PARIS – LAFARGE**

**INCLUYE ARENA FINA, FLUORURO CUARCÌTICO Y ACERO  
o FIBRAS ORGÀNICAS**

**A COMPRESIÒN PUEDE ALCANZAR 206.8 Mpa, (30,000 psi)**

**ALTA RESISTENCIA HASTA 82.7 Mpa, (12,000 psi)**

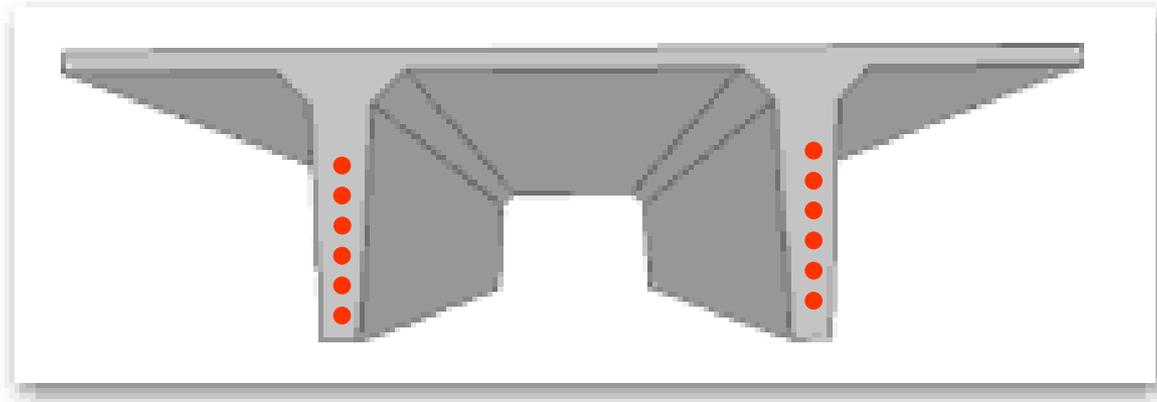
**ACORDE CON INVESTIGADORES Y LA FEDERAL HIGHWAY  
ADMINISTRATION U.S.A.**



## THE BRIDGE STREET BRIDGE (5)

1er. PUENTE VEHICULAR DE CONCRETO EN U.S.A., QUE EMPLEA

**TENDONES PRETENSADOS CFRP** Carbon Fiber Reinforced Polymer  
**COMO PRINCIPAL REFUERZO ESTRUCTURAL Y**



**CABLES POSTENSADOS CFCC** – Carbon Fiber Composite Cable

**1986 ALEMANIA - 1er. PUENTE USANDO FRP** Fibre Reinforced Polymer – **CABLES POSTENSADOS**

**SISTEMA DE RECUBRIMIENTO DE PARTÍCULAS EN SECO,  
AMALGAMA LOS ELEMENTOS DE MANERA MÁS SÓLIDA.  
ALTA RESISTENCIA Y FLEXIBILIDAD CON UN PESO LIGERO.**

**MELI PIRALLA? MODELO A ESCALA IGLESIA VIRREINAL**

**EDIFICACIÓN CON LADRILLOS DE  
PLÁSTICO POLITETILENO DE ALTA  
DENSIDAD (PEAD), TÉRMICO, ABATE  
COSTOS.**



**PREMIO NAL. DE VIVIENDA CONAFOVI -2003  
ING. MARIANO NÚÑEZ.**

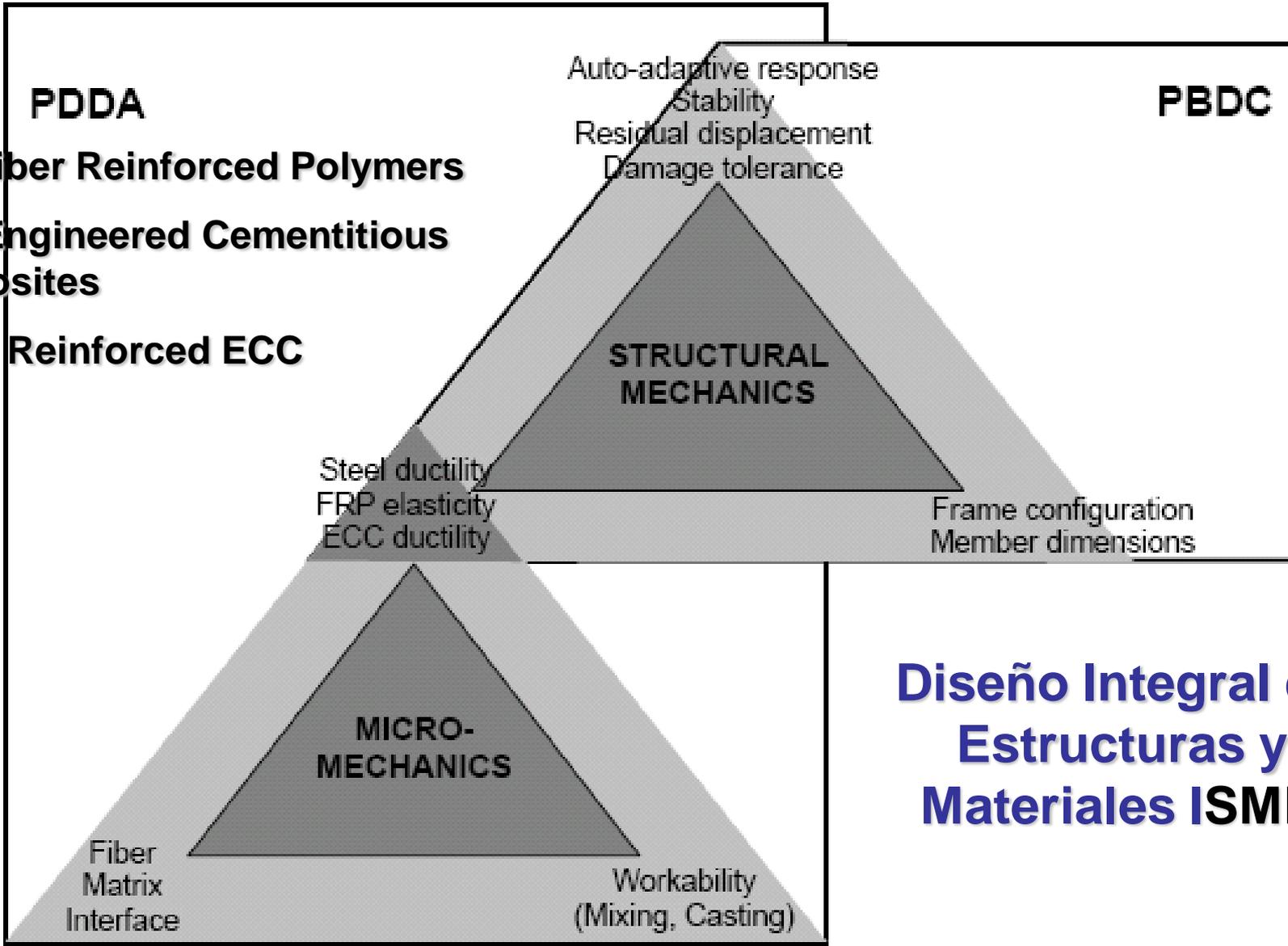


**CITRUM –CONCRETO GRIS hasta 950 kg/cm<sup>2</sup>  
ILUM - CONCRETO TRANSLÚCIDO – 950 kg/cm<sup>2</sup>  
CONCRETO CONDUCTIVO PASO DE ELECTRICIDAD  
OMAR GALVÁN C. Y JOEL SOSA G. ESTUD-ING. **UAM.****

# COMPORTAMIENTO BI-LINEAL ELÀSTICO CARGA-DEFORMACIÓN Y CAPACIDAD DE RESPUESTA ADAPTATIVA

**PDDA**  
**FRP, Fiber Reinforced Polymers**  
**ECC, Engineered Cementitious Composites**  
**R/ECC Reinforced ECC**

**PBDC**



**Diseño Integral de Estructuras y Materiales ISMD**

# PUENTE SUNDOYA EN NORUEGA, A SÒLO 100 km. AL SUR DEL CÌRCULO ÀRTICO -LWC



**DE TRES CLAROS,  
EL PRINCIPAL DE 298 m. Y DOS LATERALES DE 120m.**

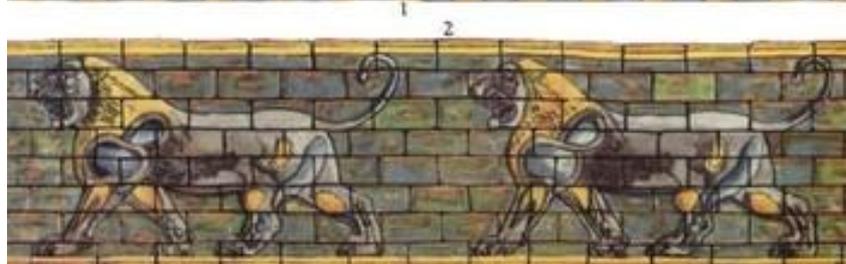
**EL CLARO PRINCIPAL SERÀ EL 2o. MÀS LARGO EN EL  
MUNDO PARA PUENTES DE SECCIÒN CAJÒN  
POSTENSADO**

# ENTRE LOS RÌOS TIGRIS Y ÈUFRATES AHORA CONOCIDA COMO IRAK.

Palacio Real de Babilonia  
604 – 582 A.C.

