

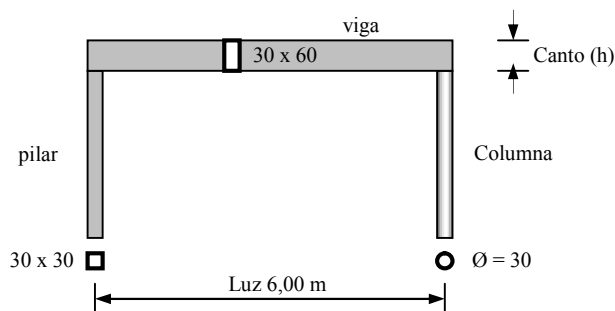
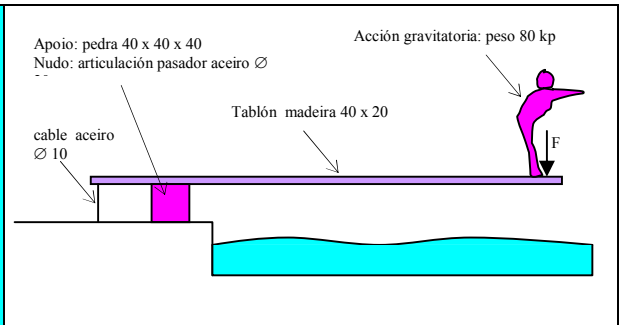
## AS ESTRUCTURAS

As estruturas existen desde sempre e evolucionaron co home respondendo ás necesidades que lle foron xurdindo ó longo da historia.

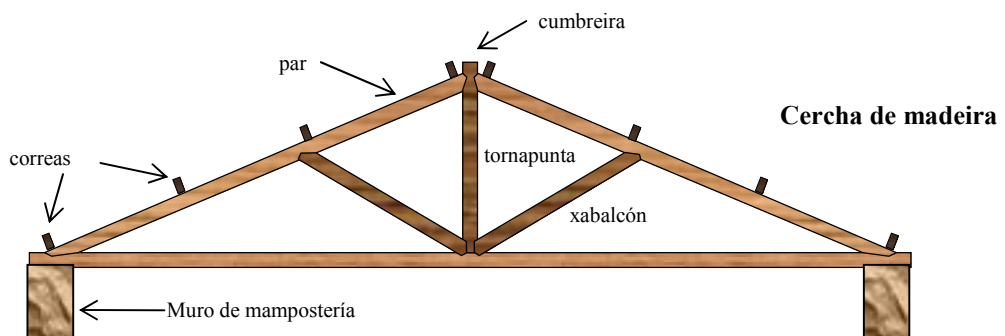
Entre outros usos, as estruturas constrúense para:

- **Proporcionar apoio ós elementos dun conxunto:** esqueletos, armaduras, chasis.
- **Almacenar materiais:** presas, piscinas, botellas, envases de cartón.
- **Pechar e cubrir espazos:** techumes, bóvedas, cúpulas.
- **Salvar accidentes xeográficos:** pontes e túneles.
- **Acadar alturas no espazo:** torres, postes, antenas, grúas.
- **Xerar superficies:** carreteras, campos deportivos, aeroportos.

Denominamos **ESTRUCTURA** a un grupo de **ELEMENTOS**, de **MATERIAIS** e **DIMENSIÓNS** determinados, enlazados con **UNIÓNS** específicas que adoptan unha **DISPOSICIÓN** tal que, a través dos **ESFORZOS** propios, transmiten as **FORZAS** aplicadas ata os puntos de **APOIO**.



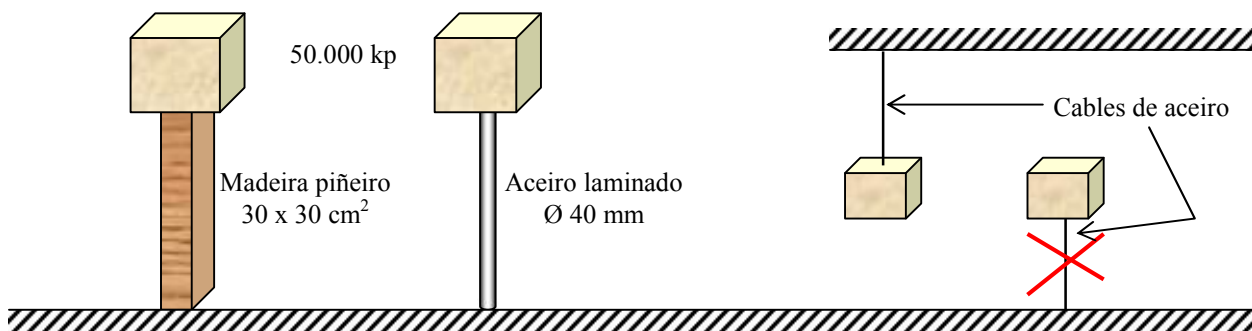
Os **ELEMENTOS** máis usuais dunha estrutura son as **barras** e os **nós**: nunha estrutura de formigón teríamos **pilares** (elementos verticais) e **vigas** (elementos horizontais) como barras, mentras que os nós son empotramentos; nunha **cercha** de madeira ou de aceiro de unha cuberta ou ponte as barras e os nós diferencianse moito mellor.



