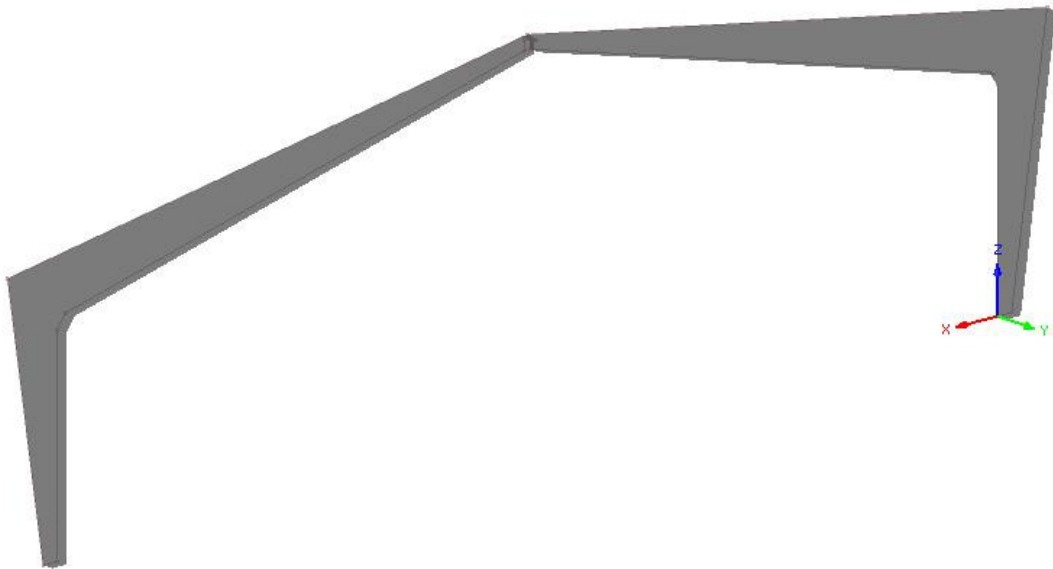




Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza



DESARROLLO DE AUTORIZACIONES DE USO EN PÓRTICOS TRIARTICULADOS



Realizado por:
ALEJANDRO HERNÁNDEZ SANMARTÍN
INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL
Especialidad: MECÁNICA

Directora:
AMAYA PÉREZ del PALOMAR

Convocatoria:
JUNIO 2.011

Agradecimientos

“Es de bien nacidos el ser agradecidos”

A mi familia, en especial a mis padres, mis suegros, mi mujer y mi hija por apoyarme en todo momento y animarme a continuar adelante.

A mis dos abuelos Ángel y Sabino quienes me vieron comenzar la carrera y me ayudaron a terminarla desde el cielo.

A mis compañeros, con los que he compartido una etapa muy importante de mi vida y siempre han estado ahí compartiendo apuntes, prácticas y horas de biblioteca.

A mis profesores desde el colegio hasta la universidad por todo lo que he aprendido gracias a ellos.

Muchas gracias!

ÍNDICE

| | |
|---|-----------|
| 1.- INTRODUCCIÓN | 7 |
| 1.1.- OBJETO DEL PROYECTO | 8 |
| 1.2.- HISTORIA DEL HORMIGÓN PREFABRICADO | 8 |
| 1.3.- TIPOLOGÍA DE PÓRTICOS | 12 |
| 1.4.- DEFINICIÓN DEL PÓRTICO TRIARTICULADO | 13 |
| 2.- PROCESO DE CÁLCULO | 15 |
| 2.1.- NORMATIVA Y UNIDADES | 16 |
| 2.2.- ASPECTOS TÉCNICOS GENERALES INSTRUCCIONES EHE Y CTE | 17 |
| 2.3.- HIPÓTESIS DE CÁLCULO | 18 |
| 2.4.- HIPÓTESIS DE DIMENSIONAMIENTO | 20 |
| 2.5.- COMBINACIÓN DE ACCIONES | 21 |
| 2.6.- COEFICIENTES DE SEGURIDAD DE LAS ACCIONES | 22 |
| 2.7.- COEFICIENTES DE SEGURIDAD DE LOS MATERIALES | 23 |
| 2.8.- VIDA ÚTIL EDIFICACIÓN | 23 |
| 2.9.- CLASE DE EXPOSICIÓN AMBIENTAL | 24 |
| 2.10.- EXIGENCIA DE APTITUD AL SERVICIO | 24 |
| 2.11.- RESISTENCIA AL FUEGO | 25 |
| 2.12.- ANÁLISIS | 26 |
| 2.13.- MATERIALES | 28 |
| 2.14.- FABRICACIÓN | 29 |
| 2.15.- PROCESO DE CÁLCULO | 31 |
| 2.16.- DEFINICIÓN DE LOS TIPOS DE CARGA | 32 |
| 2.17.- HIPÓTESIS DE CARGA | 34 |
| 2.18.- DEFINICIÓN DEL PÓRTICO TIPO | 40 |
| 2.19.- CÁLCULO DEL PÓRTICO TIPO | 41 |



| | |
|--|-----------|
| 2.19.1.- FORMA MATRICIAL DE LAS ECUACIONES ELÁSTICAS | 43 |
| 2.19.1.1.- PROCEDIMIENTO GENERAL | 43 |
| 2.19.1.2.- OBTENCIÓN MATRIZ K' DE CADA BARRA | 44 |
| 2.19.2.- TRANSFORMACIÓN DE COORDENADAS | 46 |
| 2.19.2.1.- PROCEDIMIENTO GENERAL | 46 |
| 2.19.2.2.- OBTENCIÓN MATRIZ T Y T^T DE CADA BARRA | 48 |
| 2.19.2.3.- ESFUERZOS EN COORD LOCALES CON DESPLAZAMIENTOS EN COORD GLOBALES | 49 |
| 2.19.3.- MÉTODO DE EQUILIBRIO | 50 |
| 2.19.3.1.- FORMACIÓN DE LA MATRIZ DE RIGIDEZ DE LA ESTRUCTURA | 50 |
| 2.19.3.2.- ESTUDIO DEL VECTOR DE FUERZAS f | 52 |
| 2.19.3.3.- CONDICIONES DE CONTORNO | 53 |
| 2.19.3.4.- SOLUCIÓN DEL SISTEMA DE ECUACIONES RESULTANTE | 53 |
| 2.20.- MODELADO | 56 |
| 2.21.- ARMADO DEL PÓRTICO TIPO | 57 |
| 2.21.2.- SECCIÓN GENÉRICA DE PRUEBA | 57 |
| 2.21.2.- HIPÓTESIS DE CÁLCULO | 58 |
| 2.21.2.1.- HIPÓTESIS DE PARTIDA 1 | 58 |
| 2.21.2.2.- HIPÓTESIS DE PARTIDA 2 | 62 |
| 2.21.2.3.- HIPÓTESIS DE PARTIDA 3 | 67 |
| 2.22.- CÁLCULO DE CORTANTE | 72 |
| 2.22.1.- CÁLCULO DE V_{u1} | 72 |
| 2.22.2.- CÁLCULO DE V_{u2} | 72 |
| 3.- AUTORIZACIONES DE USO | 74 |
| 3.1.- ¿QUÉ ES UNA AUTORIZACIÓN DE USO? | 75 |
| 3.2.- NUESTRA AUTORIZACIÓN DE USO | 76 |
| 4.- ANEXOS | 79 |
| 4.1.- DEFINICIÓN DEL RESTO DE PÓRTICOS | 80 |



| | |
|---|----|
| 4.2.- ENVOLVENTES DE ESFUERZOS | 88 |
| 4.3.- AUTORIZACIONES DE USO DEFINITIVAS | 97 |
| 4.4.- BIBLIOGRAFÍA | XX |

ÍNDICE DE IMÁGENES

1.- INTRODUCCIÓN

| | |
|---|----|
| 1.1.- Construcción de una nave ganadera con pórticos triarticulados | 13 |
| 1.2.- Nave de almacén de grano con pórticos triarticulados | 13 |
| 1.3.- Respiraderos sobre el pórtico principal | 14 |
| 1.4.- Estructura auxiliar al pórtico principal | 14 |

2.- PROCESO DE CÁLCULO

| | |
|---|----|
| 2.1.- Diagrama tensión-deformación del acero de armaduras pasivas | 20 |
| 2.2.- Preparación del pórtico para el modelo de cálculo | 31 |
| 2.3.- Mapa de zonificación de nieve | 32 |
| 2.4.- Mapa de zonificación de viento | 34 |
| 2.5.- Zonificación de viento en paramentos verticales | 36 |
| 2.6.- Zonificación de viento en cubierta a dos aguas | 36 |
| 2.7.- Empujes de viento sobre estructura | 37 |
| 2.8.- Empujes de viento sobre estructura abierta | 37 |
| 2.9.- Empujes de viento sobre otra fachada | 38 |
| 2.10.- Hipótesis de cálculo de viento 1 | 39 |
| 2.11.- Hipótesis de cálculo de viento 2 | 39 |
| 2.12.- Definición del pórtico tipo de cálculo | 40 |
| 2.13.- Sistema de ejes loscales de las barras | 42 |
| 2.14.- Gráfico de ejes locales y globales de una barra tipo | 47 |
| 2.15.- Esquema de nudos y barras del pórtico tipo | 54 |
| 2.16.- Esfuerzos y momentos de empotramiento perfecto de una barra de la estructura | 54 |
| 2.17.- Diagrama de flectores | 55 |
| 2.18.- Diagrama de cortantes | 55 |
| 2.19.- Definición del pórtico para el modelado | 57 |

| | |
|--|----|
| 2.20.- Esquema de fuerzas y tensiones Hip.1 | 59 |
| 2.21.- Posición aplicación bloque comprimido Hip.1 | 61 |
| 2.22.- Esquema de fuerzas y tensiones Hip.2 | 63 |
| 2.23.- Posición aplicación bloque comprimido Hip.2 | 65 |
| 2.24.- Diagrama del bloque comprimido Hip.2 | 67 |
| 2.25.- Esquema de fuerzas y tensiones Hip.3 | 68 |
| 2.26.- Posición aplicación bloque comprimido Hip.3 | 70 |
| 3.- AUTORIZACIONES DE USO | |
| 3.1.- Autorización de uso de una placa alveolar | 75 |
| 3.2- Página 1 de nuestra autorización de uso | 76 |
| 3.3- Página 2 de nuestra autorización de uso | 77 |
| 3.4- Página 3 de nuestra autorización de uso | 78 |
| 4.- ANEXOS | |
| 4.1.- Definición pórtico 10 m. | 80 |
| 4.2.- Definición pórtico 11 m. | 80 |
| 4.3.- Definición pórtico 12 m. | 81 |
| 4.4.- Definición pórtico 13 m. | 81 |
| 4.5.- Definición pórtico 14 m. | 82 |
| 4.6.- Definición pórtico 15 m. | 82 |
| 4.7.- Definición pórtico 16 m. | 83 |
| 4.8.- Definición pórtico 17 m. | 83 |
| 4.9.- Definición pórtico 18 m. | 84 |
| 4.10.- Definición pórtico 19 m. | 84 |
| 4.11.- Definición pórtico 20 m. | 85 |
| 4.12.- Definición pórtico 21 m. | 85 |
| 4.13.- Definición pórtico 22 m. | 86 |
| 4.14.- Definición pórtico 23 m. | 86 |
| 4.15.- Definición pórtico 24 m. | 87 |



| | |
|---------------------------------|----|
| 4.16.- Definición pórtico 25 m. | 87 |
| 4.17.- Diagrama tipo Axil | 88 |
| 4.18.- Diagrama tipo Cortante | 88 |
| 4.19.- Diagrama tipo Flector | 88 |



1.- INTRODUCCIÓN

1.1.- OBJETO DEL PROYECTO

Este proyecto ha sido desarrollado en la empresa Promotec P.G. S.L. para el cliente Prefabricados y Hierros Tourón S.L.

Debido al interés en profundizar en las asignaturas de construcción desarrolladas a lo largo de la carrera, y tras la necesidad de nuestro cliente de obtener el marcado CE para los pórticos articulados destinados a la construcción de naves prefabricadas, se presenta la posibilidad de realizar unas fichas técnicas de autorización de uso con las que no sólo se obtenga dicho certificado sino que a la vez sean una herramienta completa a la hora de predimensionar y presupuestar dichas naves.

1.2.- HISTORIA DEL HORMIGÓN PREFABRICADO

El hormigón es el material resultante de la mezcla de cemento (u otro conglomerante) con áridos (piedra, grava, gravilla y arena) y agua. La mezcla de cemento con arena y agua se denomina mortero.

El cemento, mezclado con agua, se convierte en una pasta moldeable con propiedades adherentes, que en pocas horas fragua y se endurece tornándose en un material de consistencia pétreo.

La principal característica estructural del hormigón es que resiste muy bien los esfuerzos de compresión, pero no tiene buen comportamiento frente a otros tipos de esfuerzos (tracción, flexión, cortante, etc.), por este motivo es habitual usarlo asociado al acero, recibiendo el nombre de hormigón armado, comportándose el conjunto muy favorablemente ante las diversas sollicitaciones.

Además, para poder modificar algunas de sus características o comportamiento, se pueden añadir aditivos y adiciones, existiendo una gran variedad de ellos: colorantes, aceleradores, retardadores de fraguado, fluidificantes, impermeabilizantes, fibras, etc.

Cuando se proyecta una estructura de hormigón armado se establecen las dimensiones de los elementos, el tipo de hormigón, los aditivos, y el acero que hay que colocar en función de los esfuerzos que deberá soportar y de las condiciones ambientales a que estará expuesto.

Su empleo es habitual en obras de arquitectura e ingeniería, tales como edificios, puentes, diques, puertos, canales, túneles, etc. Incluso en aquellas edificaciones cuya estructura principal se realiza en acero, su utilización es imprescindible para conformar la cimentación.

Precedentes

La historia del hormigón constituye un capítulo fundamental de la historia de la construcción. Cuando el hombre optó por levantar edificaciones utilizando materiales arcillosos o pétreos, surgió la necesidad de obtener pastas o morteros que permitieran unir dichos mampuestos para poder conformar estructuras estables. Inicialmente se emplearon pastas elaboradas con arcilla, yeso o cal, pero se deterioraban rápidamente ante las inclemencias atmosféricas. Se idearon diversas soluciones, mezclando agua con rocas y minerales triturados, para conseguir pastas que no se degradasen fácilmente. Así, en el Antiguo Egipto se utilizaron diversas pastas obtenidas con mezclas de yesos y calizas disueltas en agua, para poder unir sólidamente los sillares de piedra; como las que aun perduran entre los bloques calizos del revestimiento de la Gran Pirámide de Guiza.

En la Antigua Grecia, hacia el año 500 a. C., se mezclaban compuestos de caliza calcinada con agua y arena, añadiendo piedras trituradas, tejas rotas o ladrillos, dando origen al primer hormigón de la historia, usando tobas volcánicas extraídas de la isla de Santorini. Los antiguos romanos emplearon tierras o cenizas volcánicas, conocidas también como puzolana, que contienen sílice y alúmina, que al combinarse químicamente con la cal daban como resultado el denominado cemento puzolánico (obtenido en Pozzuoli, cerca del Vesubio). Añadiendo en su masa jarras cerámicas o materiales de baja densidad (piedra pómez) obtuvieron el primer hormigón aligerado, con este material se comenzó por construir por sobre todo tuberías e instalaciones portuarias fabricaciones las cuales se han encontrado restos hasta el día de hoy. Y en las que destacan construcciones como los diversos arcos del Coliseo romano, los nervios de la bóveda de la Basílica de Majencio, con luces de más de 25 m., las bóvedas de las Termas de Caracalla, y la cúpula del Panteón de Agripa, de unos cuarenta y tres metros de diámetro, la de mayor luz durante siglos.

Hormigón medieval

Tras la caída del Imperio romano, el hormigón fue poco utilizado, posiblemente debido a la falta de medios técnicos y humanos, la mala calidad de la cocción de la cal, y la carencia o lejanía de tobas volcánicas; no se encuentran muestras de su uso en grandes obras hasta el siglo XIII, en que se vuelve a utilizar en los cimientos de la Catedral de Salisbury, o en la célebre Torre de Londres, en Inglaterra. Durante el renacimiento su empleo fue escaso y muy poco significativo.

Civilizaciones precolombinas

En algunas ciudades y grandes estructuras, construidas por Mayas y Aztecas en México o las de Machu Pichu en el Perú, se utilizaron materiales cementantes.

El siglo XVIII

En el siglo XVIII se reaviva el afán por la investigación. John Smeaton, un ingeniero de Leeds fue comisionado para construir por tercera vez un faro en el acantilado de Edystone, en la costa Cornwall, empleando piedras unidas con un mortero de cal calcinada para conformar una construcción monolítica que soportara la constante acción de las olas y los húmedos vientos; fue concluido en 1759 y la cimentación aún perdura.

El cemento Portland

Joseph Aspdin y James Parker patentaron en 1824 el Portland Cement, obtenido de caliza arcillosa y carbón calcinados a alta temperatura –denominado así por su color gris verdoso oscuro, muy similar a la piedra de la isla de Pórtland. Isaac Johnson obtiene en 1845 el prototipo del cemento moderno elaborado de una mezcla de caliza y arcilla calcinada a alta temperatura, hasta la formación del clinker; el proceso de industrialización y la introducción de hornos rotatorios propiciaron su uso para gran variedad de aplicaciones, hacia finales del siglo XIX.

El hormigón armado

El hormigón, por sus características pétreas, soporta bien esfuerzos de compresión, pero se fisura con otros tipos de solicitaciones (flexión, tracción, torsión, cortante); la inclusión de varillas metálicas que soportaran dichos esfuerzos propició optimizar sus características y su empleo generalizado en múltiples obras de ingeniería y arquitectura.

La invención del hormigón armado se suele atribuir al constructor William Wilkinson, quien solicitó en 1854 la patente de un sistema que incluía armaduras de hierro para «la mejora de la construcción de viviendas, almacenes y otros edificios resistentes al fuego». El francés Joseph Monier patentó varios métodos en la década de 1860, pero fue François Hennebique quien ideó un sistema convincente de hormigón armado, patentado en 1892, que utilizó en la construcción de una fábrica de hilados en Tourcoing, Lille, en 1895.

Diseño de estructuras de hormigón armado

Hennebique y sus contemporáneos basaban el diseño de sus patentes en resultados experimentales, mediante pruebas de carga; los primeros aportes teóricos los realizan prestigiosos investigadores alemanes, tales como Wilhem Ritter, quien desarrolla en 1899 la teoría del «Reticulado de Ritter-Mörsch». Los estudios teóricos fundamentales se gestarán en el siglo XX.

A principios del siglo XX surge el rápido crecimiento de la industria del cemento, debido a varios factores: los experimentos de los químicos franceses Vicat y Le Chatelier y el alemán Michaélis, que logran producir cemento de calidad homogénea; la invención del horno rotatorio para calcinación y el molino tubular; y los métodos de transportar hormigón fresco ideados por Juergen Hinrich Magens que patenta entre 1903 y 1907. Con estos adelantos pudo elaborarse cemento portland en grandes cantidades y utilizarse ventajosamente en la industria de la construcción.

Maillart proyecta en 1901 un puente en arco de 38 metros de luz sobre el río Inn, en Suiza, construido con vigas cajón de hormigón armado; entre 1904 y 1906 diseña el puente de Tavanasa, sobre el río Rin, con 51 metros de luz, el mayor de Suiza. Claude A.P. Turner realiza en 1906 el edificio Bovex de Minneapolis (USA), con los primeros pilares fungiformes (de amplios capiteles).

Le Corbusier, en los años 1920, reclama en *Vers une Architecture* una producción lógica, funcional y constructiva, despojada de retóricas del pasado; en su diseño de Casa Domino, de 1914, la estructura está conformada con pilares y forjados de hormigón armado, posibilitando fachadas totalmente diáfanas y la libre distribución de los espacios interiores.

Los hangares de Orly (París), diseñados por Freyssinet entre 1921 y 1923, con 60 metros de luz, 9 de flecha y 300 de longitud, se construyen con láminas parabólicas de hormigón armado, eliminando la división funcional entre paredes y techo. En 1929 Frank Lloyd Wright construye el primer rascacielos en hormigón.

Hormigones de altas prestaciones

Se denomina hormigón pretensado a la tipología de construcción de elementos estructurales de hormigón sometidos intencionadamente a esfuerzos de compresión previos a su puesta en servicio. Dichos esfuerzos se consiguen mediante cables de acero que son tensados y anclados al hormigón.

Esta técnica se emplea para superar la debilidad natural del hormigón frente a esfuerzos de tracción, 1 y 2 y fue patentada por Eugène Freyssinet en 1920.

El objetivo es lograr que parte de las tracciones que producirían las cargas de servicio se traduzcan en una disminución de la compresión ya existente en el material.

El esfuerzo de pretensado se puede transmitir al hormigón de dos formas:

Mediante armaduras pretesas (generalmente barras o alambres), método utilizado mayoritariamente en elementos prefabricados.

Mediante armaduras postensadas o postesas, (generalmente torones, grupos de cables), utilizadas mayoritariamente en piezas hormigonadas in situ.

Normalmente al aplicar esta técnica, se emplean hormigones y aceros de alta resistencia, dada la magnitud de los esfuerzos inducidos.

En la década de 1960 aparece el hormigón reforzado con fibras, incorporadas en el momento del amasado, dando al hormigón isotropía y aumentando sus cualidades a flexión, tracción, impacto, fisuración, etc. En los años 1970, los aditivos permiten obtener hormigones de alta resistencia, de 120 a más de 200 MPa; la incorporación de monómeros, genera hormigones casi inatacables por los agentes químicos o indestructibles por los ciclos hielo-deshielo, aportando múltiples mejoras en diversas propiedades del hormigón.

Resumen

Así pues, como breve resumen de la introducción del hormigón, su historia, su evolución y sus utilidades podemos comprobar en la tabla inferior una clasificación atendiendo a los diferentes tipos de hormigón que hoy en día podemos encontrar en cualquier tipo de construcción

| Tipos de Hormigón | |
|----------------------------------|---|
| Hormigón ordinario | También se suele referir a él denominándolo simplemente hormigón. Es el material obtenido al mezclar cemento portland, agua y áridos de varios tamaños, superiores e inferiores a 5 mm, es decir, con grava y arena. |
| Hormigón en masa | Es el hormigón que no contiene en su interior armaduras de acero. Este hormigón solo es apto para resistir esfuerzos de compresión. |
| Hormigón armado | Es el hormigón que en su interior tiene armaduras de acero, debidamente calculadas y situadas. Este hormigón es apto para resistir esfuerzos de compresión y tracción. Los esfuerzos de tracción los resisten las armaduras de acero. Es el hormigón más habitual. |
| Hormigón pretensado / postensado | Es el hormigón que tiene en su interior una armadura de acero especial sometida a tracción. Puede ser pre-tensado si la armadura se ha tensado antes de colocar el hormigón fresco o post-tensado si la armadura se tensa cuando el hormigón ha adquirido su resistencia. |

| | |
|----------------------------|---|
| Mortero | Es una mezcla de cemento, agua y arena (árido fino), es decir, un hormigón normal sin árido grueso. |
| Hormigón ciclópeo | Es el hormigón que tiene embebidos en su interior grandes piedras de dimensión no inferior a 30 cm. |
| Hormigón sin finos | Es aquel que sólo tiene árido grueso, es decir, no tiene arena (árido menor de 5 mm). |
| Hormigón aireado o celular | Se obtiene incorporando a la mezcla aire u otros gases derivados de reacciones químicas, resultando un hormigón baja densidad. ¹⁷ |
| Hormigón de alta densidad | Fabricados con áridos de densidades superiores a los habituales (normalmente barita, magnetita, hematita...) El hormigón pesado se utiliza para blindar estructuras y proteger frente a la radiación. |
| Hormigones especiales | Son aquellos hormigones en cuya composición se incluyen aditivos especiales para otorgarles características especiales (resistencia a ataques químicos) |

1.3.- TIPOLOGÍAS DE PÓRTICOS

En primer lugar definiremos como pórtico al conjunto de elementos estructurales unidos por sus extremos diseñados para soportar tanto cargas verticales como laterales transversales a la longitud de una estructura aporticada.

Existen varias clasificaciones de pórticos:

Atendiendo a su geometría:

- Pórtico a dos aguas
- Pórtico a un agua
- Pórtico poligonal
- Pórtico en diente de sierra

...

Según sea su entramado:

- Pórtico de un solo vano
- Pórtico multivano
- Pórtico arriostrado

...

Dependiendo de las uniones de sus nudos

- Pórtico rígido
- Pórtico semi-rígido
- Pórtico articulado

1.4.- DEFINICIÓN DEL PÓRTICO TRIARTICULADO

Los pórticos articulados son una tipología de pórtico a dos aguas compuestos por dos piezas simétricas de sección variable en forma de boomerang, que conectan con cimentación y en cumbrera mediante unos pasadores o bulones para poder realizar la unión articulada, de ahí que su nombre más conocido sea el de pórticos triarticulados.

El uso más común para este tipo de pórticos es el de edificar naves ganaderas ya que por su geometría son piezas que nos permiten llegar a grandes luces sin vanos intermedios. De ahí que sean una excepcional solución para este tipo de instalaciones, generalmente porcinas o bovinas, en las que no es tan primordial la altura de la edificación.

El pórtico se compone de dos piezas simétricas de sección peraltada de acuerdo a las curvas de momentos flectores, que más adelante estudiaremos, unidas entre ellas y a cimentación por unos pasadores.



Foto 1.1

Construcción de una nave ganadera con pórticos triarticulados



Foto 1.2

Nave de almacén de grano con pórticos triarticulados

En las construcciones con pórticos triarticulados prefabricados frecuentes son las modificaciones sobre la propia pieza para obtener soluciones a diversos problemas o necesidades planteadas tanto por el cliente como por el diseño conceptual de la estructura. Así pues es frecuente ver pórticos con respiraderos en las naves ganaderas o estructuras auxiliares anexas al pórtico principal como podemos observar en las siguientes imágenes.



Foto 1.3

Respiraderos sobre el pórtico principal



Foto 1.4

Estructura auxiliar al pórtico principal



2.- PROCESO DE CÁLCULO

2.1.- NORMATIVA Y UNIDADES

Las unidades adoptadas en el presente proyecto, corresponden a las del Sistema Internacional de unidades de Medida, S.I. declarado de uso legal en España.

Las unidades prácticas en el sistema Internacional son las siguientes:

- Para fuerzas, cortantes y axiles: kN
- Para resistencia y tensiones: N/mm²
- Para fuerzas por unidad de longitud: kN/m
- Para fuerzas por unidad de superficie: kN/m²
- Para fuerzas por unidad de volumen: kN/m³
- Para momentos: mkN

Tanto en el diseño y cálculo de los elementos, la normativa a cumplir se centra hoy en las siguientes disposiciones básicas.

- Código Técnico de la Edificación, Seguridad Estructural: Bases de Cálculo y acciones en la edificación.
- Norma Básica de la edificación, Condiciones de protección contra incendios en los edificios (CPI-96).
- Norma de Construcción Sismorresistente: Parte general y Edificación (NCSE-02).
- Real decreto 1247/2008, de 18 de Julio, por el que se aprueba la "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).
- Instrucción para el proyecto y la ejecución de forjados unidireccionales de hormigón estructural realizados con elementos prefabricados.
- Código de Diseño de Hormigón Armado (ACI 318-95).
- Proyecto de Estructuras de Hormigón. Parte 1.3 Reglas generales Elementos y Estructuras prefabricadas de Hormigón (EUROCODIGO 2).

Existen otros campos de Normas a considerar en estos elementos como son todos los correspondientes a los materiales, específicamente al cemento y al acero (incluyendo áridos, agua, aditivos, etc.), normas de resistencia al fuego, así como específicamente el Plan de Control de la Producción, aspectos que deben ser considerados en el Proyecto y por el Fabricante.

2.2.- ASPECTOS TÉCNICOS GENERALES INSTRUCCIÓN EHE Y CTE

Se definen como Estados Límite aquellas situaciones para las que, de ser superadas, puede considerarse que la estructura no cumple alguna de las funciones para las que ha sido proyectada.

A los efectos de la Instrucción EHE, los Estados Límite se clasifican en:

- .- Estados Límite Últimos.
- .- Estados Límite de Servicio.
- .- Estados Límite de Durabilidad.

La denominación de **Estado Límite Último** engloba todos aquellos que producen el fallo de la estructura, por pérdida de equilibrio, colapso o rotura de la misma o parte de ella.

Como Estados Límite Últimos deben considerarse los debidos a:

- .- Fallo por deformaciones plásticas excesivas, rotura o pérdida de la estabilidad de la estructura o parte de ella.
- .- Pérdida del equilibrio de la estructura o parte de ella, considerada como un sólido rígido.
- .- Fallo por acumulación de deformaciones o fisuración progresiva bajo cargas repetidas.

La denominación de **Estado Límite de Servicio** engloba todos aquellos para los que no se cumplen los requisitos de funcionalidad, de comodidad o de aspectos requeridos.

- Estado Límite Deformaciones.
- Estado Límite Fisuración.

Se entiende por **Estado Límite de Durabilidad** el producido por las acciones físicas ó químicas, diferentes a las cargas y acciones del análisis estructural, que pueden degradar las características del hormigón o de las armaduras hasta límites inaceptables.

El procedimiento de comprobación, para un cierto Estado Límite, consiste en deducir, por una parte, el efecto de las acciones aplicadas a la estructura o en parte de ella y, por otra, la respuesta de la estructura para la situación límite en estudio. El Estado Límite quedará garantizado si se verifica, con un índice de fiabilidad suficiente, que la respuesta estructural no es inferior que el efecto de las acciones aplicadas.

2.3.- HIPÓTESIS DE CÁLCULO

Se realiza el cálculo de esfuerzos utilizando como método de cálculo el método matricial de la rigidez. En este método, se calculan los desplazamientos y giros de todos los nudos de la estructura, (cada nudo tiene seis grados de libertad: los desplazamientos y giros sobre tres ejes generales del espacio y en función de ellos se obtienen los esfuerzos (axiles, cortantes y flectores) de cada sección.

Los métodos de análisis de estructuras hacen uso de tres condiciones básicas que deben satisfacer tanto las fuerzas como los movimientos determinados en los extremos de las barras y en los nudos.

1.- Las fuerzas que actúan en el extremo de una barra y los movimientos de la misma, deben satisfacer las ecuaciones deducidas del diagrama tensión-deformación del material que la forma.

2.- Los movimientos de los extremos de las barras deben ser compatibles con los nudos a los que están unidas dichas barras **Condiciones de compatibilidad.**

3.- Las fuerzas que actúan en los extremos de cada barra deben mantener el equilibrio **Condiciones de equilibrio.**

Junto a las condiciones básicas, se contemplan a continuación las hipótesis de cálculo que se utilizan en el desarrollo del estudio.

Teoría de las pequeñas deflexiones

Esta teoría supone que la geometría de la estructura no cambia apreciablemente bajo la aplicación de las cargas

Linealidad

Se dice que una estructura tiene un comportamiento lineal si los movimientos en todos los nudos y los esfuerzos en todas las barras son funciones lineales de las cargas aplicadas. Esta hipótesis de linealidad proporciona dos ventajas importantes; En primer lugar simplifica notablemente, en la práctica, el análisis de una estructura bajo un sistema de cargas, y en segundo lugar la superposición de soluciones.

El comportamiento no lineal de las estructuras se produce principalmente por 2 causas que se detallan a continuación:

- 1) Comportamiento no lineal del material.
- 2) Los cambios geométricos importantes que inducen efectos de segundo orden.

Superposición

Este principio, válido para cualquier estructura con comportamiento lineal, establece que los esfuerzos y movimientos producidos por un sistema de cargas que actúan simultáneamente sobre la estructura, pueden obtenerse por adición de efectos producidos por cada carga actuando aisladamente.

Una importante aplicación de este principio se presenta en el análisis de estructuras sometidas a cargas que actúan en puntos intermedios de una barra; en estos casos resulta ventajoso suponer el sistema real de cargas como suma de dos estados y realizar el análisis de cada uno de ellos por separado, siendo el resultado final la suma de las dos soluciones.

El primer estado está formado por el sistema de cargas real actuando sobre la estructura con los movimientos de los nudos impedidos (estado de empotramiento perfecto de los nudos).

El segundo estado está formado por un sistema de cargas que actúa solo en los nudos de la estructura, equivalente a los esfuerzos de empotramiento calculados en el estado anterior cambiados de signo (fuerzas equivalentes en los nudos). Este estado es básico en el cálculo matricial de estructuras ya que permite establecer las fuerzas equivalentes que actúan en los nudos de la estructura, en cualquier caso de carga.

Equilibrio

Este principio, establece que tanto la estructura globalmente como cada nudo y barra de la misma, están en equilibrio bajo la acción de las fuerzas exteriores y de los esfuerzos internos que actúan sobre ella.

Compatibilidad

Este principio supone que la deformación es continua y tiene un valor único. Se utiliza para imponer la condición de que los movimientos de los nudos y de los extremos de las barras que concurren en ellos son únicos.

Condiciones de contorno

Las condiciones de contorno en estructuras, se expresan en función de fuerzas y/o de desplazamientos en los nudos o en las barras.

A los nudos que tienen condiciones de desplazamiento impuestas se les denomina apoyos de la estructura y los valores de los mismos, que no tienen por que ser nulos, se definen como datos del problema.

Unicidad de soluciones

No son posibles soluciones alternativas a los problemas de análisis estructural. Para un conjunto de cargas externas, tanto la deformación como los esfuerzos en todas las barras y las reacciones en los apoyos de la estructura, son únicos (Teorema de unicidad de Kirchhoff).

2.4.- HIPÓTESIS DE DIMENSIONAMIENTO

En la comprobación de los Estados Límite Últimos que considera la rotura de una sección ó elemento, se debe satisfacer la condición:

$$R_d \geq E_d$$

donde:

R_d = Valor de cálculo de la respuesta estructural.

E_d = Valor de cálculo del efecto de las acciones.

El cálculo de la capacidad resistente última de las secciones se efectúa a partir de las siguientes hipótesis:

- 1) El agotamiento se caracteriza por el valor de la deformación en determinadas fibras de la sección, definidas por los dominios de deformación de agotamiento.
- 2) Las deformaciones del hormigón siguen una ley plana. Esta hipótesis es valida para piezas en las que la relación entre la distancia entre puntos de momento nulo y el canto total, es superior a 2.
- 3) Las deformaciones ϵ_s de las armaduras pasivas se mantienen iguales a las del hormigón que las envuelve.
- 4) El diagrama de cálculo tensión-deformación del hormigón, de las armaduras pasivas y armaduras activas corresponden con los que se definen a continuación

No se considera la resistencia del hormigón a tracción.