## ESMALTADO DE COLORES

## EXPERIMENTACIÓN





SMIE ¿PARA **ALIGERAR** EL PESO DE ESTRUCTURAS ENORMES ?

INGENIO...



PANTHEON DE ROMA

LA CÙPULA DE MAMPOSTERÀ DE LADRILLO,

¿ALIGERAMIENTO

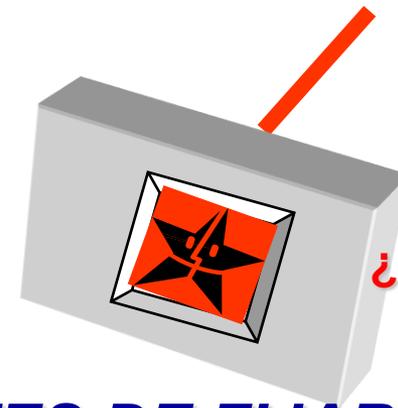
ADICIONAL?

**CASETONES HUECOS**

INTRODUJERON LA **NERVADURA** COMO TIRANTE DE SUSTENTACIÓN

# HIERRO FUNDIDO

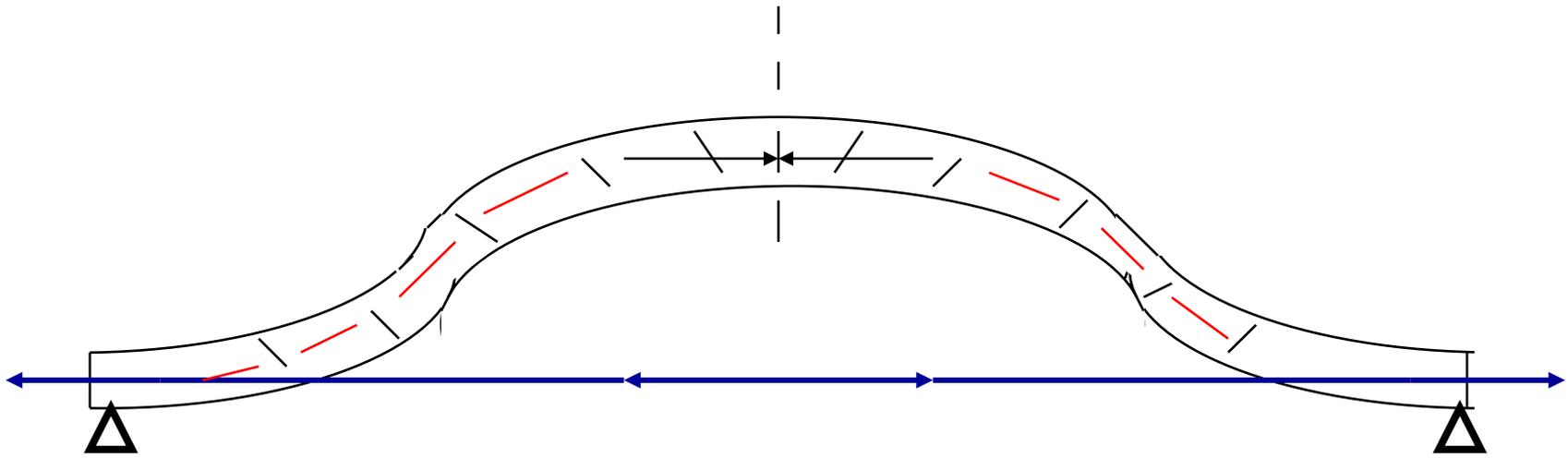
**“SE USÒ PARA TENSORES  
DESDE ÈPOCAS ANTIGUAS”**



**¿POSTENSADO  
TÈRMICO?**

**“...SE CALENTABA LA BARRA ANTES DE FIJARLA,  
PARA QUE AL ENFRIARSE SE ACORTARA Y QUEDARA  
TENSADA”**

**ARCO DE PIEDRA ATENSORADO: ....SE OBTIENE UNA  
SOLUCIÒN ESTRUCTURAL.**



## CONTEXTO 1800`s

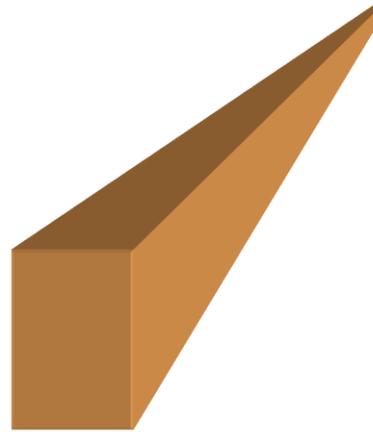
EL EMPIRICISMO DEL **SIGLO XVII** FUE REEMPLAZADO PRIMERO:

POR PRUEBAS DE CARGA A GRAN ESCALA Y CÀLCULOS TENTATIVOS Y DESPUES POR:

1850 POR PRUEBAS A COMPONENTES AUNADO AL **ANÀLISIS ELÀSTICO** Y SEGUIMIENTO DE PRUEBAS POR **CONTROL DE CALIDAD**.

# SECCIONES TRANSVERSALES

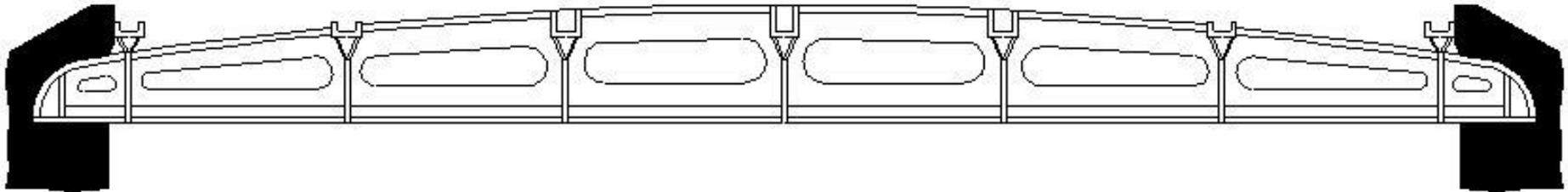
CON LA MADERA FUE POCO NECESARIO  
CONSIDERAR VIGAS QUE NO FUERAN OTRAS QUE LAS DE  
**SECCIÓN RECTANGULAR**



.....NOS LLEVARÀ A LAS ACTUALES SECCIONES  
TRANSVERSALES DE MIEMBROS ESTRUCTURALES  
PRESFORZADOS

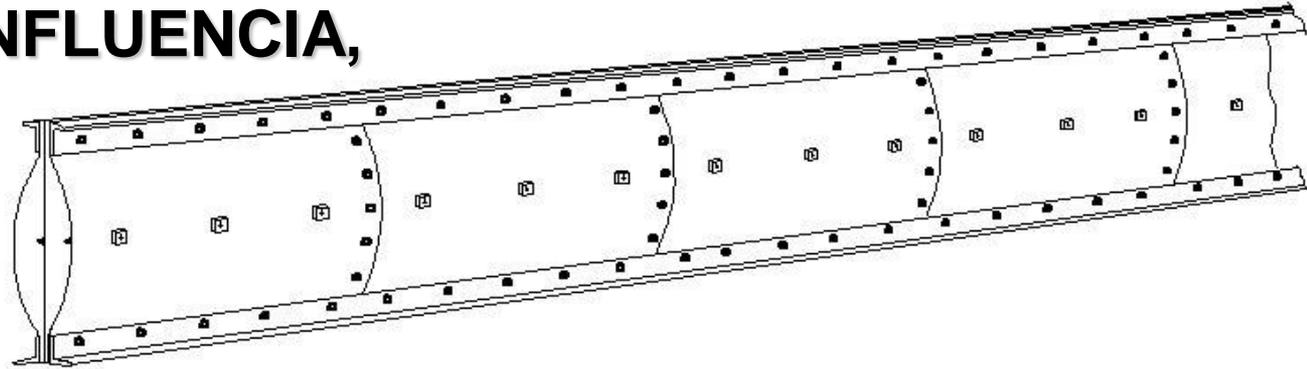
LA REGLA DE TREDGOLD PARA UNA VIGA DE HIERRO FUNDIDO, SECCIÓN RECTANGULAR, LONGITUD L Y CARGA W,

$$W = \frac{C \cdot b d^2}{L}$$



Cast iron girder spanning 12,5 metres in the floor of King's Library of British Museum: early 1820's by J.U. Rastrick.