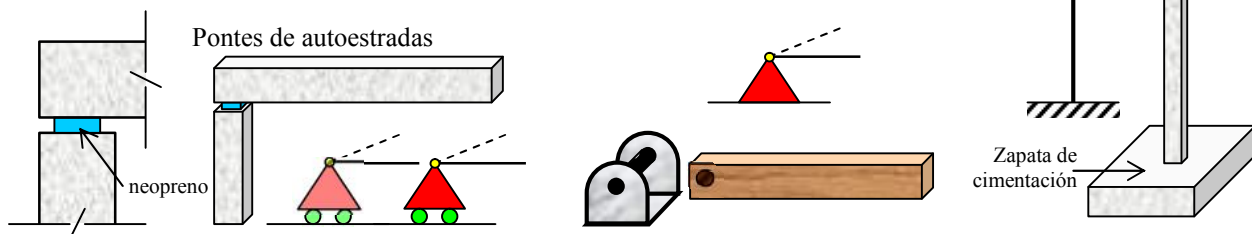
Ó longo da historia os **MATERIAIS** estruturales foron cambiando: o barro (en bruto ou pezas –ladrillos–), a pedra e a madeira primeiro, o ferro (aceiro) e o formigón logo ata chegar ó aluminio, ás aleacións, ós plásticos e ás madeiras tecnolóxicas.



O **DIMENSIONADO** dos elementos estruturais depende tanto do material como da disposición que adopte dentro do conxunto. É doado comprender que un pilar de madeira terá unha maior sección que un de aceiro para soportar idéntico peso, ou o caso dun cable: si está por riba do peso (tracción) resistirá máis que si está por debaixo (compresión).

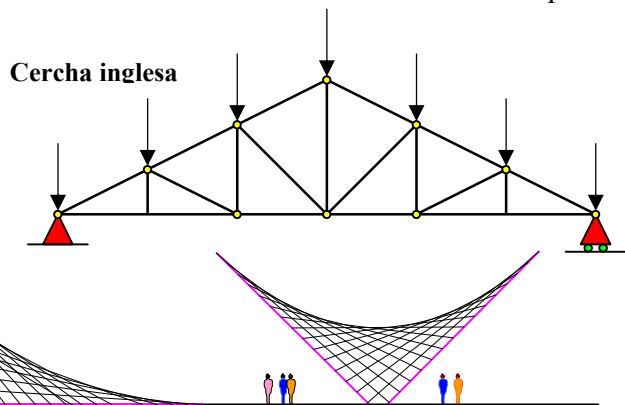
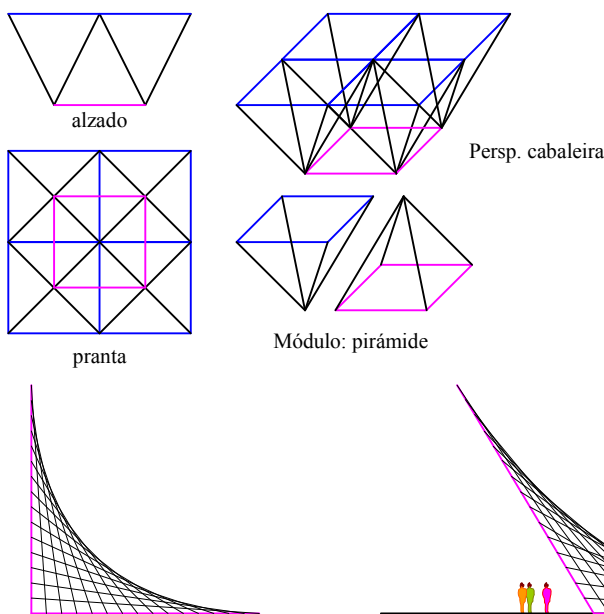


As forzas e as accións que inciden sobre unha estrutura transmítense polos seus distintos elementos a través das súas **UNIÓNS**, éstas poden ser:



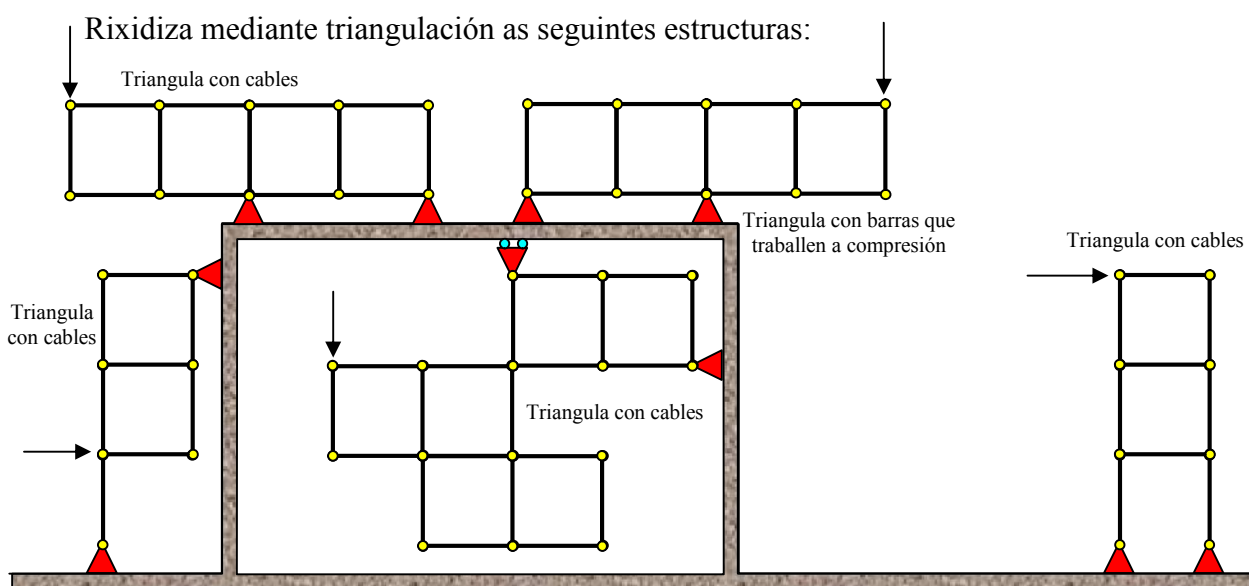
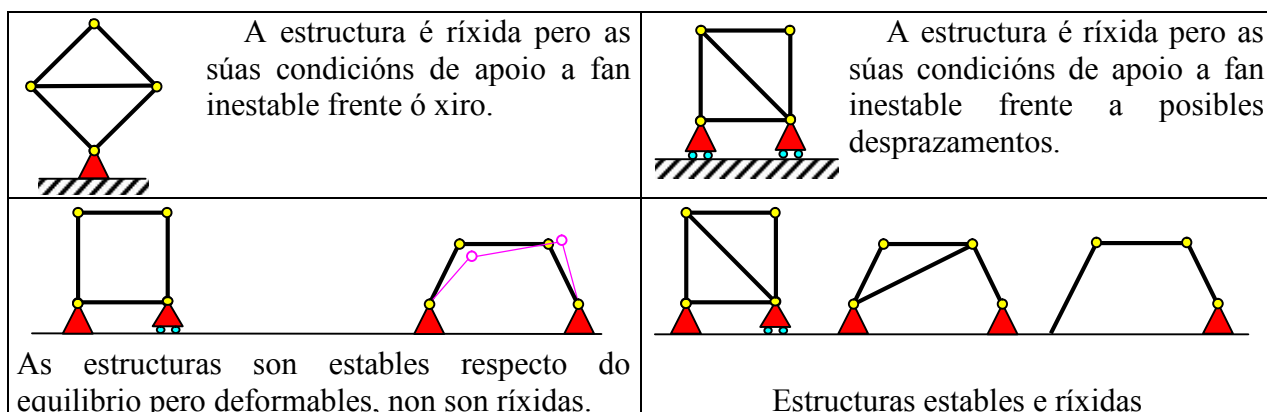
- **Apaios móbiles:** os elementos poden xirar e desprazarse nunha dirección.
- **Articulacións:** os elementos poden xirar pero non desprazarse.
- **Empotramentos:** os elementos non poden xirar entre sí nin desprazarse.

A **DISPOSICIÓN** ten cada día maior importancia xa que reduce tanto o peso como a resistencia necesaria dos materiais a empregar. O exemplo máis claro está nas cubertas dos estadios onde moitos tubos de aceiro, adoptando una disposición de malla espacial, resollen grandes **lucos** (distancia entre apoios) con moi pouco peso, economizando a súa construción e transporte.

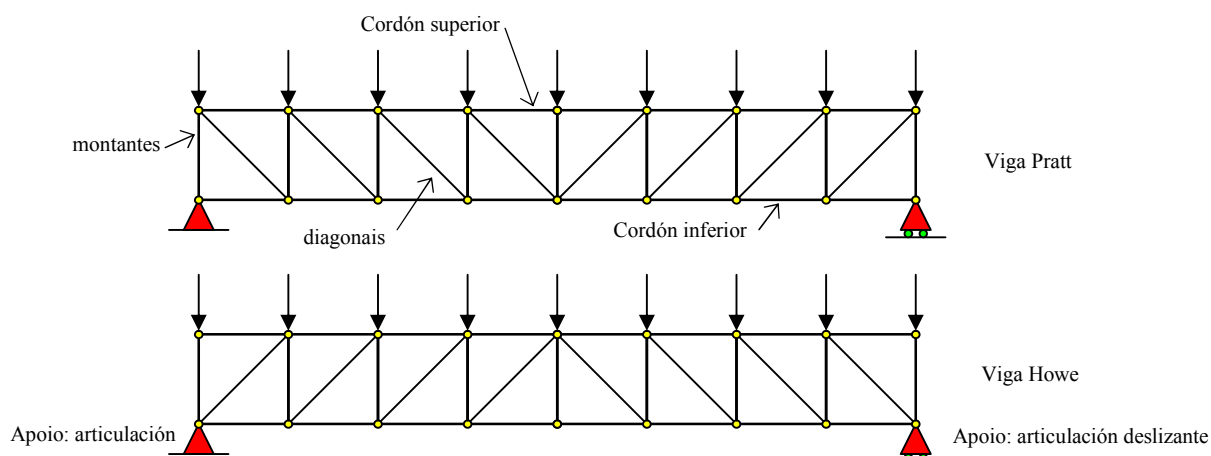


E chegando ó extremo da lixeireza están as estruturas regladas (xeneración de superficies con elementos lineais –paraboloides hiperbólicos–) e as estruturas de cables suspendidos de mástiles que soportan cubricións textiles (carpas).

Unha correcta disposición debe cumprir-las **condicións de equilibrio** (desprazamento cero, xiro cero) e as **condicións de rixidez** (triangulación, empotramento).