Armadura pasiva

El diagrama de comportamiento para las armaduras pasivas se corresponde:

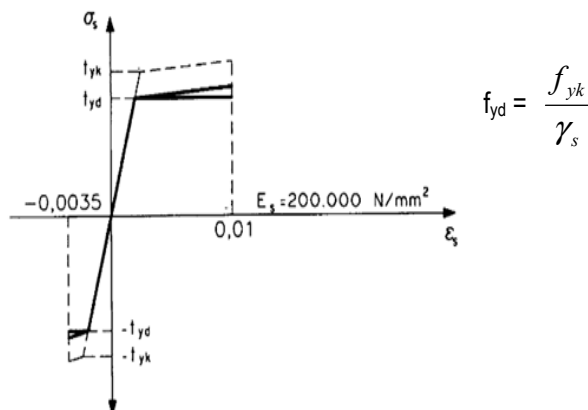


Imagen 2.1

Diagrama tensión-deformación del acero pasivo

- 5) Se aplicarán las resultantes de tensiones en la sección las ecuaciones generales de equilibrio de fuerzas y momentos. De esta forma se calcula la capacidad resistente última mediante la integración de las tensiones en el hormigón y en las armaduras.

2.5.- COMBINACIÓN DE ACCIONES

Una combinación de acciones consiste en un conjunto de acciones compatibles que se consideran actuando simultáneamente para una comprobación determinada; cada combinación estará formada en general por las acciones permanentes, una acción variable determinante y una o varias acciones variables concomitantes, verificando cada una de las acciones variables como determinante.

Las combinaciones generales a realizar sobre los elementos que componen la estructura, se definen de acuerdo a las distintas situaciones del proyecto.

ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS

- Situación persistente o transitoria

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} \cdot G_{k,j}^* + \gamma_P \cdot P_k + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{j > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{o,i} \cdot Q_{k,i}$$

- Situación Accidental

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} \cdot G_{k,j}^* + \gamma_P \cdot P_k + \gamma_A \cdot A_k + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{j > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

- Situación Sísmica

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} \cdot G_{k,j}^* + \gamma_P \cdot P_k + \gamma_A \cdot A_{E,k} + \sum_{j > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Donde:

$G_{k,j}$ Valor característico de las acciones permanentes.

$G_{k,j}^*$ Valor característico de las acciones permanentes de valor no constante.

P_k Valor característico de la acción del pretensado.

$Q_{k,1}$ Valor característico de la acción variable determinante.

$\psi_{o,i} \cdot Q_{k,i}$ Valor representativo de combinación de las acciones variables concomitantes

$\psi_{1,1} \cdot Q_{k,i}$ Valor representativo frecuente de la acción variable determinante.

$\Psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$ Valores representativos cuasipermanentes de las acciones variables con la acción determinante ó con la acción variable.

A_k Valor característico de la acción accidental.

$A_{E,k}$ Valor característico de la acción sísmica.

ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO

• Combinación poco probable

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} \cdot G_{k,j}^* + \gamma_P \cdot P_k + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{j > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \Psi_{o,i} \cdot Q_{k,i}$$

• Combinación frecuente

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} \cdot G_{k,j}^* + \gamma_P \cdot P_k + \gamma_A \cdot A_k + \gamma_{Q,1} \cdot \Psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{j > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \Psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

• Combinación cuasipermanente

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} \cdot G_{k,j}^* + \gamma_P \cdot P_k + \gamma_A \cdot A_{E,k} + \sum_{j > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \Psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

2.6.- COEFICIENTES DE SEGURIDAD DE LAS ACCIONES

El cálculo de los pórticos se realiza, adoptándose los coeficientes de seguridad siguientes:

• *Para los Estados Límites Últimos*

Como coeficientes parciales de seguridad de las acciones para las comprobaciones de los Estados Límite Últimos se adoptan los valores en la siguiente tabla.

| Tipo de Acción | Situación persistente o transitoria | | Situación accidental | |
|----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | Efecto favorable | Efecto desfavorable | Efecto favorable | Efecto desfavorable |
| Permanente | $\gamma_G = 1,35$ | $\gamma_G = 1,35$ | $\gamma_G = 1,00$ | $\gamma_G = 1,00$ |
| Pretensado | $\gamma_P = 1,00$ | $\gamma_P = 1,00$ | $\gamma_P = 1,00$ | $\gamma_P = 1,00$ |
| Permanente de valor no constante | $\gamma_{G^*} = 1,00$ | $\gamma_{G^*} = 1,50$ | $\gamma_{G^*} = 1,00$ | $\gamma_{G^*} = 1,00$ |
| Variable | $\gamma_Q = 1,00$ | $\gamma_Q = 1,50$ | $\gamma_Q = 0,00$ | $\gamma_Q = 1,00$ |
| Accidental | ----- | ----- | $\gamma_A = 0,00$ | $\gamma_A = 0,00$ |

• *Para los Estados Límites de Servicio*

Como coeficientes parciales de seguridad de las acciones para las comprobaciones de los Estados Límite de Servicio se adoptaran los valores definidos en la tabla 2.

| Tipo de Acción | | Efecto favorable | Efecto desfavorable |
|----------------------------------|------------------|---------------------|---------------------|
| Permanente | | $\gamma_G = 1,00$ | $\gamma_G = 1,00$ |
| Pretensado | Armadura pretesa | $\gamma_P = 0,95$ | $\gamma_P = 1,05$ |
| | Armadura postesa | $\gamma_P = 0,90$ | $\gamma_P = 1,10$ |
| Permanente de valor no constante | | $\gamma_G^* = 1,00$ | $\gamma_G^* = 1,00$ |
| Variable | | $\gamma_Q = 0,00$ | $\gamma_Q = 1,00$ |

2.7.- COEFICIENTES DE SEGURIDAD DE LOS MATERIALES

Los valores de cálculo de las propiedades de los materiales se obtienen a partir de los valores característicos divididos por un coeficiente parcial de seguridad.

De acuerdo a la situación del proyecto se definen los siguientes coeficientes parciales de seguridad para el estudio de los Estados Límite Últimos.

| Situación del proyecto | Hormigón γ_c | Acero pasivo y activo γ_s |
|---------------------------|---------------------|----------------------------------|
| Persistente o transitoria | 1,5 | 1,15 |
| Accidental | 1,3 | 1,0 |

2.8.- VIDA ÚTIL EDIFICACIÓN

Se entiende por vida útil de la de la estructura el periodo de tiempo, a partir de la fecha en la que finaliza la ejecución, durante el que debe mantenerse el cumplimiento de las exigencias. Durante ese periodo requerirá una conservación normal, que no implique operaciones de rehabilitación.

Establecemos para que los pórticos en estudio del proyecto vayan a tener una vida útil de 50 años.

2.9.- CLASE DE EXPOSICIÓN AMBIENTAL

La clase de exposición ambiental a la que se encuentra sometida una estructura viene determinada por el grado de agresividad existente sobre los procesos de degradación del hormigón; de acuerdo a dicha exposición ambiental y al artº 37.2.4 de la instrucción EHE-08 se determinan los recubrimientos necesarios sobre las armaduras que componen los diferentes elementos estructurales. En el caso que nos encontramos los recubrimientos de las armaduras en los elementos pueden estar condicionados por los recubrimientos compatibles con la resistencia al Fuego exigida para cada uno de ellos.

Cuando por exigencias de durabilidad ó resistencia al fuego el recubrimiento sea superior a 50 mm, se colocara una malla de reparto en medio del espesor del recubrimiento.

Para el desarrollo de nuestro proyecto tomaremos una clase de exposición: Ambiente IIa.

Elementos de hormigón armado ($25 < f_{ck} < 40$ N/mm²)

$$r_{nom} = r_{min} + \Delta r; \quad r_{nom} = 25 \text{ mm}$$

2.10.- EXIGENCIA DE APTITUD AL SERVICIO

La aptitud al servicio será conforme con el uso previsto para la estructura, de forma que no se produzcan deformaciones inadmisibles, se limite a un nivel aceptable, en su caso, la probabilidad de un comportamiento dinámico inadmisibles para la confortabilidad de los usuarios y, además, no se produzcan degradaciones ó fisuras inaceptables.

Se entenderá que la estructura tiene deformaciones admisibles cuando cumpla las limitaciones de flecha establecidas por las reglamentaciones específicas que sean de aplicación. En el caso de las estructuras de edificación, se utilizaran las limitaciones indicadas en el apartado 4.3.3 del Documento Básico “Seguridad Estructural” del Código Técnico de la Edificación.

Con respecto a la fisuración se verificarán que el valor de la abertura característica de fisura $w_{característica}$ no sea superior a las aberturas máximas de fisura w_{max} que recogemos en la siguiente tabla.

| Clase de exposición | w_{max} (mm.) | |
|---|--|--|
| | Hormigón Armado (combinación cuasipermanente de acciones) | Hormigón Pretensado (combinación frecuente de acciones) |
| I | 0,40 | 0,20 |
| II _a II _b H | 0,30 | 0,20 |
| III _a III _b IV F Q _a | 0,20 | Descompresión |
| III _c Q _b Q _c | 0,10 | |

2.11.- RESISTENCIA AL FUEGO.

Reflejamos a continuación la resistencia al fuego de las vigas, objeto de la memoria de cálculo.

En la normativa se definen las exigencias que recogemos a continuación.

Estabilidad al fuego (EF) → Se deben verificar la condición a)

Parallamas (PF) → Se deben verificar las condiciones a) y b)

Resistencia al fuego (RF) → Se deben verificar todas las condiciones citadas anteriormente.

Reflejamos las condiciones que marcan los tres tipos de exigencias de comportamiento frente al fuego: Estabilidad al fuego (EF), Parallamas (PF) y Resistencia al fuego (RF).

- a) Estabilidad o capacidad portante.
- b) Ausencia de emisión de gases inflamables por la cara no expuesta.
- c) Estanqueidad al paso de llamas o gases calientes.
- d) Resistencia térmica suficiente para impedir que se produzcan en la cara no expuesta temperaturas superiores a las que se establecen en la norma UNE 23093.

Para el análisis de los elementos que componen la estructura y de acuerdo a la instrucción EHE-08, definimos los tres criterios básicos de comportamiento que caracterizan el comportamiento frente al fuego.

- 1) Capacidad resistente de la estructura (Criterio R).
- 2) Estanquidad al paso de las llamas y gases calientes (Criterio E).
- 3) Aislamiento térmico en caso de fuego (Criterio I).

Los tiempos nominales de resistencia al fuego se ajustan de acuerdo a la siguiente escala de tiempos (30, 60, 90, 120, 180 y 240 minutos).

Para la subestación mezquita-caseta de residuos la exigencia para cada elemento corresponde con los siguientes valores:

Paneles prefabricados portantes: REI-120
Vigas de cimentación: R-120
Losas de cubierta: REI-45

Realizamos el análisis de la resistencia al fuego de acuerdo al método de comprobación recogido en el anejo 6 de la instrucción EHE-08.

2.12.- ANÁLISIS

Se definen los materiales que conforman el elemento, junto con los valores de los coeficientes de equivalencia, de acuerdo a los módulos de Young de los diferentes elementos que intervienen.

A partir de estos datos y de las Ecuaciones de Comportamiento, compatibilidad y Equilibrio se obtiene la carga última para cada uno de los pórticos analizados.

Proceso de cálculo:

- 1) Cálculo de las características generales del pórtico en sección bruta, neta, homogeneizada y fisurada, para cada uno de los tipos de armados definidos.
- 2) Cálculo del momento de agotamiento para cada una de las secciones de estudio y obtención de la carga máxima de servicio de cada uno de los pórticos para sus distintas longitudes y su correspondiente tipo de armado, de acuerdo a un modelo de cálculo de pórtico formado por dos piezas donde los arranques en cimentación se modelizan con articulaciones, en el nudo unión dintel-pilar como nudo rígido y la unión en cumbrera de los dinteles de las dos piezas como nudo articulado.
- 3) Cálculo de la contribución a cortante del hormigón de cada una de las secciones en las que se divide el elemento y análisis de la armadura necesaria (estribos), para resistir los esfuerzos cortantes generados por la carga máxima de servicio y la acción del viento.

CÁLCULO DE LAS CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PÓRTICO.

El análisis global de la estructura se podrá realizar, en la mayoría de los casos, utilizando las secciones brutas de los elementos. En algunos casos, cuando se desee mayor precisión en la comprobación de los Estados Límite de Servicio, podrán utilizarse las secciones neta u homogeneizada.

Sección bruta: Se entiende por sección bruta la que resulta de las dimensiones reales de la pieza, sin deducir los espacios correspondientes a las armaduras.

Sección neta: Se entiende por sección neta la obtenida a partir de la bruta deduciendo los huecos longitudinales practicados en el hormigón para la colocación de las armaduras pasivas.

Sección homogeneizada: Se entiende por sección homogeneizada la que se obtiene a partir de la sección neta, considerando el efecto de solidarización de las armaduras longitudinales y los distintos tipos de hormigón existentes.

Sección fisurada: Se entiende por sección fisurada, la formada por la zona comprimida del hormigón y las áreas de las armaduras longitudinales, multiplicándolas por el correspondiente coeficiente de equivalencia.

ACCIONES DE VIENTO CONSIDERADAS.

En el cálculo desarrollado se han considerado las acciones eólicas, de acuerdo al Código Técnico de la Edificación, considerando un intereje máximo de carga de 7 m.

La acción del viento, se modeliza con una presión estática de servicio actuando perpendicularmente al elemento en estudio y de acuerdo a la siguiente expresión.

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$$

Siendo:

q_b = Presión dinámica del viento, función de la velocidad y de acuerdo a la zonificación descrita en el territorio nacional.

c_e = Coeficiente de exposición, variable con la altura del punto considerado, en función del grado de aspereza.

c_p = Coeficiente eólico o de presión, dependiente de la forma y orientación de la superficie respecto del viento.

Presión dinámica

Zona C → Valor básico de la velocidad del viento $v_s = 29$ m/s

Valor básico de la presión dinámica del viento $q_b = 0,52$ kN/m² (Q_v)

Coeficiente de exposición

Grado de aspereza: IV (Zona urbana en general, industrial o forestal)

Coeficiente eólico ó de presión

Correspondiente a cada una de las zonas en estudio (paramentos verticales y cubierta), de acuerdo a la altura del punto en estudio.

CÁLCULO DE LA CARGA ÚLTIMA Y ESTRIBOS

A partir de los puntos referenciados anteriormente y aplicando las Ecuaciones de Comportamiento, Compatibilidad y Equilibrio se obtiene el valor del momento máximo para cada una de las secciones en que se divide el elemento para realizar el análisis del conjunto del pórtico.

Para obtener el momento máximo de cada una de las secciones, se parte del estado inicial a partir del cual se desarrolla la obtención del momento máximo de la sección con la compatibilidad de deformaciones hasta alcanzar el equilibrio.

En esta fase se verifica el rango en el que se encuentra la deformación en cada uno de las armaduras y con la ecuación de comportamiento se determina su tensión, desarrollándose en un proceso iterativo hasta alcanzar el equilibrio.

Obtenido el momento máximo y de acuerdo al modelo de cálculo del elemento, se determina la carga máxima, que determina el agotamiento del pórtico, de acuerdo a la sección crítica que limita la carga máxima de la pieza.

Por último a partir de la carga máxima obtenida se desarrolla el análisis de los esfuerzos cortantes que origina ésta, de los cuales obtenemos las cuantías necesarias de estribos.

Estos valores han sido recogidos en las fichas características de los pórticos que recoge este estudio y cuyos valores presentados hacen referencia a cargas de SERVICIO, habiendo considerado internamente en su obtención los correspondientes coeficientes de mayoración de acciones.

Para la aplicación de las autorizaciones de uso, la carga de servicio sobre el pórtico proveniente de las acciones debe ser menor que el valor de carga máxima reflejado en las autorizaciones.

2.13.- MATERIALES

Los materiales con los que se ha desarrollado el cálculo corresponden con los siguientes.

Hormigón

Elementos armados HA – 30

Acero para armadura pasiva

Designación B 500 S / B 500 SD

Límite elástico $\geq 500 \text{ N / mm}^2$

Carga de rotura por tracción $\geq 550 \text{ N / mm}^2$

Alargamiento de rotura sobre 5 diámetros $\geq 12 \%$

2.14.- FABRICACIÓN

Los elementos diseñados en el presente estudio han sido proyectados para su elaboración en pistas, en naves o recintos cubiertos, con condiciones adecuadas de temperatura y curado con o sin vapor.

Para la elaboración de la ferralla y colocación de las armaduras pasivas, se seguirán las indicaciones contenidas en la UNE 36831:97.

Las armaduras pasivas se colocaran exentas de pintura, grasa o cualquier otra sustancia nociva que pueda afectar negativamente al acero, al hormigón o a la adherencia entre ambos. Se dispondrán de acuerdo con las indicaciones del proyecto, sujetas entre si de manera que no varíe su posición especificada durante el transporte, montaje y hormigonado, y permitan al hormigón envolverlas sin dejar coqueras.

En el caso de que la armadura pasiva presente un nivel de oxidación excesivo que pueda afectar a sus condiciones de adherencia, se comprobara que éstas no se han visto significativamente alteradas. Para ello, se procederá a su cepillado mediante cepillo de púas de alambre y se comprobara que la pérdida de peso de la armadura no exceda del 1% y que la altura de corruga, en el caso de acero corrugado, se encuentra dentro de los límites prescritos en el artículo 31.2.

Las armaduras se aseguraran en el interior de los encofrados o moldes contra todo tipo de desplazamiento, comprobándose su posición antes de proceder al hormigonado.

En vigas y elementos análogos sometidos a flexión, las barras que se doblen deberán ir convenientemente envueltas por cercos o estribos en la zona del codo. Esta disposición es siempre

recomendable, cualquiera que sea el elemento de que se trate. En estas zonas, cuando se doblen simultáneamente muchas barras, resulta aconsejable aumentar el diámetro de los estribos o disminuir su separación.

Se autoriza el uso de la técnica de soldadura para la elaboración de la ferralla, siempre que la operación se realice de acuerdo con los procedimientos establecidos en la UNE 36832:97, el acero sea soldable, y se efectúe en taller o instalación industrial fija. Solamente en aquellos casos previstos en el proyecto y debidamente autorizados por la Dirección de Obra, se admitirá la soldadura en obra para la elaboración de la ferralla.

Los cercos de pilares o estribos de las vigas se sujetaran a las barras principales mediante simple atado u otro procedimiento idóneo, prohibiéndose expresamente al fijación mediante puntos de soldadura una vez situada la ferralla en los moldes o encofrados.

Debe evitarse el empleo simultáneo de aceros con diferente límite elástico. No obstante, cuando no exista peligro de confusión, podrán utilizarse en un mismo elemento dos tipos diferentes de acero para las armaduras pasiva: uno para la armadura principal y otro para los estribos.

En aquellos casos excepcionales en los que no sea posible evitar que dos aceros de diferente límite elástico, y con la misma función estructural, se encuentren en la misma sección del elemento, se estará a lo dispuesto en el artículo 38.3 de la instrucción EHE.

La posición especificada para las armaduras pasivas y, en especial los recubrimientos mínimos indicados en el artículo 37.2.4 de la instrucción EHE, deberán garantizarse mediante la disposición de los correspondientes elementos (separados ó calzos) colocados. Estos elementos cumplirán lo dispuesto en el artículo 37.2.5 de la instrucción EHE, debiéndose disponer de acuerdo con las prescripciones del artículo 66.2 de la instrucción EHE.

Las armaduras pasivas se doblarán ajustándose a los planos e instrucciones del proyecto. En general, esta operación se realiza en frío, mediante métodos mecánicos, con velocidad constante, y con la ayuda de mandriles, de modo que la curvatura sea constante en toda la zona.

El diámetro mínimo de doblado de una barra ha de ser tal que evite compresiones excesivas y hendimiento del hormigón en la zona de curvatura de la barra, debiéndose evitarse fracturas en la misma originadas por dicha curvatura.

El doblado de las barras, salvo indicación en contrario del proyecto, se realizará con mandriles de diámetro no inferior a los indicados en el artículo 66.3 de la instrucción EHE.

Los cercos o estribos de diámetro igual o inferior a 12 mm. podrán doblarse con diámetros inferiores a los indicados en el artículo 66.3 de la instrucción EHE, con tal de que ello no origine en dichos elementos un principio de fisuración. Para evitar esta fisuración, el diámetro empleado no deberá ser inferior a 3 veces el diámetro de la barra, ni a 3 centímetros.

La disposición de las armaduras pasivas debe ser tal que permita un correcto hormigonado de la pieza de manera que todas las barras o grupos de barras queden perfectamente envueltas por el hormigón, teniendo en cuenta, en su caso, las limitaciones recogidas en el artículo 66.4 de la instrucción EHE.

2.15.- PROCESO DE CÁLCULO

El primer paso para el estudio de los pórticos, es la división de cada uno de los mismos en diferentes secciones tipo, para un estudio modelizado más detallado de su comportamiento. Se traza la línea media del pilar y del dintel dentro del mismo pórtico y se divide cada una de ellas en 10 partes iguales.

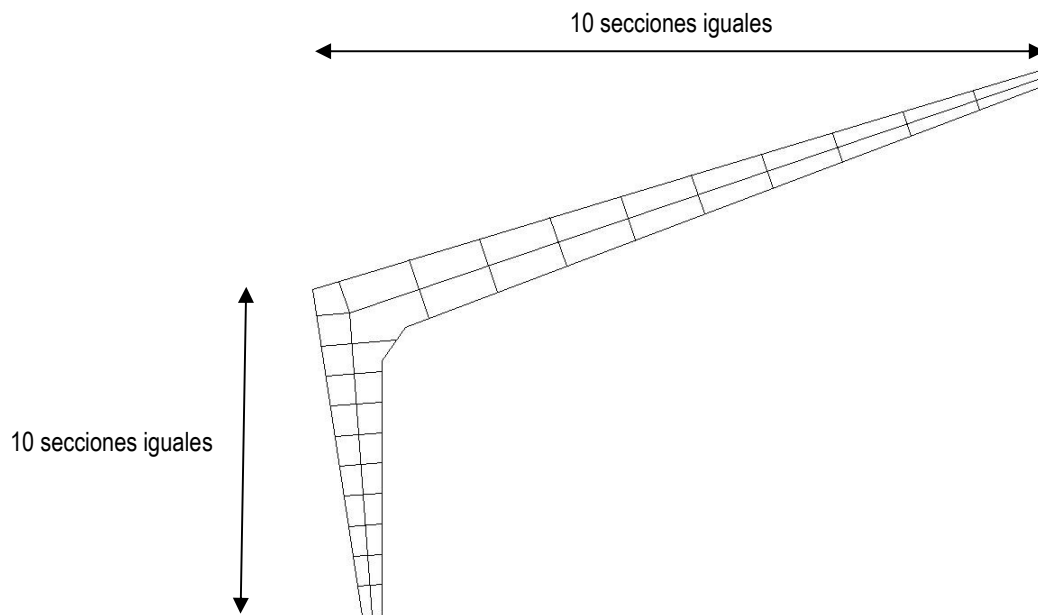


Imagen 2.2
Preparación del pórtico para el modelo de cálculo

El segundo paso es la introducción de cargas. Se zonifican 4 áreas geográficas dentro del ámbito de trabajo de nuestro cliente donde se han determinado 4 rangos de carga máxima. Dichas cargas corresponden con el reparto de pesos de cerramiento de cubierta y la parte correspondiente de sobrecarga de nieve.

Así pues, dado que nuestro cliente es de la provincia de Lugo, se han considerado las acciones características reflejadas en la normativa de "Acciones en la edificación" del Código Técnico de la Edificación tanto las referentes a acciones eólicas como valores de sobrecarga de precipitación de nieve. La longitud máxima de carga de los pórticos ha sido considerada constante a una longitud máxima de 7m.

Con todo esto obtenemos los diferentes estados de carga que a partir de este momento llamaremos Tipos de Carga, o simplemente Tipos, para las diferentes longitudes de los pórticos. Dichos tipos serán los mismos para cada uno de los pórticos por lo que para satisfacer cada uno de los esfuerzos obtenidos se irá modificando el armado de la sección del pórtico.

2.16.- DEFINICIÓN DE LOS TIPOS DE CARGA

Procederemos a detallar las solicitaciones sobre el dintel de los pórticos para determinar los 4 diferentes casos de cargas. En cada uno de los casos se estima el peso propio del mismo dintel, una carga permanente que consideraremos en todos los casos fija y que corresponde con el peso propio de la chapa de cerramiento y las correas y por último la sobrecarga de nieve que se divide en las 4 subzonas que diferencian un tipo de otro.



Foto 2.3

Mapa de zonificación de nieve

| Altitud (m) | Zona de clima invernal | | | | | |
|-------------|------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 0 | 0,3 | 0,4 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| 200 | 0,5 | 0,5 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,2 |
| 400 | 0,6 | 0,6 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,2 |
| 500 | 0,7 | 0,7 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,3 |
| 600 | 0,9 | 0,9 | 0,3 | 0,5 | 0,5 | 0,4 |
| 700 | 1,0 | 1,0 | 0,4 | 0,6 | 0,6 | 0,5 |
| 800 | 1,2 | 1,1 | 0,5 | 0,8 | 0,7 | 0,7 |
| 900 | 1,4 | 1,3 | 0,6 | 1,0 | 0,8 | 0,9 |
| 1.000 | 1,7 | 1,5 | 0,7 | 1,2 | 0,9 | 1,2 |
| 1.200 | 2,3 | 2,0 | 1,1 | 1,9 | 1,3 | 2,0 |
| 1.400 | 3,2 | 2,6 | 1,7 | 3,0 | 1,8 | 3,3 |
| 1.600 | 4,3 | 3,5 | 2,6 | 4,6 | 2,5 | 5,5 |
| 1.800 | - | 4,6 | 4,0 | - | - | 9,3 |
| 2.200 | - | 8,0 | - | - | - | - |

Cargas consideradas:

$$\text{Carga Permanente} = 0,50 \text{ kN / m}^2 \cdot 7 \text{ m} = 3,50 \text{ kN / m}$$

Sobrecarga Nieve:

$$T1 = 0,50 \text{ kN / m}^2 \cdot 7 \text{ m} = 3,50 \text{ kN / m}$$

$$T2 = 0,70 \text{ kN / m}^2 \cdot 7 \text{ m} = 4,90 \text{ kN / m}$$

$$T3 = 0,90 \text{ kN / m}^2 \cdot 7 \text{ m} = 6,30 \text{ kN / m}$$

$$T4 = 1,20 \text{ kN / m}^2 \cdot 7 \text{ m} = 8,40 \text{ kN / m}$$

No se tiene en cuenta de cara a la definición de las cargas máximas de servicio de los tipos el peso propio del pórtico.

CARGAS DE SERVICIO DE LOS DIFERENTES TIPOS

Así pues en las diferentes autorizaciones de uso para cada una de las longitudes de los pórticos nos encontraremos siempre con estos 4 tipos de carga máxima de servicio para los cuales se dimensionarán los armados.

$$T1 = 3,50 \text{ kN/m} + 3,50 \text{ kN/m} = 7,00 \text{ kN/m}$$

$$T2 = 3,50 \text{ kN/m} + 4,90 \text{ kN/m} = 8,40 \text{ kN/m}$$

$$T3 = 3,50 \text{ kN/m} + 6,30 \text{ kN/m} = 9,80 \text{ kN/m}$$

$$T4 = 3,50 \text{ kN/m} + 8,40 \text{ kN/m} = 11,90 \text{ kN/m}$$

2.17.- HIPÓTESIS DE CARGA

Hemos obtenido las cargas de servicio para las cuales vamos a estudiar los pórticos, pero a dichas cargas hemos de sumarle dos hipótesis adicionales de carga de viento para dimensionar los esfuerzos en el pilarete y dintel.

De acuerdo a los datos aportados en el punto de análisis del pórtico podemos observar que para el cálculo de las acciones de viento sobre el pórtico nos situaremos en una zona de exposición al viento C y en un terreno cuyo grado de aspereza corresponde con un terreno tipo IV, correspondientes con el ámbito geográfico de trabajo donde se desempeña la labor de nuestro cliente.

La acción de viento, en general una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto o presión estática, q_e puede expresarse como:

$$q_e = q_b \cdot C_e \cdot C_p$$

Siendo:

Presión dinámica del viento q_b : La presión dinámica del viento. Los valores de la presión dinámica se determinan de acuerdo a un plano de la península de zonificación donde se marcan el valor correspondiente a cada una de las zonas.



Foto 2.4
Mapa de zonificación de viento

Velocidad básica del viento

Zona A: $v_b = 26$ m/s

Zona B: $v_b = 27$ m/s

Zona C: $v_b = 29$ m/s

Presión dinámica del viento

Zona A: $q_b = 0,42$ kN/m².

Zona B: $q_b = 0,45$ kN/m².

Zona C: $q_b = 0,52$ kN/m².

Coefficiente de exposición c_e : El coeficiente de exposición, variable con la altura del punto considerado, en función del grado de aspereza del entorno donde se encuentra ubicada la construcción. Se determina de acuerdo a una formulación empírica.

Distinguimos cinco grados de aspereza que definimos a continuación, junto con los valores correspondientes al coeficiente de exposición de acuerdo a la altura del punto considerado para el estudio eólico.

Recogemos a continuación la tabla resumen de la aplicación dicha formulación

| Grado de aspereza de entorno | Altura del punto considerado | | | | | | | |
|--|------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 3 | 6 | 9 | 12 | 15 | 18 | 24 | 30 |
| I Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km. de longitud. | 2,2 | 2,5 | 2,7 | 2,9 | 3,0 | 3,1 | 3,3 | 3,5 |
| II Terreno rural llano sin obstáculos no arbolado de importancia. | 2,1 | 2,5 | 2,7 | 2,9 | 3,0 | 3,1 | 3,3 | 3,5 |
| III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como arboles o construcciones pequeñas. | 1,6 | 2,0 | 2,3 | 2,5 | 2,6 | 2,7 | 2,9 | 3,1 |
| IV Zona urbana en general, industrial o forestal. | 1,3 | 1,4 | 1,7 | 1,9 | 2,1 | 2,2 | 2,4 | 2,6 |
| V Centro de negocios de grandes ciudades, ocn profusión de edificios de altura. | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,4 | 1,5 | 1,6 | 1,9 | 2,0 |

Coefficiente eólico o de presión c_p : El coeficiente eólico o de presión es dependiente de la forma y orientación de la superficie respecto al viento, y en su caso, de la situación del punto respecto a los bordes de esa superficie; un valor negativo indica succión.

Detallamos a continuación los valores del coeficiente eólico para PARAMENTOS VERTICALES que corresponden con los paneles de fachada y cerramiento.

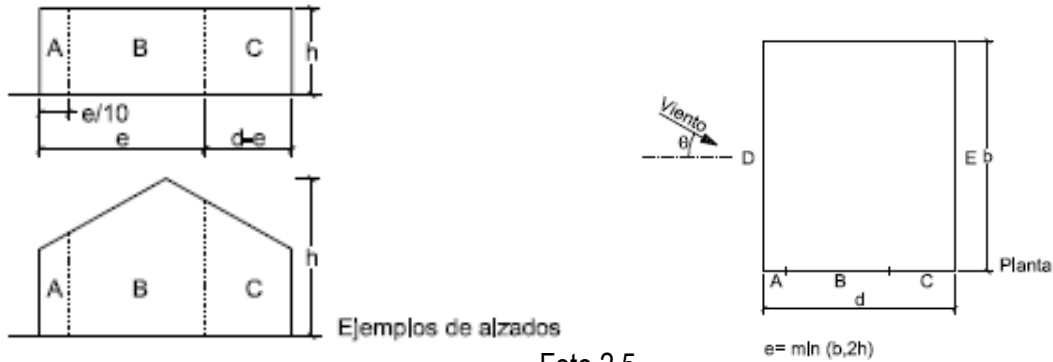


Foto 2.5

Zonificación de viento en paramentos verticales

A la vista de las figuras observamos que se distinguen cinco zonas de análisis que toman diferentes valores para el coeficiente eólico

| A (m ²) | Esbeltez (h/d) | Zonificación (Según figura) | | | | |
|------------------------|-------------------|-----------------------------|------|------|-----|-----|
| | | A | B | C | D | E |
| ≥ 10 | 5 | -1,2 | -0,8 | -0,5 | 0,8 | 0,7 |
| | 1 | -1,2 | -0,8 | -0,5 | 0,8 | 0,5 |
| | ≤ 0,25 | -1,2 | -0,8 | -0,5 | 0,7 | 0,3 |

De forma complementaria detallamos también los coeficientes eólicos que corresponden con CUBIERTA A DOS AGUAS con la dirección de viento comprendida entre $-45 < \theta < 45$ grados, de acuerdo a la representación de la figura.