**1839 VIGA DE HIERRO COLADO USADA EN EL PALACIO DE INVIERNO EN SAN PETERSBURGO, LA CUAL NO TUVO GRAN INFLUENCIA,**



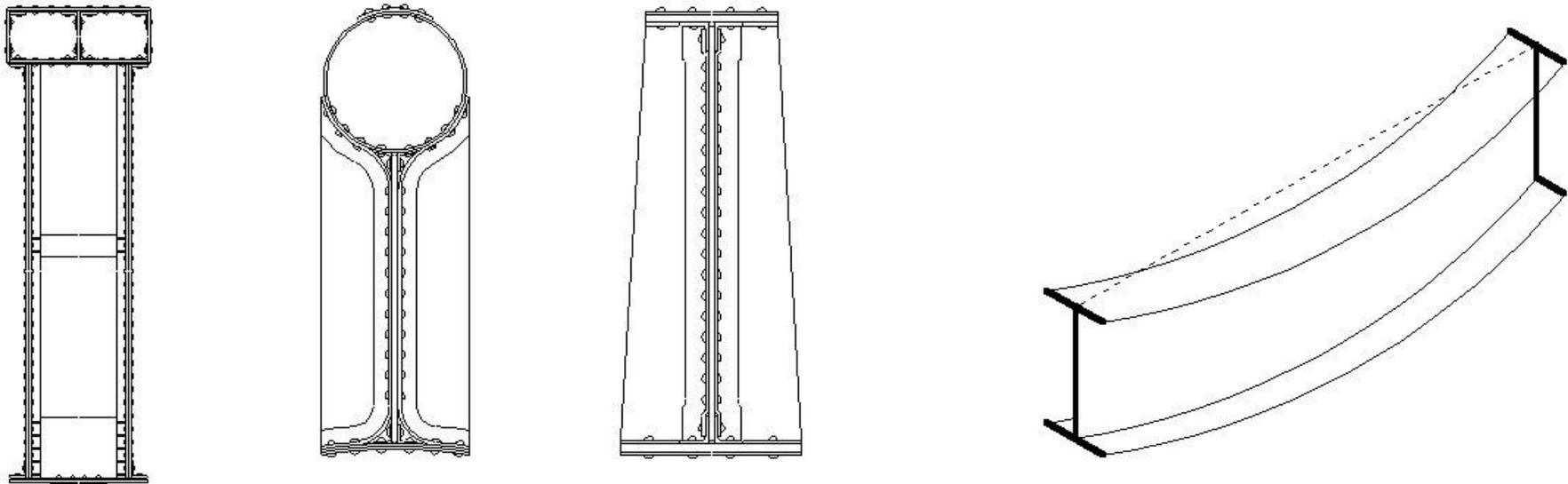
Tubular wrought iron beam for the Winter Palace,  
St. Petersburg of 1839

**PRUEBAS HECHAS A **VIGAS TUBULARES**, SE COMPROBÒ QUE LA **SECCIÒN RECTANGULAR** ERA MÀS EFICIENTE ESTRUCTURALMENTE HABLANDO QUE LAS SECCIONES CIRCULARES O ELÌPTICAS.**

**LA FORMA TUBULAR, MIEMBROS SUJETOS A COMPRESIÓN, GRADUALMENTE EVOLUCIONÒ A....**

**LA VIGA I SIMPLE DE HOY.**

**SE MUESTRA ALGUNOS PASOS DE ESTA TRANSICIÓN**



Evolution of riveted wrought iron I beam from tubular form.

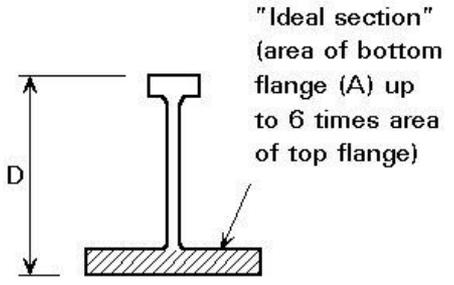


DESDE LA DÉCADA DE 1830`s LA REGLA PRÁCTICA DE **ONWARDS** FUÈ CONFRONTADA POR LA....

“SECCIÒN IDEAL” DE **EATON HODGKINSON** PARA **VIGAS I** DE HIERRO COLADO.

LA SECCIÒN TRANSVERSAL EN VIGAS VIÒ EL DESARROLLO DE LA 1a:

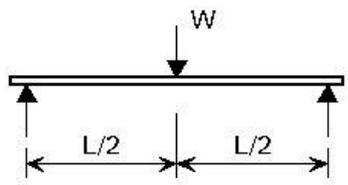
**VIGA SECCIÒN T INVERTIDA**



(a) General case (no reference to stress)

$$\text{Breaking load} = W_{ULT} = \frac{C.A.D.}{L}$$

where L = span  
C = a constant

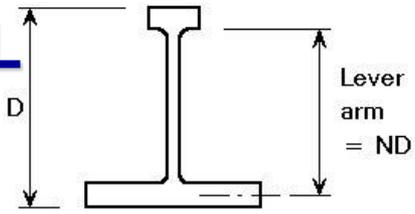


(b) Particular case (test basis and results)

$$W_{ULT} = \frac{26 A.D.}{L} \text{ or } \frac{24 A.D.}{L}$$

Cast erect                  Cast on side

where L,A,D are in inches  
W is in tons



(c) Equivalent to (b) in terms of stress

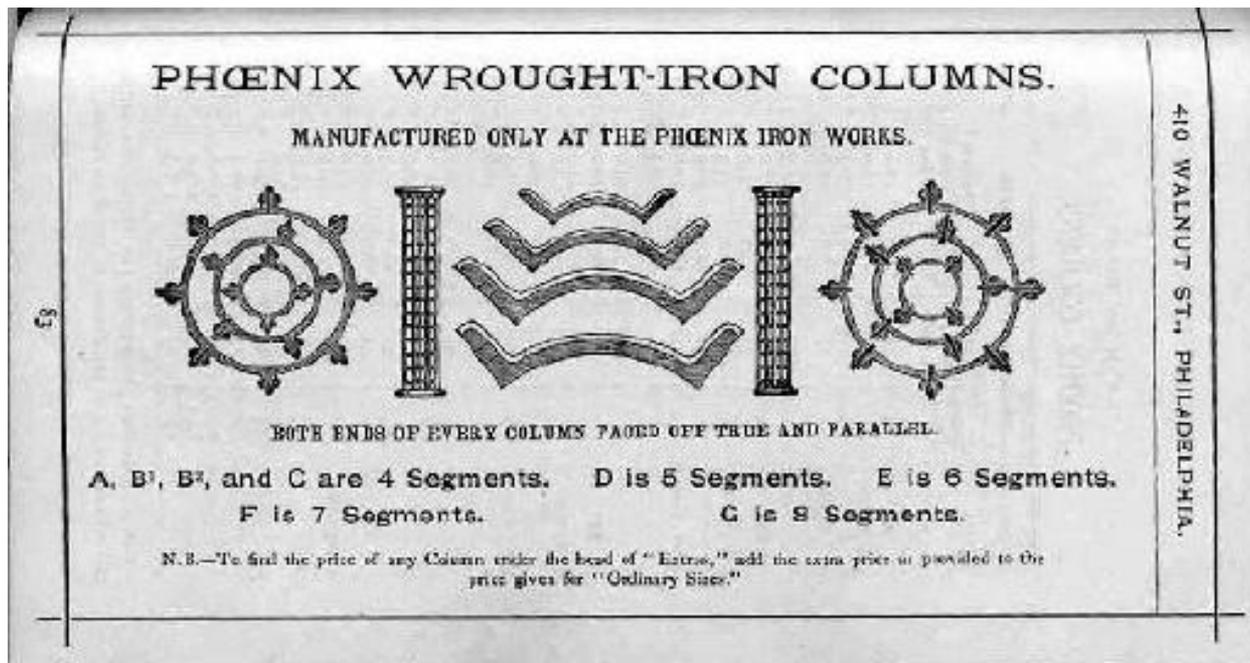
$$W_{ULT} = \frac{4t N.A.D.}{L}$$

where t = ultimate tensile strength of cast iron

Eaton Hodgkinson's formula for the strength of cast iron beams of his "ideal section"