Exemplos de estruturas de aceiro con nós articulados son as pontes típicas do ferrocarril, a continuación tes como exemplo dúas estruturas de celosía. Analiza o comportamento estrutural dos dous cordóns, dos montantes e das diagonais nas dúas vigas.



Como xa se mencionou, as barras e nós dunha estrutura encárganse de transmiti-las **ACCIÓNS (forzas gravitatorias e presións)** ós **APOIOS (cimentación)** a costa de sufrir uns **ESFORZOS** que son os que a continuación se estudian.

**ESFORZOS QUE SOPORTAN OS ELEMENTOS ESTRUCTURAIIS.**

ESFORZO	FORZAS APLICADAS	DEFORMACIÓN	DEFINICIÓN
<b>COMPRESIÓN</b>			Esforzo que presenta un corpo cando ante a acción dun par de forzas opostas tende a acortarse ou aplastarse.
<b>TRACCIÓN</b>			Esforzo que presenta un corpo cando ante a acción dun par de forzas opostas tende a estirarse ou alongarse.
<b>FLEXIÓN</b>			Esforzo que presenta un corpo cando accións opostas o dobran presentando tracción e compresión simultaneamente.
<b>CORTANTE OU CIZALLADURA</b>			Esforzo que presenta un corpo ante a acción dun par de forzas opostas próximas e non alineadas producindo un deslizamento.
<b>TORSIÓN</b>			Esforzo que presenta un corpo ante a acción dun par de momentos de sentido contrario y perpendiculares ó mesmo.

Indica os esforzos que sofren as barras indicadas nos seguintes casos (supoñemos que tódalas unións entre baras realízanse mediante articulacións):

**C** : compresión    **T**: tracción    **F**: flexión    **V**: cortante    **W**: torsión


Indica os esforzos ( T – C – F ) que sofren as barras das seguintes estruturas:

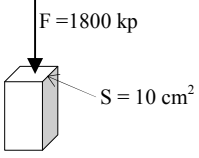
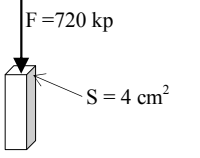
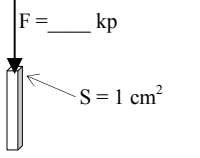
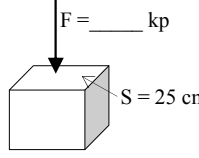
<p>¿por qué los petroleros se parten?</p>	<p>bisagras</p>	

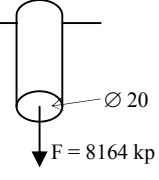
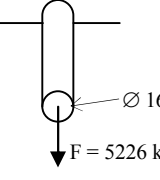
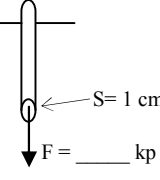
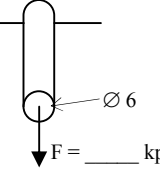
## DIMENSIONADO DE ELEMENTOS ESTRUCTURAIS A TRACCIÓN E A COMPRESIÓN

Tódolos materiais teñen características físicas e mecánicas propias, no aspecto resistente é importante coñecer o seu peso e a súa resistencia á compresión e á tracción, así como valorar ata qué punto podemos fiarnos dos ensaios realizados no laboratorio: aparecen os coeficientes de seguridade que, por un lado minoran a resistencia do material e por outro maioran as accións gravitatorias que deben resistir.

Nos ensaios de compresión e tracción realizados a dous materiais obtivéronse os seguintes resultados, determina a resistencia característica de cada un.

$$1 \text{ kp} = 1 \text{ kgf} = 9,8 \text{ N} \approx 10 \text{ N}$$

Esfuerzo : COMPRESIÓN		Material: PINO RADIATA	
			
1800 kp cada 10 cm <sup>2</sup>	720 kp cada 4 cm <sup>2</sup>	___ kp cada 1 cm <sup>2</sup> = ___ kp / cm <sup>2</sup>	

Esfuerzo : TRACCIÓN		Material: ACEIRO LAMINADO	
			
Ø 20 mm ⇒ S = 3,14 cm <sup>2</sup> 8164 kp cada 3,14 cm <sup>2</sup>	Ø 16 mm ⇒ S = 2,01 cm <sup>2</sup> 5226 kp cada 2,01 cm <sup>2</sup>	___ kp cada 1 cm <sup>2</sup> = ___ kp / cm <sup>2</sup>	

Como podes observar a resistencia dun material non só depende da carga soportada senon da presión ou tensión sufrida:

$$\sigma = \frac{F}{S}$$

un elemento estrutural resistirá si:

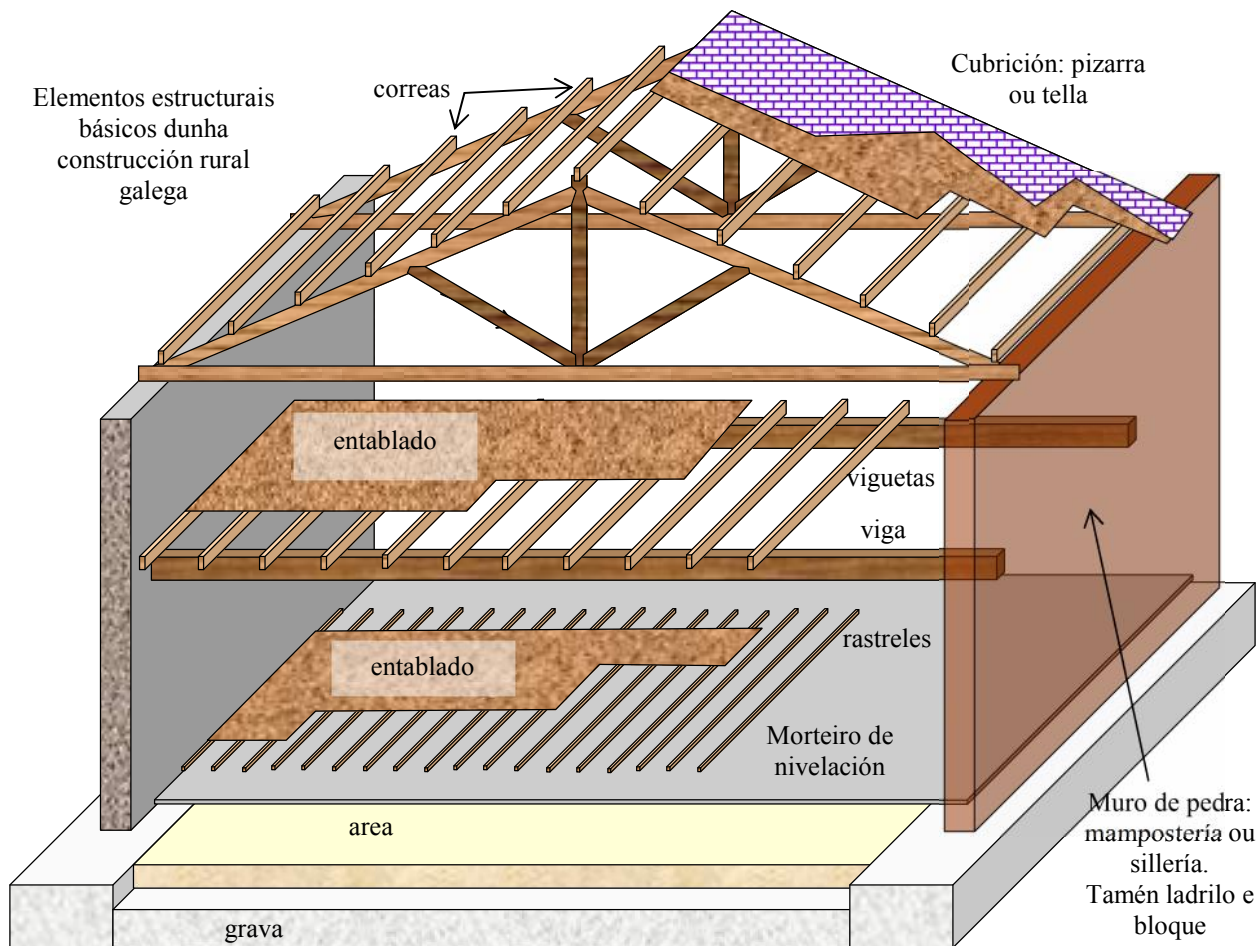
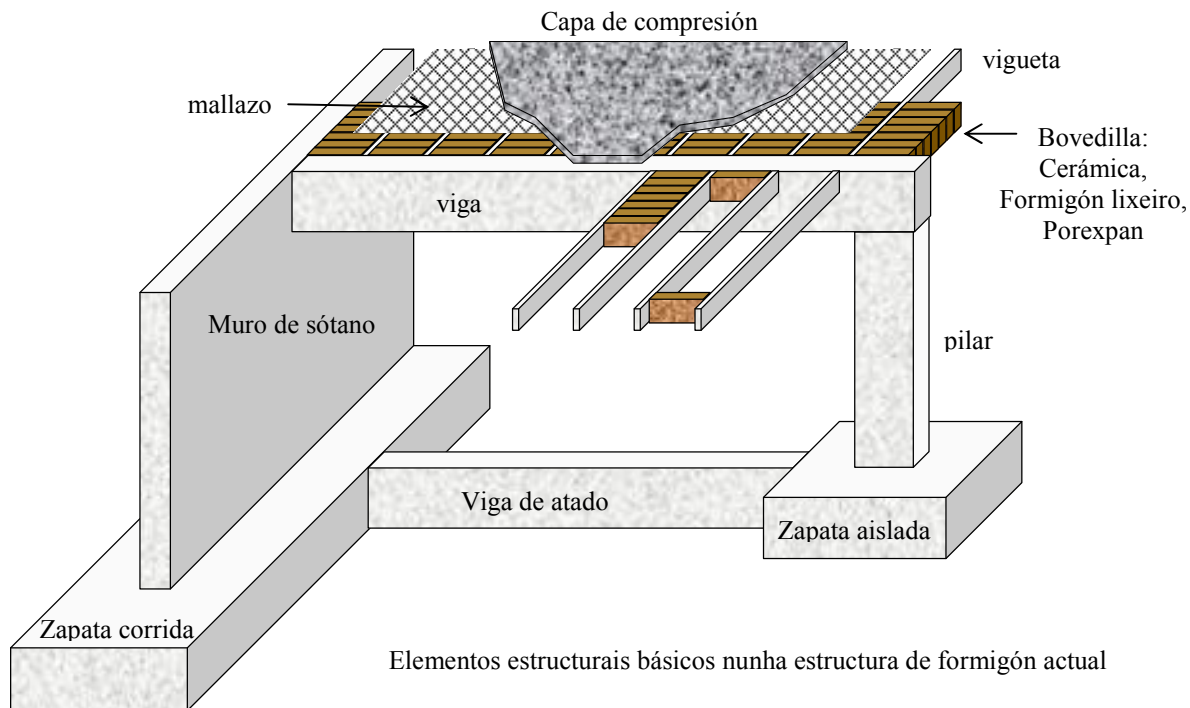
$$\frac{F \cdot \gamma}{S} = \sigma \leq \sigma_{adm} = \frac{\sigma_c}{\gamma}$$