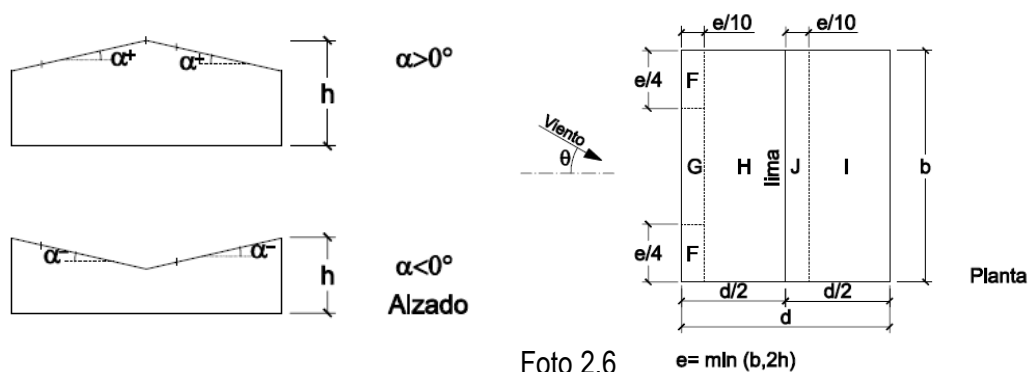


Foto 2.6

Zonificación de viento en cubierta a dos aguas

| Pendiente de la cubierta α | A (m ²) | Zonificación (Según figura) | | | | |
|--------------------------------------|------------------------|-----------------------------|------|------|------|------|
| | | F | G | H | I | J |
| 5° | ≥ 10 | -1,7 | -1,2 | -0,6 | 0,2 | 0,2 |
| | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | -0,6 | -0,6 |

Opción 1

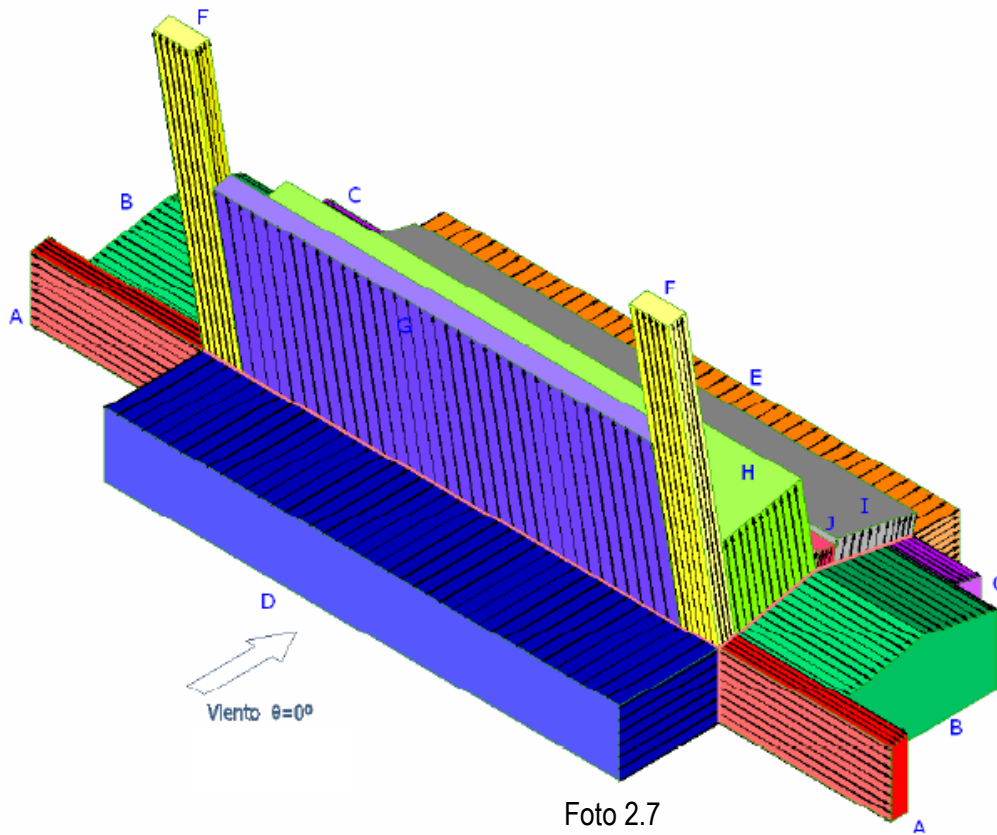


Foto 2.7
Empujes de viento sobre estructura

Opción 2:

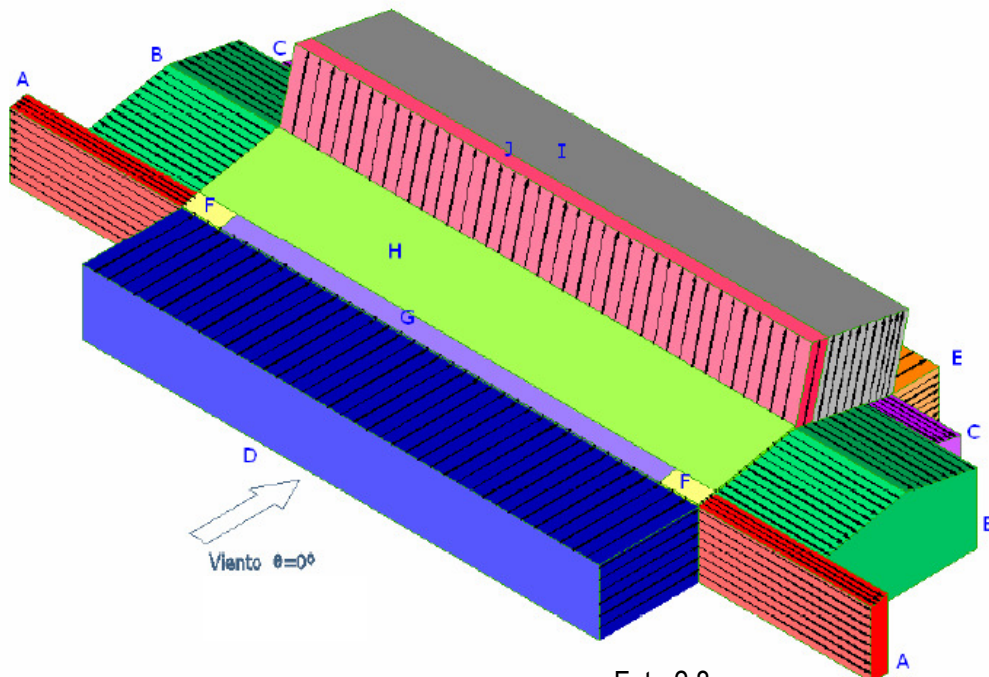


Foto 2.8
Empujes de viento sobre estructura abierta

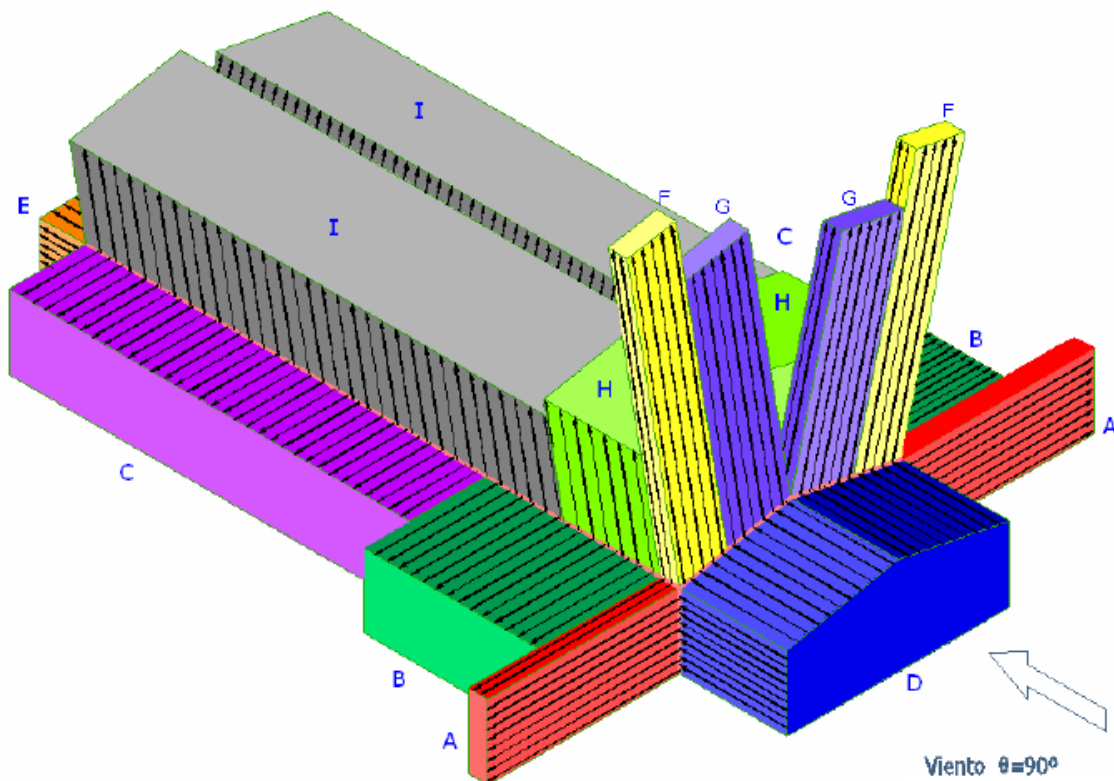
Opción 3:

Foto 2.9

Empujes de viento sobre otra fachada

Es importante detallar que en los paramentos verticales en las caras paralelas a la dirección en la que se considera la acción del viento aparecen zonas de succión (Zonas A, B y C) con una magnitud en su coeficiente eólico superior a los presentados en la zona D de exposición directa.

Como hemos podido observar en las tablas existen 2 parámetros necesarios de definir antes de proceder a la obtención del correspondiente coeficiente eólico; El primero de ellos es el área de actuación sobre el elemento en estudio, en este caso hemos representado los valores para superficies tributarias superiores a 10 m^2 que corresponde con una superficie mínima de exposición que nos vamos a encontrar en cualquier edificación en estudio, junto a la superficie tributaria aparece el término Esbeltez que asigna diferentes valores de coeficiente eólico según la configuración volumétrica de la edificación en estudio a través de relacionar la altura de la edificación con la dimensión de la construcción en la dirección en la que se considera la acción del viento.

Con todo ello podemos calcular dos hipótesis de carga de viento para cada lado del pórtico que combinaremos con las acciones gravitatorias anteriormente detalladas para obtener los esfuerzos pésimos de diseño y con ellos poder dimensionar los armados del pórtico.

Hipótesis 1 Viento. Pórtico cerrado

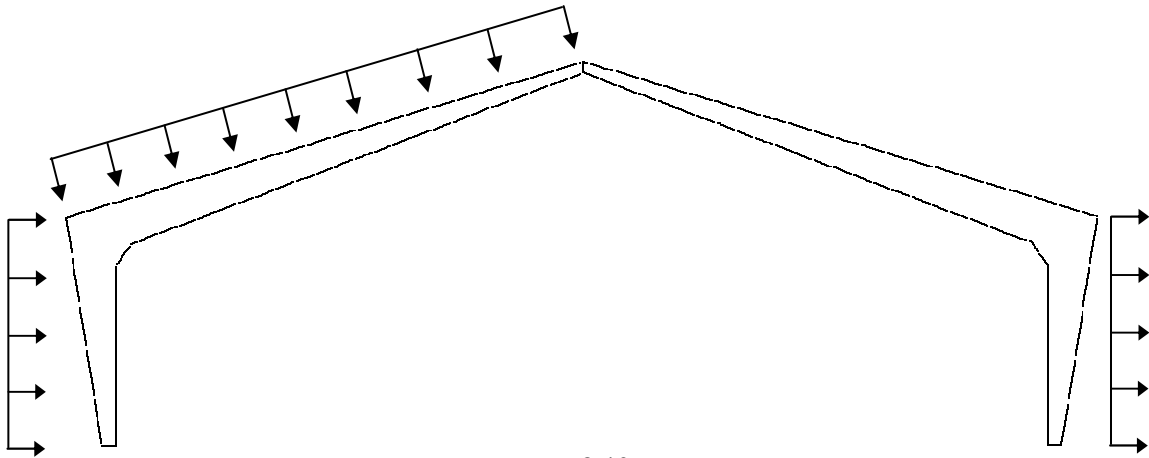


Foto 2.10
Hipótesis de cálculo de viento 1

Hipótesis 2 Viento. Pórtico abierto

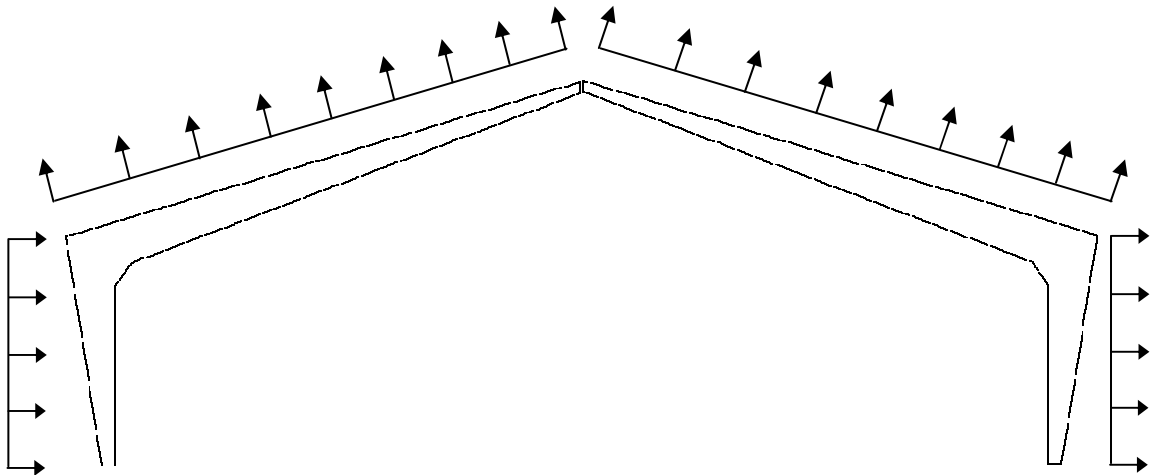
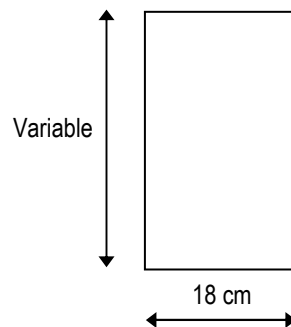


Foto 2.11
Hipótesis de cálculo de viento 2

2.18.- DEFINICIÓN DEL PÓRTICO TIPO

El pórtico tipo se compone de dos piezas simétricas que se unen para formar la estructura resistente.

La sección del pórtico es una sección rectangular de hormigón de inercia variable. Dicha geometría corresponde con los moldes de prefabricado que posee nuestro cliente y cuyas dimensiones nos ha facilitado para el cálculo.



Sección transversal

A continuación pasaremos a definir la geometría del pórtico tipo sobre el que realizaremos el cálculo (pórtico de 20m.) para después extrapolarlo al resto de longitudes (de 10m a 25m) y así obtener los esfuerzos pésimos de todos los pórticos en su diferente abanico de longitudes, geometría y casos de carga.

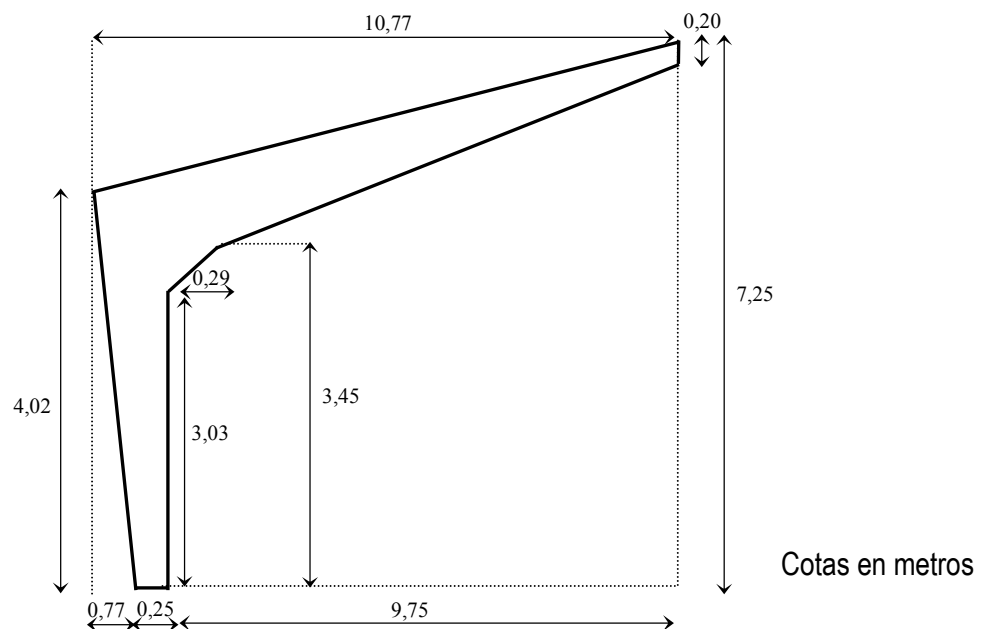


Imagen 2.12
Definición del pórtico tipo de cálculo

2.19.- CÁLCULO DEL PÓRTICO TIPO

Vamos a presentar el cálculo de un pórtico tipo mediante el método matricial de la rigidez.

El método consiste en asignar a la estructura de barras un objeto matemático, llamado matriz de rigidez, relacionando los desplazamientos de un conjunto de puntos de la estructura, llamados nodos, con las fuerzas exteriores que es necesario aplicar para lograr esos desplazamientos (las componentes de esta matriz son fuerzas generalizadas asociadas a desplazamientos generalizados). La matriz de rigidez relaciona las fuerzas nodales equivalentes y desplazamientos sobre los nodos de la estructura mediante la siguiente ecuación:

$$\begin{Bmatrix} F_1 \\ F_2 \\ \vdots \\ F_n \end{Bmatrix}_G = \begin{bmatrix} k_{11} & k_{12} & \cdots & k_{1n} \\ k_{21} & k_{22} & \cdots & k_{2n} \\ \cdots & \cdots & \ddots & \cdots \\ k_{n1} & k_{n2} & \cdots & k_{nn} \end{bmatrix}_G \begin{Bmatrix} \delta_1 \\ \delta_2 \\ \vdots \\ \delta_n \end{Bmatrix}_G$$

Se parte de la geometría del pórtico tipo del Cliente PREFABRICADOS TOURON de dos piezas (Nudos 1, 3 y 5 articulados y Nudos 2 y 4 rígidos) de hormigón armado cuyo material es HA-30 y de sección variable (para nuestro cálculo consideraremos la sección media del dintel y del pilarete como sección constante). A continuación se detalla la simplificación adoptada para el cálculo del pórtico y la numeración de nudos y barras.

Para considerar una estructura genérica el cálculo matricial usa la siguiente notación:

- Los nudos se indican mediante números. El orden de la numeración puede ser en principio cualquiera.
- En cada barra particular i-j se denomina extremo local 1 al de menor numeración y extremo 2 al opuesto. Como dirección y sentido de la barra se eligen los definidos por la línea 1-2.

Se usa también un sistema coordenado local, dada la simplificación que introduce en las ecuaciones que relacionan los esfuerzos con los movimientos en los extremos de cada barra particular. Este sistema local pertenece a la barra y no tiene nada que ver con la orientación de la misma en la estructura. Se elige como eje x local la dirección y el sentido de la barra y los ejes y y z se suponen coincidentes con los ejes principales de inercia de su sección transversal. Los signos se seleccionan con el mismo criterio que el utilizado en el sistema global.

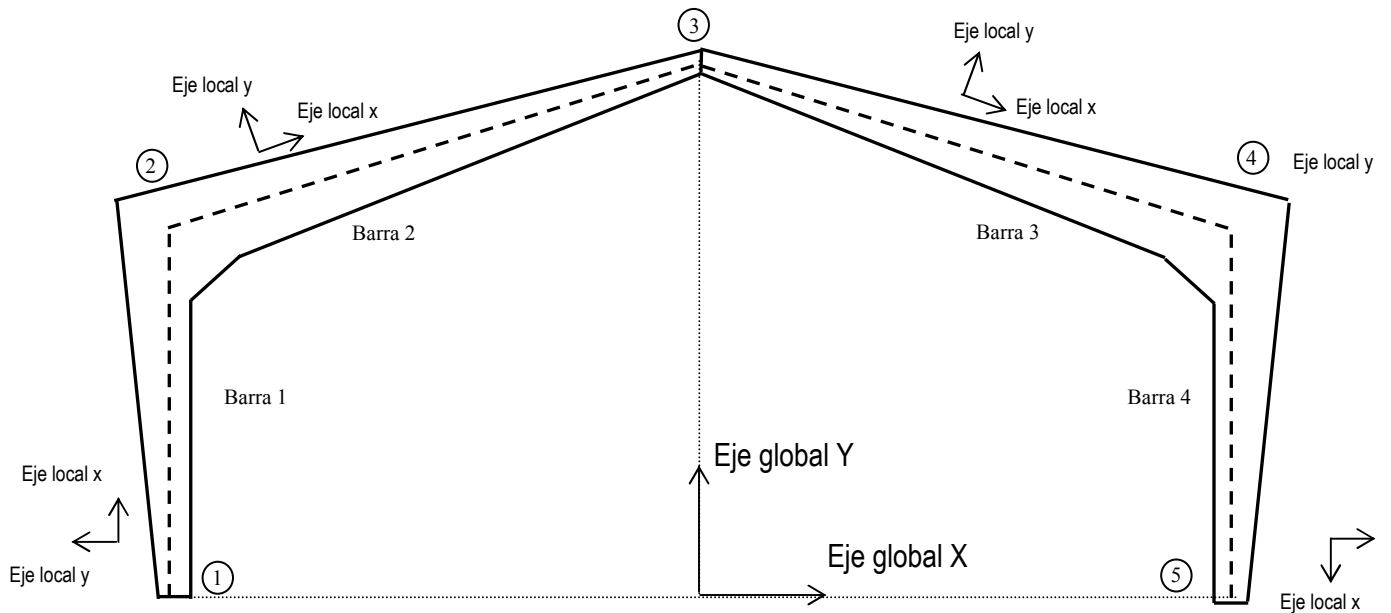


Imagen 2.13
Sistema de ejes locales de las barras

| Barra | Nudo i | Nudo f | Longitud (cm) | E (N/mm ²) | A (cm ²) | Inercia (cm ⁴) |
|-------|--------|--------|---------------|------------------------|----------------------|----------------------------|
| 1 | 1 | 2 | 374 | 28.576 | 1.080 | 324.000 |
| 2 | 2 | 3 | 1044 | 28.576 | 1.017 | 270.543 |
| 3 | 3 | 4 | 1044 | 28.576 | 1.017 | 270.543 |
| 4 | 4 | 5 | 374 | 28.576 | 1.080 | 324.000 |

2.19.1.- FORMA MATRICIAL DE LAS ECUACIONES ELÁSTICAS

2.19.1.1.- PROCEDIMIENTO GENERAL

Al aislar una barra cualquiera i-j de la estructura, con $i < j$, se puede establecer en el sistema de ejes locales, las relaciones entre las fuerzas que actúan en sus extremos y los movimientos que se producen en los mismos. Estas relaciones entre fuerzas y desplazamientos pueden expresarse en forma matricial como, donde el símbolo ' implica el trabajo en coordenadas locales:

$$f_1' = \begin{Bmatrix} f_{x1}' \\ f_{y1}' \\ f_{\theta 1}' \end{Bmatrix} = [k_{11}'] \{d_1'\} + [k_{12}'] \{d_2'\} \quad f_2' = \begin{Bmatrix} f_{x2}' \\ f_{y2}' \\ f_{\theta 2}' \end{Bmatrix} = [k_{21}'] \{d_1'\} + [k_{22}'] \{d_2'\}$$

$$\begin{Bmatrix} f_1' \\ f_2' \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} k_{11}' & k_{12}' \\ k_{21}' & k_{22}' \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} d_1' \\ d_2' \end{Bmatrix}$$

Donde: s_1 son esfuerzos locales en el nudo 1 (Reacción en x y en y, y giro).

K_{11} es la matriz de rigidez

d_1 es la matriz de desplazamientos en x y en y, y giros

Donde para diferentes configuraciones de las vinculaciones de los nudos, la matriz de rigidez se expresa:

$$\text{Empotrado-Empotrado: } \{k'\} = \begin{bmatrix} E \cdot A / l & 0 & 0 & -E \cdot A / l & 0 & 0 \\ 0 & 12 \cdot E \cdot I / l^3 & 6 \cdot E \cdot I / l^2 & 0 & -12 \cdot E \cdot I / l^3 & 6 \cdot E \cdot I / l^2 \\ 0 & 6 \cdot E \cdot I / l^2 & 4 \cdot E \cdot I / l & 0 & -6 \cdot E \cdot I / l^2 & 2 \cdot E \cdot I / l \\ \hline -E \cdot A / l & 0 & 0 & E \cdot A / l & 0 & 0 \\ 0 & -12 \cdot E \cdot I / l^3 & -6 \cdot E \cdot I / l^2 & 0 & 12 \cdot E \cdot I / l^3 & -6 \cdot E \cdot I / l^2 \\ 0 & 6 \cdot E \cdot I / l^2 & 2 \cdot E \cdot I / l & 0 & -6 \cdot E \cdot I / l^2 & 4 \cdot E \cdot I / l \end{bmatrix}$$

$$\text{Empotrado-Articulado: } \{k'\} = \begin{bmatrix} E \cdot A / l & 0 & 0 & -E \cdot A / l & 0 & 0 \\ 0 & 3 \cdot E \cdot I / l^3 & 3 \cdot E \cdot I / l^2 & 0 & -3 \cdot E \cdot I / l^3 & 0 \\ 0 & 3 \cdot E \cdot I / l^2 & 3 \cdot E \cdot I / l & 0 & -3 \cdot E \cdot I / l^2 & 0 \\ \hline -E \cdot A / l & 0 & 0 & E \cdot A / l & 0 & 0 \\ 0 & -3 \cdot E \cdot I / l^3 & -3 \cdot E \cdot I / l^2 & 0 & 3 \cdot E \cdot I / l^3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\text{Articulado - Empotrado: } \{k'\} = \begin{bmatrix} E \cdot A/l & 0 & 0 & -E \cdot A/l & 0 & 0 \\ 0 & 3 \cdot E \cdot I/l & 0 & 0 & -3 \cdot E \cdot I/l^3 & 3 \cdot E \cdot I/l^2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \hline -E \cdot A/l & 0 & 0 & E \cdot A/l & 0 & 0 \\ 0 & -3 \cdot E \cdot I/l^3 & 0 & 0 & 3 \cdot E \cdot I/l^3 & -3 \cdot E \cdot I/l^2 \\ 0 & 3 \cdot E \cdot I/l^2 & 0 & 0 & -3 \cdot E \cdot I/l^2 & 3 \cdot E \cdot I/l \end{bmatrix}$$

2.19.1.2.- OBTENCIÓN MATRIZ K' DE CADA BARRA

BARRA 1: Nudo 1-2 (Articulado-Rígido)

$$\{k'\} = \begin{bmatrix} k'_{11} & k'_{12} \\ k'_{21} & k'_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} E \cdot A/l & 0 & 0 & -E \cdot A/l & 0 & 0 \\ 0 & 3 \cdot E \cdot I/l & 0 & 0 & -3 \cdot E \cdot I/l^3 & 3 \cdot E \cdot I/l^2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \hline -E \cdot A/l & 0 & 0 & E \cdot A/l & 0 & 0 \\ 0 & -3 \cdot E \cdot I/l^3 & 0 & 0 & 3 \cdot E \cdot I/l^3 & -3 \cdot E \cdot I/l^2 \\ 0 & 3 \cdot E \cdot I/l^2 & 0 & 0 & -3 \cdot E \cdot I/l^2 & 3 \cdot E \cdot I/l \end{bmatrix}$$

| | | |
|---|---------------|----------------------|
| E | 28.576 | (N/mm ²) |
| A | 108.000 | (mm ²) |
| I | 3.240.000.000 | (mm ⁴) |
| L | 3740 | (mm) |

| Matriz Articulado-Rígido | | | | | |
|--------------------------|-------------------|------|-------------|----------------|-------------------|
| 825.212,15 | 0,00 | 0,00 | -825.212,15 | 0,00 | 0,00 |
| 0,00 | 74.269.093.077,47 | 0,00 | 0,00 | -5.309,64 | -19.858.046,28 |
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| -825.212,15 | 0,00 | 0,00 | 825.212,15 | 0,00 | 0,00 |
| 0,00 | -5.309,64 | 0,00 | 0,00 | 5.309,64 | -19.858.046,28 |
| 0,00 | -19.858.046,28 | 0,00 | 0,00 | -19.858.046,28 | 74.269.093.077,47 |

BARRA 2: Nudo 2-3 (Rígido-Rígido)

$$\{k'\} = \begin{bmatrix} k'_{11} & k'_{12} \\ k'_{21} & k'_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{E \cdot A}{l} & 0 & 0 & -\frac{E \cdot A}{l} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{12 \cdot E \cdot I}{l^3} & \frac{6 \cdot E \cdot I}{l^2} & 0 & -\frac{12 \cdot E \cdot I}{l^3} & \frac{6 \cdot E \cdot I}{l^2} \\ 0 & \frac{6 \cdot E \cdot I}{l^2} & \frac{4 \cdot E \cdot I}{l} & 0 & -\frac{6 \cdot E \cdot I}{l^2} & \frac{2 \cdot E \cdot I}{l} \\ \hline -\frac{E \cdot A}{l} & 0 & 0 & \frac{E \cdot A}{l} & 0 & 0 \\ 0 & -\frac{12 \cdot E \cdot I}{l^3} & -\frac{6 \cdot E \cdot I}{l^2} & 0 & \frac{12 \cdot E \cdot I}{l^3} & -\frac{6 \cdot E \cdot I}{l^2} \\ 0 & \frac{6 \cdot E \cdot I}{l^2} & \frac{2 \cdot E \cdot I}{l} & 0 & -\frac{6 \cdot E \cdot I}{l^2} & \frac{4 \cdot E \cdot I}{l} \end{bmatrix}$$

| | | |
|---|---------------|---------|
| E | 28.576 | (N/mm2) |
| A | 101.700 | (mm2) |
| I | 2.705.431.875 | (mm4) |
| L | 10.440 | (mm) |

| Matriz Rígido-Rígido | | | | | |
|----------------------|--------------|-------------------|-------------|---------------|-------------------|
| 278.060,05 | 0,00 | 0,00 | -278.060,05 | 0,00 | 0,00 |
| 0,00 | 812,54 | 4.246.290,29 | 0,00 | -812,54 | 4.246.290,29 |
| 0,00 | 4.246.290,29 | 29.587.906.428,92 | 0,00 | -4.246.290,29 | 14.793.953.214,46 |
| -278.060,05 | 0,00 | 0,00 | 278.060,05 | 0,00 | 0,00 |
| 0,00 | -812,54 | -4.246.290,29 | 0,00 | 812,54 | -4.246.290,29 |
| 0,00 | 4.246.290,29 | 14.793.953.214,46 | 0,00 | -4.246.290,29 | 29.587.906.428,92 |

BARRA 3: Nudo 3-4 (Rígido-Rígido)

$$\{k'\} = \begin{bmatrix} k'_{11} & k'_{12} \\ k'_{21} & k'_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{E \cdot A}{l} & 0 & 0 & -\frac{E \cdot A}{l} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{12 \cdot E \cdot I}{l^3} & \frac{6 \cdot E \cdot I}{l^2} & 0 & -\frac{12 \cdot E \cdot I}{l^3} & \frac{6 \cdot E \cdot I}{l^2} \\ 0 & \frac{6 \cdot E \cdot I}{l^2} & \frac{4 \cdot E \cdot I}{l} & 0 & -\frac{6 \cdot E \cdot I}{l^2} & \frac{2 \cdot E \cdot I}{l} \\ \hline -\frac{E \cdot A}{l} & 0 & 0 & \frac{E \cdot A}{l} & 0 & 0 \\ 0 & -\frac{12 \cdot E \cdot I}{l^3} & -\frac{6 \cdot E \cdot I}{l^2} & 0 & \frac{12 \cdot E \cdot I}{l^3} & -\frac{6 \cdot E \cdot I}{l^2} \\ 0 & \frac{6 \cdot E \cdot I}{l^2} & \frac{2 \cdot E \cdot I}{l} & 0 & -\frac{6 \cdot E \cdot I}{l^2} & \frac{4 \cdot E \cdot I}{l} \end{bmatrix}$$

| | | |
|---|---------------|---------|
| E | 28.576 | (N/mm2) |
| A | 101.700 | (mm2) |
| I | 2.705.431.875 | (mm4) |
| L | 10.440 | (mm) |

| Matriz Articulado-Rígido | | | | | |
|--------------------------|--------------|-------------------|-------------|---------------|-------------------|
| 278.060,05 | 0,00 | 0,00 | -278.060,05 | 0,00 | 0,00 |
| 0,00 | 812,54 | 4.246.290,29 | 0,00 | -812,54 | 4.246.290,29 |
| 0,00 | 4.246.290,29 | 29.587.906.428,92 | 0,00 | -4.246.290,29 | 14.793.953.214,46 |
| -278.060,05 | 0,00 | 0,00 | 278.060,05 | 0,00 | 0,00 |
| 0,00 | -812,54 | -4.246.290,29 | 0,00 | 812,54 | -4.246.290,29 |
| 0,00 | 4.246.290,29 | 14.793.953.214,46 | 0,00 | -4.246.290,29 | 29.587.906.428,92 |

BARRA 4: Nudo 4-5 (Rígido-Articulado)

$$\{k'\} = \begin{bmatrix} k'_{11} & k'_{12} \\ k'_{21} & k'_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} E \cdot A/l & 0 & 0 & -E \cdot A/l & 0 & 0 \\ 0 & 3 \cdot E \cdot I/l^3 & 3 \cdot E \cdot I/l^2 & 0 & -3 \cdot E \cdot I/l^3 & 0 \\ 0 & 3 \cdot E \cdot I/l^2 & 3 \cdot E \cdot I/l & 0 & -3 \cdot E \cdot I/l^2 & 0 \\ -E \cdot A/l & 0 & 0 & E \cdot A/l & 0 & 0 \\ 0 & -3 \cdot E \cdot I/l^3 & -3 \cdot E \cdot I/l^2 & 0 & 3 \cdot E \cdot I/l^3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

| | | |
|---|---------------|----------------------|
| E | 28.576 | (N/mm ²) |
| A | 108.000 | (mm ²) |
| I | 3.240.000.000 | (mm ⁴) |
| L | 3740 | (mm) |

| Matriz Rígido-Articulado | | | | | |
|--------------------------|---------------|-------------------|-------------|----------------|------|
| 825.212,15 | 0,00 | 0,00 | -825.212,15 | 0,00 | 0,00 |
| 0,00 | 5.309,64 | 19.858.046,28 | 0,00 | -5.309,64 | 0,00 |
| 0,00 | 19.858.046,28 | 74.269.093.077,47 | 0,00 | -19.858.046,28 | 0,00 |
| -825.212,15 | 0,00 | 0,00 | 825.212,15 | 0,00 | 0,00 |
| 0,00 | -5.309,64 | -19.858.046,28 | 0,00 | 5.309,64 | 0,00 |
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

2.19.2.- TRANSFORMACIÓN DE COORDENADAS

2.19.2.1.- PROCEDIMIENTO GENERAL

La transformación de fuerzas y/o movimientos de un sistema coordinado local (x,y,z) a otro sistema coordinado global (X,Y,Z) conocidas las relaciones trigonométricas de los ángulos que forman los ejes correspondientes a ambos sistemas, se realiza matricialmente a través de la matriz de cambio de base, que a continuación detallaremos.