# COLUMNAS

**EATON HODGKINSON TAMBIEN HIZO ESTUDIOS EXAUSTIVOS EN COLUMNAS DE HIERRO FUNDIDO Y PUBLICADOS EN 1840.**



**Phoenix Iron Works, C.A. 1872**

**LA SECCIÓN I DE  
COLUMNAS  
CRUCIFORME Y DESPUÉS A  
SECCIÓN CIRCULAR HUECA  
(Circular Hollow Section)**

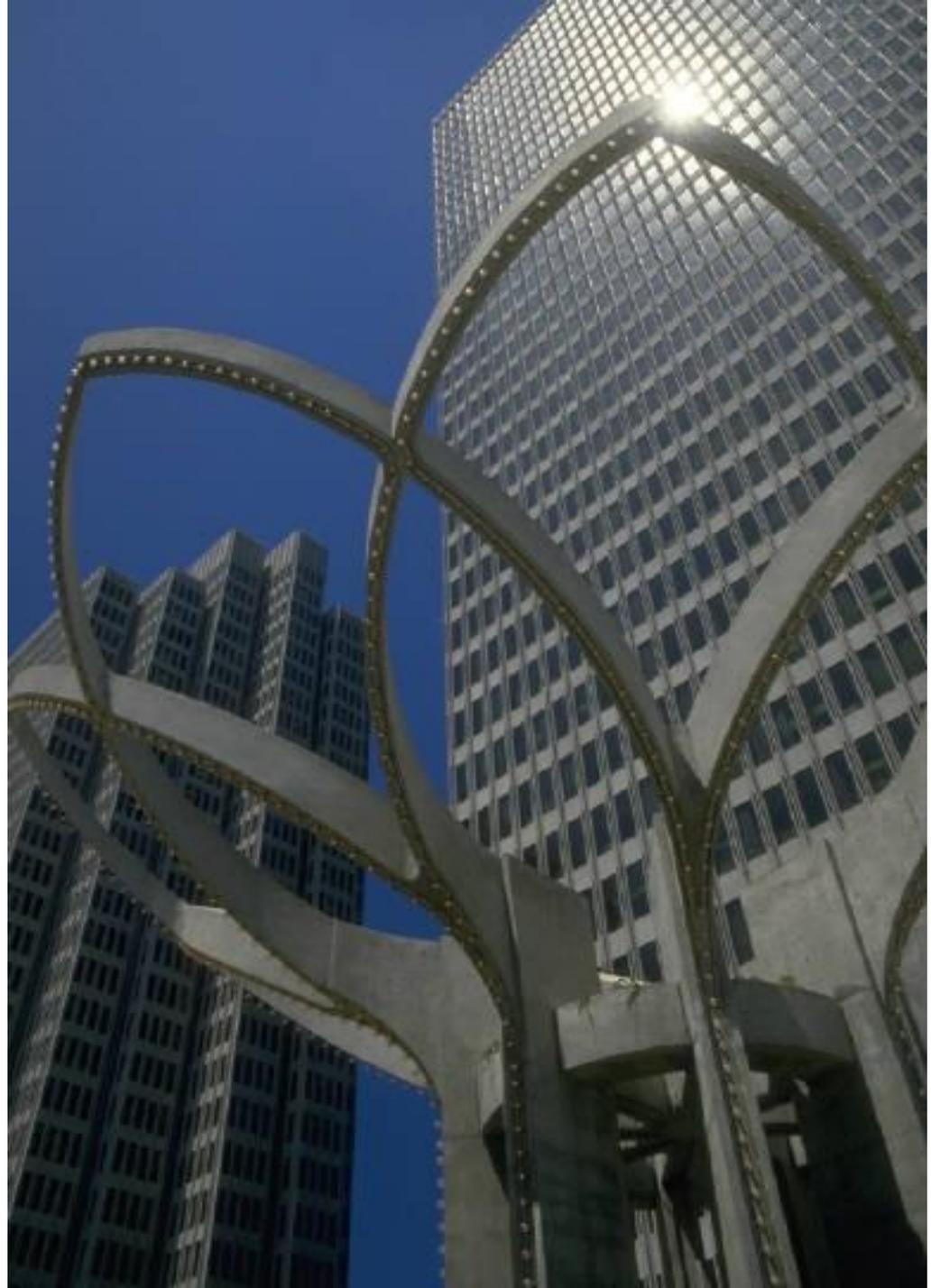


**ESTE PERÍODO DE DISEÑO ESTRUCTURAL USANDO  
HIERRO SE CARACTERIZÓ MAS,  
POR LA EVOLUCIÓN DE FORMAS  
QUE DE NUEVOS SISTEMAS**

**PISOS DE TERRACOTA EN LOS CUALES BLOKS HUECOS DE TERRACOTA DESCANSABAN EN PATINES INFERIORES DE LAS VIGAS. SIRVIERON TAMBIEN COMO PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO.**

**1846 LA 1a. VIGA DE HIERRO FUNDIDO FUE ROLADA EN FRANCIA CON EL SUBSECUENTE DESARROLLO DE LOS SISTEMAS DE PISO TALES COMO SYSTÈME VAUX Y EL SYSTÈME THUASNE.**

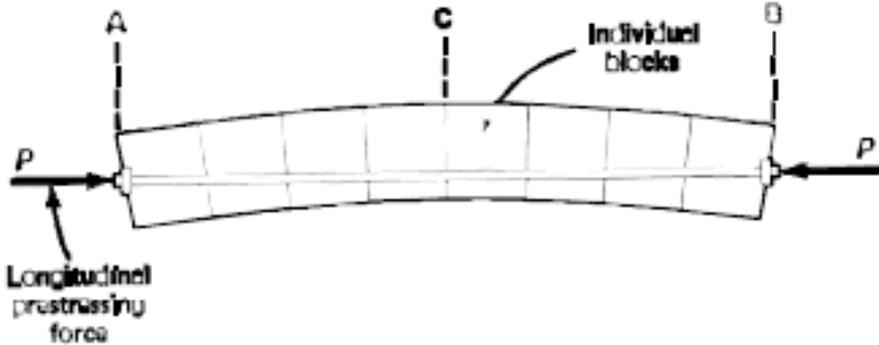
# EL MUNDO DEL PRESFORZADO 1872?



Enero 3 de 1888

**P.H. JACKSON,**  
**CALIFORNIA:**  
**PARA FUNCIONAR**  
**COMO UNA LOSA DE**  
**PAVIMENTO.**

Licence U. S. 375999



**Nawy (2000) Prestressed Concrete - A  
Fundamental Approach Prentice Hall**

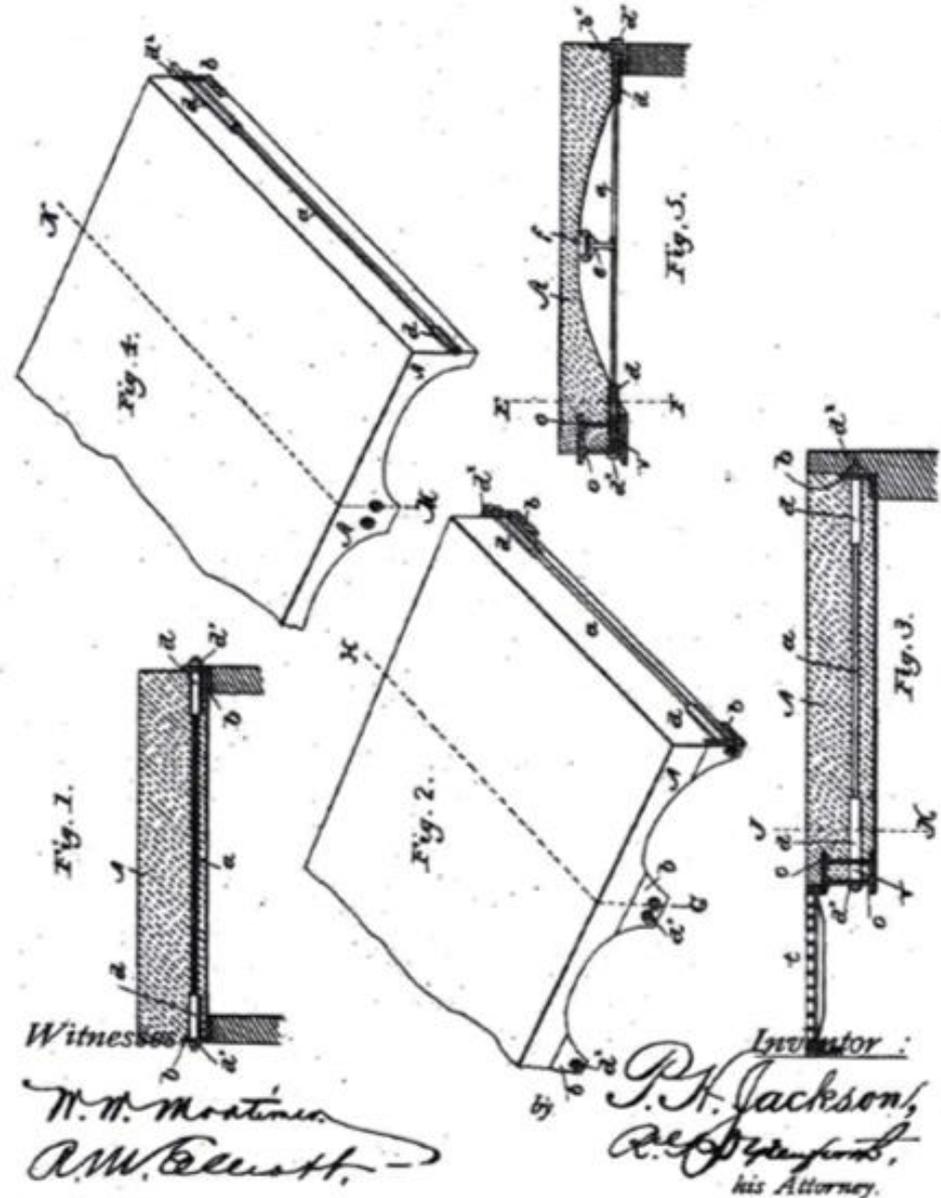
(No Model.)