Na seguinte táboa, que terás que completar, indícanse as resistencias características de algúns materiais así como uns coeficientes de seguridade habituales para cada un de eles:

MATERIAL	DENSIDADE kg/m <sup>3</sup>	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA $\sigma_c$				COEFICIENTE SEGURIDADE: $\gamma$	
		TRACCIÓN		COMPRESIÓN		RESISTENCIA	ACCIONES
		kp / cm <sup>2</sup>	N / mm <sup>2</sup>	kp / cm <sup>2</sup>	N / mm <sup>2</sup>		
PINO	380		11	180	18	1,6	1,5
TECA	700		24		26	1,6	1,5
M. LAMINADA	450		26		31	1,6	1,5
FORMIGÓN	2300		2,5		25	1,5	1,5
ACEIRO LAM.	7850		260		260	1,1	1,5
GRANITO	2800	120		1200		2,5	1,5
LADRILLO M.	1800	15		150		2,5	1,5
TERRENO	1800	0	0	6		3	1,5

## ELEMENTOS ESTRUCTURAIS NA VIVENDA

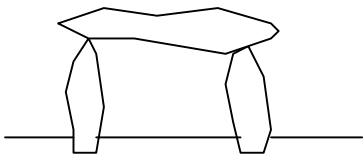
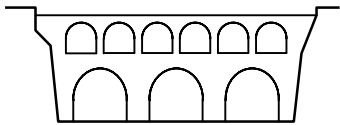
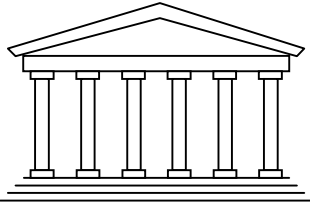
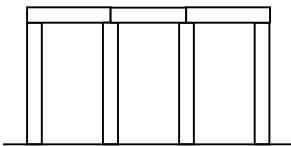
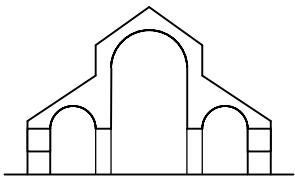
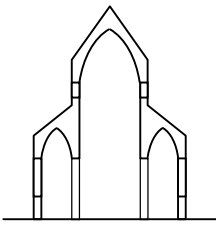

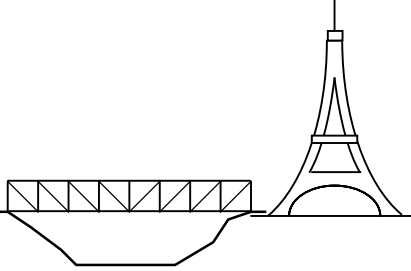
No ámbito máis próximo atopamos dúas tipoloxías construcións predominantes: a construción con estrutura de formigón armado e a tradicional construción a base de muros de carga con estrutura horizontal de madeira.



## Estructuras Resistentes. Evolución Histórica

Na seguinte táboa tes algunhas características textuais e gráficas que definen as distintas etapas históricas, coloca o nome na casilla correspondente.

**Prehistoria – Egipto – Grecia – Roma – Románico – Gótico – Renacimiento – S. XIX – S. XX**

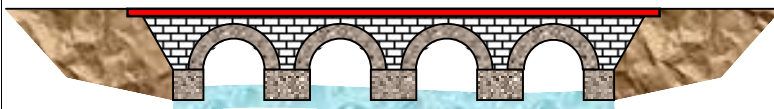
Os templos e palacios estaban formados por numerosos pilares sobre os que apoiaban dinteles de pedra e, sobre estes, grandes lousas que formaban o teito. A utilización da pedra colocada horizontalmente obrigaba a empregar luces moi pequenas.	Desenvólvese o arco e a bóveda de medio punto nas que as dovelas transmiten as cargas por compresión aínda que tamén unha forte compoñente horizontal que obriga a empregar grosos pilares ou muros de sillería, mampostería ou de ladrillo, inventaron o formigón en masa.	Difúndese o uso do aceiro así como de avanzados métodos e teorías aplicadas ós materiais e ós sistemas estruturais: as cerchas. O maior exemplo de construción en aceiro é a torre Eiffel construída con carácter temporal para a Exposición Universal de París de 1889.
		<b>RENACEMENTO</b>
O Dolmen constitúe a primeira estrutura humana: o pórtico adintelado.	Empregaron os pórticos adintelados de pedra destacando o uso da columna e o estudo das proporcións nas medidas dunha forma máis estética que resistente.	A aparición do arco oxival alixeira os muros e permite maiores alturas dos edificios favorecendo a aparición de amplias vidreiras.
		<b>RENACEMENTO</b>
Bóvedas de cañón, arcos de medio punto, grosos muros e pequenos ocos son as súas características. O fallo estrutural máis frecuente vai se-lo descoñecemento dos solos provocando asentamentos na cimentación como na igrexa do Sar en Santiago de Compostela.	A principios deste século empézase a utiliza-lo formigón armado ó introducir de forma conveniente armaduras de aceiro no interior do formigón en masa.	Non houbo aportacións de mención a nivel constructivo pero si no campo das matemáticas e da física aparecendo os primeiros tratados que incluían hipóteses de cálculo estrutural. Definiuse o concepto de tensión e resolviuse o problema da flexión.
		