Partimos inicialmente de todos los esfuerzos y desplazamientos en coordenadas locales:

$$f' = k' \cdot d' \quad (\text{esfuerzos locales} = \text{rigidez local} \cdot \text{desplazamientos locales})$$

Multiplicamos los desplazamientos por la matriz de cambio de base para transformarlos a ejes globales:

$$f = k' \cdot (T^T \cdot D)$$

Dado que $f' = T^T \cdot F$ y los esfuerzos en ejes globales son una de nuestras incógnitas, en lugar de realizar esta sustitución realizamos una multiplicación por un factor inverso para que los esfuerzos globales no resulten multiplicados por ningún sumando. Siendo:

$$f' = T^T \cdot F \Rightarrow T \cdot f' = F$$

$$T \cdot f' = T \cdot k' \cdot (T^T \cdot D)$$

$$F = T \cdot k' \cdot (T^T \cdot D)$$

Por lo que podemos deducir que $K = T \cdot k' \cdot T^T$

Pasamos a obtener las matrices de cambio de base de un modelo general:

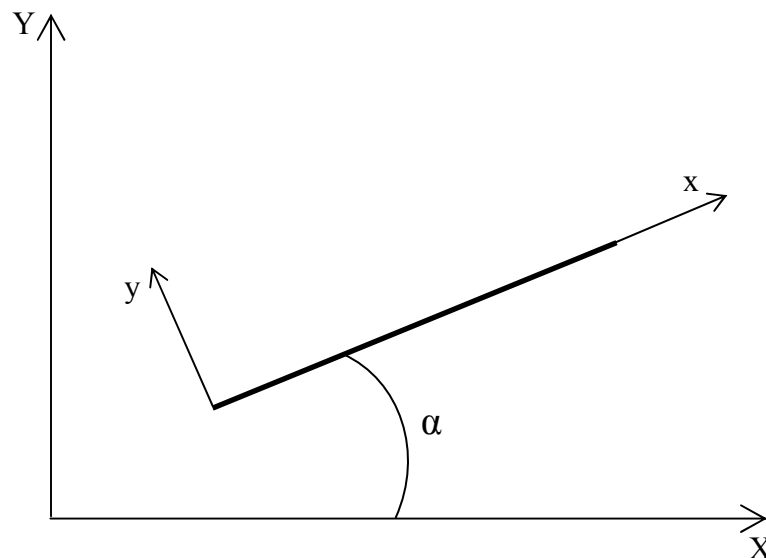


Imagen 2.14

Gráfico de ejes locales y globales de una barra tipo

Conociendo el ángulo alfa y a partir de él, podemos relacionar las coordenadas locales con las globales en nuestro modelo bidimensional:

$$x = X \cos \alpha + Y \sin \alpha$$

$$y = Y \cos \alpha - X \sin \alpha$$

$$z = Z$$

Obteniendo así las siguientes matrices que emplearemos para realizar los cambios de base.

$$\{T\} = \begin{bmatrix} \cos \alpha & -\operatorname{sen} \alpha & 0 \\ \operatorname{sen} \alpha & \cos \alpha & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \text{ donde } \alpha \text{ es el ángulo entre los ejes locales y globales}$$

$$\{T\}^T = \begin{bmatrix} \cos \alpha & \operatorname{sen} \alpha & 0 \\ -\operatorname{sen} \alpha & \cos \alpha & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \text{ donde } \alpha \text{ es el ángulo entre los ejes locales y globales}$$

De forma que obtenemos las coordenadas locales a partir de las coordenadas globales y la matriz T^T .

$$\begin{Bmatrix} x \\ y \\ z \end{Bmatrix} = \{T\}^T \begin{Bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \alpha & \operatorname{sen} \alpha & 0 \\ -\operatorname{sen} \alpha & \cos \alpha & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{Bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{Bmatrix}$$

Y se obtienen las coordenadas globales a partir de las coordenadas locales y la matriz T .

$$\begin{Bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{Bmatrix} = \{T\} \begin{Bmatrix} x \\ y \\ z \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \alpha & -\operatorname{sen} \alpha & 0 \\ \operatorname{sen} \alpha & \cos \alpha & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{Bmatrix} x \\ y \\ z \end{Bmatrix}$$

2.19.2.2.- OBTENCIÓN MATRIZ T Y T^T DE CADA BARRA

BARRA 1: Nudo 1-2

| Matriz T | | | Matriz T^T | | |
|----------|-------|------|--------------|------|------|
| 0,00 | -1,00 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 0,00 |
| 1,00 | 0,00 | 0,00 | -1,00 | 0,00 | 0,00 |
| 0,00 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 1,00 |

BARRA 2: Nudo 2-3

| Matriz T | | | Matriz T^T | | |
|----------|-------|------|--------------|------|------|
| 0,95 | -0,33 | 0,00 | 0,95 | 0,33 | 0,00 |
| 0,33 | 0,95 | 0,00 | -0,33 | 0,95 | 0,00 |
| 0,00 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 1,00 |

BARRA 3: Nudo 3-4

| Matriz T | | | Matriz T ^T | | |
|----------|------|------|-----------------------|-------|------|
| 0,95 | 0,33 | 0,00 | 0,95 | -0,33 | 0,00 |
| -0,33 | 0,95 | 0,00 | 0,33 | 0,95 | 0,00 |
| 0,00 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 1,00 |

BARRA 4: Nudo 4-5

| Matriz T | | | Matriz T ^T | | |
|----------|------|------|-----------------------|-------|------|
| 0,00 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | -1,00 | 0,00 |
| -1,00 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 0,00 |
| 0,00 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 1,00 |

2.19.2.3.- ESFUERZOS EN COORD LOCALES CON DESPLAZAMIENTOS EN COORD GLOBALES

La transformación de fuerzas y/o movimientos de un sistema coordinado local (x,y,z) a otro sistema coordinado global (X,Y,Z) conocidos los cosenos de los ángulos que forman los ejes correspondientes a ambos sistemas, se realiza matricialmente a través de la matriz de cambio de base.

Obtención de la matriz k en coordenadas globales

BARRA 1: Nudo 1-2

| Matriz k = T · k' · T ^T | | | | | |
|------------------------------------|-------------|------|---------------|-------------|-------------------|
| 74.269.093.077,47 | 0,00 | 0,00 | 5.309,64 | 0,00 | -19.858.046,28 |
| 0,00 | 825.212,15 | 0,00 | 0,00 | 825.212,15 | 0,00 |
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| -5.309,64 | 0,00 | 0,00 | -5.309,64 | 0,00 | -19.858.046,28 |
| 0,00 | -825.212,15 | 0,00 | 0,00 | -825.212,15 | 0,00 |
| 19.858.046,28 | 0,00 | 0,00 | 19.858.046,28 | 0,00 | 74.269.093.077,47 |

BARRA 2: Nudo 2-3

| Matriz k = T · k' · T ^T | | | | | |
|------------------------------------|--------------|-------------------|--------------|---------------|-------------------|
| 248.548,99 | 85.504,18 | -1.385.377,86 | -248.548,99 | -85.504,18 | -1.385.377,86 |
| 85.504,18 | 30.323,60 | 4.013.939,39 | -85.504,18 | -30.323,60 | 4.013.939,39 |
| -1.385.377,86 | 4.013.939,39 | 29.587.906.428,92 | 1.385.377,86 | -4.013.939,39 | 14.793.953.214,46 |
| -248.548,99 | -85.504,18 | 1.385.377,86 | 248.548,99 | 85.504,18 | 1.385.377,86 |
| -85.504,18 | -30.323,60 | -4.013.939,39 | 85.504,18 | 30.323,60 | -4.013.939,39 |
| -1.385.377,86 | 4.013.939,39 | 14.793.953.214,46 | 1.385.377,86 | -4.013.939,39 | 29.587.906.428,92 |

BARRA 3: Nudo 3-4

| Matriz $k = T \cdot k' \cdot T^T$ | | | | | |
|-----------------------------------|--------------|-------------------|---------------|---------------|-------------------|
| 248.548,99 | -85.504,18 | 1.385.377,86 | -248.548,99 | 85.504,18 | 1.385.377,86 |
| -85.504,18 | 30.323,60 | 4.013.939,39 | 85.504,18 | -30.323,60 | 4.013.939,39 |
| 1.385.377,86 | 4.013.939,39 | 29.587.906.428,92 | -1.385.377,86 | -4.013.939,39 | 14.793.953.214,46 |
| -248.548,99 | 85.504,18 | -1.385.377,86 | 248.548,99 | -85.504,18 | -1.385.377,86 |
| 85.504,18 | -30.323,60 | -4.013.939,39 | -85.504,18 | 30.323,60 | -4.013.939,39 |
| 1.385.377,86 | 4.013.939,39 | 14.793.953.214,46 | -1.385.377,86 | -4.013.939,39 | 29.587.906.428,92 |

BARRA 4: Nudo 4-5

| Matriz $k = T \cdot k' \cdot T^T$ | | | | | |
|-----------------------------------|-------------|-------------------|----------------|-------------|------|
| 5.309,64 | 0,00 | 19.858.046,28 | -5.309,64 | 0,00 | 0,00 |
| 0,00 | 825.212,15 | 0,00 | 0,00 | -825.212,15 | 0,00 |
| 19.858.046,28 | 0,00 | 74.269.093.077,47 | -19.858.046,28 | 0,00 | 0,00 |
| -5.309,64 | 0,00 | -19.858.046,28 | 5.309,64 | 0,00 | 0,00 |
| 0,00 | -825.212,15 | 0,00 | 0,00 | 825.212,15 | 0,00 |
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

2.19.3.- MÉTODO DE EQUILIBRIO

2.19.3.1.- FORMACIÓN DE LA MATRIZ DE RIGIDEZ DE LA ESTRUCTURA

El método de equilibrio utiliza las relaciones esfuerzos-movimientos, combinando las diversas ecuaciones de las barras en un sistema de ecuaciones carga exterior-movimientos de la estructura. Antes de aplicar las condiciones de equilibrio o de compatibilidad las ecuaciones esfuerzo-movimiento de cada barra deben referirse al sistema coordinado global.

La característica más importante del método de equilibrio, y de los métodos matriciales en general, es que las propiedades elásticas de las barras y su orientación en la estructura, se introducen en el cálculo antes de que se efectúe alguna consideración sobre el equilibrio o compatibilidad de los nudos. Las relaciones globales esfuerzos-movimientos contienen, para cada barra, la información completa de esfuerzos, movimientos y disposición geométrica de la misma en la estructura. La posterior imposición de la condición de equilibrio o de compatibilidad proporciona la información sobre las fuerzas exteriores y describe la forma en que las diversas barras se conectan entre sí.

Existen por tanto en el cálculo matricial dos fases:

- Determinación de las ecuaciones de rigidez de cada barra, independientemente de la complejidad de la estructura.
- Ensamblaje en la estructura de las distintas barras debiendo tener en cuenta entonces, la tipología de la estructura así como las uniones entre las mismas.

En el proceso de ensamblaje para formar la matriz de rigidez global de una estructura, se establece el equilibrio en cada nudo, en el sistema global, de fuerzas interiores (esfuerzos) y exteriores (cargas aplicadas), teniendo en cuenta el distinto carácter en el signo. La ecuación matricial escrita de forma compacta toma la siguiente forma, donde f es el vector de fuerzas exteriores, k es una matriz cuadrada conocida como matriz de rigidez global de la estructura y d es el vector de desplazamientos de los nudos (todas ellas referidas al sistema coordinado global):

$$f = K \cdot d$$

Para la formación de la matriz de rigidez K completa de una estructura cualquiera, los nudos se representan por $1, 2, \dots, n$ y se define el eje local x de forma que va desde el nudo designado con el número más bajo hasta el más alto. Para cada barra $i-j$ ($i < j$) es fácil determinar cual es su contribución al sistema final de ecuaciones carga-movimiento.

Las ecuaciones elásticas de la barra $i-j$ en coordenadas globales vienen dadas por:

$$[f_1]_{ij} = [K_{11}]_{ij} \cdot d_i + [K_{12}]_{ij} \cdot d_j$$

$$[f_2]_{ij} = [K_{21}]_{ij} \cdot d_i + [K_{22}]_{ij} \cdot d_j$$

Las ecuaciones de equilibrio de los nudos i y j pueden escribirse como:

$$f_i = [s_1]_{ij} + \text{contribución de otras barras que concurren en } i$$

$$f_j = [s_2]_{ij} + \text{contribución de otras barras que concurren en } j$$

Siendo las contribuciones de las otras piezas los vectores s_1 para las barras con extremo 1 en el nudo considerado y s_2 para las que tienen en él su extremo 2. De esta forma las ecuaciones carga-movimiento de los nudos i y j toman la forma

$$f_i = [K_{11}]_{ij} \cdot d_i + [K_{12}]_{ij} \cdot d_j + \text{contribución de otras barras}$$

$$f_j = [K_{21}]_{ij} \cdot d_i + [K_{22}]_{ij} \cdot d_j + \text{contribución de otras barras}$$

Debe ponerse de manifiesto, en base a este proceso de formación, que la matriz de rigidez final varía con la numeración de los nudos de la estructura. Si se tiene en cuenta que en la mayoría de las estructuras porticadas cada nudo tan sólo está unido a los próximos, debe cuidarse especialmente el uso de un método sistemático de numeración de forma que la diferencia entre los números asociados a los nudos extremos de una barra sea pequeña en relación con el número total de nudos. Esto provocará que la mayoría de los elementos no nulos de la matriz de rigidez de la estructura, se encuentre cerca de la diagonal principal. Estas matrices se denominan en banda.

La numeración de los nudos de una estructura adquiere por tanto una importancia capital. Cuanto menor sea la diferencia entre la numeración de los extremos de una barra, más estrecha será la banda de la matriz resultante, es decir, más agrupados se encontrarán los términos no nulos de la misma. Se llama ancho de banda al a mayor diferencia entre la numeración existente en las barras de una estructura. Evidentemente la numeración óptima es la que corresponde al ancho de banda menor.

2.19.3.2.- ESTUDIO DEL VECTOR DE FUERZAS f

En el análisis matricial sólo se consideran cargas que actúan en los nudos de la estructura. La presencia de cargas exteriores actuando en otros puntos intermedios se tratan aplicando el principio de superposición con el estado con los nudos perfectamente empotrados y el obtenido suponiendo que los esfuerzos de empotramiento actúan, con signo contrario, en los nudos de la estructura. La resolución del primer estado es más o menos trivial y no necesita la intervención de los métodos matriciales. El segundo estado, con cargas equivalentes actuando en los nudos, encaja directamente con la hipótesis inicial.

El esquema a seguir para determinar la expresión matricial de f a partir de los esfuerzos de empotramiento perfecto pasa por determinar en relación al sistema local de referencia, dichos esfuerzos y posteriormente mediante la matriz de transformación o de cambio de sistema de referencia T determinar el vector f referido ya al sistema global.

En una barra cualquiera i - j de una estructura ($i < j$) con cargas en algún punto interior de la misma, al empotrar sus extremos se originan unos esfuerzos en los extremos 1 y 2 de la misma. Determinando estos esfuerzos en la barra r^{e_1} y r^{e_2} , en el sistema local de la misma, podemos fácilmente determinar r^{e_1} y r^{e_2} globales sin más que:

$$r_i^e = T \cdot r_i^e$$

Sumando todas las contribuciones, con el sentido de ensamblaje definido anteriormente para la matriz de rigidez, de empotramiento al nudo i analizado, r^{e_1} , a las cargas exteriores p_i se tendrá el vector de cargas f_i que intervendrá en el proceso matricial.

Las cargas equivalentes que actúan sobre la estructura vienen dadas por la siguiente expresión, donde f_i son los vectores de fuerzas equivalentes en el nudo i y ensamblado, p_i son los vectores de fuerzas puntuales en el nudo i y ensamblado, r^{e_1} son el vector de fuerzas de empotramiento en el nudo i y ensamblado, referenciados en el sistema global:

$$f_i = p_i - r_i^e$$

2.19.3.3.- CONDICIONES DE CONTORNO

La ecuación matricial, referida al sistema global resulta cuando están perfectamente definidas las condiciones de contorno (fuerzas actuantes en los nudos y movimientos finales en la sustentación). Al imponer las condiciones de contorno, la prescripción de un grado de libertad, con un valor en principio cualquiera, provoca una reacción sobre la estructura asociada con el mismo. El número de grados de libertad prescritos reduce los movimientos nodales desconocidos pero introduce como nuevas incógnitas las reacciones por ellos provocadas.

Si una estructura reticulada plana tiene n nudos, $3 \cdot n$ grados de libertad, y r coacciones, con p grados de libertad prescritos o coaccionados $p < 3 \cdot r$, la solución en desplazamientos puede obtenerse a través de un sistema de ecuaciones de orden $3 \cdot n$ ($3 \cdot n - p$ movimientos y p reacciones) o bien por medio de uno de orden $3 \cdot n - p$ determinando en este último caso posteriormente las reacciones a partir de los movimientos resultantes.

2.19.3.4.- SOLUCION DEL SISTEMA DE ECUACIONES RESULTANTE

La ecuación matricial final resultante tras aplicar las condiciones de contorno puede expresarse por medio de un sistema algebraico de m ecuaciones con m incógnitas en la forma:

$$\begin{array}{cccccc}
 k_{11} \cdot d_1 & + & k_{12} \cdot d_2 & + & \dots & + & k_{1m} \cdot d_m & = & f_1 \\
 k_{21} \cdot d_1 & + & k_{22} \cdot d_2 & + & \dots & + & k_{2m} \cdot d_m & = & f_2 \\
 \vdots & & \vdots & & \vdots & & \vdots & & \vdots \\
 k_{m1} \cdot d_1 & + & k_{m2} \cdot d_2 & + & \dots & + & k_{mm} \cdot d_m & = & f_m
 \end{array}$$

Siguiendo la formulación llegamos a obtener la matriz de rigidez global, haciendo un ensamblado de las diferentes submatrices de las barras anteriormente calculadas.

| | | | | |
|----------------------------------|---|---|---|----------------------------------|
| (k ₁₁) ₁₂ | (k ₁₂) ₁₂ | 0 | 0 | 0 |
| (k ₂₁) ₁₂ | (k ₂₂) ₁₂ + (k ₁₁) ₂₃ | (k ₁₂) ₂₃ | 0 | 0 |
| 0 | (k ₂₁) ₂₃ | (k ₂₂) ₂₃ + (k ₁₁) ₃₄ | (k ₁₂) ₃₄ | 0 |
| 0 | 0 | (k ₂₁) ₃₄ | (k ₂₂) ₃₄ + (k ₁₁) ₄₅ | (k ₁₂) ₄₅ |
| 0 | 0 | 0 | (k ₂₁) ₄₅ | (k ₂₂) ₄₅ |

Matriz de rigidez global

Por último es necesario que calculemos los diagramas junto con los momentos de empotramiento perfecto de las barras frente a las acciones exteriores. Calcularemos una hipótesis simple como puede ser la sobrecarga de nieve, siendo extensible este desarrollo para cualquier otro tipo de hipótesis de carga.

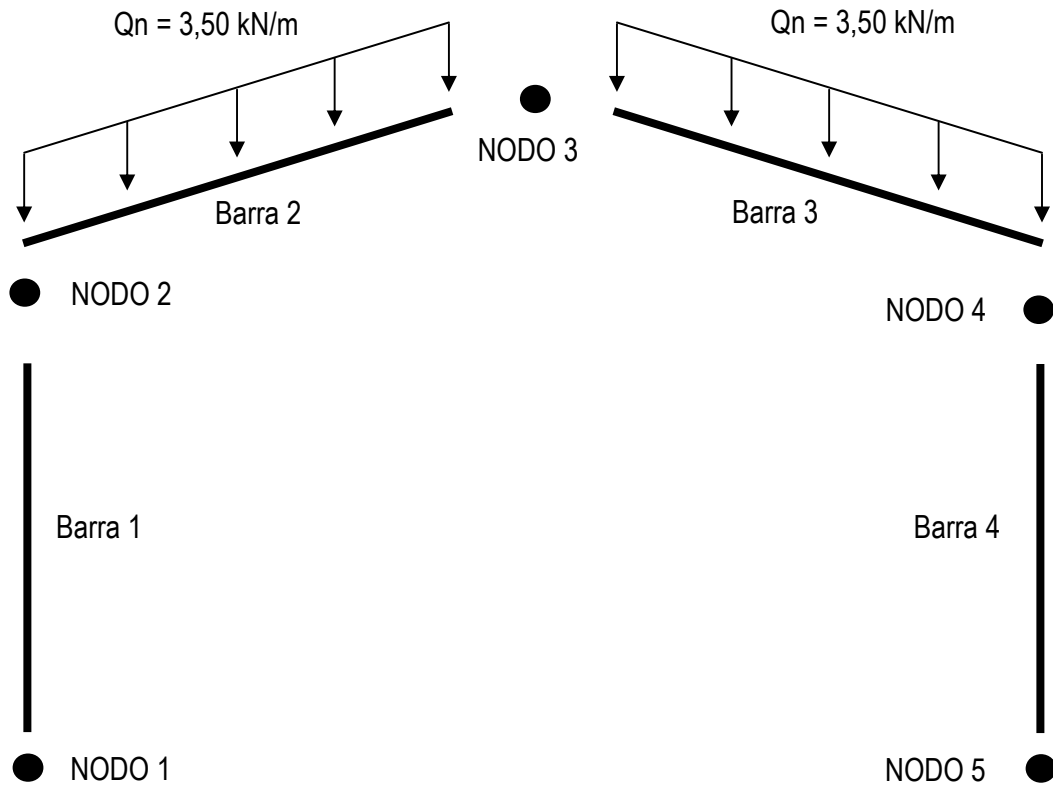


Imagen 2.15
Esquema de nudos y barras del pórtico tipo

Para mayor simplicidad del cálculo consideraremos la carga gravitatoria perpendicular a la barra. Dado que el pórtico es simétrico calcularemos únicamente una de las barras.

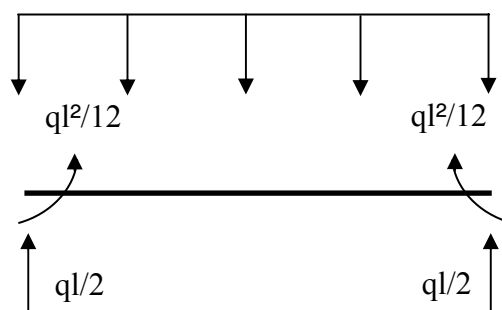


Imagen 2.16
Esfuerzos y momentos de empotramiento perfecto de una barra de la estructura

Momento Flector

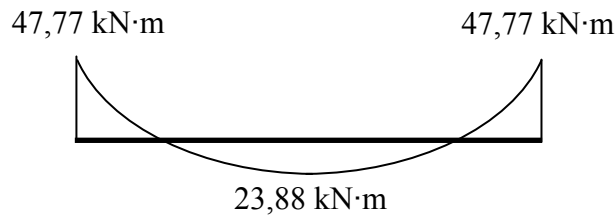


Imagen 2.17
Diagrama de flectores

Cortante

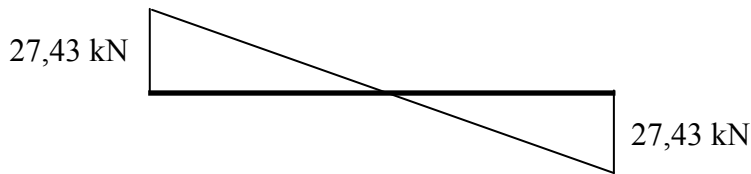


Imagen 2.18
Diagrama de cortantes

Una vez calculados los esfuerzos de las barras aisladas los llevamos a la matriz para obtener el sistema de ecuaciones equivalente y resolver las incógnitas. En función de las vinculaciones exteriores de los nudos también podemos eliminar algún sumando de las matrices.

$$K \cdot D = F$$

Siendo $F = P - R$

Donde K es la matriz ensamblada tal y como apreciamos aquí debajo:

| | | | | |
|-----------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-----------------|
| $(k_{11})_{12}$ | $(k_{12})_{12}$ | 0 | 0 | 0 |
| $(k_{21})_{12}$ | $(k_{22})_{12} + (k_{11})_{23}$ | $(k_{12})_{23}$ | 0 | 0 |
| 0 | $(k_{21})_{23}$ | $(k_{22})_{23} + (k_{11})_{34}$ | $(k_{12})_{34}$ | 0 |
| 0 | 0 | $(k_{21})_{34}$ | $(k_{22})_{34} + (k_{11})_{45}$ | $(k_{12})_{45}$ |
| 0 | 0 | 0 | $(k_{21})_{45}$ | $(k_{22})_{45}$ |

D es la matriz de desplazamientos que depende de las vinculaciones exteriores de los nodos:

| |
|---------------|
| $U_{x1}=0$ |
| $U_{y1}=0$ |
| \emptyset_1 |
| U_{x2} |
| U_{y2} |
| \emptyset_2 |
| U_{x3} |
| U_{y3} |
| \emptyset_3 |
| U_{x4} |
| U_{y4} |
| \emptyset_4 |
| $U_{x5}=0$ |
| $U_{y5}=0$ |
| \emptyset_5 |

Las vinculaciones exteriores de los nodos 1 y 5 nos eliminan 2 incógnitas cada una (desplazamiento en x y desplazamiento en y) ya que esos movimientos están restringidos por la propia definición del nodo.

Por último nos quedarán por definir dos matrices:

La matriz de las cargas sobre los nodos (la matriz P) al no existir cargas sobre los nodos de la estructura, las únicas cargas que tenemos que tener en cuenta serán las reacciones en los apoyos.

| |
|----------|
| R_{x1} |
| R_{y1} |
| 0 |
| 0 |
| 0 |
| 0 |
| 0 |
| 0 |
| 0 |
| 0 |
| 0 |
| 0 |
| R_{x5} |
| R_{y5} |
| 0 |

Y la matriz de reacciones de los empotramientos perfectos (matriz r)

| |
|--------|
| 0 |
| 0 |
| 0 |
| 0 |
| 27,43 |
| 47,77 |
| 0 |
| 54,86 |
| 0 |
| 0 |
| 27,43 |
| -47,77 |
| 0 |
| 0 |
| 0 |

Esta matriz se refiere a coordenadas globales de la barra, debemos transformarla en coordenadas globales multiplicándola por la matriz de cambio de base $R=T \cdot r$ para poder resolver el sistema.

Resolviendo el sistema de ecuaciones disponemos de 15 ecuaciones con 15 incógnitas con lo que tendríamos resueltas tanto las reacciones del pórtico como sus desplazamientos y giros. Una vez obtenidas las reacciones podríamos pasar al dimensionado de los diagramas de esfuerzos para proceder a obtener los esfuerzos pésimos y así armar dicho pórtico.

2.20.- MODELADO

Para calcular los diagramas de esfuerzos de las diversas opciones de carga de los pórticos nos valemos del programa informático Cype. Dicho programa se basa en el método de la rigidez, anteriormente explicado, para realizar los cálculos solicitados. Mediante la herramienta informática podemos obtener de una forma rápida y eficaz los diagramas que nos sirvan para dimensionar los armados de la estructura que estamos calculando.

Realizaremos así pues, la modelización del pórtico como dos barras divididas cada una de ellas en 10 segmentos iguales, cada una con su sección correspondiente al tratarse de una sección variable. Se describen las vinculaciones de los nudos correspondientes (nudo articulado: los nudos de unión a cimentación y el nudo de unión de los dinteles; nudo rígido: el resto de nudos).

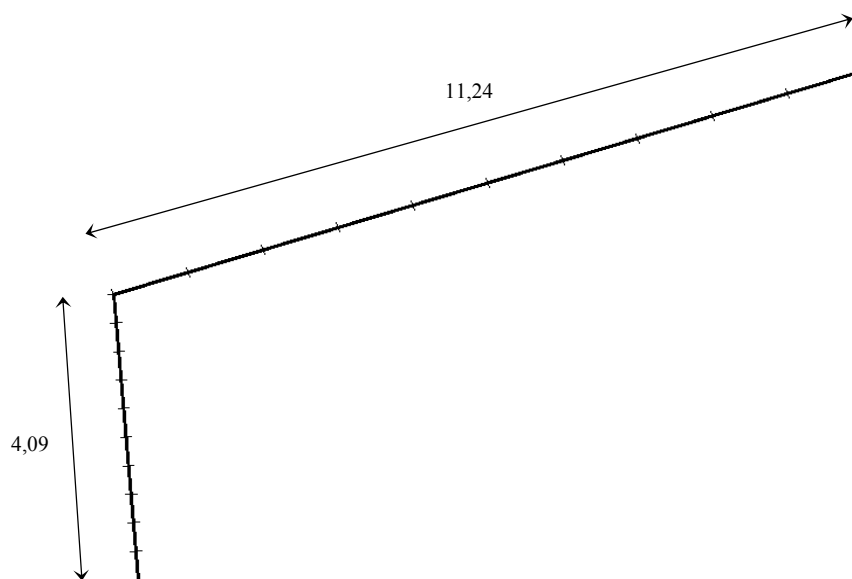


Imagen 2.19
Definición del pórtico para el modelado

Por último nos quedaría la introducción de las solicitaciones a las que va a estar expuesto el pórtico cada una en sus correspondientes hipótesis de carga. Dichas solicitaciones las introduciremos como hipótesis simples dado que el programa tiene en cuenta a cada tipo de carga los coeficientes de mayoración que se le asignan.

Una vez verificada la geometría del pórtico en estudio y las hipótesis introducidas el programa calcula siguiendo el desarrollo matricial expuesto en anteriores apartados hasta la obtención de los diferentes diagramas de esfuerzos, reacciones y desplazamientos de la estructura con los que procederemos a dimensionar los armados del pórtico en cuestión.

2.21.- ARMADO DEL PÓRTICO TIPO

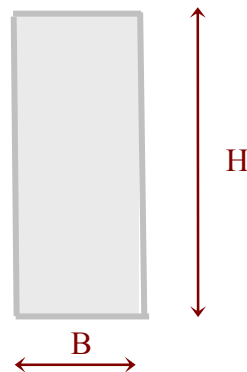
Una vez calculados los esfuerzos pésimos del pórtico procederemos a la predimensión del armado de barras que satisfaga dicha envolvente de esfuerzos.

Pasamos a definir la sección y propiedades de los materiales de una sección tipo del pórtico para poder calcular los dominios de deformación del elemento.

2.21.1.- SECCIÓN GENÉRICA DE PRUEBA

GEOMETRIA SECCIÓN TRANSVERSAL

| | |
|---------------|----|
| B (cm) | 18 |
| H (cm) | 60 |



MATERIALES

| | | | |
|-----------------------|----------|-------------------------------|-------------------|
| HORMIGÓN DE LA VIGA | HA- 30 | $f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$ | $\gamma_c = 1,50$ |
| ACERO ARMADURA PASIVA | B-500 S | $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$ | $\gamma_s = 1,15$ |
| | B-500 SD | $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$ | $\gamma_s = 1,15$ |

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

Hormigón

Peso específico (Hormigón pretensado $f_{ck} < 50 \text{ N/mm}^2$) = 25 KN/m³

$E_{ci} = 28.576 \text{ N/mm}^2$

$f_{ct,k} = 2,02 \text{ N/mm}^2$ (Tracción)

Armadura Pasiva

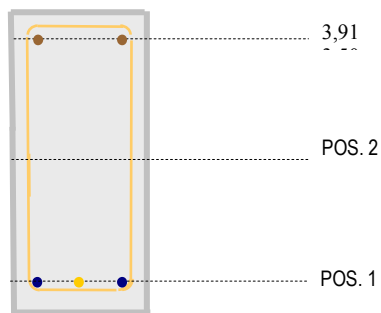
$E_{sp} = 210.000 \text{ N/mm}^2$ $n_{sp} = 6,57$

ARMADURA DISPUESTA

ARMADURA PASIVA EN LA JACENA

| | Nº Barras | Diametro Barras (mm.) | Posición (cm.) |
|--------|-----------|-----------------------|----------------|
| Pos. 1 | 2 | 25 ● | 5 |
| Pos. 1 | 1 | 20 ● | 5 |
| Pos. 2 | 0 | --- | --- |
| Pos. 3 | 2 | 16 ● | 55 |

SECCIÓN TRANSVERSAL ARMADURAS



Armadura Pasiva

Para obtener el momento último de diseño y verificar que el armado dispuesto (que corresponde con el tipo 1 de carga del pórtico) es válido para las sollicitaciones a que está sometido el pórtico, hemos de calcular los dominios de deformación de la sección de hormigón.

2.21.2.- HIPÓTESIS DE CÁLCULO

2.21.2.1.- HIPÓTESIS DE PARTIDA 1

El Caso 1 se define como aquel que verifica las siguientes hipótesis:

$\epsilon_c < \epsilon_{co}$ (compresión)

$\epsilon_1 = 10\text{‰}$ (tracción)

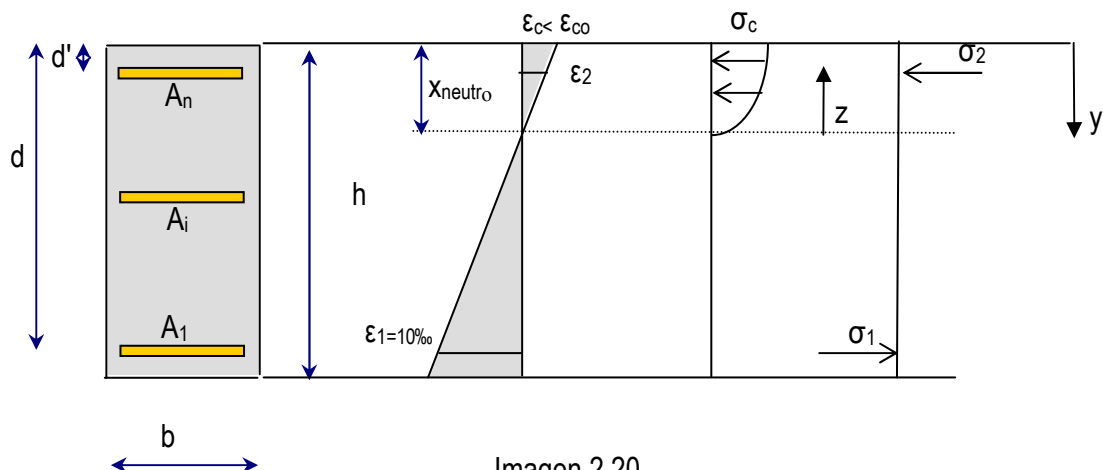


Imagen 2.20
Esquema de fuerzas y tensiones Hip.1

En este caso limitamos la deformación máxima del hormigón al 2 ‰ y fijamos la deformación máxima del acero en el 10 ‰. Este caso englobaría a los dominios de deformación 1 y parte del dominio 2 quien estira la deformación del hormigón hasta el 3,5 ‰.

CÁLCULOS INTERMEDIOS

Posición fibra neutra

Por definición para este caso, es conocida la deformación en la fibra de la armadura situada en la posición más inferior (traccionada). Conocida la posición de la armadura inferior y que su deformación límite es $\varepsilon_1 = 10\text{‰}$, por analogía de triángulos, se define la deformación para cualquier posición de la viga.

$$\frac{\varepsilon_c}{x_{neutro}} = \frac{\varepsilon_1}{d - x_{neutro}} \quad \rightarrow \quad \varepsilon_c \cdot (d - x_{neutro}) = \varepsilon_1 \cdot x_{neutro} \quad \rightarrow \quad x_{neutro} = \frac{\varepsilon_c \cdot d}{\varepsilon_c + \varepsilon_1}$$

Se prestará especial atención a la definición de los signos de las deformaciones, ya que en la fórmula anterior van implícitos, así como a las unidades en las que se desea el resultado en función de las unidades de los datos de entrada.