P. H. JACKSON.

2 Sheets—Sheet 1.

CONSTRUCTION OF ARTIFICIAL STONE OR CONCRETE PAVEMENTS.  
No. 375,999.

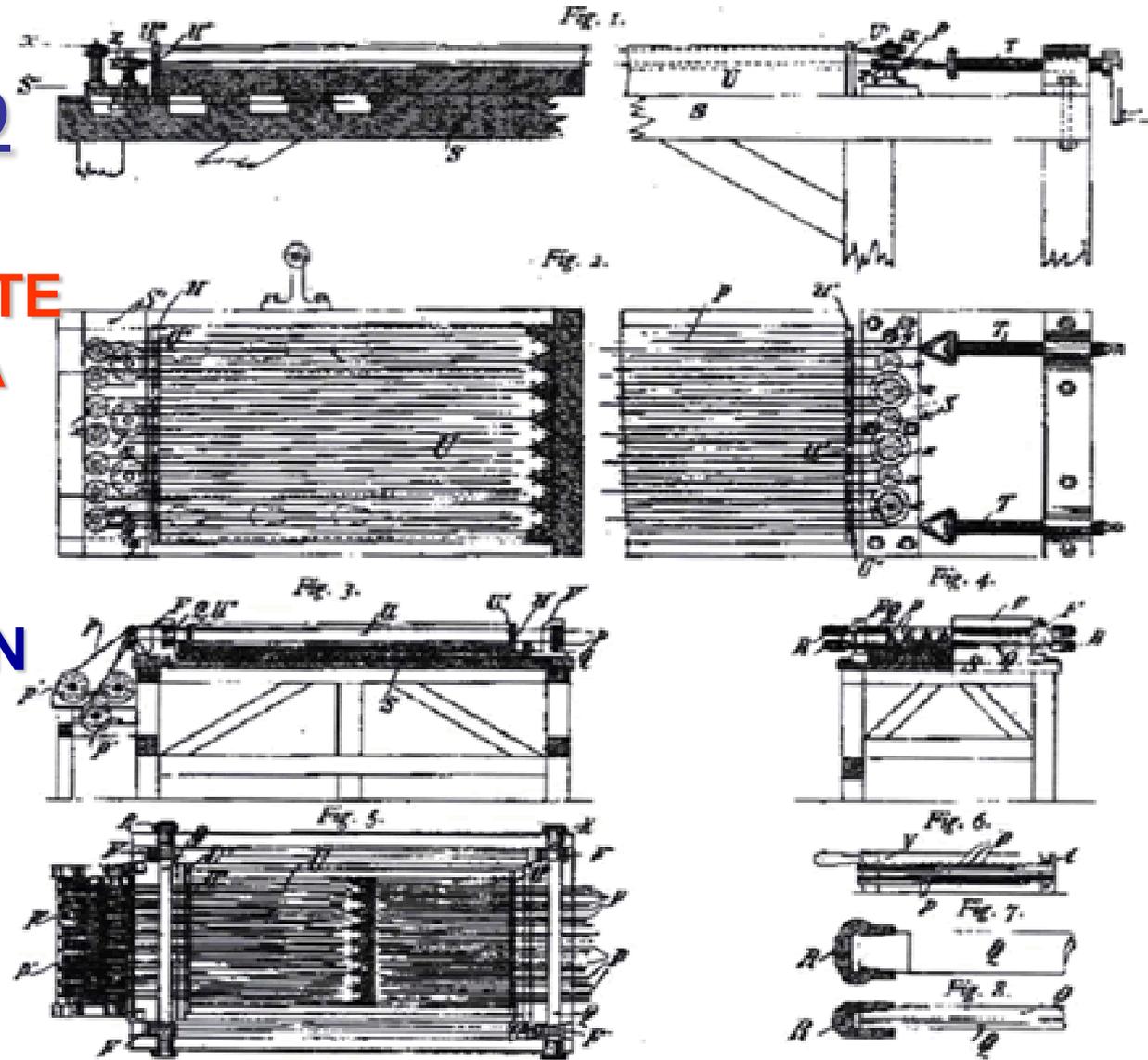
Patented Jan. 3, 1888.



**EN EL MISMO AÑO**

**EXPUSO CLARAMENTE  
EL CONCEPTO DE LA  
PRECOMPRESIÓN,  
LOSA O VIGA**

**PERO LA APLICACIÓN  
PRÁCTICA NO TUVO  
ÉXITO. PATENTE EN  
BERLÍN**



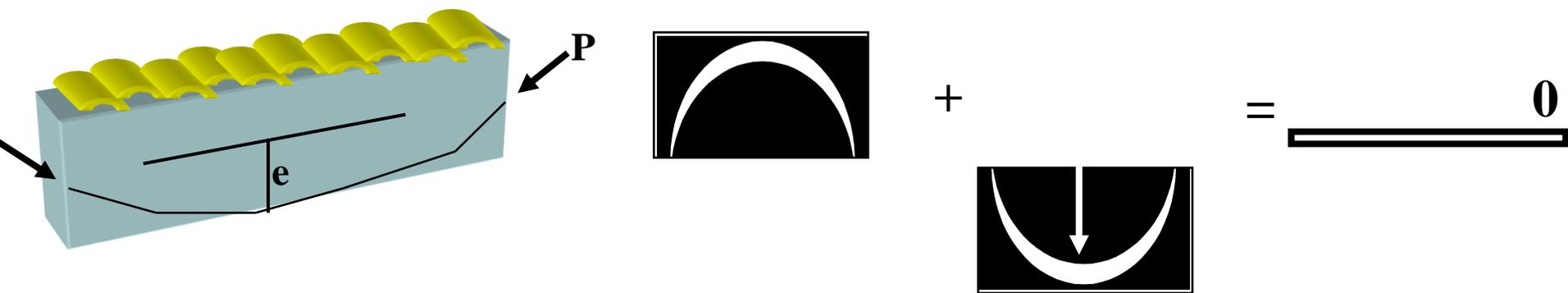
# ¿CUAL ES LA DIFERENCIA?

## PRECURSOR DE LA HOLLOW CORE SLAB

Lin, Burns (1981) "Design of Prestressed Concrete Structures" Wiley & Sons Inc.



## DIAGRAMAS DE MOMENTOS FLEXIONANTES



**1889 INICIOS: COTTANCIN; REALIZA SUS  
PRIMEROS FORJADOS NERVADOS**

**Y EN INGLATERRA**

**PISOS DE VIGUETA CON RELLENO: ('Filler Joist' Floors)**

**LO USUAL DURANTE LA PRIMERA PARTE DEL SIGLO XX.**

**1891 FRANCOIS COIGNET; 1er. FORJADO  
DE VIGAS PREFABRICADAS EN BIARRITZ**

**EN MUCHOS ASPECTOS ESTOS PISOS PUEDEN SER  
VISTOS COMO PRECURSORES DE**

**LOS SISTEMAS DE PISO MIXTOS  
Y DE CONCRETO REFORZADO**

1901 - 1902, APORTACIÓN: E. L. RANSOME  
PATENTÒ UN SISTEMA DE BANDA EXTERIOR  
PARA **SUJECCIÓN DE MUROS** EN PISOS SUPERIORES.