		
<b>RENACEMENTO</b>		
Pega ou debuxa aquí unha imaxe desta época		



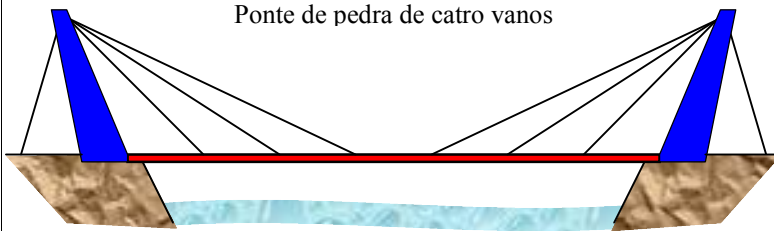
Analiza o comportamento estrutural dos elementos das seguintes pontes:



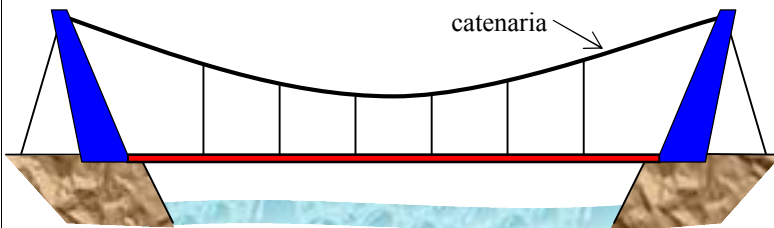
Ponte continua de dous vanos



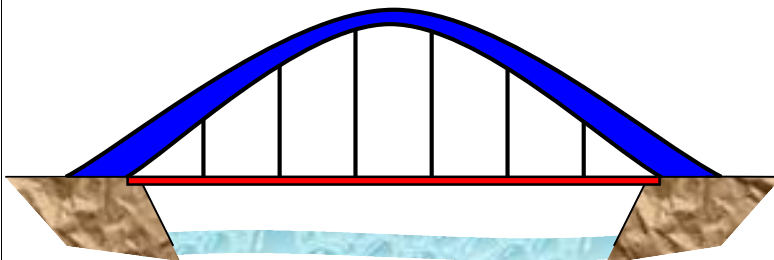
Ponte de pedra de catro vanos



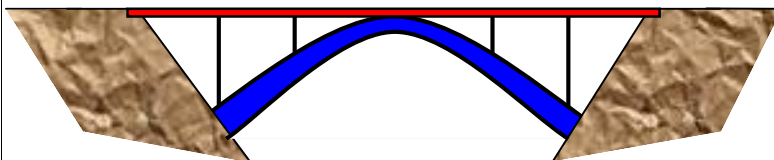
Ponte atirantada



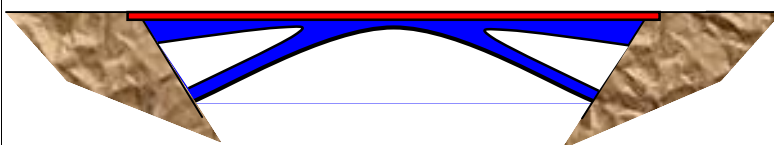
Ponte colgante



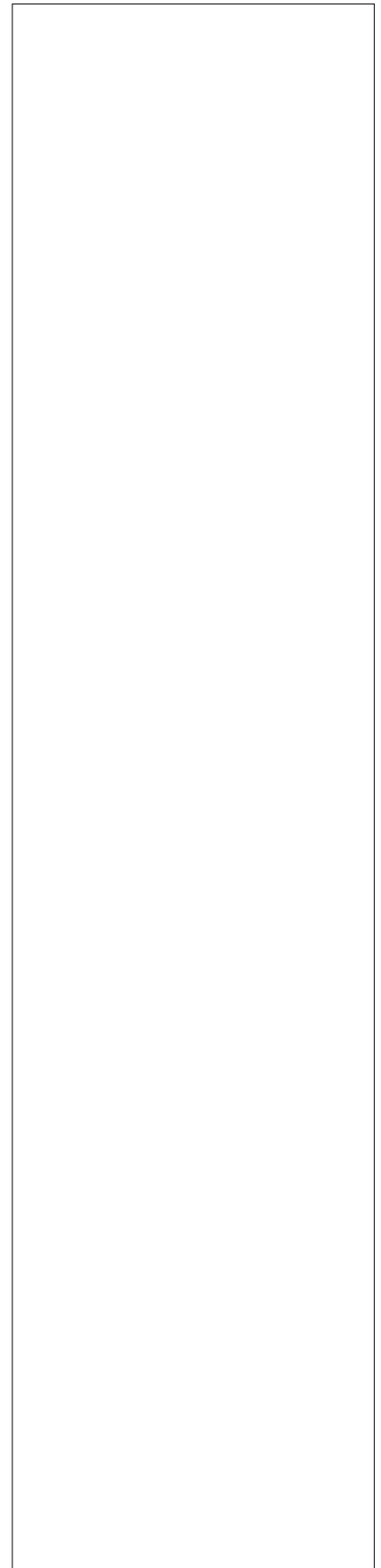
Ponte de arco con taboleiro suspenso



Ponte de arco con taboleiro apoiado



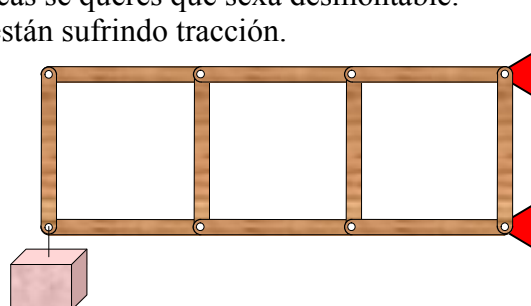
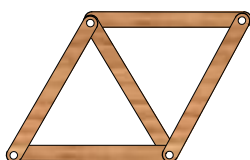
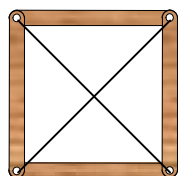
Ponte de catenaria alixeirada de formigón



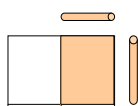
## PROXECTOS DE CONSTRUCCIÓN

### ESTRUCTURA PLANA TRIANGULADA

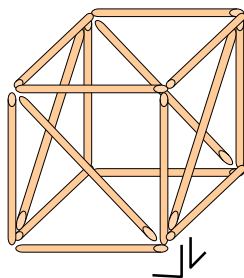
Empregando os paos dos xelados realiza experimentos de triangulación. Realiza os buratos nos paos co trade eléctrico e emprega como articulacións remaches se queres que a estrutura sexa fixa ou parafusos con porcas se queres que sexa desmontable. Emprega fíos para comprobar se as diagonais están sufrindo tracción.