Para posiciones de armadura que tengan deformaciones positivas (tracciones), en función de su posición será:

$$\frac{\varepsilon_1}{y_1 - x_{neutro}} = \frac{\varepsilon_i}{y_i - x_{neutro}} \quad \rightarrow \quad \varepsilon_i = \varepsilon_1 \cdot \frac{y_i - x_{neutro}}{y_1 - x_{neutro}}$$

Para posiciones de armadura que tengan deformaciones negativas (compresiones), en función de su posición será:

$$\frac{\varepsilon_c}{x_{neutro}} = \frac{\varepsilon_n}{x_{neutro} - y_n} \quad \rightarrow \quad \varepsilon_n = \varepsilon_c \cdot \frac{x_{neutro} - y_n}{x_{neutro}}$$

Resultante bloque comprimido para una x menor (Caso f_{ck} menor 50N/mm^2)

Para el cálculo de la resultante del bloque comprimido, se deberá plantear la integral a resolver. Para ello se toma el sistema de referencia, definido por la variable z , cuyo origen coincide con la fibra cuya deformación es nula:

$$C = \int_{z=0}^{z < x_{neutro}} \sigma_{(z)} \cdot b_{(z)} \cdot dz = \int_{z=0}^{z < x_{neutro}} f_{cd} \cdot \left[1 - \left(1 - \frac{\varepsilon_{c(z)}}{\varepsilon_{co}} \right)^2 \right] \cdot b \cdot dz$$

Y se deberá describir cómo varía la deformación del hormigón en función de la fibra a estudio, para poder realizar la integración. Las deformaciones en esta zona son todas compresiones:

$$\frac{\varepsilon_c}{x_{neutro}} = \frac{\varepsilon_{(z)}}{z} \quad \rightarrow \quad \varepsilon_{(z)} = \varepsilon_c \cdot \frac{z}{x_{neutro}}$$

La resolución de la integral es la siguiente:

$$C = \int_{z=0}^{z < x_{neutro}} \sigma_{(z)} \cdot b_{(z)} \cdot dz = \int_{z=0}^{z < x_{neutro}} f_{cd} \cdot \left[1 - \left(1 - \frac{\epsilon_c \cdot z}{x_{neutro} \cdot \epsilon_{co}} \right)^2 \right] \cdot b \cdot dz = \int_{z=0}^{z < x_{neutro}} f_{cd} \cdot \left[1 - \left(1 - \frac{\epsilon_c}{x_{neutro} \cdot \epsilon_{co}} \cdot z \right)^2 \right] \cdot b \cdot dz$$

$$C = \int_{z=0}^{z < x_{neutro}} f_{cd} \cdot \left[1 - \left(1 - 2 \cdot \frac{\epsilon_c}{x_{neutro} \cdot \epsilon_{co}} \cdot z + \left(\frac{\epsilon_c}{x_{neutro} \cdot \epsilon_{co}} \right)^2 \cdot z^2 \right) \right] \cdot b \cdot dz$$

$$C = \int_{z=0}^{z < x_{neutro}} f_{cd} \cdot \left[2 \cdot \frac{\epsilon_c}{x_{neutro} \cdot \epsilon_{co}} \cdot z - \left(\frac{\epsilon_c}{x_{neutro} \cdot \epsilon_{co}} \right)^2 \cdot z^2 \right] \cdot b \cdot dz$$

$$C = f_{cd} \cdot b \cdot \left[2 \cdot \frac{\epsilon_c}{x_{neutro} \cdot \epsilon_{co}} \cdot \frac{z^2}{2} - \left(\frac{\epsilon_c}{x_{neutro} \cdot \epsilon_{co}} \right)^2 \cdot \frac{z^3}{3} \right]_{z=0}^{z=x_{neutro}}$$

Y para el caso particular que $z=x_{neutro}$:

$$C = f_{cd} \cdot b \cdot \left[2 \cdot \frac{\epsilon_c}{x_{neutro} \cdot \epsilon_{co}} \cdot \frac{x_{neutro}^2}{2} - \left(\frac{\epsilon_c}{x_{neutro} \cdot \epsilon_{co}} \right)^2 \cdot \frac{x_{neutro}^3}{3} \right]$$

$$C = f_{cd} \cdot b \cdot \left[\frac{\epsilon_c}{\epsilon_{co}} \cdot x_{neutro} - \left(\frac{\epsilon_c}{\epsilon_{co}} \right)^2 \cdot \frac{x_{neutro}^3}{3} \right]$$

Resultante del punto aplicación bloque comprimido (Caso f_{ck} menor $50N/mm^2$)

Para el cálculo del momento provocado por la resultante del bloque comprimido, se deberá conocer el punto de aplicación de la resultante (localización de la coordenada z respecto al sistema de referencia z). Para ello se toma un nuevo sistema de referencia, definido por la nueva variable z, cuyo origen coincide con la fibra cuya deformación es nula:

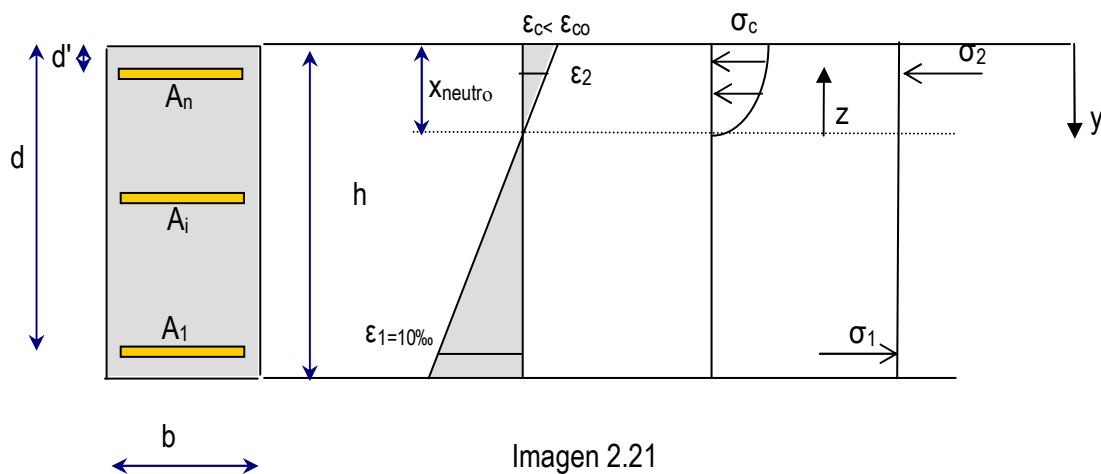


Imagen 2.21
Posición aplicación bloque comprimido Hip.1

$$\text{Coordenada } z = \frac{M_y}{\text{Area}} = \frac{b \cdot \int_{z=0}^{z=x_{neutro}} \sigma_{(z)} \cdot z \cdot dz}{\text{Bloque comprimido}} = \frac{b \cdot \int_{z=0}^{z=x_{neutro}} f_{cd} \cdot z \cdot \left[1 - \left(1 - \frac{\epsilon_{(z)}}{\epsilon_{co}} \right)^2 \right] dz}{\text{Bloque comprimido}}$$

Y se deberá describir cómo varía la deformación del hormigón en función de la fibra a estudio, para poder realizar la integración:

$$\frac{\epsilon_c}{x_{neutro}} = \frac{\epsilon_{(z)}}{z} \rightarrow \epsilon_{(z)} = \epsilon_c \cdot \frac{z}{x_{neutro}}$$

La resolución de la integral es la siguiente:

$$M_y = b \cdot \int_{z=0}^{z=x_{neutro}} f_{cd} \cdot z \cdot \left[1 - \left(1 - \frac{\epsilon_{(z)}}{\epsilon_{co}} \right)^2 \right] dz = b \cdot f_{cd} \cdot \int_{z=0}^{z=x_{neutro}} z \cdot \left[1 - \left(1 - \frac{\epsilon_c \cdot \frac{z}{x_{neutro}}}{\epsilon_{co}} \right)^2 \right] dz$$

$$M_y = b \cdot f_{cd} \cdot \int_{z=0}^{z=x_{neutro}} z \cdot \left[1 - \left(1 - \frac{\epsilon_c}{\epsilon_{co} \cdot x_{neutro}} \cdot z \right)^2 \right] dz$$

$$M_y = b \cdot f_{cd} \cdot \int_{z=0}^{z=x_{neutro}} z \cdot \left[1 - \left(1 - 2 \cdot \frac{\epsilon_c}{\epsilon_{co} \cdot x_{neutro}} \cdot z + \left(\frac{\epsilon_c}{\epsilon_{co} \cdot x_{neutro}} \right)^2 \cdot z^2 \right) \right] dz$$

$$M_y = b \cdot f_{cd} \cdot \int_{z=0}^{z=x_{neutro}} z \cdot \left[2 \cdot \frac{\epsilon_c}{\epsilon_{co} \cdot x_{neutro}} \cdot z - \left(\frac{\epsilon_c}{\epsilon_{co} \cdot x_{neutro}} \right)^2 \cdot z^2 \right] dz$$

$$M_y = b \cdot f_{cd} \cdot \int_{z=0}^{z=x_{neutro}} \left[2 \cdot \frac{\epsilon_c}{\epsilon_{co} \cdot x_{neutro}} \cdot z^2 - \left(\frac{\epsilon_c}{\epsilon_{co} \cdot x_{neutro}} \right)^2 \cdot z^3 \right] dz$$

$$M_y = b \cdot f_{cd} \cdot \left[2 \cdot \frac{\epsilon_c}{\epsilon_{co} \cdot x_{neutro}} \cdot \frac{z^3}{3} - \left(\frac{\epsilon_c}{\epsilon_{co} \cdot x_{neutro}} \right)^2 \cdot \frac{z^4}{4} \right]_{z=0}^{z=x_{neutro}}$$

$$M_y = b \cdot f_{cd} \cdot \left[2 \cdot \frac{\epsilon_c}{\epsilon_{co} \cdot x_{neutro}} \cdot \frac{x_{neutro}^3}{3} - \left(\frac{\epsilon_c}{\epsilon_{co} \cdot x_{neutro}} \right)^2 \cdot \frac{x_{neutro}^4}{4} \right]$$

$$M_y = b \cdot f_{cd} \cdot \left[2 \cdot \frac{\epsilon_c \cdot x_{neutro}^2}{\epsilon_{co} \cdot 3} - \left(\frac{\epsilon_c}{\epsilon_{co}} \right)^2 \cdot \frac{x_{neutro}^2}{4} \right]$$

$$\text{Coordenada } z = \frac{M_y}{\text{Area}} = \frac{b \cdot f_{cd} \cdot \left[2 \cdot \frac{\epsilon_c \cdot x_{neutro}^2}{\epsilon_{co} \cdot 3} - \left(\frac{\epsilon_c}{\epsilon_{co}} \right)^2 \cdot \frac{x_{neutro}^2}{4} \right]}{f_{cd} \cdot b \cdot x_{neutro} \cdot \left[\frac{2\epsilon_c}{3\epsilon_{co}} \right]}$$

$$\text{Coordenada } z = \frac{\left[2 \cdot \frac{\epsilon_c}{\epsilon_{co}} \cdot \frac{x_{neutro}}{3} - \left(\frac{\epsilon_c}{\epsilon_{co}} \right)^2 \cdot \frac{x_{neutro}}{4} \right]}{\left[\frac{2\epsilon_c}{3\epsilon_{co}} \right]} = x_{neutro} \cdot \frac{\left[\frac{\epsilon_c}{\epsilon_{co}} \cdot \frac{2}{3} - \left(\frac{\epsilon_c}{\epsilon_{co}} \right)^2 \cdot \frac{1}{4} \right]}{\left[\frac{2\epsilon_c}{3\epsilon_{co}} \right]}$$

Se deberá tener en cuenta el Sistema de Referencia utilizado para el cálculo de la Coordenada z.

RESULTADOS

Bloque comprimido

Tras haber realizado el cálculo para obtener el equilibrio de fuerzas y así hallar la posición de la fibra neutra, resulta imposible calcular el punto de equilibrio por lo que no estamos en esta primera disposición que hemos planteado, por lo que debemos pasar a una segunda hipótesis.

2.21.2.2.- HIPÓTESIS DE PARTIDA 2

El Caso 2 se define como aquel que verifica las siguientes hipótesis:

$\epsilon_{co} < \epsilon_c < \epsilon_{cu}$ (compresión)

$\epsilon_1 = 10\text{‰}$ (tracción)

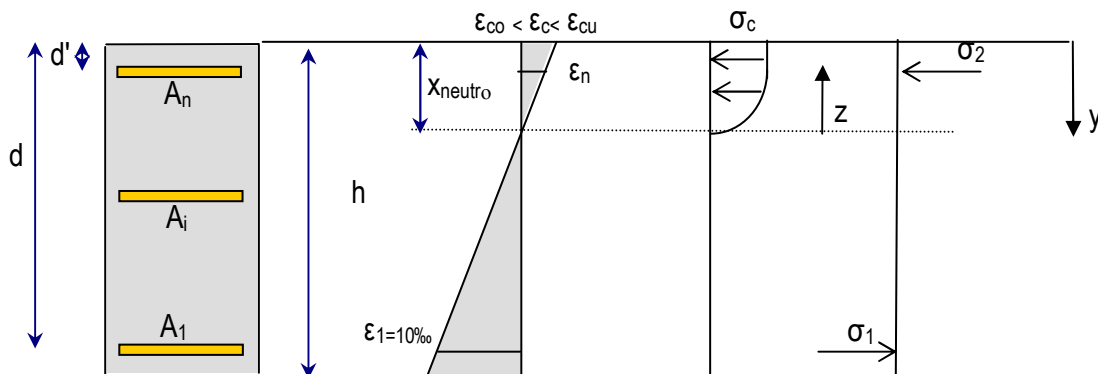


Imagen 2.22
Esquema de fuerzas y tensiones Hip.2

En este caso limitamos la deformación máxima del hormigón al 3,5 ‰ y fijamos la deformación máxima del acero en el 10 ‰. Este caso coincidiría con el dominio de deformación 2.

CÁLCULOS INTERMEDIOS

Posición fibra neutra

Por definición para este caso, es conocida la deformación en la fibra de la armadura situada en la posición más inferior (traccionada). Conocida la posición de la armadura inferior y que su deformación límite es $\varepsilon_1 = 10\text{‰}$, por analogía de triángulos, se define la deformación para cualquier posición de la viga.

$$\frac{\varepsilon_c}{x_{neutro}} = \frac{\varepsilon_1}{d - x_{neutro}} \quad \rightarrow \quad \varepsilon_c \cdot (d - x_{neutro}) = \varepsilon_1 \cdot x_{neutro} \quad \rightarrow \quad x_{neutro} = \frac{\varepsilon_c \cdot d}{\varepsilon_c + \varepsilon_1}$$

Se prestará especial atención a la definición de los signos de las deformaciones, ya que en la fórmula anterior van implícitos, así como a las unidades en las que se desea el resultado en función de las unidades de los datos de entrada.

Se calculará la posición $z_{0,002}$ cuya deformación de compresión es 2‰ para posteriores cálculo:

$$\frac{\varepsilon_c}{x_{neutro}} = \frac{\varepsilon_{0,002}}{z_{0,002}} \quad \rightarrow \quad \varepsilon_c \cdot (d - x_{neutro}) = \varepsilon_1 \cdot x_{neutro} \quad \rightarrow \quad z_{0,002} = \frac{\varepsilon_{0,002} \cdot x_{neutro}}{\varepsilon_c}$$

Para posiciones de armadura que tengan deformaciones positivas (tracciones), en función de su posición será:

$$\frac{\varepsilon_1}{y_1 - x_{neutro}} = \frac{\varepsilon_i}{y_i - x_{neutro}} \quad \rightarrow \quad \varepsilon_i = \varepsilon_1 \cdot \frac{y_i - x_{neutro}}{y_1 - x_{neutro}}$$

Para posiciones de armadura que tengan deformaciones negativas (compresiones), en función de su posición será:

$$\frac{\varepsilon_c}{x_{neutro}} = \frac{\varepsilon_n}{x_{neutro} - y_n} \quad \rightarrow \quad \varepsilon_n = \varepsilon_c \cdot \frac{x_{neutro} - y_n}{x_{neutro}}$$

Resultante bloque comprimido para una x menor (Caso f_{ck} menor 50N/mm²)

Para el cálculo de la resultante del bloque comprimido, se deberá plantear la integral a resolver. Para ello se toma el sistema de referencia, definido por la variable z , cuyo origen coincide con la fibra cuya deformación es nula:

$$C = \int_{z=0}^{z=x_{neutro}} \sigma_{(z)} \cdot b_{(z)} \cdot dz = \int_{z=0}^{z_{0,002}} f_{cd} \cdot \left[1 - \left(1 - \frac{\varepsilon_{c(z)}}{\varepsilon_{co}} \right)^2 \right] \cdot b \cdot dz + \int_{z_{0,002}}^{z=x_{neutro}} f_{cd} \cdot b \cdot dz$$

Y se deberá describir cómo varía la deformación del hormigón en función de la fibra a estudio, para poder realizar la integración. Las deformaciones en esta zona son todas compresiones:

$$\frac{\varepsilon_c}{x_{neutro}} = \frac{\varepsilon_{(z)}}{z} \quad \rightarrow \quad \varepsilon_{(z)} = \varepsilon_c \cdot \frac{z}{x_{neutro}}$$

La resolución de la integral es la siguiente:

$$C = f_{cd} \cdot b \cdot \left[2 \cdot \frac{\epsilon_{co}}{x_{neutro} \cdot \epsilon_{co}} \cdot \frac{z^2}{2} - \left(\frac{\epsilon_c}{x_{neutro} \cdot \epsilon_{co}} \right)^2 \cdot \frac{z^3}{3} \right]_{z=0}^{z=0,002} + [f_{cd} \cdot b \cdot z]_{z=0,002}^{z=x_{neutro}}$$

$$C = C_1 + C_2$$

$$C_1 = f_{cd} \cdot b \cdot \left[2 \cdot \frac{\epsilon_{co}}{x_{neutro} \cdot \epsilon_{co}} \cdot \frac{z_{0,002}^2}{2} - \left(\frac{\epsilon_c}{x_{neutro} \cdot \epsilon_{co}} \right)^2 \cdot \frac{z_{0,002}^3}{3} \right] \text{ Zona comprimida en parábola}$$

$$C_2 = [f_{cd} \cdot b \cdot (x_{neutro} - z_{0,002})] \text{ Bloque comprimido zona lineal}$$

$$C = f_{cd} \cdot b \cdot \left[2 \cdot \frac{\epsilon_{co}}{x_{neutro} \cdot \epsilon_{co}} \cdot \frac{z_{0,002}^2}{2} - \left(\frac{\epsilon_c}{x_{neutro} \cdot \epsilon_{co}} \right)^2 \cdot \frac{z_{0,002}^3}{3} \right] + [f_{cd} \cdot b \cdot (x_{neutro} - z_{0,002})]$$

Resultante del punto aplicación bloque comprimido (Caso f_{ck} menor 50N/mm^2)

Para el cálculo del momento provocado por la resultante del bloque comprimido, se deberá conocer el punto de aplicación de la resultante (localización de la coordenada z respecto al sistema de referencia z). Para ello se toma un nuevo sistema de referencia, definido por la nueva variable z , cuyo origen coincide con la fibra cuya deformación es nula:

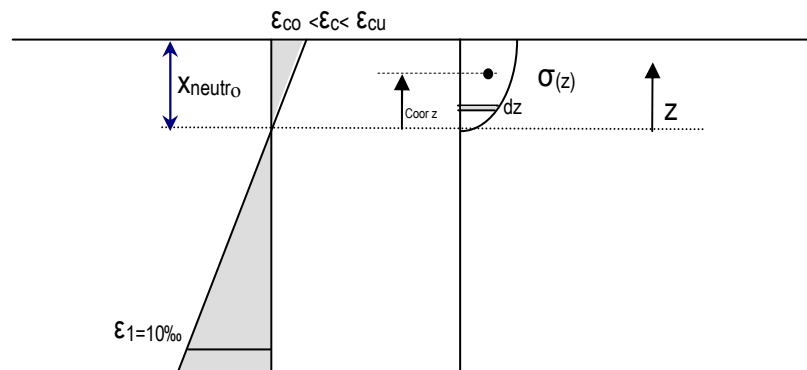


Imagen 2.23
Posición aplicación bloque comprimido Hip.2

$$\text{Coordenada } z = \frac{My}{\text{Area}} = \frac{b \cdot \int_{z=0}^{z=x_{neutro}} \sigma_{(z)} \cdot z \cdot dz}{\text{Bloque comprimido}} = \frac{b \cdot \int_{z=0}^{z=z_{\epsilon=0,002}} f_{cd} \cdot z \cdot \left[1 - \left(1 - \frac{\epsilon_{(z)}}{\epsilon_{co}} \right)^2 \right] dz + b \cdot \int_{z=z_{\epsilon=0,002}}^{z=x_{neutro}} f_{cd} \cdot z \cdot dz}{\text{Bloque comprimido}}$$

Aprovechando los resultados anteriores, se puede simplificar la ecuación:

$$b \cdot \int_{z=0}^{z=z_{\varepsilon=0,002}} f_{cd} \cdot z \cdot \left[1 - \left(1 - \frac{\varepsilon_c \cdot z}{x_{neutro} \cdot \varepsilon_{co}} \right)^2 \right] dz + b \cdot \int_{z=z_{\varepsilon=0,002}}^{z=x_{neutro}} f_{cd} \cdot z dz$$

Coordenada $z = \frac{\text{Bloque comprimido}}{\text{Bloque comprimido}}$

$$b \cdot \int_{z=0}^{z=z_{\varepsilon=0,002}} f_{cd} \cdot z \cdot \left[1 - \left(1 - 2 \cdot \frac{\varepsilon_c}{x_{neutro} \cdot \varepsilon_{co}} \cdot z + \left(\frac{\varepsilon_c}{x_{neutro} \cdot \varepsilon_{co}} \right)^2 \cdot z^2 \right) \right] dz + b \cdot \int_{z=z_{\varepsilon=0,002}}^{z=x_{neutro}} f_{cd} \cdot z dz$$

Coordenada $z = \frac{\text{Bloque comprimido}}{\text{Bloque comprimido}}$

$$b \cdot \int_{z=0}^{z=z_{\varepsilon=0,002}} f_{cd} \cdot z \cdot \left[2 \cdot \frac{\varepsilon_c}{x_{neutro} \cdot \varepsilon_{co}} \cdot z - \left(\frac{\varepsilon_c}{x_{neutro} \cdot \varepsilon_{co}} \right)^2 \cdot z^2 \right] dz + b \cdot \int_{z=z_{\varepsilon=0,002}}^{z=x_{neutro}} f_{cd} \cdot z dz$$

Coordenada $z = \frac{\text{Bloque comprimido}}{\text{Bloque comprimido}}$

$$b \cdot \int_{z=0}^{z=z_{\varepsilon=0,002}} f_{cd} \cdot \left[2 \cdot \frac{\varepsilon_c}{x_{neutro} \cdot \varepsilon_{co}} \cdot z^2 - \left(\frac{\varepsilon_c}{x_{neutro} \cdot \varepsilon_{co}} \right)^2 \cdot z^3 \right] dz + b \cdot \int_{z=z_{\varepsilon=0,002}}^{z=x_{neutro}} f_{cd} \cdot z dz$$

Coordenada $z = \frac{\text{Bloque comprimido}}{\text{Bloque comprimido}}$

$$b \cdot f_{cd} \cdot \left[2 \cdot \frac{\varepsilon_c}{x_{neutro} \cdot \varepsilon_{co}} \cdot \frac{z^3}{3} - \left(\frac{\varepsilon_c}{x_{neutro} \cdot \varepsilon_{co}} \right)^2 \cdot \frac{z^4}{4} \right]_{z=0}^{z=z_{\varepsilon=0,002}} + \left[b \cdot f_{cd} \cdot \frac{z^2}{2} \right]_{z=z_{\varepsilon=0,002}}^{z=x_{neutro}}$$

Coordenada $z = \frac{\text{Bloque comprimido}}{\text{Bloque comprimido}}$

Y el Bloque comprimido se ha resuelto anteriormente:

$$C = f_{cd} \cdot b \cdot \left[2 \cdot \frac{\varepsilon_{co}}{x_{neutro} \cdot \varepsilon_{co}} \cdot \frac{z_{0,002}^2}{2} - \left(\frac{\varepsilon_c}{x_{neutro} \cdot \varepsilon_{co}} \right)^2 \cdot \frac{z_{0,002}^3}{3} \right] + [f_{cd} \cdot b \cdot (x_{neutro} - z_{0,002})]$$

$$\text{Coordenada } z = \frac{b \cdot f_{cd} \cdot \left[2 \cdot \frac{\varepsilon_c}{x_{neutro} \cdot \varepsilon_{co}} \cdot \frac{z_{0,002}^3}{3} - \left(\frac{\varepsilon_c}{x_{neutro} \cdot \varepsilon_{co}} \right)^2 \cdot \frac{z_{0,002}^4}{4} \right] + \left[\frac{b \cdot f_{cd}}{2} \cdot (x_{neutro}^2 - z_{0,002}^2) \right]}{f_{cd} \cdot b \cdot \left[2 \cdot \frac{\varepsilon_{co}}{x_{neutro} \cdot \varepsilon_{co}} \cdot \frac{z_{0,002}^2}{2} - \left(\frac{\varepsilon_c}{x_{neutro} \cdot \varepsilon_{co}} \right)^2 \cdot \frac{z_{0,002}^3}{3} \right] + [f_{cd} \cdot b \cdot (x_{neutro} - z_{0,002})]}$$

Se deberá tener en cuenta el Sistema de Referencia utilizado para el cálculo de la Coordenada z .

RESULTADOS

Bloque comprimido

Para el caso a estudio, la posición de la fibra neutra se sitúa a 9,55 cm de la fibra superior, obteniéndose una deformación en la fibra superior del hormigón de 2,10‰. Por lo tanto estamos en el Caso 2 donde se ha sobrepasado la zona de la parábola de comportamiento del hormigón. Para un hormigón de 30 N/mm² y tomando n=2 se obtiene en forma de tabla la gráfica de tensiones para cada posición de la fibra neutra.

| Posición x(cm) | Tensión (kp/cm) |
|----------------|-----------------|
| 0,00 | 0,00 |
| 0,50 | 385,17 |
| 1,00 | 748,55 |
| 1,50 | 1.090,14 |
| 2,00 | 1.409,95 |
| 2,50 | 1.707,97 |
| 3,00 | 1.984,20 |
| 3,50 | 2.238,65 |
| 4,00 | 2.471,31 |
| 4,50 | 2.682,18 |
| 5,00 | 2.871,27 |
| 5,50 | 3.038,57 |
| 6,00 | 3.184,09 |
| 6,50 | 3.307,81 |
| 7,00 | 3.409,75 |
| 7,50 | 3.489,91 |
| 8,00 | 3.548,28 |
| 8,50 | 3.584,86 |
| 9,00 | 3.599,65 |
| 9,50 | 3.600,00 |



Imagen 2.24
Diagrama del bloque comprimido Hip.2

Con estos datos gráficos, dibujándolos en Autocad se sacan las siguientes propiedades:

Area= 23.276 kp Posición CG = 5,91 cm

Cuyos valores se pueden comparar con los resultados analíticos:

Area= 23.481 kp Posición CG = 5,94 cm

RESULTADOS ANALÍTICOS OBTENIDOS

Caso 2: $\epsilon_c < 3,5\text{‰}$ (compresión) $\epsilon_1 = 10\text{‰}$ (tracción)

Bloque compresiones: 23.481 kp => 234,81 kN

Armadura comprimida: 33.994 kp => 339,94 kN

Bloque tracciones: 57.475 kp => 574,75 kN

Posición fibra neutra: 9,55 cm de la fibra más comprimida

Momento último: 29.063 kp·m => 290,63 kN·m

Posición centro gravedad bloque comprimido: 5,94 cm respecto de la fibra neutra

Hormigón:

Deformación máxima hormigón: $\epsilon_c = 2,10\text{‰}$

Tensión máxima hormigón: $\sigma_c = 200,00 \text{ kp/cm}^2 = 20 \text{ N/mm}^2$

Acero:

Pos 1:

Deformación armadura₁: $\epsilon_{s1} = 10\text{‰}$

Tensión armadura₁: $\sigma_1 = 4.434 \text{ kp/cm}^2 \Rightarrow 434 \text{ N/mm}^2$

2.21.2.3.- HIPÓTESIS DE PARTIDA 3

El Caso 3 se define como aquel que verifica las siguientes hipótesis:

$\epsilon_c = \epsilon_{cu}$ (compresión)

$\epsilon_1 < 10\text{‰}$ (tracción)

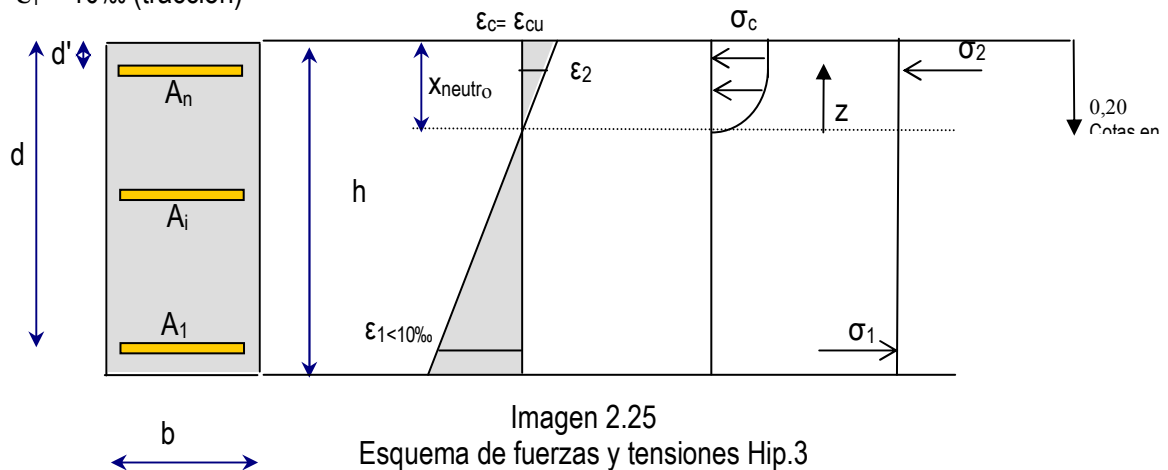


Imagen 2.25
Esquema de fuerzas y tensiones Hip.3

En el caso que nos encontramos ya hemos encontrado el punto de equilibrio, pero en caso de no haberlo conseguido deberíamos seguir buscando. El método de búsqueda sería el fijar la deformación máxima del hormigón al 3,5 ‰ e ir reduciendo la deformación del acero. Este caso englobaría a los dominios de deformación 3 y 4.

Por último nos encontraríamos con el dominio 5 en el que toda la pieza estaría comprimida, dado que no es nuestro caso lo obviaremos.

CÁLCULOS INTERMEDIOS

Posición fibra neutra

Por definición para este caso, es conocida la deformación en la fibra superior del hormigón (comprimida). Conocida la deformación de la fibra superior del hormigón, por analogía de triángulos, se define la deformación para cualquier posición de la viga.

$$\frac{\epsilon_{cu}}{x_{neutro}} = \frac{\epsilon_1}{d - x_{neutro}}$$

Se prestará especial atención a la definición de los signos de las deformaciones, ya que en la fórmula anterior van implícitos, así como a las unidades en las que se desea el resultado en función de las unidades de los datos de entrada.