**VARILLAS SECCIÓN  
CUADRADA TORCIDAS,  
PATENTADA en 1884**



**TAMBIEN DESARROLLÒ LAS  
PRIMERAS UNIDADES DE MUROS  
PREFABRICADOS  
EDIF. INGALLS. CINCINATTI, OHIO**



**1906 APORTACIÓN: PAUL PLANAT TRATADO DE CONSTRUCCIÓN “L’ART DE BÂTIR”, ENCONTRAMOS UN SISTEMA DE FORJADO ...“EL BOUSSIRON”**

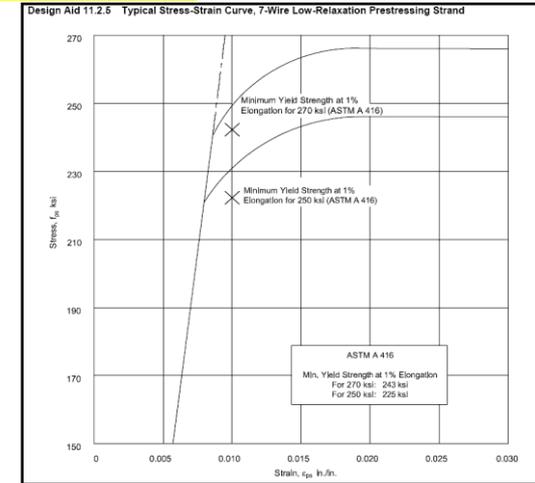
**CON BOVEDILLAS A MODO DE ENCOFRADO COLADO DE MANERA UNITARIA Y DE ESPESOR REQUERIDO, EN LA ZONA ENTRE NERVADURAS**

**....CREATIVIDAD**

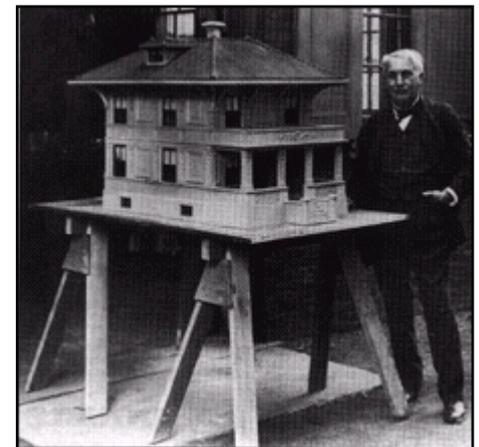
**1907 DURABILIDAD. LA PRIMERA REFERENCIA QUE EXISTE DE ESTUDIOS AL RESPECTO, TRATA SOBRE EL COMPORTAMIENTO DURANTE 20 AÑOS DE PROBETAS.**

# 1907 KOENEN – ENSAYOS CON ACERO EN EL SECTOR F.F.C.C.. PARA EVITAR SU FISURACIÓN Y OXIDACIÓN

**POR BAJA TENSIÓN DEL ACERO NO SE PUDO COMPENSAR SU PÉRDIDA DE ESFUERZO, CAUSADA POR LA TRACCIÓN Y DEFORMACIÓN PLÁSTICA DEL CONCRETO.**



1908 THOMAS ALVA EDISON CONSTRUYÓ 11 HOGARES DE CONCRETO **MOLDEADOS** EN SITIO EN UNION, NUEVA JERSEY.

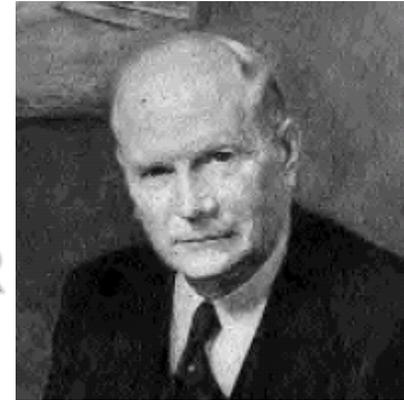




1879 - 1963

ES **FREYSSINET** QUIÉN  
IMPULSA ESTE AVANCE DESDE  
LOS PRIMEROS AÑOS DEL  
SIGLO XX, EXPERIENCIAS QUE  
**NO** HABÍAN FRUCTIFICADO

MULTITALENTOSO: **GUSTAVE MAGNEL**  
EXCELENTE **PROFESOR**, CONSTRUCTOR  
Y GRAN COMUNICADOR.



1889 - 1955

**APORTACIÓN: ULRICH FINSTERWALDER**  
**METODO: DOBLE VOLADIZO SIN ANDAMIOS,**  
**CONTENEDORES PETRÒLEO MAR ADENTRO**



1897 - 1988



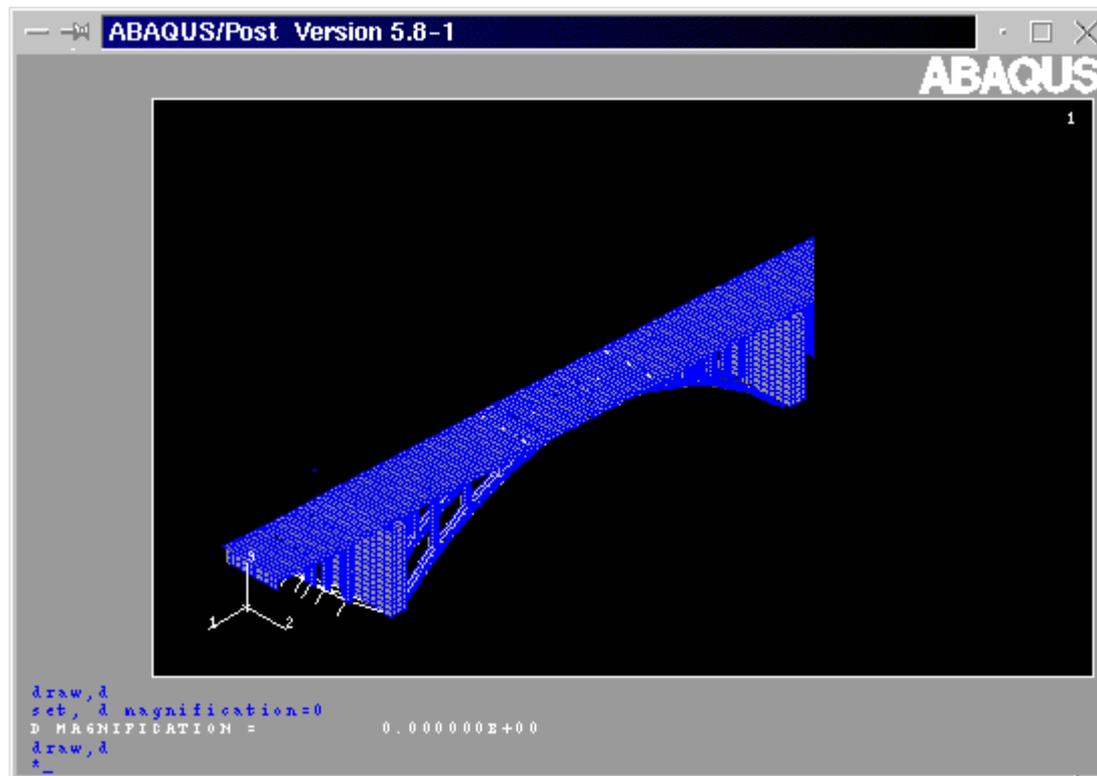
1962 PUENTE BENDORF

## ASÌ, EN 1910 FREYSSINET

- EMPEZÓ A **EXPERIMENTAR** CON EL DESLIZAMIENTO DEL ACERO CON RESPECTO AL CONCRETO.
- ANALIZÓ EL PROBLEMA DE **RELAJACIÓN** DEL ACERO.
- PROPUESTA DE CONCRETOS DE ALTA RESISTENCIA Y ESTABLECIÓ LA TENSIÓN DEL ACERO EN 10,000 Kg/cm<sup>2</sup>.
- DESENCOFRADO DE **ARCOS** Y REALIZA LOS PRIMEROS **CONCRETOS PRETENSADOS**.