### ESTRUCTURA ESPACIAL TRIANGULADA



DIN A-4



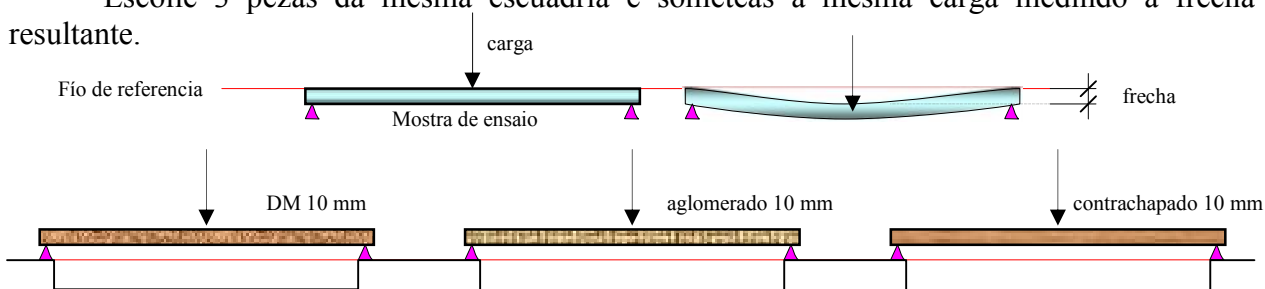
Empregando tubillóns de papel realiza unha torre de 40 cm de altura que posteriormente someterás a unha carga controlada ata que a estrutura ceda analizando o lugar e as causas.

Emprega tamaños UNE A-6 e terás lados e diagonais de cadrados dependendo do sentido de arrollamento. Para uni-los tubillóns emprega outros máis finos (DIN A 8 enrolado) e pegamento de contacto.

Relaciona o seu peso co que soporta.

### ENSAIO A FLEXIÓN

Escolle 3 pezas da mesma escuadría e sométeas á mesma carga medindo a frecha resultante.



### VIGA DE FORMIGÓN ARMADO OU PRETENSADO

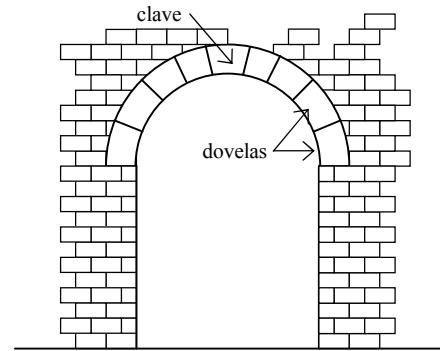
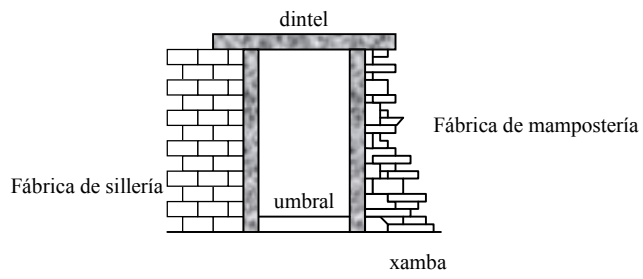
Realiza o encofrado en madeira, a armadura con arame e verte morteiro de cemento ou escayola.

### VIGA DE MADEIRA LAMINADA

Empregando chapas DM 3 mm encoladas realiza unha viga canto 10 mm. e fai o ensaio a flexión.

### SUPERFICIE DE DOBRE CURVATURA (paraboloide hiperbólico)

Deseña e constrúe unha cuberta de dobre curvatura empregando 4 listóns de madeira 10 x 10 mm, formando un paralelogramo non plano, con buratos cada 20 mm polos que pasará o fío que formará a superficie.

**Arco de medio punto**