Se calculará la posición $z_{0,002}$ cuya deformación de compresión es 2‰ para posteriores cálculos:

$$\frac{\epsilon_c}{x_{neutro}} = \frac{\epsilon_{0,002}}{z_{0,002}} \rightarrow \epsilon_c \cdot (d - x_{neutro}) = \epsilon_1 \cdot x_{neutro} \rightarrow z_{0,002} = \frac{\epsilon_{0,002}}{\epsilon_c} \cdot x_{neutro}$$

Para posiciones de armadura que tengan deformaciones positivas (tracciones), en función de su posición será:

$$\frac{\epsilon_c}{x_{neutro}} = \frac{\epsilon_i}{y_i - x_{neutro}} \rightarrow \epsilon_i = \epsilon_c \cdot \frac{y_i - x_{neutro}}{x_{neutro}}$$

Para posiciones de armadura que tengan deformaciones negativas (compresiones), en función de su posición será:

$$\frac{\epsilon_c}{x_{neutro}} = \frac{\epsilon_n}{x_{neutro} - y_n} \rightarrow \epsilon_n = \epsilon_c \cdot \frac{x_{neutro} - y_n}{x_{neutro}}$$

Resultante bloque comprimido para una x menor (Caso f_{ck} menor 50N/mm²)

Para el cálculo de la resultante del bloque comprimido, se deberá plantear la integral a resolver. Para ello se toma el sistema de referencia, definido por la variable z , cuyo origen coincide con la fibra cuya deformación es nula:

$$C = \int_{z=0}^{z=x_{neutro}} \sigma_{(z)} \cdot b_{(z)} \cdot dz = \int_{z=0}^{z_{0,002}} f_{cd} \cdot \left[1 - \left(1 - \frac{\epsilon_{c(z)}}{\epsilon_{co}} \right)^2 \right] \cdot b \cdot dz + \int_{z_{0,002}}^{z=x_{neutro}} f_{cd} \cdot b \cdot dz$$

Y se deberá describir cómo varía la deformación del hormigón en función de la fibra a estudio, para poder realizar la integración. Las deformaciones en esta zona son todas compresiones:

$$\frac{\epsilon_c}{x_{neutro}} = \frac{\epsilon_{(z)}}{z} \rightarrow \epsilon_{(z)} = \epsilon_c \cdot \frac{z}{x_{neutro}}$$

La resolución de la integral es la siguiente:

$$C = f_{cd} \cdot b \cdot \left[2 \cdot \frac{\epsilon_{co}}{x_{neutro} \cdot \epsilon_{co}} \cdot \frac{z^2}{2} - \left(\frac{\epsilon_c}{x_{neutro} \cdot \epsilon_{co}} \right)^2 \cdot \frac{z^3}{3} \right]_{z=0}^{z_{0,002}} + [f_{cd} \cdot b \cdot z]_{z=0,002}^{z=x_{neutro}}$$

$$C = C_1 + C_2$$

$$C_1 = f_{cd} \cdot b \cdot \left[2 \cdot \frac{\epsilon_{co}}{x_{neutro} \cdot \epsilon_{co}} \cdot \frac{z_{0,002}^2}{2} - \left(\frac{\epsilon_c}{x_{neutro} \cdot \epsilon_{co}} \right)^2 \cdot \frac{z_{0,002}^3}{3} \right] \text{ Zona comprimida en parábola}$$

$$C_2 = [f_{cd} \cdot b \cdot (x_{neutro} - z_{0,002})] \text{ Bloque comprimido zona lineal}$$

$$C = f_{cd} \cdot b \cdot \left[2 \cdot \frac{\epsilon_{co}}{x_{neutro} \cdot \epsilon_{co}} \cdot \frac{z_{0,002}^2}{2} - \left(\frac{\epsilon_c}{x_{neutro} \cdot \epsilon_{co}} \right)^2 \cdot \frac{z_{0,002}^3}{3} \right] + [f_{cd} \cdot b \cdot (x_{neutro} - z_{0,002})]$$

Resultante del punto aplicación bloque comprimido (Caso f_{ck} menor $50N/mm^2$)

Para el cálculo del momento provocado por la resultante del bloque comprimido, se deberá conocer el punto de aplicación de la resultante (localización de la coordenada z respecto al sistema de referencia z). Para ello se toma un nuevo sistema de referencia, definido por la nueva variable z , cuyo origen coincide con la fibra cuya deformación es nula:

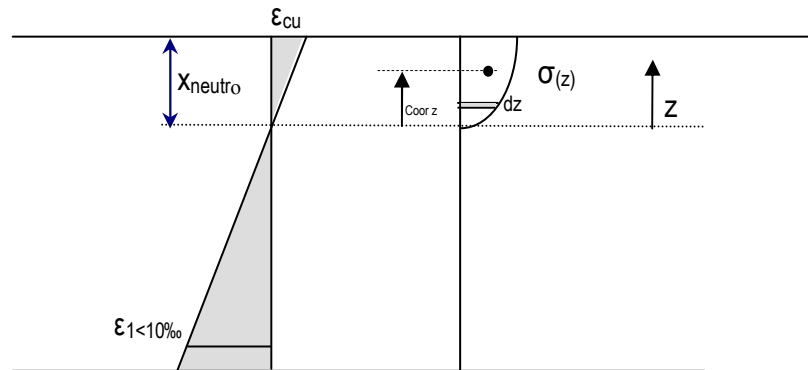


Imagen 2.26
Posición aplicación bloque comprimido Hip.3

$$\text{Coordenada } z = \frac{My}{\text{Area}} = \frac{b \cdot \int_{z=0}^{z=X_{neutro}} \sigma_{(z)} \cdot z \cdot dz}{\text{Bloque comprimido}} = \frac{b \cdot \int_{z=0}^{z=z_{\epsilon=0,002}} f_{cd} \cdot z \cdot \left[1 - \left(1 - \frac{\epsilon_{(z)}}{\epsilon_{co}} \right)^2 \right] dz + b \cdot \int_{z=z_{\epsilon=0,002}}^{z=X_{neutro}} f_{cd} \cdot z \cdot dz}{\text{Bloque comprimido}}$$

Aprovechando los resultados anteriores, se puede simplificar la ecuación:

$$\text{Coordenada } z = \frac{b \cdot \int_{z=0}^{z=z_{\epsilon=0,002}} f_{cd} \cdot z \cdot \left[1 - \left(1 - \frac{\epsilon_c \cdot \frac{z}{X_{neutro}}}{\epsilon_{co}} \right)^2 \right] dz + b \cdot \int_{z=z_{\epsilon=0,002}}^{z=X_{neutro}} f_{cd} \cdot z \cdot dz}{\text{Bloque comprimido}}$$

$$\text{Coordenada } z = \frac{b \cdot \int_{z=0}^{z=z_{\epsilon=0,002}} f_{cd} \cdot z \cdot \left[1 - \left(1 - 2 \cdot \frac{\epsilon_c}{X_{neutro} \cdot \epsilon_{co}} \cdot z + \left(\frac{\epsilon_c}{X_{neutro} \cdot \epsilon_{co}} \right)^2 \cdot z^2 \right) \right] dz + b \cdot \int_{z=z_{\epsilon=0,002}}^{z=X_{neutro}} f_{cd} \cdot z \cdot dz}{\text{Bloque comprimido}}$$

$$\text{Coordenada } z = \frac{b \cdot \int_{z=0}^{z=z_{\epsilon=0,002}} f_{cd} \cdot z \cdot \left[2 \cdot \frac{\epsilon_c}{X_{neutro} \cdot \epsilon_{co}} \cdot z - \left(\frac{\epsilon_c}{X_{neutro} \cdot \epsilon_{co}} \right)^2 \cdot z^2 \right] dz + b \cdot \int_{z=z_{\epsilon=0,002}}^{z=X_{neutro}} f_{cd} \cdot z \cdot dz}{\text{Bloque comprimido}}$$

$$\text{Coordenada } z = \frac{b \cdot \int_{z=0}^{z=z_{\epsilon=0,002}} f_{cd} \cdot \left[2 \cdot \frac{\epsilon_c}{X_{neutro} \cdot \epsilon_{co}} \cdot z^2 - \left(\frac{\epsilon_c}{X_{neutro} \cdot \epsilon_{co}} \right)^2 \cdot z^3 \right] dz + b \cdot \int_{z=z_{\epsilon=0,002}}^{z=X_{neutro}} f_{cd} \cdot z \cdot dz}{\text{Bloque comprimido}}$$

$$\text{Coordenada } z = \frac{b \cdot f_{cd} \cdot \left[2 \cdot \frac{\varepsilon_c}{x_{neutro} \cdot \varepsilon_{co}} \cdot \frac{z^3}{3} - \left(\frac{\varepsilon_c}{x_{neutro} \cdot \varepsilon_{co}} \right)^2 \cdot \frac{z^4}{4} \right]_{z=0}^{z=z_{\varepsilon=0,002}} + \left[b \cdot f_{cd} \cdot \frac{z^2}{2} \right]_{z=z_{\varepsilon=0,002}}^{z=x_{neutro}}}{\text{Bloque comprimido}}$$

Y el Bloque comprimido se ha resuelto anteriormente:

$$C = f_{cd} \cdot b \cdot \left[2 \cdot \frac{\varepsilon_{co}}{x_{neutro} \cdot \varepsilon_{co}} \cdot \frac{z_{0,002}^2}{2} - \left(\frac{\varepsilon_c}{x_{neutro} \cdot \varepsilon_{co}} \right)^2 \cdot \frac{z_{0,002}^3}{3} \right] + \left[f_{cd} \cdot b \cdot (x_{neutro} - z_{0,002}) \right]$$

$$\text{Coordenada } z = \frac{b \cdot f_{cd} \cdot \left[2 \cdot \frac{\varepsilon_c}{x_{neutro} \cdot \varepsilon_{co}} \cdot \frac{z_{0,002}^3}{3} - \left(\frac{\varepsilon_c}{x_{neutro} \cdot \varepsilon_{co}} \right)^2 \cdot \frac{z_{0,002}^4}{4} \right] + \left[\frac{b \cdot f_{cd}}{2} \cdot (x_{neutro}^2 - z_{0,002}^2) \right]}{f_{cd} \cdot b \cdot \left[2 \cdot \frac{\varepsilon_{co}}{x_{neutro} \cdot \varepsilon_{co}} \cdot \frac{z_{0,002}^2}{2} - \left(\frac{\varepsilon_c}{x_{neutro} \cdot \varepsilon_{co}} \right)^2 \cdot \frac{z_{0,002}^3}{3} \right] + \left[f_{cd} \cdot b \cdot (x_{neutro} - z_{0,002}) \right]}$$

Se deberá tener en cuenta el Sistema de Referencia utilizado para el cálculo de la Coordenada z.

2.22.- CÁLCULO DE CORTANTE

Para proceder al dimensionamiento de los estribos de la pieza es necesario realizar un cálculo del cortante de la pieza para obtener la cuantía necesaria a disponer en la pieza prefabricada.

El Estado Límite de Agotamiento por esfuerzo cortante se puede alcanzar, ya sea por agotarse la resistencia a compresión del alma, o por agotarse su resistencia a tracción. Para verificar el análisis de una pieza se han de verificar siempre estas dos situaciones:

$$V_{rd} \leq V_{u1} \text{ (compresión oblicua del alma)}$$

$$V_{rd} \leq V_{u2} \text{ (tracción en el alma)}$$

2.22.1.- CÁLCULO DE V_{u1}

El esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblicua del alma se deduce de la siguiente expresión:

$$V_{u1} = K \cdot f_{1cd} \cdot b_0 \cdot d \cdot \frac{\operatorname{ctg} \theta + \operatorname{ctg} \alpha}{1 + \operatorname{ctg}^2 \theta}$$

donde:

$$f_{1cd} = 0,60 \cdot f_{cd} \quad \text{para } f_{ck} \leq 60 \text{ N/mm}^2$$

b_0 = anchura neta mínima de elemento

K = coef. que depende del esfuerzo axial

θ = ángulo de las bielas de compresión

α = ángulo de las armaduras dispuestas para cortante

2.22.2.- CÁLCULO DE V_{u2}

El esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma vale:

$$V_{u2} = V_{cu} + V_{su}$$

siendo:

V_{su} = contribución de la armadura transversal del alma a la resistencia a esfuerzo cortante

V_{cu} = contribución del hormigón a la resistencia a esfuerzo cortante.

Para el cálculo de la contribución a cortante de la armadura transversal usaremos la siguiente expresión:

$$V_{su} = z \cdot \operatorname{sen} \alpha \cdot (\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \theta) \sum A_{\alpha} \cdot f_{y\alpha,d}$$

donde:

A_{α} = área por unidad de longitud de cada grupo de barras que forman un ángulo α con la directriz de la pieza.

$f_{y\alpha,d}$ = resistencia de cálculo de la armadura A_{α}

z = brazo mecánico que puede adoptarse como valor de $0,90 \cdot d$

Para el cálculo de la contribución a cortante del hormigón usaremos la siguiente expresión:

$$V_{cu} = \left[\frac{0,15}{\gamma_c} \cdot \xi \cdot \sqrt[3]{100 \cdot \rho_1 \cdot f_{cv}} + 0,15 \cdot \sigma'_{cd} \right] \cdot \beta \cdot b_0 \cdot d$$

donde:

$$\gamma_c = 1,25$$

f_{cv} = resistencia efectiva del hormigón a cortante de valor $f_{cv} = f_{ck}$ no mayor que 15 N/mm^2

σ'_{cd} = tensión axial media en el alma de la sección

En el caso habitual de piezas de hormigón armado sometidas a flexión simple o compuesta con armadura transversal dispuesta con $\alpha = 90^\circ$, despreciando el efecto favorable de las compresiones, y para $\theta = 45^\circ$, la ecuación lo podemos simplificar a la siguiente expresión:

$$V_{cu} = \left[\frac{0,15}{\gamma_c} \cdot \xi \cdot \sqrt[3]{100 \cdot \rho_1 \cdot f_{cv}} \right] \cdot b_0 \cdot d$$

y la contribución de la armadura será:

$$V_{su} = A_{90} \cdot f_{y90,d} \cdot 0,90 \cdot d$$



3.- AUTORIZACIONES DE USO

3.1.- ¿QUÉ ES UNA AUTORIZACIÓN DE USO?

La Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08, vigente desde el 1 de diciembre de 2008 y que deroga a la EHE 98 y a la EFHE-02, establece en su Artículo 91.1. "Criterios generales para el control de la conformidad de los elementos prefabricados", que sólo se requiere la **autorización de uso** a aquellos elementos que no dispongan de marcado CE, de ahí la necesidad de nuestro cliente para obtener dicho certificado.

Las **autorizaciones de Uso** no son realmente necesarias para la colocación de prefabricados estructurales, pero sí que exigen al proyectista de diseñar y calcular un prefabricado cada vez que sea prescrito en una estructura, y permite al prefabricador seriar un producto prefabricado, ofreciéndolo al proyectista con las correspondientes hojas de características mecánicas.

MINISTERIO DE VIVIENDA
SECRETARÍA GENERAL DE VIVIENDA
DIRECCIÓN GENERAL DE ARQUITECTURA Y POLÍTICA DE VIVIENDA

Autorización de Uso EFHE

VIGUETAS RIBE S.C.V.
Carretera de Alfara de Algimia s/n.
46148 ALGIMIA DE ALFARA (Valencia)

Vista su petición de solicitud de Autorización de Uso, para la fabricación de un forjado de LOSAS ALVEOLARES PRETENSADAS, esta Dirección General, de acuerdo con el Real Decreto 1630/1980 de 18 de julio (B.O.E. de 8-8-80), la Orden del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo de 29 de noviembre de 1989 (B.O.E. de 16-12-89) y la Resolución del Ministerio de Fomento de 6 de noviembre de 2002 (B.O.E. de 2-12-02) ha resultado:

Conceder a VIGUETAS RIBE SCV., con domicilio en Algimia de Alfara (Valencia), la Autorización de Uso número 8817/08 para la fabricación de un forjado de LOSAS ALVEOLARES PRETENSADAS TIPO P-16/120 con cantos de 16+0, 16+5 y 16+10 cm e intereje de 120 cm.

Cancelar a petición propia la Autorización de Uso número 7329/04

La Autorización de Uso concedida tendrá un periodo de validez de cinco años, contados a partir de la fecha de esta Resolución.

Las características técnicas de los forjados a los que se refiere la presente Autorización de Uso, están contenidas en sus fichas técnicas, que se remiten debidamente selladas y fechadas.

Contra esta Resolución, que no agota la vía administrativa puede interponer recurso de alzada, ante la Excm. Sra. Ministra de Vivienda en el plazo de un mes.

Madrid, 19 de febrero de 2008
El Secretario General de Vivienda

P. D. Resolución de 4 de febrero de 2008.
Fdo. Javier Serra María-Tomé
Subdirector General de Innovación y Calidad de la Edificación.

MINISTERIO DE VIVIENDA
21.02.08 004076
REGISTRO DE SANIDAD

FICHA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL FORJADO DE LOSAS PRETENSADAS MODELO P-16

VIGUETAS RIBE, S.C.V.
Ctra. de Alfara, s/n.
46148 ALGIMIA DE ALFARA (Valencia)
TECNICO AUTOR DE LA MEMORIA : Jordi Amat
Hoja n° 1 de 6

1.- LOSA P-16

2.- FORJADOS

ARMADURA DE REPARTO (Según normas)

| TIPO DE FORJADO (h + c) * s | PESO (kN/m2) |
|-----------------------------|--------------|
| [16+ 0] *120. | 2.31 |
| [16+ 5] *120. | 3.49 |
| [16+10] *120. | 4.67 |

3.- MATERIALES Y CONTROL

| | | | CONTROL(1) |
|---------------------------|--------|----------------|----------------------------------|
| HORM. LOSA | 1 a 12 | EP-45/P/12/Iia | fck = 45.0 N/mm2, Gamma.c = 1.40 |
| HORMIGÓN IN SITU | | HA-25/B/20/Iia | fck = 25.0 N/mm2, Gamma.c = 1.50 |
| ACERO ARM. ACT. CORROSIÓN | | Y 1860 S7 I | fpk = 1864 N/mm2, Gamma.s = 1.10 |
| ACERO REFUERZO SUPERIOR | | B400S | fyk = 400 N/mm2, Gamma.s = 1.15 |
| ACERO REFUERZO SUPERIOR | | B500S | fyk = 500 N/mm2, Gamma.s = 1.15 |

Imagen 3.1
Autorización de uso de una placa alveolar

3.2.- NUESTRA AUTORIZACIÓN DE USO

Con esta idea y tomando como ejemplo cualquier tipo de autorización de uso de forjados, viguetas, placas alveolares,... nos disponemos a definir nuestra propia autorización en la que aparezcan los datos necesarios para la obtención del marcado CE de los pórticos de nuestro cliente y sirvan a la vez como elemento de predimensión y presupuesto para los futuros cálculos de naves que requieran de estas piezas.

Ficha Características Técnicas según EHE de PORTICO DE 2 PIEZAS

FABRICANTE
Nombre: Prefabricados Touro n S.L.
Dirección: Vilar de Sa rria, nº 34
Población: 27614 SARRIA (Lugo)

TECNICO AUTOR DE LA MEMORIA
Nombre: Alejandro Hernández Samartín
Titulación: Ingeniero Técnico Industrial

Hoja 1 de 3

Colegio Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja

Fecha: Mayo 2011

1.- GEOMETRIA (Pórtico L= xx m.)

Cotas en metros

Volumen total hormigón: 4,05 m³

2.- DETALLES (Sección transversal y enlaces)

Cotas en metros

3.- DEFINICIÓN DEL ARMADO

| Tipo | A1 | A2 | A3 | A4 | AP1 | AP2 | AR |
|------|----|----|----|----|-----|-----|----|
| T1 | | | | | | | |
| T2 | | | | | | | |
| T3 | | | | | | | |
| T4 | | | | | | | |

Tipo de pieza
Prefabricador
Técnico calculista
Número de página

Espacio para el visado por el Colegio de Ingenieros

Geometría del pórtico en estudio

Peso de la pieza en estudio

Detalles de enlace y unión del pórtico

Definición de armados del pórtico

Imagen 3.2

| | |
|---|---|
| <p>Ficha Características Técnicas según EHE de PORTICO DE 2 PIEZAS</p> | <p>Colegio Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja</p> |
| <p>FABRICANTE Nombre: Prefabricados Touren S.L. Dirección: Vilar de Samia, nº 34 Población: 27614 SARRIA (Lugo)</p> | |
| <p>TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA Nombre: Alejandro Hernández Samartín Titulación: Ingeniero Técnico Industrial</p> | |
| <p>Hoja 2 de 3</p> | <p>Fecha: Mayo 2011</p> |

| | | | |
|--|---------------------|--|-------------------------------------|
| <p>4.- MATERIALES (Pórtico L= xx m.)</p> | | | |
| <p>HORMIGÓN DEL PORTICO</p> | <p>HA-30/R20/1b</p> | <p>$f_c = 30 \text{ N/mm}^2$</p> | <p>$\gamma_c = 1,50$</p> |
| <p>ACERO ARMADURA PASIVA</p> | <p>B-500 S</p> | <p>$f_y = 500 \text{ N/mm}^2$</p> | <p>$\gamma_s = 1,15$</p> |

Nota: El recubrimiento será acorde al ambiente de exposición del elemento en obra.

| | |
|--|--|
| <p>5.- DESCRIPCIÓN ARMADURA PORTICO Y DETALLES ZONA VENTILACIÓN Y APOYOS</p> | |
| | |
| <p>La armadura con designación A1 y A2 esta dimensionadas verificando la continuidad en el nudo intermedio unión dintel-pilar.</p> | |

Definición de los materiales

Descripción de la armadura y detalles

Comentarios acerca de la descripción de armados

Imagen 3.3
Página 2 de nuestra autorización de uso

| <p>Ficha Características Técnicas según EHE de PORTICO DE 2 PIEZAS</p> <p>FABRICANTE Nombre: Prefabricados Touren S.L. Dirección: Vilar de Samia, nº 34 Población: 27614 SARRIA (Lugo)</p> <p>TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA Nombre: Alejandro Hernández Sanmartín Titulación: Ingeniero Técnico Industrial</p> <p style="text-align: right;">Hoja 3 de 3</p> | <p>Colegio Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja</p> <p style="text-align: right;">Fecha: Mayo 2011</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--------------|-------------------|------------------------------|---------|---------|---------|---------|--|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----|------|--|--|--|--|--|--|--|----|------|--|--|--|--|--|--|--|----|------|--|--|--|--|--|--|--|----|-------|--|--|--|--|--|--|--|
| <p>6.- CARACTERISTICAS MECANICAS DE LOS PORTICOS (Pórtico L= 10 mt.)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 5px;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Tipo de Viga</th> <th rowspan="2">Carga máxima kN/m</th> <th colspan="7">Zonas de Estribo (simétrico)</th> </tr> <tr> <th>Zona E1</th> <th>Zona E2</th> <th>Zona E3</th> <th>Zona E4</th> <th>Zona E5</th> <th>Zona E6</th> <th>Zona E7</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>T1</td> <td>7,00</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>T2</td> <td>8,00</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>T3</td> <td>9,00</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>T4</td> <td>11,00</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </tbody> </table> <p>En el cálculo desarrollado se han considerado las acciones eólicas, de acuerdo al Código Técnico de la Edificación, considerando un interje máximo de carga de 7mt. donde para la determinación de la carga estática del viento se han considerado los siguientes parámetros de cálculo.</p> <p>Valor básico de la velocidad de viento: Zona C</p> <p>Coefficiente de exposición: Zona IV (zona urbana en general, industrial ó forestal)</p> <p>Coefficiente eólico: Correspondiente a cada una de las zonas en estudio (paramentos verticales y cubierta), de acuerdo a la altura del punto en estudio y la pendiente.</p> <p>El modelo de cálculo realizado para el análisis estructural de los porticos corresponde con un portico formado por dos piezas donde los arranques en cimentación se modelizan con articulaciones, en el nudo union dintel-pilar como nudo rígido y la union en cumbrea de los dinteles de las dos piezas como nudo articulado.</p> <p>Las acciones derivadas del peso propio del pórtico están incluidas en la obtención de la carga máxima.</p> <p>Los valores de carga máxima corresponden con valores de servicio, donde se han utilizado como coeficientes de mayoración $\gamma_0 = 1,6$ para las acciones variables y $\gamma_0 = 1,5$ para las cargas permanentes.</p> <p>La carga de servicio sobre el pórtico proveniente de las acciones debe ser menor que el valor de carga máxima.</p> <p>La armadura correspondiente a los estribos es la necesaria para verificar los esfuerzos existentes originados por la carga máxima.</p> <p>Definición de los estribos: $\varnothing - G' - cm.$ = Estribo simple (2 ramas por estribo).</p> | | Tipo de Viga | Carga máxima kN/m | Zonas de Estribo (simétrico) | | | | | | | Zona E1 | Zona E2 | Zona E3 | Zona E4 | Zona E5 | Zona E6 | Zona E7 | T1 | 7,00 | | | | | | | | T2 | 8,00 | | | | | | | | T3 | 9,00 | | | | | | | | T4 | 11,00 | | | | | | | |
| Tipo de Viga | Carga máxima kN/m | | | Zonas de Estribo (simétrico) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Zona E1 | Zona E2 | Zona E3 | Zona E4 | Zona E5 | Zona E6 | Zona E7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T1 | 7,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T2 | 8,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T3 | 9,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T4 | 11,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Definición de los estribos

Comentarios sobre acciones consideradas sobre el pórtico

Comentarios sobre modelo de cálculo utilizado

Consideraciones varias

Imagen 3.4

Página 3 de nuestra autorización de uso



4.- ANEXOS

4.1.- DEFINICIÓN DEL RESTO DE PÓRTICOS

Pasamos a detallar las características geométricas del resto de pórticos para proceder a su cálculo.