## 1911 PUENTE VEUDRE SOBRE EL RÌO ALLIER



**1921 /23 FREYSSINET; HANGAR  
EN ORLY (PARIS).**



**VIBRADO EN LA CONSTRUCCIÓN  
DE LA LÁMINA.**



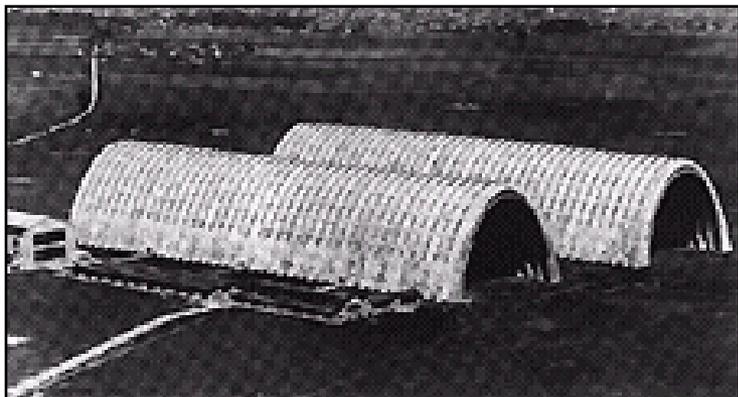
**APORTACIONES:**

**BÓVEDAS CON NERVADURAS SUPERIORES,  
ENCOFRADOS DESLIZANTES**

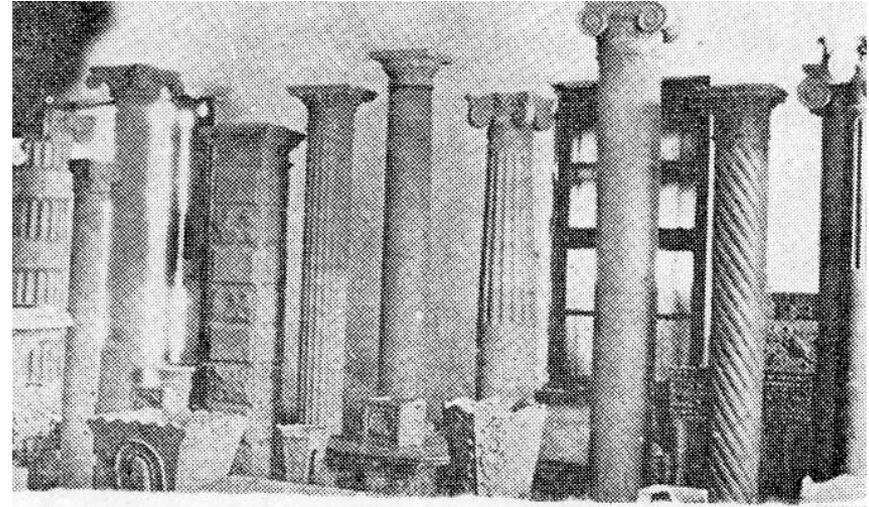
**DISPOSITIVOS A BASE DE CUÑAS CÒNICAS CO-  
LOCADAS EN LOS EXTREMOS DE LOS CABLES  
QUE PERMITIAN EL ANCLAJE DE LOS MISMOS  
Y ASÌ PONERLOS EN TENSION**



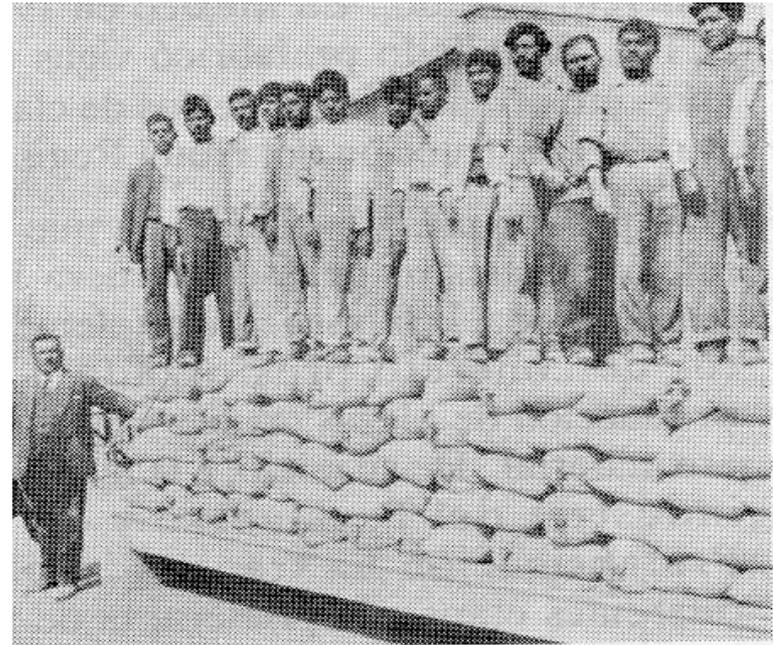
**LOS HANGARES DE ORLY SE CONSTRUYERON COMO CUERPOS PARABÓLICOS DOBLADOS, CON LO QUE ELIMINÓ LA OPOSICIÓN ENTRE PARED Y TECHO.**



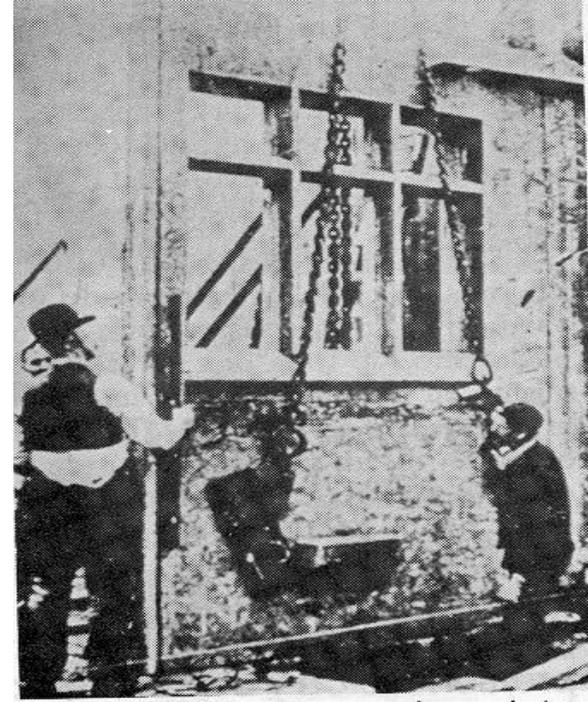
**1925 EN MÉXICO EXISTÍAN  
FÁBRICAS DE PRODUCTOS  
CON COLUMNAS DE  
ACUERDO AL GUSTO DEL  
CLIENTE (12)**



**Y LA FÁBRICA “LA CRUZ  
AZUL” PRODUCÍA VIGAS I  
DE CONCRETO ARMADO (12)**



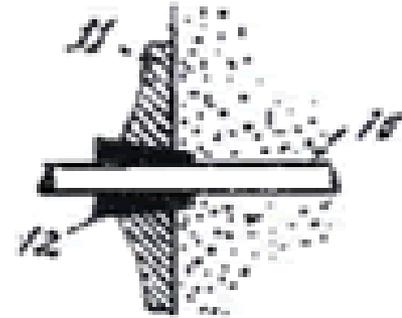
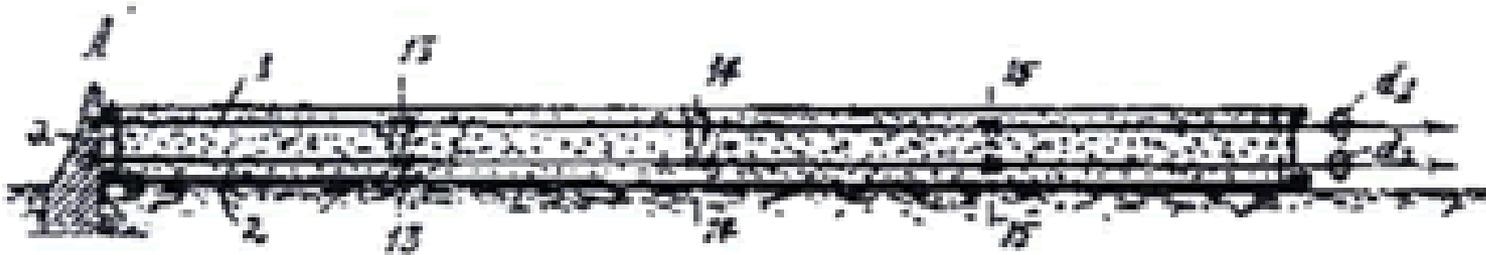
1927 REBOLLEDO ELABORÓ ELEMENTOS AL PIE DE LA OBRA, “IN SITU”, PARA SU FÁCIL MANEJO Y COLOCACIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO DE 14 m., DE CLARO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL HOTEL REGIS (25)



ES HASTA 1929 CUANDO **FREYSSINET** REGISTRA SU PRIMERA PATENTE Y ESTABLECE SU **TEORÍA DEL CONCRETO PRETENSADO**, LO QUE HABÌA EXIGIDO...

PRAXIS !

- **E. Freyssinet**, **J. Seailles**, Brevet d'Invention n. 680.547, Procédé de fabrication de pièces en béton armé, 2 octobre 1929, Parigi, dettaglio del sistema di tensionamento dei cavi e del sistema di ancoraggio con piattello conico e cunei metallici.



**APORTACIÓN: EUGENE HOYER A FINALES DE LOS 30`s EL ANCLAJE DEL ACERO POR ADHERENCIA, MEDIANTE EL EMPLEO DE ALAMBRES DE ALTA RESISTENCIA: “CUERDAS DE PIANO”**

**RESULTADO? MAYOR REGULARIDAD EN LA TENSIÓN DEL ESFUERZO DE PRETENSADO.**



**SIN EMBARGO, NINGÙN PAÍS DE EUROPA SE INTERESÒ....**

# SOLUCIONES CREATIVAS A CONTRADICCIONES

UNA CONTRADICCIÓN APARECE, CUANDO TRATANDO DE **MEJORAR** UNA PROPIEDAD DESEABLE, OTRA SE **DETERIORA**.

PENSEMOS EN LA SOLUCIÓN QUE SE LE DIO A LA SIGUIENTE CONTRADICCIÓN:

CONSTRUIR UNA LOSA QUE POR UN LADO SEA **RESISTENTE**, Y POR OTRO, SEA **LIGERA**.