PÓRTICO 10 m

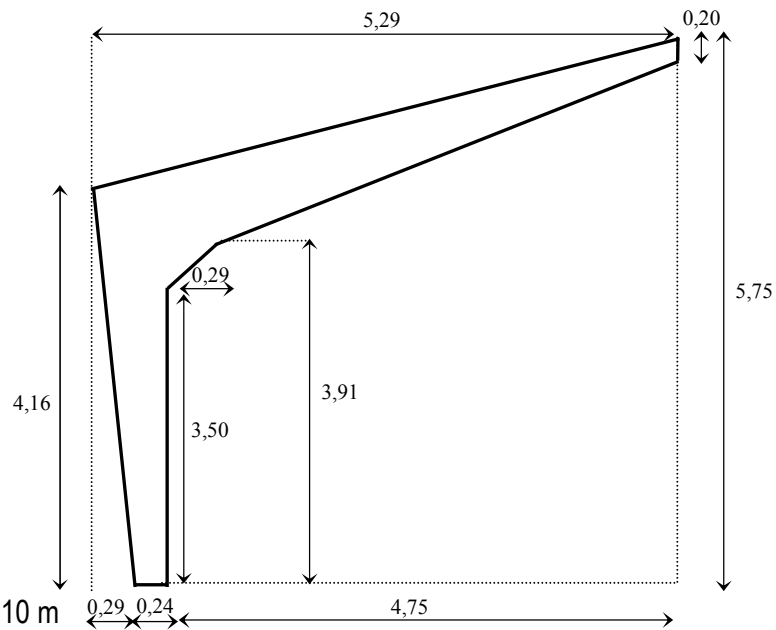


Imagen 4.1
Definición pórtico 10 m

PÓRTICO 11 m

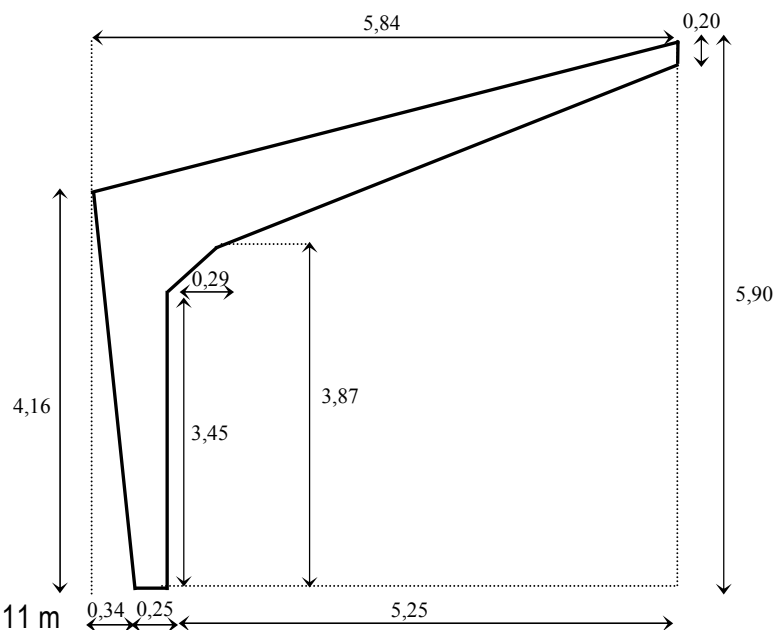


Imagen 4.2
Definición pórtico 11 m

PÓRTICO 12 m

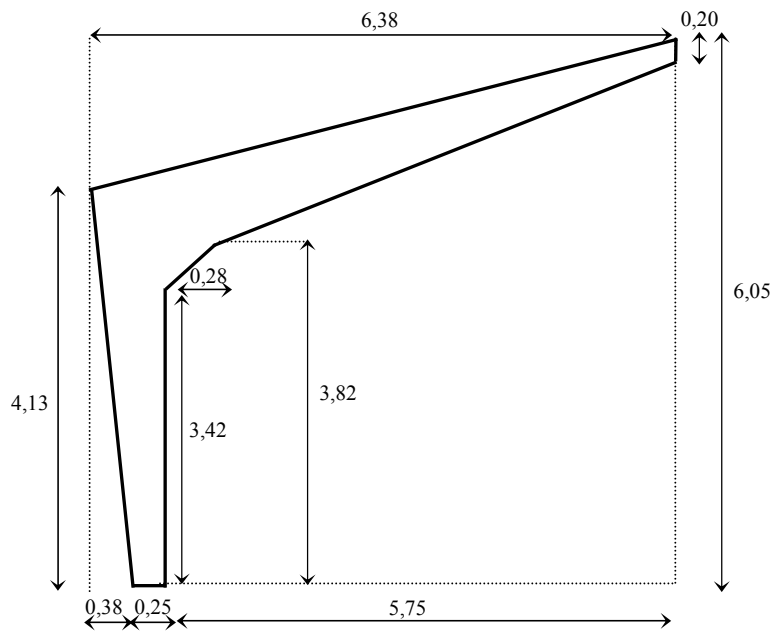


Imagen 4.3
Definición pórtico 12 m

PÓRTICO 13 m

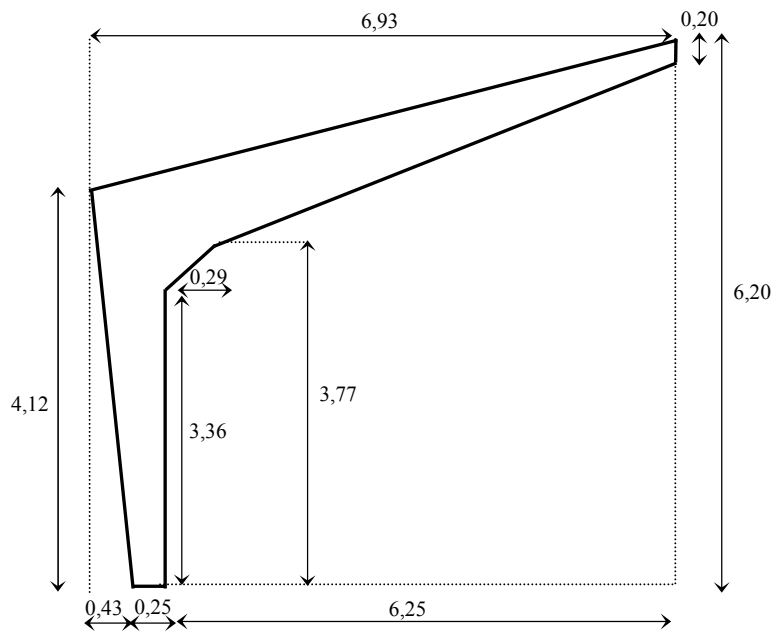


Imagen 4.4
Definición pórtico 13 m

PÓRTICO 16 m

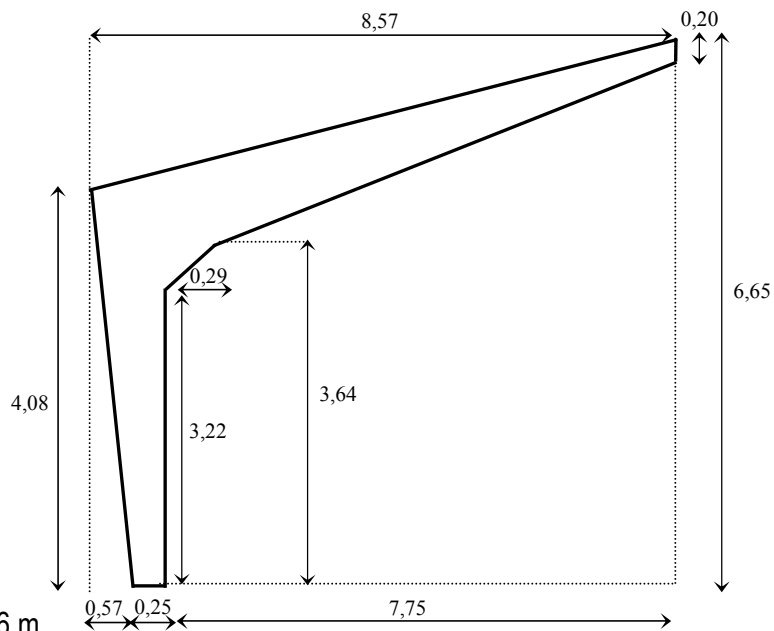


Imagen 4.7
Definición pórtico 16 m

PÓRTICO 17 m

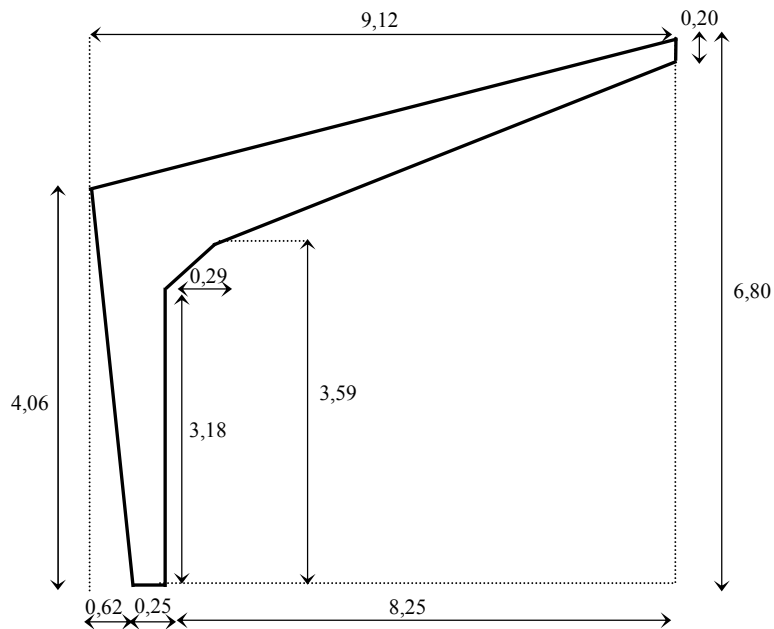


Imagen 4.8
Definición pórtico 17 m

PÓRTICO 20 m

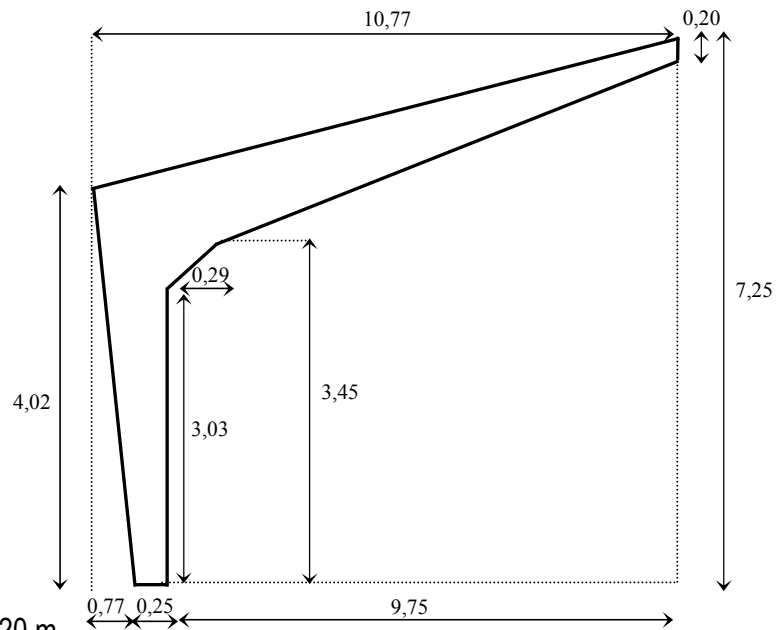


Imagen 4.11
Definición pórtico 20 m

PÓRTICO 21 m

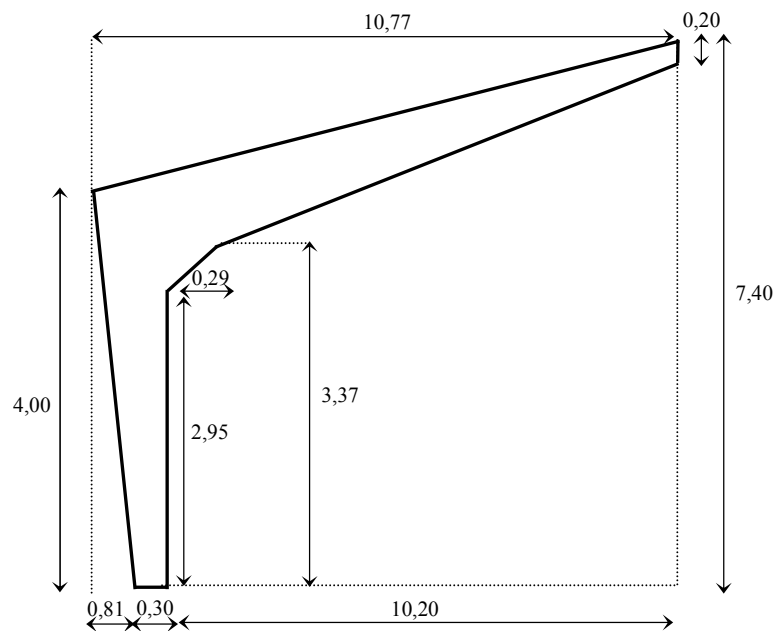


Imagen 4.12
Definición pórtico 21 m

PÓRTICO 22 m

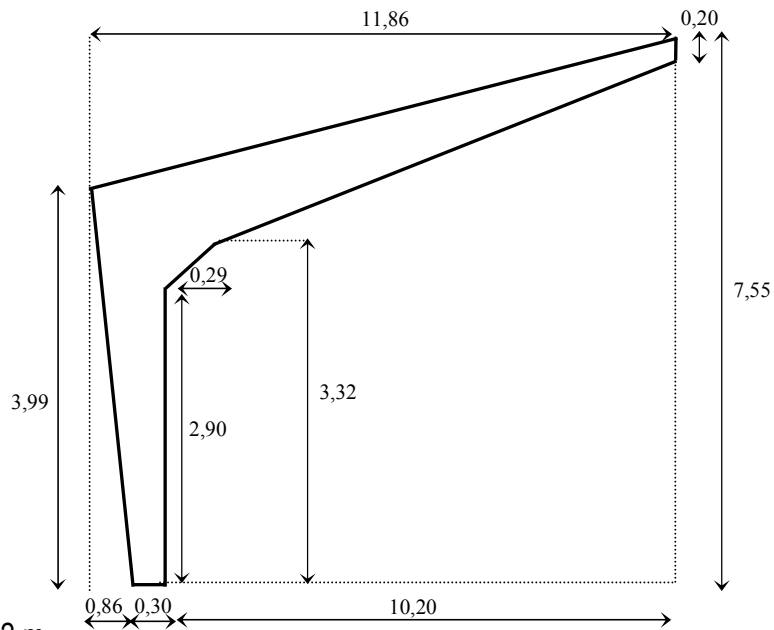


Imagen 4.13
Definición pórtico 22 m

PÓRTICO 23 m

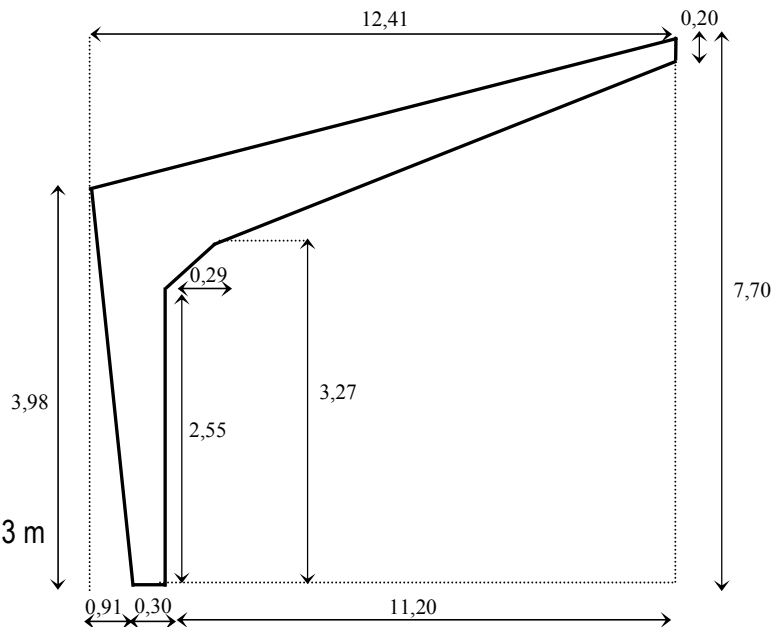


Imagen 4.14
Definición pórtico 23 m

PÓRTICO 24 m

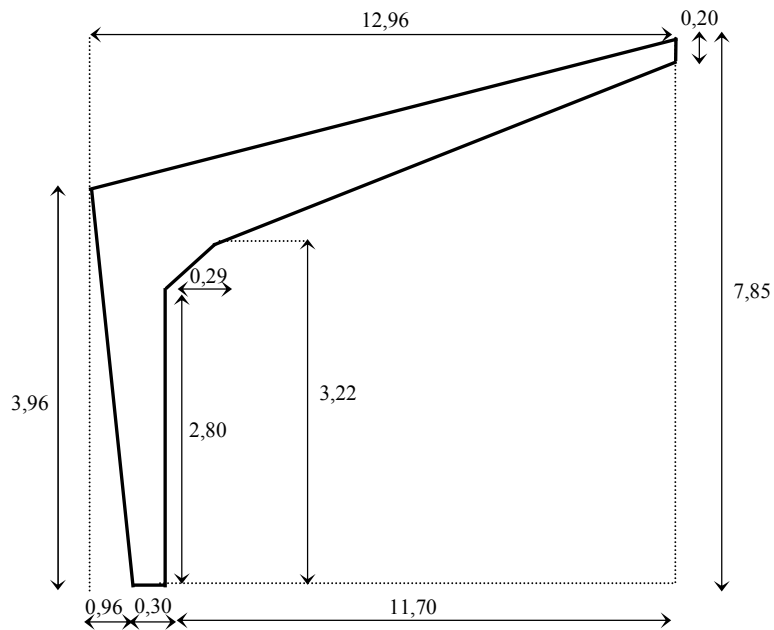


Imagen 4.15
Definición pórtico 24 m

PÓRTICO 25 m

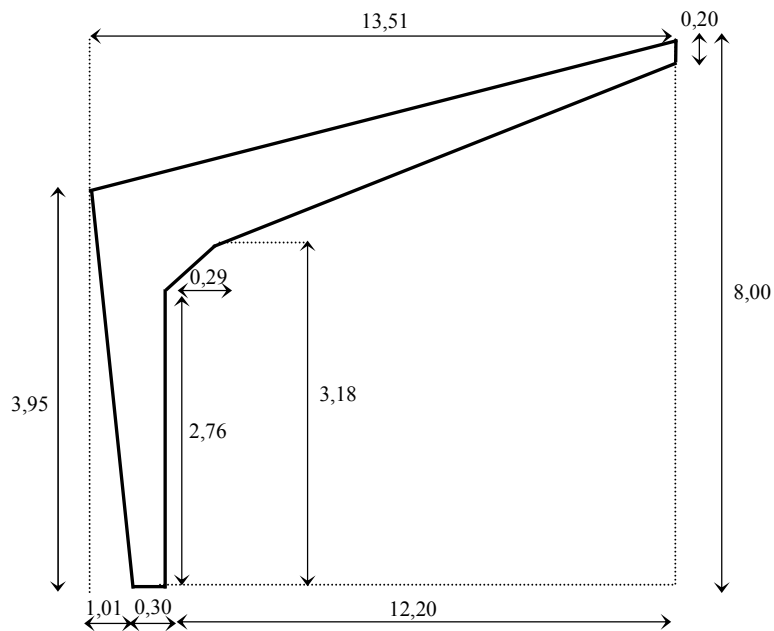


Imagen 4.16
Definición pórtico 25 m

4.2.- ENVOLVENTES DE ESFUERZOS

En este apartado de la memoria recopilaremos todas las envolventes de esfuerzos (axil, cortante y flectores) de los cálculos realizados de los pórticos para cada uno de los tipos de carga y cada una de sus longitudes con los que obtendremos los esfuerzos pésimos de cada uno de ellos para proceder al armado seccional.

Presentamos a continuación unos diagramas de esfuerzos del cálculo de un pórtico tipo.

Axil

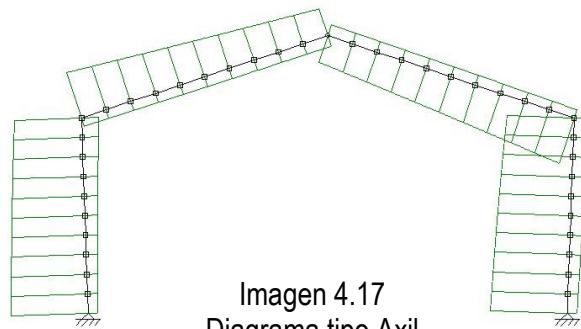


Imagen 4.17
Diagrama tipo Axil

Cortante

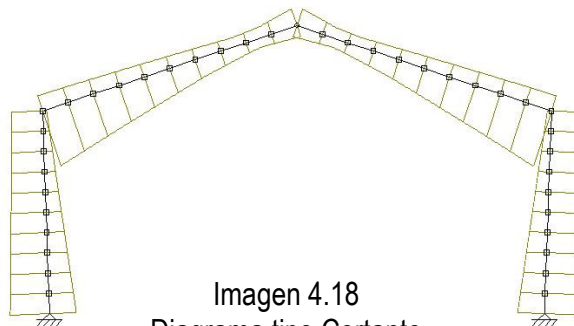
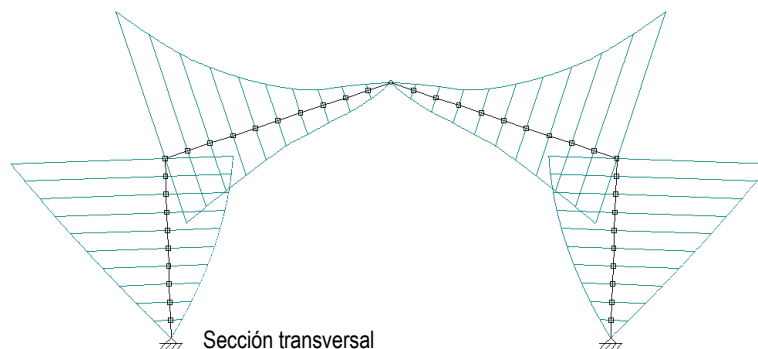


Imagen 4.18
Diagrama tipo Cortante

Flector



Sección transversal

Los resultados obtenidos en el cálculo de los diferentes pórticos, obedecen a estas leyes de axiles, cortantes y flectores y los reflejamos en las siguientes tablas diferenciados por longitudes y por tipos de carga.

PÓRTICO 10 m

| TIPO 1 | Axil (kN) | Cortante (kN) | Flector (kNm) |
|----------|---------------|---------------|---------------|
| Dintel | 29,76 – 47,56 | 16,94 – 55,67 | 134,36 |
| Pilarete | 68,32 – 76,82 | 30,59 – 38,12 | 134,36 |

| TIPO 2 | Axil (kN) | Cortante (kN) | Flector (kNm) |
|----------|---------------|---------------|---------------|
| Dintel | 34,75 – 55,86 | 17,72 – 65,14 | 155,32 |
| Pilarete | 79,75 – 88,25 | 35,86 – 43,03 | 155,32 |

| TIPO 3 | Axil (kN) | Cortante (kN) | Flector (kNm) |
|----------|---------------|---------------|---------------|
| Dintel | 39,75 – 64,17 | 18,50 – 74,61 | 176,26 |
| Pilarete | 91,19 – 99,69 | 41,13 – 48,30 | 176,26 |

| TIPO 4 | Axil (kN) | Cortante (kN) | Flector (kNm) |
|----------|-----------------|---------------|---------------|
| Dintel | 47,22 – 76,62 | 19,89 – 88,82 | 207,69 |
| Pilarete | 108,36 – 116,86 | 49,03 – 56,20 | 207,69 |

PÓRTICO 11 m

| TIPO 1 | Axil (kN) | Cortante (kN) | Flector (kNm) |
|----------|---------------|---------------|---------------|
| Dintel | 34,62 – 54,49 | 17,71 – 60,40 | 155,91 |
| Pilarete | 74,56 – 83,40 | 36,28 – 43,47 | 155,91 |

| TIPO 2 | Axil (kN) | Cortante (kN) | Flector (kNm) |
|----------|---------------|---------------|---------------|
| Dintel | 40,49 – 64,04 | 18,63 – 70,73 | 180,71 |
| Pilarete | 87,15 – 95,98 | 42,56 – 49,75 | 180,71 |

| TIPO 3 | Axil (kN) | Cortante (kN) | Flector (kNm) |
|----------|----------------|---------------|---------------|
| Dintel | 46,37 – 73,58 | 19,54 – 81,06 | 205,52 |
| Pilarete | 99,73 – 108,57 | 48,84 – 56,03 | 205,52 |

| TIPO 4 | Axil (kN) | Cortante (kN) | Flector (kNm) |
|----------|-----------------|---------------|---------------|
| Dintel | 55,19 – 87,90 | 22,19 – 95,55 | 242,72 |
| Pilarete | 118,61 – 127,45 | 58,27 – 65,46 | 242,72 |

PÓRTICO 12 m

| TIPO 1 | Axil (kN) | Cortante (kN) | Flector (kNm) |
|----------|---------------|---------------|---------------|
| Dintel | 39,85 – 61,95 | 18,28 – 65,17 | 177,09 |
| Pilarete | 81,07 – 90,33 | 42,42 – 48,54 | 177,09 |

| TIPO 2 | Axil (kN) | Cortante (kN) | Flector (kNm) |
|----------|----------------|---------------|---------------|
| Dintel | 46,67 – 72,79 | 19,35 – 76,35 | 205,96 |
| Pilarete | 94,79 – 104,05 | 49,78 – 55,90 | 205,96 |

| TIPO 3 | Axil (kN) | Cortante (kN) | Flector (kNm) |
|----------|-----------------|---------------|---------------|
| Dintel | 53,48 – 83,63 | 21,29 – 87,52 | 234,82 |
| Pilarete | 108,19 – 117,76 | 57,15 – 63,26 | 234,82 |

| TIPO 4 | Axil (kN) | Cortante (kN) | Flector (kNm) |
|----------|-----------------|----------------|---------------|
| Dintel | 63,93 – 100,10 | 24,50 – 105,09 | 283,34 |
| Pilarete | 129,08 – 138,33 | 68,18 – 74,30 | 283,34 |

PÓRTICO 13 m

| TIPO 1 | Axil (kN) | Cortante (kN) | Flector (kNm) |
|----------|----------------|---------------|---------------|
| Dintel | 49,99 – 76,92 | 20,94 – 77,30 | 220,61 |
| Pilarete | 96,67 – 106,19 | 53,98 – 60,12 | 220,61 |

| TIPO 2 | Axil (kN) | Cortante (kN) | Flector (kNm) |
|----------|-----------------|---------------|---------------|
| Dintel | 57,79 – 89,11 | 22,62 – 89,29 | 253,68 |
| Pilarete | 111,50 – 121,02 | 62,48 – 68,63 | 253,68 |

| TIPO 3 | Axil (kN) | Cortante (kN) | Flector (kNm) |
|----------|-----------------|----------------|---------------|
| Dintel | 65,60 – 101,29 | 25,08 – 101,28 | 286,76 |
| Pilarete | 126,33 – 135,86 | 70,99 – 77,13 | 286,76 |

| TIPO 4 | Axil (kN) | Cortante (kN) | Flector (kNm) |
|----------|-----------------|----------------|---------------|
| Dintel | 77,30 – 119,57 | 28,78 – 119,27 | 336,37 |
| Pilarete | 148,57 – 158,10 | 83,75 – 89,89 | 336,37 |

PÓRTICO 14 m

| TIPO 1 | Axil (kN) | Cortante (kN) | Flector (kNm) |
|----------|-----------------|---------------|---------------|
| Dintel | 56,48 – 86,00 | 22,53 – 83,10 | 248,78 |
| Pilarete | 104,50 – 114,37 | 61,71 – 67,88 | 248,78 |

| TIPO 2 | Axil (kN) | Cortante (kN) | Flector (kNm) |
|----------|-----------------|---------------|---------------|
| Dintel | 65,31 – 99,58 | 25,00 – 95,90 | 286,40 |
| Pilarete | 120,43 – 130,30 | 71,42 – 77,60 | 286,40 |

| TIPO 3 | Axil (kN) | Cortante (kN) | Flector (kNm) |
|----------|-----------------|----------------|---------------|
| Dintel | 74,14 – 113,15 | 27,81 – 108,70 | 323,69 |
| Pilarete | 136,36 – 146,23 | 81,13 – 87,30 | 323,69 |

| TIPO 4 | Axil (kN) | Cortante (kN) | Flector (kNm) |
|----------|-----------------|----------------|---------------|
| Dintel | 87,39 – 133,51 | 32,02 – 127,90 | 379,87 |
| Pilarete | 160,25 – 170,13 | 95,69 – 101,87 | 379,87 |

PÓRTICO 15 m

| TIPO 1 | Axil (kN) | Cortante (kN) | Flector (kNm) |
|----------|-----------------|---------------|---------------|
| Dintel | 63,44 – 95,59 | 23,49 – 89,09 | 279,15 |
| Pilarete | 111,84 – 122,14 | 69,19 – 75,42 | 279,15 |

| TIPO 2 | Axil (kN) | Cortante (kN) | Flector (kNm) |
|----------|-----------------|----------------|---------------|
| Dintel | 73,34 – 110,58 | 26,65 – 102,69 | 321,17 |
| Pilarete | 128,85 – 139,15 | 80,16 – 86,38 | 321,17 |

| TIPO 3 | Axil (kN) | Cortante (kN) | Flector (kNm) |
|----------|-----------------|----------------|---------------|
| Dintel | 83,24 – 125,57 | 29,80 – 116,28 | 363,18 |
| Pilarete | 145,86 – 156,16 | 91,12 – 97,35 | 363,18 |

| TIPO 4 | Axil (kN) | Cortante (kN) | Flector (kNm) |
|----------|-----------------|-----------------|---------------|
| Dintel | 98,08 – 148,05 | 34,53 – 136,68 | 426,21 |
| Pilarete | 171,37 – 181,67 | 107,57 – 113,80 | 426,21 |

PÓRTICO 16 m

| TIPO 1 | Axil (kN) | Cortante (kN) | Flector (kNm) |
|----------|-----------------|---------------|---------------|
| Dintel | 70,42 – 105,19 | 25,59 – 94,73 | 308,06 |
| Pilarete | 120,10 – 130,65 | 78,45 – 84,17 | 308,06 |

| TIPO 2 | Axil (kN) | Cortante (kN) | Flector (kNm) |
|----------|-----------------|----------------|---------------|
| Dintel | 81,42 – 121,64 | 30,11 – 109,10 | 354,73 |
| Pilarete | 138,17 – 148,72 | 90,72 – 96,44 | 354,73 |

| TIPO 3 | Axil (kN) | Cortante (kN) | Flector (kNm) |
|----------|-----------------|-----------------|---------------|
| Dintel | 92,42 – 138,09 | 33,63 – 123,48 | 401,39 |
| Pilarete | 156,25 – 166,79 | 103,00 – 108,72 | 401,39 |

| TIPO 4 | Axil (kN) | Cortante (kN) | Flector (kNm) |
|----------|-----------------|-----------------|---------------|
| Dintel | 108,93 – 162,77 | 38,91 – 145,04 | 471,39 |
| Pilarete | 183,36 – 193,91 | 121,42 – 127,13 | 471,39 |

PÓRTICO 17 m

| TIPO 1 | Axil (kN) | Cortante (kN) | Flector (kNm) |
|----------|-----------------|----------------|---------------|
| Dintel | 78,20 – 115,83 | 29,16 – 101,01 | 341,24 |
| Pilarete | 128,50 – 139,40 | 87,87 – 93,64 | 341,24 |

| TIPO 2 | Axil (kN) | Cortante (kN) | Flector (kNm) |
|----------|-----------------|-----------------|---------------|
| Dintel | 90,34 – 133,78 | 33,06 – 116,16 | 392,66 |
| Pilarete | 147,62 – 158,52 | 101,50 – 107,28 | 392,66 |

| TIPO 3 | Axil (kN) | Cortante (kN) | Flector (kNm) |
|----------|-----------------|-----------------|---------------|
| Dintel | 102,48 – 151,73 | 36,96 – 131,29 | 444,09 |
| Pilarete | 166,74 – 177,64 | 115,14 – 120,92 | 444,09 |

| TIPO 4 | Axil (kN) | Cortante (kN) | Flector (kNm) |
|----------|-----------------|-----------------|---------------|
| Dintel | 120,69 – 178,66 | 42,80 – 154,00 | 521,22 |
| Pilarete | 195,41 – 206,32 | 135,60 – 141,37 | 521,22 |

PÓRTICO 18 m

| TIPO 1 | Axil (kN) | Cortante (kN) | Flector (kNm) |
|----------|-----------------|----------------|---------------|
| Dintel | 85,94 – 126,33 | 31,74 – 106,97 | 374,03 |
| Pilarete | 136,42 – 148,18 | 97,34 – 103,16 | 374,03 |

| TIPO 2 | Axil (kN) | Cortante (kN) | Flector (kNm) |
|----------|-----------------|-----------------|---------------|
| Dintel | 99,25 – 145,81 | 36,03 – 122,87 | 430,31 |
| Pilarete | 156,56 – 168,33 | 112,38 – 118,20 | 430,31 |

| TIPO 3 | Axil (kN) | Cortante (kN) | Flector (kNm) |
|----------|-----------------|-----------------|---------------|
| Dintel | 112,56 – 165,29 | 40,32 – 138,76 | 486,60 |
| Pilarete | 176,70 – 188,47 | 127,43 – 133,25 | 486,60 |

| TIPO 4 | Axil (kN) | Cortante (kN) | Flector (kNm) |
|----------|-----------------|-----------------|---------------|
| Dintel | 132,52 – 194,52 | 46,75 – 162,60 | 571,02 |
| Pilarete | 206,92 – 218,68 | 150,00 – 155,82 | 571,02 |

PÓRTICO 19 m

| TIPO 1 | Axil (kN) | Cortante (kN) | Flector (kNm) |
|----------|-----------------|-----------------|---------------|
| Dintel | 94,17 – 137,48 | 34,50 – 113,66 | 408,74 |
| Pilarete | 144,70 – 157,32 | 107,47 – 113,35 | 408,74 |

| TIPO 2 | Axil (kN) | Cortante (kN) | Flector (kNm) |
|----------|-----------------|-----------------|---------------|
| Dintel | 108,68 – 158,53 | 39,20 – 130,29 | 469,97 |
| Pilarete | 165,85 – 178,47 | 123,97 – 129,85 | 469,97 |

| TIPO 3 | Axil (kN) | Cortante (kN) | Flector (kNm) |
|----------|-----------------|-----------------|---------------|
| Dintel | 123,19 – 179,57 | 43,89 – 146,94 | 531,19 |
| Pilarete | 186,99 – 199,61 | 140,47 – 146,35 | 531,19 |

| TIPO 4 | Axil (kN) | Cortante (kN) | Flector (kNm) |
|----------|-----------------|-----------------|---------------|
| Dintel | 144,95 – 211,13 | 50,92 – 171,88 | 623,03 |
| Pilarete | 218,71 – 231,34 | 165,23 – 171,10 | 623,03 |

PÓRTICO 20 m

| TIPO 1 | Axil (kN) | Cortante (kN) | Flector (kNm) |
|----------|-----------------|-----------------|---------------|
| Dintel | 102,29 – 148,32 | 37,21 – 120,06 | 443,23 |
| Pilarete | 152,69 – 165,75 | 117,55 – 123,48 | 443,23 |

| TIPO 2 | Axil (kN) | Cortante (kN) | Flector (kNm) |
|----------|-----------------|-----------------|---------------|
| Dintel | 118,03 – 170,94 | 42,30 – 137,43 | 509,55 |
| Pilarete | 174,82 – 187,87 | 135,54 – 141,48 | 509,55 |

| TIPO 3 | Axil (kN) | Cortante (kN) | Flector (kNm) |
|----------|-----------------|-----------------|---------------|
| Dintel | 133,76 – 193,56 | 47,40 – 154,81 | 575,87 |
| Pilarete | 196,95 – 210,00 | 153,54 – 159,48 | 575,87 |

| TIPO 4 | Axil (kN) | Cortante (kN) | Flector (kNm) |
|----------|-----------------|-----------------|---------------|
| Dintel | 157,37 – 227,49 | 55,04 – 180,87 | 675,34 |
| Pilarete | 230,14 – 243,19 | 180,54 – 186,47 | 675,34 |

PÓRTICO 21 m

| TIPO 1 | Axil (kN) | Cortante (kN) | Flector (kNm) |
|----------|-----------------|-----------------|---------------|
| Dintel | 110,00 - 160,59 | 40,25 – 127,75 | 478,97 |
| Pilarete | 162,63 – 177,05 | 128,56 – 134,39 | 478,97 |

| TIPO 2 | Axil (kN) | Cortante (kN) | Flector (kNm) |
|----------|-----------------|-----------------|---------------|
| Dintel | 127,92 – 184,76 | 45,76 – 145,79 | 549,97 |
| Pilarete | 185,68 – 200,10 | 148,02 – 153,85 | 549,97 |

| TIPO 3 | Axil (kN) | Cortante (kN) | Flector (kNm) |
|----------|-----------------|-----------------|---------------|
| Dintel | 144,83 – 208,93 | 51,27 – 163,84 | 620,97 |
| Pilarete | 208,73 – 223,15 | 167,48 – 173,30 | 620,97 |

| TIPO 4 | Axil (kN) | Cortante (kN) | Flector (kNm) |
|----------|-----------------|-----------------|---------------|
| Dintel | 170,20 – 245,18 | 59,54 – 190,90 | 727,47 |
| Pilarete | 243,30 – 257,72 | 196,66 – 202,49 | 727,47 |

PÓRTICO 22 m

| TIPO 1 | Axil (kN) | Cortante (kN) | Flector (kNm) |
|----------|-----------------|-----------------|---------------|
| Dintel | 120,04 – 172,66 | 43,33 – 134,52 | 516,27 |
| Pilarete | 171,28 – 186,06 | 139,90 – 145,81 | 516,27 |

| TIPO 2 | Axil (kN) | Cortante (kN) | Flector (kNm) |
|----------|-----------------|-----------------|---------------|
| Dintel | 138,24 – 198,46 | 49,27 – 153,28 | 592,40 |
| Pilarete | 195,27 – 210,05 | 160,94 – 166,84 | 592,40 |

| TIPO 3 | Axil (kN) | Cortante (kN) | Flector (kNm) |
|----------|-----------------|-----------------|---------------|
| Dintel | 156,43 – 224,72 | 55,21 – 172,04 | 668,52 |
| Pilarete | 219,26 – 234,04 | 181,97 – 187,87 | 668,52 |

| TIPO 4 | Axil (kN) | Cortante (kN) | Flector (kNm) |
|----------|-----------------|-----------------|---------------|
| Dintel | 183,72 – 262,98 | 64,13 – 200,17 | 782,71 |
| Pilarete | 255,24 – 270,02 | 213,52 – 219,43 | 782,71 |

PÓRTICO 23 m

| TIPO 1 | Axil (kN) | Cortante (kN) | Flector (kNm) |
|----------|-----------------|-----------------|---------------|
| Dintel | 129,87 – 185,88 | 46,70 – 142,03 | 556,77 |
| Pilarete | 180,67 – 195,78 | 152,32 – 158,30 | 556,77 |

| TIPO 2 | Axil (kN) | Cortante (kN) | Flector (kNm) |
|----------|-----------------|-----------------|---------------|
| Dintel | 149,36 – 213,35 | 53,08 – 161,48 | 638,07 |
| Pilarete | 205,58 – 220,69 | 174,97 – 180,95 | 638,07 |

| TIPO 3 | Axil (kN) | Cortante (kN) | Flector (kNm) |
|----------|-----------------|-----------------|---------------|
| Dintel | 168,86 – 240,81 | 59,46 – 180,94 | 719,37 |
| Pilarete | 230,48 – 245,59 | 197,62 – 203,60 | 719,37 |

| TIPO 4 | Axil (kN) | Cortante (kN) | Flector (kNm) |
|----------|-----------------|-----------------|---------------|
| Dintel | 198,09 – 282,01 | 69,03 – 210,13 | 841,32 |
| Pilarete | 267,84 – 282,95 | 231,59 – 237,57 | 841,32 |

PÓRTICO 24 m

| TIPO 1 | Axil (kN) | Cortante (kN) | Flector (kNm) |
|----------|-----------------|-----------------|---------------|
| Dintel | 139,53 – 198,74 | 50,00 – 149,08 | 596,09 |
| Pilarete | 189,47 – 204,86 | 164,60 – 170,66 | 596,09 |

| TIPO 2 | Axil (kN) | Cortante (kN) | Flector (kNm) |
|----------|-----------------|-----------------|---------------|
| Dintel | 160,35 – 227,88 | 56,83 – 169,24 | 682,60 |
| Pilarete | 215,27 – 230,66 | 188,90 – 194,96 | 682,60 |

| TIPO 3 | Axil (kN) | Cortante (kN) | Flector (kNm) |
|----------|-----------------|-----------------|---------------|
| Dintel | 181,16 – 257,03 | 63,66 – 189,39 | 769,11 |
| Pilarete | 241,06 – 256,45 | 213,20 – 219,26 | 769,11 |

| TIPO 4 | Axil (kN) | Cortante (kN) | Flector (kNm) |
|----------|-----------------|-----------------|---------------|
| Dintel | 212,38 – 300,76 | 73,90 – 219,63 | 898,88 |
| Pilarete | 279,76 – 295,14 | 249,65 – 255,71 | 898,88 |

PÓRTICO 25 m

| TIPO 1 | Axil (kN) | Cortante (kN) | Flector (kNm) |
|----------|-----------------|-----------------|---------------|
| Dintel | 148,89 – 211,04 | 53,17 – 155,69 | 634,65 |
| Pilarete | 197,44 – 213,12 | 176,61 – 182,76 | 634,65 |

| TIPO 2 | Axil (kN) | Cortante (kN) | Flector (kNm) |
|----------|-----------------|-----------------|---------------|
| Dintel | 171,04 – 241,88 | 60,45 – 176,55 | 726,52 |
| Pilarete | 224,10 – 239,78 | 202,59 – 208,75 | 726,52 |

| TIPO 3 | Axil (kN) | Cortante (kN) | Flector (kNm) |
|----------|-----------------|-----------------|---------------|
| Dintel | 193,20 – 272,73 | 67,72 – 197,39 | 818,39 |
| Pilarete | 250,76 – 266,45 | 228,57 – 234,73 | 818,39 |

| TIPO 4 | Axil (kN) | Cortante (kN) | Flector (kNm) |
|----------|-----------------|-----------------|---------------|
| Dintel | 226,44 – 318,99 | 78,63 – 228,67 | 956,19 |
| Pilarete | 290,75 – 306,44 | 267,55 – 273,70 | 956,19 |



4.3.- AUTORIZACIONES DE USO DEFINITIVAS

Ficha Características Técnicas según EHE
de PORTICO DE 2 PIEZAS

FABRICANTE

Nombre: Prefabricados Touron S.L.
Dirección: Vilar de Sarria, nº 34
Población: 27614 SARRIA (Lugo)

TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA

Nombre: Alejandro Hernández Sanmartín
Titulación: Ingeniero Técnico Industrial

Colegio Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja

Hoja 2 de 3

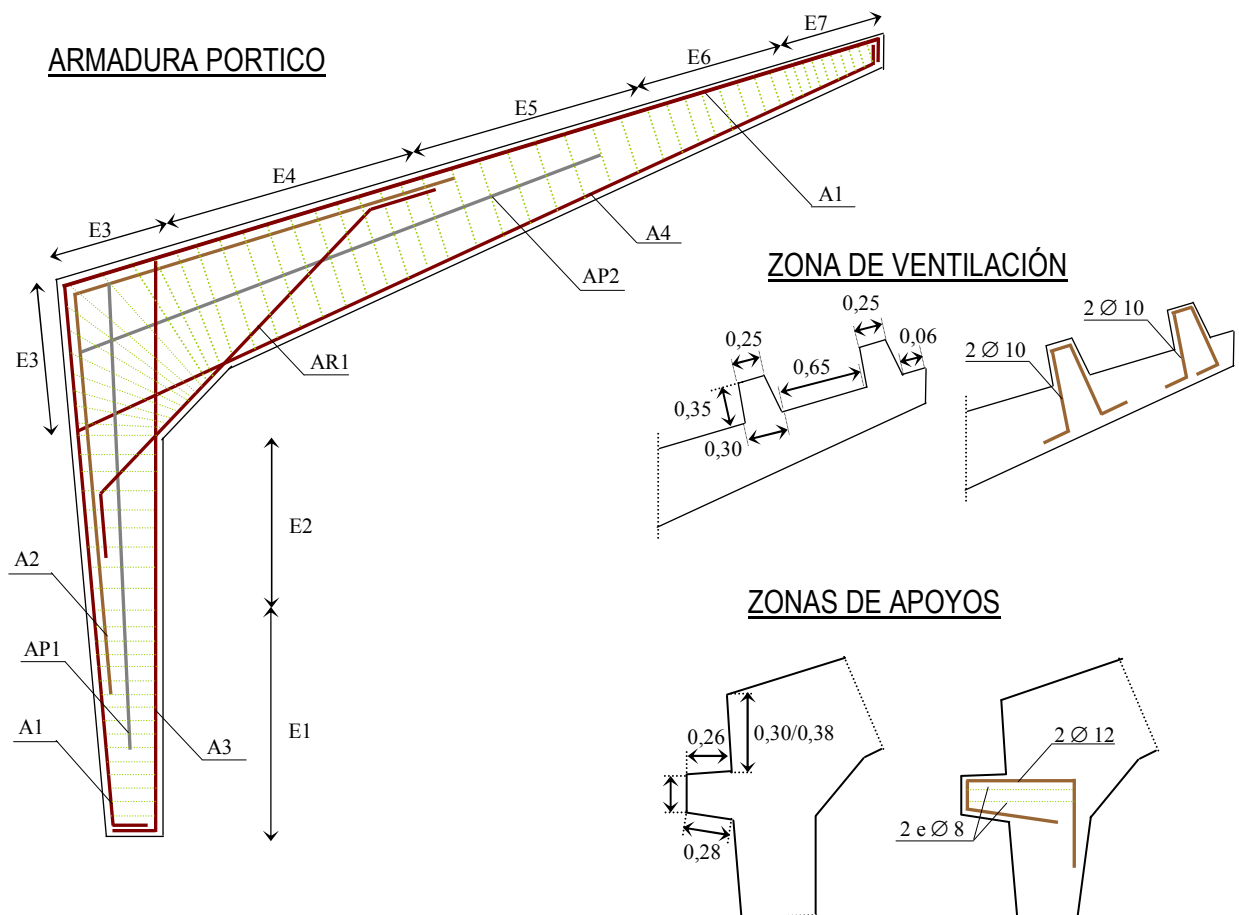
Fecha: Mayo 2011

4.- MATERIALES (Pórtico L= 10 mt.)

| | | | |
|-----------------------|----------------|-------------------------------|-------------------|
| HORMIGÓN DEL PORTICO | HA-30/P/20/IIa | $f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$ | $\gamma_c = 1,50$ |
| ACERO ARMADURA PASIVA | B-500 S | $f_{sk} = 500 \text{ N/mm}^2$ | $\gamma_s = 1,15$ |

Nota: El recubrimiento será acorde al ambiente de exposición del elemento en obra.

5.- DESCRIPCIÓN ARMADURA PORTICO Y DETALLES ZONA VENTILACIÓN Y APOYOS



La armadura con designación A1 y A2 esta dimensionadas verificando la continuidad en el nudo intermedio unión dintel-pilar.

| | |
|---|---|
| <p>Ficha Características Técnicas según EHE de PORTICO DE 2 PIEZAS</p> <p>FABRICANTE Nombre: Prefabricados Touron S.L. Dirección: Vilar de Sarria, nº 34 Población: 27614 SARRIA (Lugo)</p> <p>TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA Nombre: Alejandro Hernández Sanmartín Titulación: Ingeniero Técnico Industrial</p> | <p>Colegio Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja</p> |
| Hoja 3 de 3 | Fecha: Mayo 2011 |

6.- CARACTERISTICAS MECANICAS DE LOS PORTICOS (Pórtico L= 10 mt.)

| Tipo de Viga | Carga máxima kN/m | Zonas de Estribado (simetría) | | | | | | |
|--------------|----------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| | | Zona E1 | Zona E2 | Zona E3 | Zona E4 | Zona E5 | Zona E6 | Zona E7 |
| T1 | 7,00 | e ∅ 8 c/15 cm. L1 = 1,75 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L2 = 1,75 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L3 = 1,25 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L4 = 2,00 mt. | e ∅ 8 c/25 cm. L5 = 1,00 mt. | e ∅ 8 c/25 cm. L6 = 1,46 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L7 = 0,50 mt. |
| T2 | 8,40 | e ∅ 8 c/15 cm. L1 = 1,75 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L2 = 1,75 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L3 = 1,25 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L4 = 2,00 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L5 = 1,00 mt. | e ∅ 8 c/25 cm. L6 = 1,46 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L7 = 0,50 mt. |
| T3 | 9,80 | e ∅ 8 c/15 cm. L1 = 1,75 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L2 = 1,75 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L3 = 1,25 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L4 = 2,00 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L5 = 1,00 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L6 = 1,46 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L7 = 0,50 mt. |
| T4 | 11,90 | e ∅ 8 c/10 cm. L1 = 1,75 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L2 = 1,75 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L3 = 1,25 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L4 = 2,00 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L5 = 1,00 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L6 = 1,46 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L7 = 0,50 mt. |

En el calculo desarrollado se han considerado las acciones eolicas, de acuerdo al Código Técnico de la Edificación, considerando un interese maximo de carga de 7mt. donde para la determinación de la carga estática del viento se han considerado los siguientes parámetros de calculo.