RESTRICCIONES???

## **UNA SOLUCIÓN ENCONTRADA PARA RESOLVERLA, FUE:**

**EMPLEAR UN MATERIAL LIGERO.....**

**COMBINADO CON OTROS RESISTENTES COMO....**

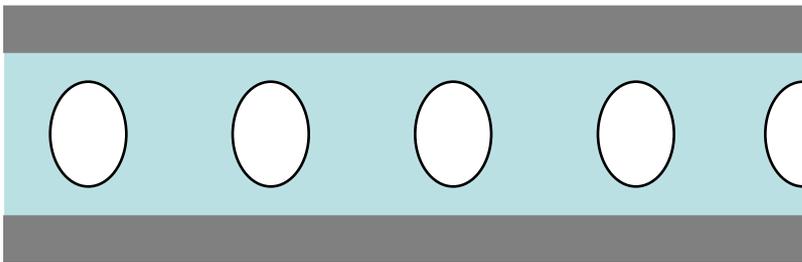
**ALTSHULLER** (1926-1998) – SISTEMA TRIZ (por sus siglas en ruso)  
ACRÓNIMO RUSO DE

***TEORÍA PARA LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS INVENTIVOS.***

***“...USTED NO PUEDE PRETENDER  
SEGUIR HACIENDO SIEMPRE LO MISMO  
Y OBTENER RESULTADOS EXTRAORDINARIOS...”***

EN LOS 30`s APORTACIÓN: ...LOS ALEMANES  
**SCHAEFER Y KUEN**

**BASES PARA LA FABRICACIÓN DE UNA LOSA MUY PARECIDA A LA QUE HOY CONOCEMOS COMO “LOSA ALVEOLADA O HUECA” (*HOLLOW CORE*) (15)**



**INGENIO....**

**RESTRICCIONES???**

**...CREATIVIDAD...MODELOS  
EXPERIMENTALES!**

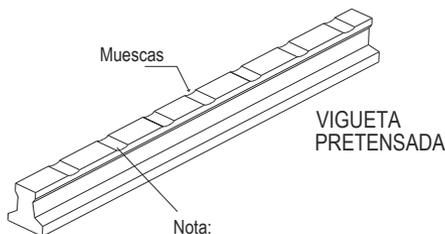
## EN LA DÉCADA DE 1940

EL CONCRETO PRETENSADO ES IMPULSADO POR LA AGUDA **ESCASEZ DE ACERO** EN EUROPA, AL FINALIZAR LA GUERRA Y COMENZAR LA RECONSTRUCCIÓN.



FUE BÁSICAMENTE UNA INVENCION EUROPEA,

LAS APLICACIONES INICIALES SE DIERON EN LOS ESTADOS UNIDOS.

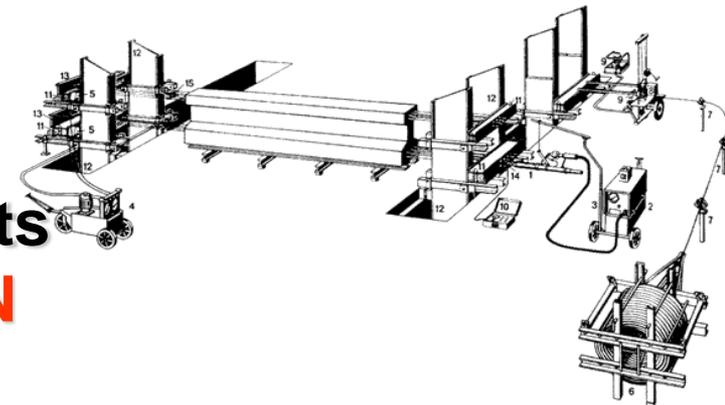


Nota:  
Las Muecas permiten hacer una llave mecánica con el colado de la losa de compresión, lo que impide el desplazamiento de las viguetas, en caso de sismo.

1948 EN ESPAÑA EMPEZARON A EMPLEARSE LOS FORJADOS CON **VIGUETAS PRETENSADAS**

**1948** 1er ACERO DE BAJA RELAJACIÓN  
DESARROLLADO POR **JOHN A. ROEBLING & SONS Co.**

**RAYMOND CONCRETE PILE Co.** (posteriormente Raymond International) ESTABA CONSTRUYENDO **PILAS DE CONCRETO PRESFORZADO** PARA PLATAFORMAS PETROLERAS EN EL GOLFO DE MÉXICO.

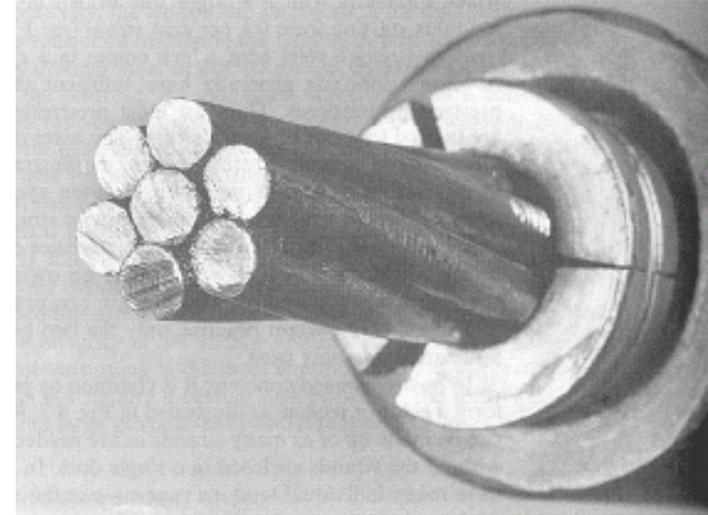


**1949** 1a. CAMA DE PRETENSADO:  
VIGAS EN PUENTES Concrete Products  
Co. of America. ....**EXPERIMENTACIÓN**  
EN EL DISEÑO DEL EQUIPO

“...LA RESPUESTA LLEGÒ EN MAYO  
DE 1949 **BASKING**

VISITA UNA PLANTA DE  
PREFABRICADOS EN INGLATERRA,

OBSERVA LA FABRICACIÓN DE  
**VIGUETAS PRETENSADAS** DE CLARO  
CORTO Y CIMBRA USANDO  
ALAMBRES DE 2 mm (0.076 in.)



**APORTACIÓN: BASKING...**



# DÉCADA DE LOS '50



**SMIE** 1949-1950 PUENTE WALNUT LANE EN PHILADELPHIA; DISEÑADO POR GUSTAVE MAGNEL.

1a. APLICACIÓN TRAMOS DE VIGAS POSTENSADAS

PUENTE MADISON COUNTY BRIDGE Y ESTADIO FAYETTEVILLE, TENNESSEE; DISEÑADO POR ROSS H. BRYAN

VIGAS POSTENSADAS EN PUENTES: MICHIGAN; DISEÑO POR C. L. JOHNSON



ACI?

1951 PRIMERAS TRABES PRESFORZADAS EN EDIFICIOS, TULSA, OKLAHOMA.

1a. **CONFERENCIA** SOBRE CONCRETO PRESFORZADO EN EL **M.I.T.**

1952 SE CREA LA **F.I.P.** (FEDERACIÓN INTERNACIONAL DEL PRETENSADO) EN CAMBRIGE

1952 APORTACIÓN: PERLMUTTER, ALTENBERG Y SACHTER DESARROLLAN Y PATENTAN LA .....**DOBLE T** (TWIN TEE, DOUBLE TEE O DT).



DOBLE T DE 1.82 m  
(6 ft) DE ANCHO  
PRESTRESSED  
CONCRETE of  
COLORADO.

**TECNOLOGÍA....**

**1952 PRIMER PROYECTO DE EDIFICACIÓN EN FLORIDA CON LOSAS PRESFORZADAS, BELLE GLADE, FLORIDA.**

¿MOLDES?



**1952 LA DOBLE T DE 1.22 m (4 ft) DE ANCHO ES DESARROLLADA EN FLORIDA POR HARRY EDWARDS**

**1953 APORTACIÓN: INICIOS DE MOLDES DE ACERO PARA CAMAS DE PRETENSADO FLORIDA PRESTRESSED CONCRETE Co.**



1953 APORTACIÓN: LOSA ALVEOLAR (HOLLOW-CORE SLAB) ES PATENTADA COMO SPANCRETE POR HENRY NAGY IN USA.

1954 PRIMERAS **ESPECIFICACIONES** SOBRE CONCRETO PRETENSADO:  
**HARRY EDWARDS,**

CON BASE EN LA:

EXPERIMENTACIÓN,  
...TECNOLOGÍA

...Y EN LA PLANTA DE **ARTHUR ANDERSON**, TACOMA, Wa., SE ELABORA CONCRETO CON **CERO REVENIMIENTO** EN UNA MEZCLADORA HORIZONTAL