Valor básico de la velocidad de viento: Zona C

Coefficiente de exposición: Zona IV (zona urbana en general, industrial ó forestal)

Coefficiente eolico: Correspondiente a cada una de las zonas en estudio (paramentos verticales y cubierta), de acuerdo a la altura del punto en estudio y la pendiente.

El modelo de calculo realizado para el analisis estructural de los porticos corresponde con un portico formado por dos piezas donde los arranques en cimentacion se modelizan con articulaciones, en el nudo union dintel-pilar como nudo rigido y la union en cumbrera de los dinteles de las dos piezas como nudo articulado.

Las acciones derivadas del peso propio del pórtico están incluidas en la obtención de la carga máxima.

Los valores de carga máxima corresponden con valores de servicio, donde se han utilizado como coeficientes de mayoración $\gamma_q = 1,6$ para las acciones variables y $\gamma_p = 1,5$ para las cargas permanentes.

La carga de servicio sobre el pórtico proveniente de las acciones debe ser menor que el valor de carga máxima.

La armadura correspondiente a los estribos es la necesaria para verificar los esfuerzos existentes originados por la carga máxima.

Definición de los estribos: e ∅ - c/ - cm. = Estribo simple (2 ramas por estribo).

Ficha Características Técnicas según EHE
de PORTICO DE 2 PIEZAS

Colegio Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja

FABRICANTE

Nombre: Prefabricados Touron S.L.
Dirección: Vilar de Sarria, nº 34
Población: 27614 SARRIA (Lugo)

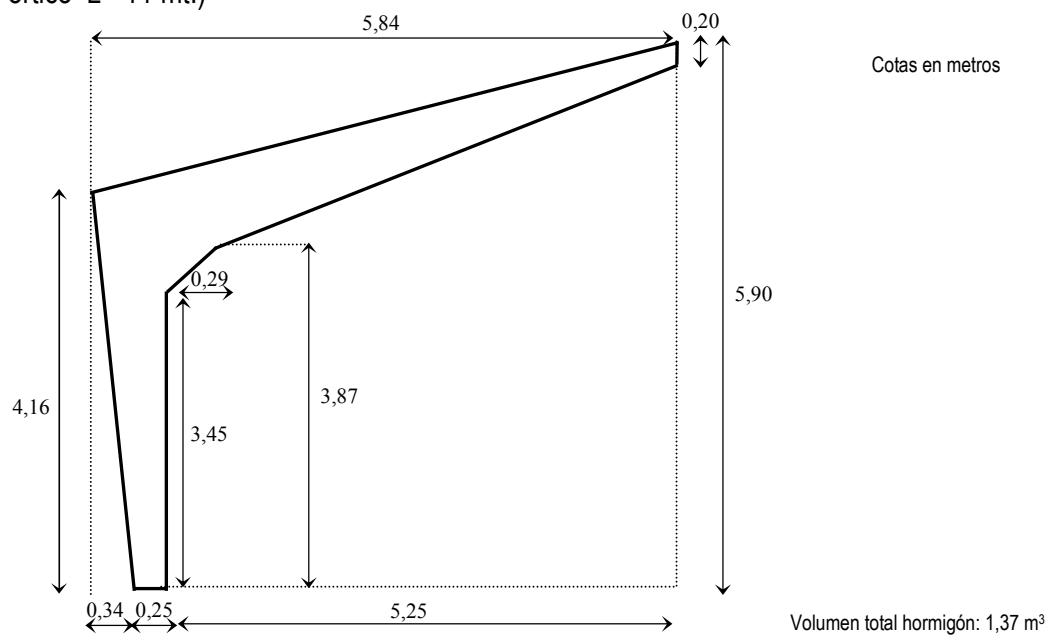
TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA

Nombre: Alejandro hernández Sanmartón
Titulación: Ingeniero Técnico Industrial

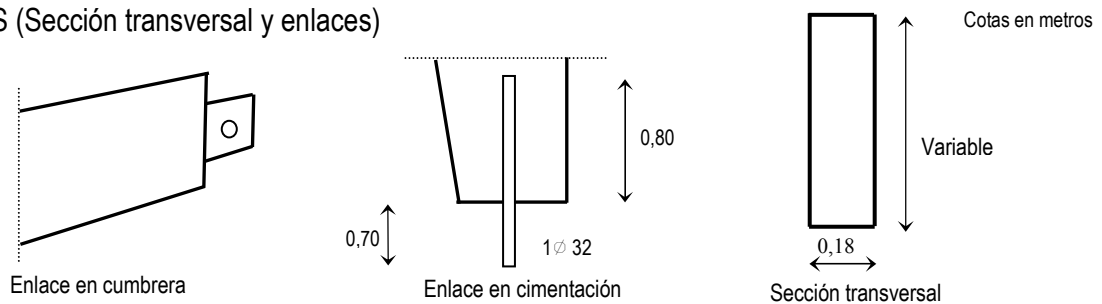
Hoja 1 de 3

Fecha: Mayo 2011

1.- GEOMETRIA (Pórtico L = 11 mt.)



2.- DETALLES (Sección transversal y enlaces)



3.- DEFINICIÓN DEL ARMADO

| Tipo | A1 | A2 | A3 | A4 | AP1 | AP2 | AR |
|------|--------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| T1 | 2 ∅ 20 L _{A1} = 10,48 m. | 1 ∅ 16 L _{A2} = 5,14 mt | 2 ∅ 16 L _{A3} = 4,40 mt | 2 ∅ 16 L _{A4} = 6,20 mt | 2 ∅ 8 L _{AP1} = 3,14 mt | 2 ∅ 8 L _{AP2} = 3,52 mt | 2 ∅ 12 L _{AR} = 2,27 mt |
| T2 | 2 ∅ 20 L _{A1} = 10,48 m. | 1 ∅ 20 L _{A2} = 5,94 mt | 2 ∅ 16 L _{A3} = 4,40 mt | 2 ∅ 16 L _{A4} = 6,20 mt | 2 ∅ 8 L _{AP1} = 3,14 mt | 2 ∅ 8 L _{AP2} = 3,52 mt | 2 ∅ 12 L _{AR} = 2,27 mt |
| T3 | 2 ∅ 20 L _{A1} = 10,48 m. | 1 ∅ 25 L _{A2} = 5,94 mt | 2 ∅ 16 L _{A3} = 4,40 mt | 2 ∅ 16 L _{A4} = 6,20 mt | 2 ∅ 8 L _{AP1} = 3,14 mt | 2 ∅ 8 L _{AP2} = 3,52 mt | 2 ∅ 12 L _{AR} = 2,27 mt |
| T4 | 2 ∅ 25 L _{A1} = 10,48 m. | 1 ∅ 20 L _{A2} = 5,54 mt | 2 ∅ 16 L _{A3} = 4,40 mt | 2 ∅ 16 L _{A4} = 6,20 mt | 2 ∅ 8 L _{AP1} = 3,14 mt | 2 ∅ 8 L _{AP2} = 3,52 mt | 2 ∅ 12 L _{AR} = 2,27 mt |

Ficha Características Técnicas según EHE
de PORTICO DE 2 PIEZAS

Colegio Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja

FABRICANTE

Nombre: Prefabricados Touron S.L.
Dirección: Vilar de Sarria, nº 34
Población: 27614 SARRIA (Lugo)

TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA

Nombre: Alejandro hernández Sanmartón
Titulación: Ingeniero Técnico Industrial

Hoja 2 de 3

Fecha: Mayo 2011

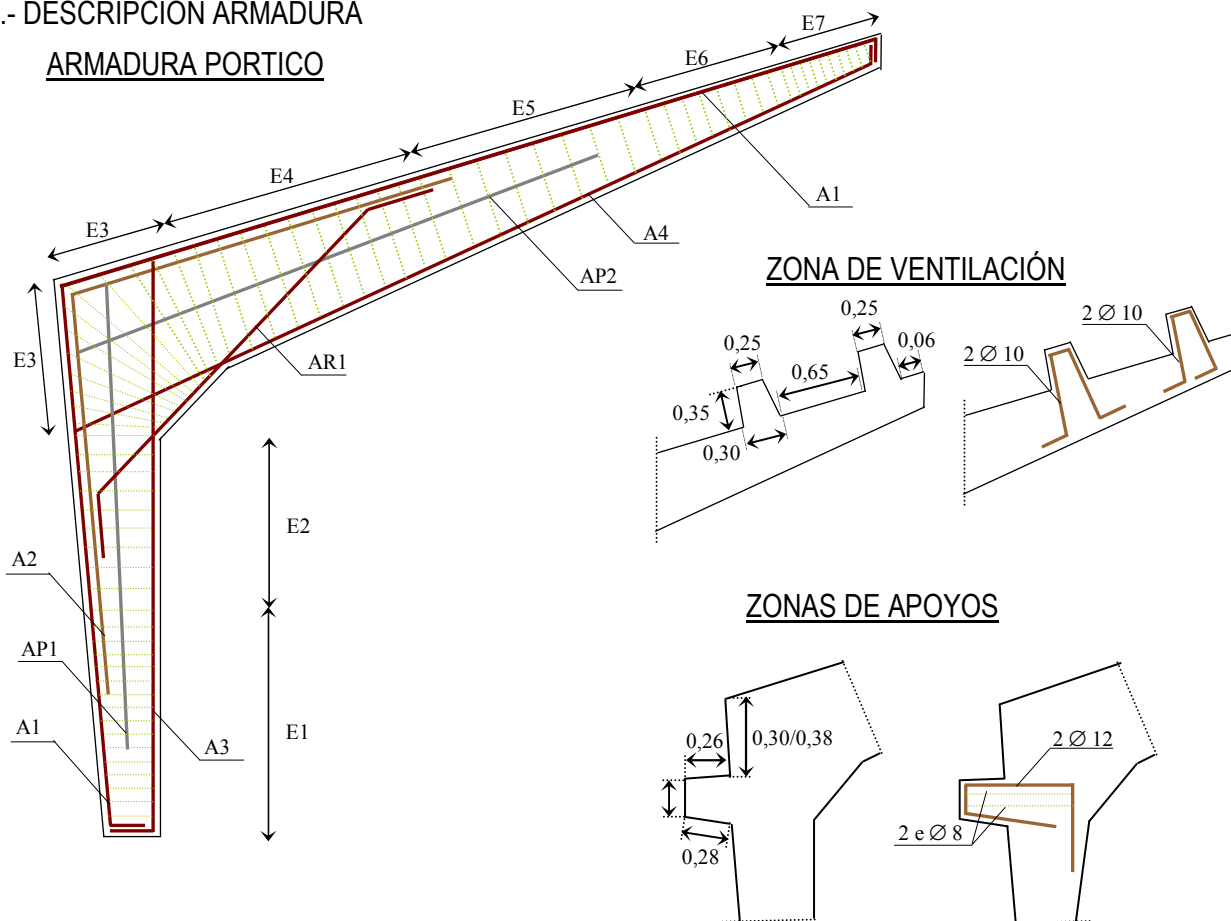
4.- MATERIALES (Pórtico L= 11 mt.)

| | | | |
|-----------------------|----------------|-------------------------------|-------------------|
| HORMIGÓN DEL PORTICO | HA-30/P/20/IIa | $f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$ | $\gamma_c = 1,50$ |
| ACERO ARMADURA PASIVA | B-500 S | $f_{sk} = 500 \text{ N/mm}^2$ | $\gamma_s = 1,15$ |

Nota: El recubrimiento será acorde al ambiente de exposición del elemento en obra.

5.- DESCRIPCIÓN ARMADURA

ARMADURA PORTICO



La armadura con designación A1 y A2 esta dimensionadas verificando la continuidad en el nudo intermedio unión dintel-pilar.

| | |
|---|---|
| <p>Ficha Características Técnicas según EHE de PORTICO DE 2 PIEZAS</p> <p>FABRICANTE Nombre: Prefabricados Touron S.L. Dirección: Vilar de Sarria, nº 34 Población: 27614 SARRIA (Lugo)</p> <p>TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA Nombre: Alejandro hernández Sanmartón Titulación: Ingeniero Técnico Industrial</p> | <p>Colegio Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja</p> |
| <p>Hoja 3 de 3</p> | <p>Fecha: Mayo 2011</p> |

6.- CARACTERISTICAS MECANICAS DE LOS PORTICOS (Pórtico L= 11 mt.)

| Tipo de Viga | Carga máxima kN/m | Zonas de Estribado (simetría) | | | | | | |
|--------------|----------------------|----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| | | Zona E1 | Zona E2 | Zona E3 | Zona E4 | Zona E5 | Zona E6 | Zona E7 |
| T1 | 7,00 | e ∅ 8 c/15 cm. L1 = 1,725 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L2 = 1,725 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L3 = 1,60 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L4 = 2,50 mt. | e ∅ 8 c/25 cm. L5 = 1,00 mt. | e ∅ 8 c/25 cm. L6 = 1,18 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L7 = 0,50 mt. |
| T2 | 8,40 | e ∅ 8 c/15 cm. L1 = 1,725 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L2 = 1,725 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L3 = 1,60 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L4 = 2,50 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L5 = 1,00 mt. | e ∅ 8 c/25 cm. L6 = 1,18 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L7 = 0,50 mt. |
| T3 | 9,80 | e ∅ 8 c/10 cm. L1 = 1,725 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L2 = 1,725 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L3 = 1,60 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L4 = 2,50 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L5 = 1,00 mt. | e ∅ 8 c/25 cm. L6 = 1,18 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L7 = 0,50 mt. |
| T4 | 11,90 | e ∅ 8 c/10 cm. L1 = 1,725 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L2 = 1,725 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L3 = 1,60 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L4 = 2,50 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L5 = 1,00 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L6 = 1,18 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L7 = 0,50 mt. |

En el calculo desarrollado se han considerado las acciones eolicas, de acuerdo al Código Técnico de la Edificación, considerando un interese maximo de carga de 7mt. donde para la determinación de la carga estática del viento se han considerado los siguientes parámetros de calculo.

Valor básico de la velocidad de viento: Zona C

Coefficiente de exposición: Zona IV (zona urbana en general, industrial ó forestal)

Coefficiente eolico: Correspondiente a cada una de las zonas en estudio (paramentos verticales y cubierta), de acuerdo a la altura del punto en estudio.

El modelo de calculo realizado para el analisis estructural de los porticos corresponde con un portico formado por dos piezas donde los arranques en cimentacion se modelizan con articulaciones, en el nudo union dintel-pilar como nudo rigido y la union en cumbrera de los dinteles de las dos piezas como nudo articulado.

Las acciones derivadas del peso propio del pórtico están incluidas en la obtención de la carga máxima.

Los valores de carga máxima corresponden con valores de servicio, donde se han utilizado como coeficientes de mayoración $\gamma_q = 1,6$ para las acciones variables y $\gamma_p = 1,5$ para las cargas permanentes.

La carga de servicio sobre el pórtico proveniente de las acciones debe ser menor que el valor de carga máxima.

La armadura correspondiente a los estribos es la necesaria para verificar los esfuerzos existentes originados por la carga máxima.

Definición de los estribos: e ∅ - c/ - cm. = Estribo simple (2 ramas por estribo).

Ficha Características Técnicas según EHE
de PORTICO DE 2 PIEZAS TE

FABRICANTE

Nombre: Prefabricados Touron S.L.
Dirección: Vilar de Sarria, nº 34
Población: 27614 SARRIA (Lugo)

TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA

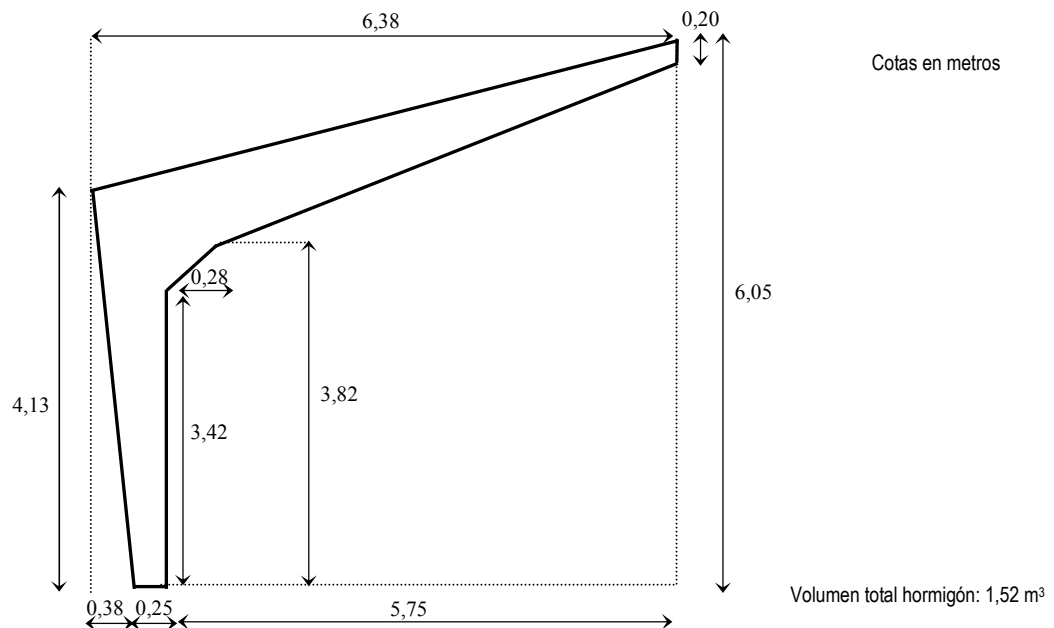
Nombre: Alejandro Hernández Sanmartín
Titulación: Ingeniero Técnico Industrial

Colegio Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja

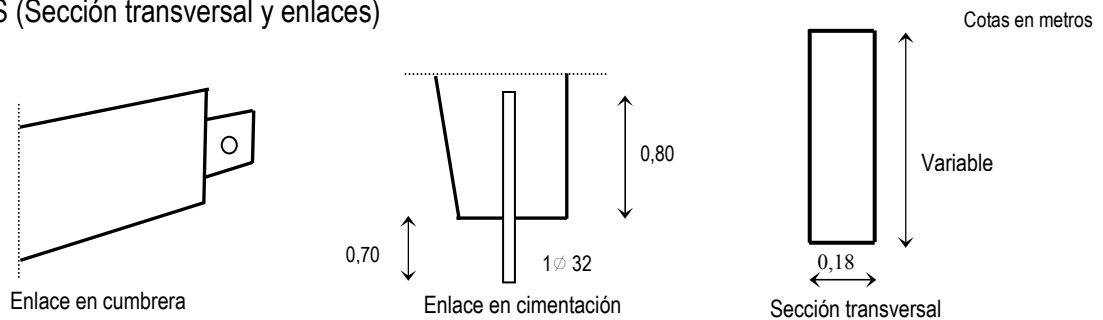
Hoja 1 de 3

Fecha: Mayo 2011

1.- GEOMETRIA (Pórtico L= 12 m.)



2.- DETALLES (Sección transversal y enlaces)



3.- DEFINICIÓN DEL ARMADO

| Tipo | A1 | A2 | A3 | A4 | AP1 | AP2 | AR |
|------|--------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| T1 | 2 Ø 20 L _{A1} = 11,04 m. | 1 Ø 20 L _{A2} = 6,04 mt | 2 Ø 16 L _{A3} = 4,40 mt | 2 Ø 16 L _{A4} = 6,77 mt | 2 Ø 8 L _{AP1} = 3,14 mt | 2 Ø 8 L _{AP2} = 4,17mt | 2 Ø 12 L _{AR} = 2,31 mt |
| T2 | 2 Ø 20 L _{A1} = 11,04 m. | 1 Ø 25 L _{A2} = 6,44 mt | 2 Ø 16 L _{A3} = 4,40 mt | 2 Ø 16 L _{A4} = 6,77 mt | 2 Ø 8 L _{AP1} = 3,14 mt | 2 Ø 8 L _{AP2} = 4,17mt | 2 Ø 12 L _{AR} = 2,31 mt |
| T3 | 2 Ø 25 L _{A1} = 11,04 m. | 1 Ø 20 L _{A2} = 5,64 mt | 2 Ø 16 L _{A3} = 4,40 mt | 2 Ø 16 L _{A4} = 6,77 mt | 2 Ø 8 L _{AP1} = 3,14 mt | 2 Ø 8 L _{AP2} = 4,17mt | 2 Ø 12 L _{AR} = 2,31 mt |
| T4 | 2 Ø 25 L _{A1} = 11,04 m. | 1 Ø 25 L _{A2} = 6,04 mt | 2 Ø 16 L _{A3} = 4,40 mt | 2 Ø 16 L _{A4} = 6,77 mt | 2 Ø 8 L _{AP1} = 3,14 mt | 2 Ø 8 L _{AP2} = 4,17mt | 2 Ø 12 L _{AR} = 2,31 mt |

Ficha Características Técnicas según EHE
de PORTICO DE 2 PIEZAS TE

FABRICANTE

Nombre: Prefabricados Touron S.L.
Dirección: Vilar de Sarria, nº 34
Población: 27614 SARRIA (Lugo)

TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA

Nombre: Alejandro Hernández Sanmartín
Titulación: Ingeniero Técnico Industrial

Colegio Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja

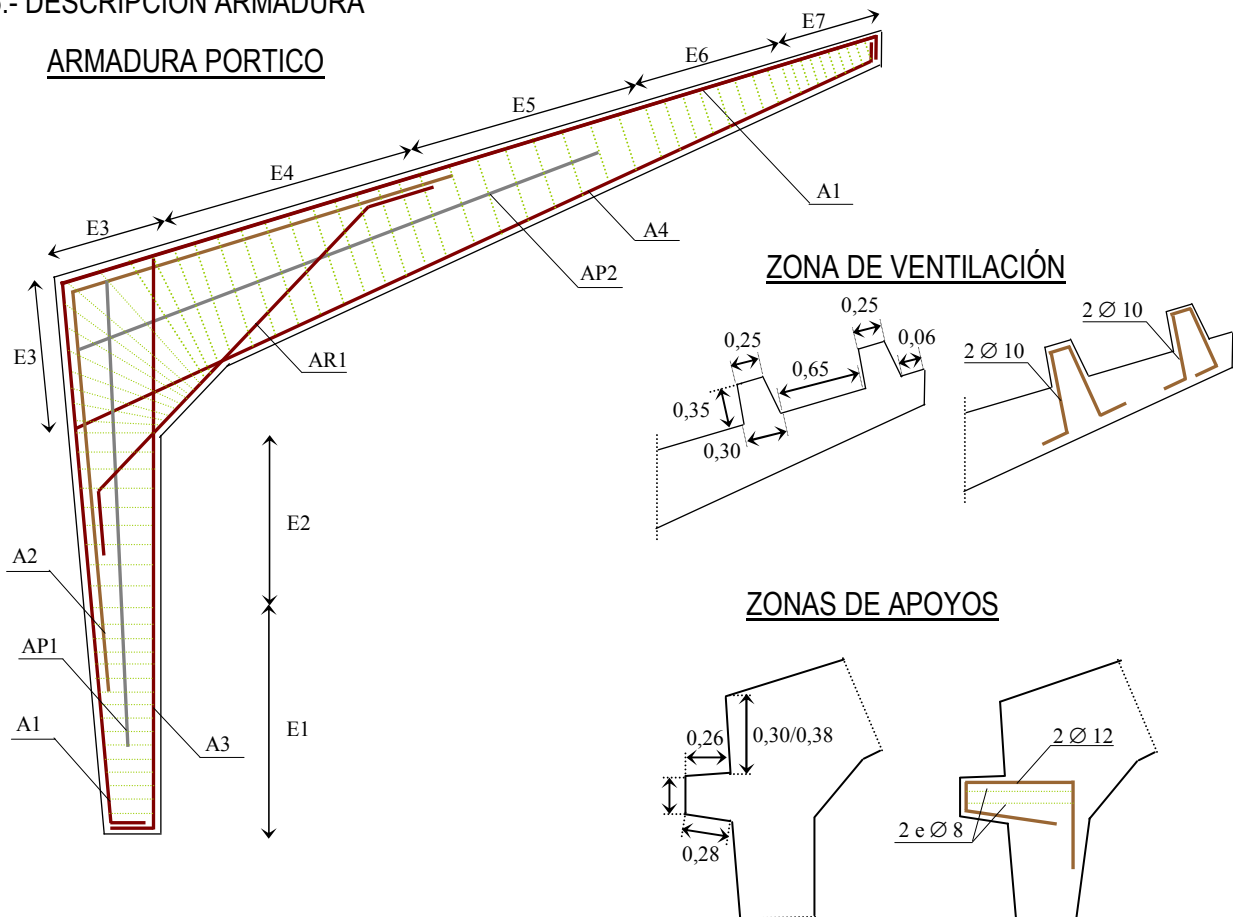
4.- MATERIALES (Pórtico L= 12 m.)

| | | | |
|-----------------------|----------------|-------------------------------|-------------------|
| HORMIGÓN DEL PORTICO | HA-30/P/20/IIa | $f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$ | $\gamma_c = 1,50$ |
| ACERO ARMADURA PASIVA | B-500 S | $f_{sk} = 500 \text{ N/mm}^2$ | $\gamma_s = 1,15$ |

Nota: El recubrimiento será acorde al ambiente de exposición del elemento en obra.

5.- DESCRIPCIÓN ARMADURA

ARMADURA PORTICO



La armadura con designación A1 y A2 esta dimensionadas verificando la continuidad en el nudo intermedio union dintel-pilar.

| | |
|--|---|
| <p>Ficha Características Técnicas según EHE de PORTICO DE 2 PIEZAS TE</p> <p>FABRICANTE Nombre: Prefabricados Touron S.L. Dirección: Vilar de Sarria, nº 34 Población: 27614 SARRIA (Lugo)</p> <p>TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA Nombre: Alejandro Hernández Sanmartín Titulación: Ingeniero Técnico Industrial</p> | <p>Colegio Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja</p> |
| <p>Hoja 3 de 3</p> | <p>Fecha: Mayo 2011</p> |

6.- CARACTERISTICAS MECANICAS DE LOS PORTICOS (Pórtico L= 12 m.)

| Tipo de Viga | Carga máxima kN/m | Zonas de Estribado (simetría) | | | | | | |
|--------------|----------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| | | Zona E1 | Zona E2 | Zona E3 | Zona E4 | Zona E5 | Zona E6 | Zona E7 |
| T1 | 7,00 | e ∅ 8 c/15 cm. L1 = 1,71 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L2 = 1,71 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L3 = 1,60 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L4 = 2,50 mt. | e ∅ 8 c/25 cm. L5 = 1,00 mt. | e ∅ 8 c/25 cm. L6 = 1,18 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L7 = 0,50 mt. |
| T2 | 8,40 | e ∅ 8 c/15 cm. L1 = 1,71 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L2 = 1,71 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L3 = 1,60 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L4 = 2,50 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L5 = 1,00 mt. | e ∅ 8 c/25 cm. L6 = 1,18 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L7 = 0,50 mt. |
| T3 | 9,80 | e ∅ 8 c/10 cm. L1 = 1,71 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L2 = 1,71 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L3 = 1,60 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L4 = 2,50 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L5 = 1,00 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L6 = 1,18 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L7 = 0,50 mt. |
| T4 | 11,90 | e ∅ 8 c/10 cm. L1 = 1,71 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L2 = 1,71 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L3 = 1,60 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L4 = 2,50 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L5 = 1,00 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L6 = 1,18 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L7 = 0,50 mt. |

En el calculo desarrollado se han considerado las acciones eolicas, de acuerdo al Código Técnico de la Edificación, considerando un interese maximo de carga de 7mt. donde para la determinación de la carga estática del viento se han considerado los siguientes parámetros de calculo.

Valor básico de la velocidad de viento: Zona C

Coefficiente de exposición: Zona IV (zona urbana en general, industrial ó forestal)

Coefficiente eolico: Correspondiente a cada una de las zonas en estudio (paramentos verticales y cubierta), de acuerdo a la altura del punto en estudio.

El modelo de calculo realizado para el analisis estructural de los porticos corresponde con un portico formado por dos piezas donde los arranques en cimentacion se modelizan con articulaciones, en el nudo union dintel-pilar como nudo rigido y la union en cumbrera de los dinteles de las dos piezas como nudo articulado.

Las acciones derivadas del peso propio del pórtico están incluidas en la obtención de la carga máxima.

Los valores de carga máxima corresponden con valores de servicio, donde se han utilizado como coeficientes de mayoración $\gamma_q = 1,6$ para las acciones variables y $\gamma_p = 1,5$ para las cargas permanentes.

La carga de servicio sobre el pórtico proveniente de las acciones debe ser menor que el valor de carga máxima.

La armadura correspondiente a los estribos es la necesaria para verificar los esfuerzos existentes originados por la carga máxima.

Definición de los estribos: e ∅ - c/ - cm. = Estribo simple (2 ramas por estribo).

Ficha Características Técnicas según EHE
de PORTICO DE 2 PIEZAS

FABRICANTE

Nombre: Prefabricados Touron S.L.
Dirección: Vilar de Sarria, nº 34
Población: 27614 SARRIA (Lugo)

TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA

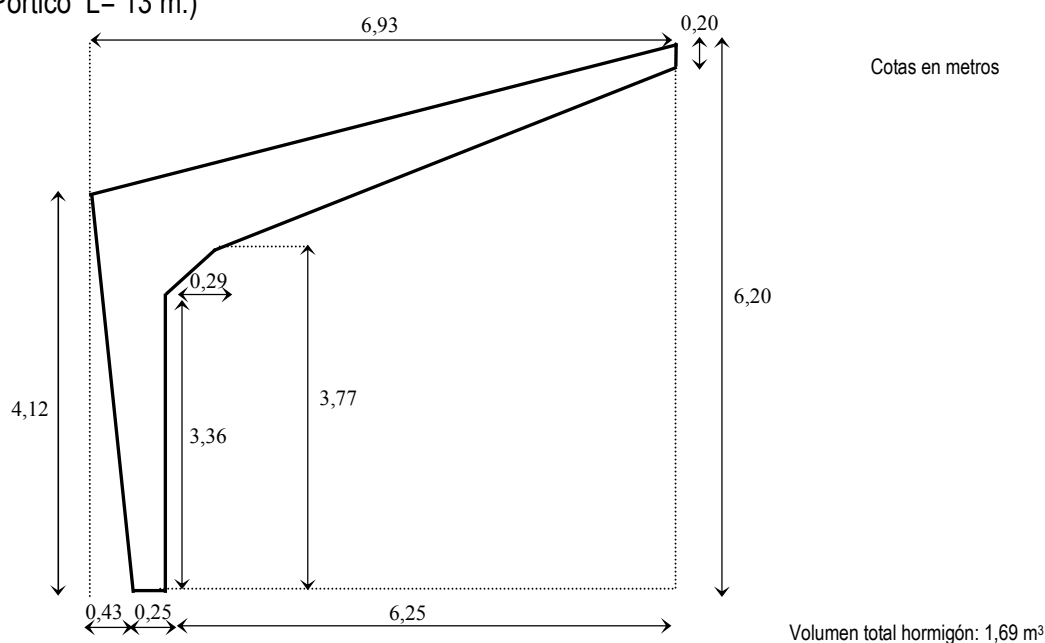
Nombre: Alejandro Hernández Sanmartín
Titulación: Ingeniero Técnico Industrial

Colegio Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja

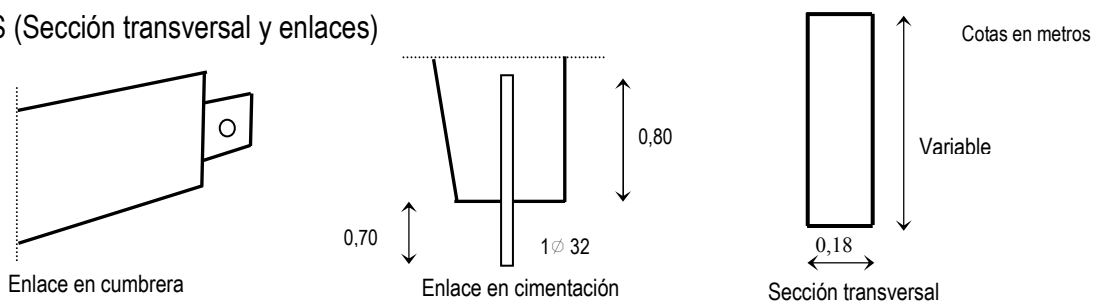
Hoja 1 de 3

Fecha: Mayo 2011

1.- GEOMETRIA (Pórtico L = 13 m.)



2.- DETALLES (Sección transversal y enlaces)



3.- DEFINICIÓN DEL ARMADO

| Tipo | A1 | A2 | A3 | A4 | AP1 | AP2 | AR |
|------|--------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| T1 | 2 Ø 20 L _{A1} = 11,61 m. | 1 Ø 20 L _{A2} = 6,62 mt | 2 Ø 16 L _{A3} = 4,40 mt | 2 Ø 16 L _{A4} = 7,34 mt | 2 Ø 8 L _{AP1} = 3,24 mt | 2 Ø 8 L _{AP2} = 4,81mt | 2 Ø 12 L _{AR} = 2,30 mt |
| T2 | 2 Ø 20 L _{A1} = 11,61 m. | 1 Ø 25 L _{A2} = 7,02 mt | 2 Ø 16 L _{A3} = 4,40 mt | 2 Ø 16 L _{A4} = 7,34 mt | 2 Ø 8 L _{AP1} = 3,24 mt | 2 Ø 8 L _{AP2} = 4,81mt | 2 Ø 12 L _{AR} = 2,30 mt |
| T3 | 2 Ø 25 L _{A1} = 11,61 m. | 1 Ø 20 L _{A2} = 6,22 mt | 2 Ø 16 L _{A3} = 4,40 mt | 2 Ø 16 L _{A4} = 7,34 mt | 2 Ø 8 L _{AP1} = 3,24 mt | 2 Ø 8 L _{AP2} = 4,81mt | 2 Ø 12 L _{AR} = 2,30 mt |
| T4 | 2 Ø 25 L _{A1} = 11,61 m. | 1 Ø 25 L _{A2} = 6,62 mt | 2 Ø 16 L _{A3} = 4,40 mt | 2 Ø 16 L _{A4} = 7,34 mt | 2 Ø 8 L _{AP1} = 3,24 mt | 2 Ø 8 L _{AP2} = 4,81mt | 2 Ø 12 L _{AR} = 2,30 mt |

Ficha Características Técnicas según EHE
de PORTICO DE 2 PIEZAS

Colegio Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja

FABRICANTE

Nombre: Prefabricados Touron S.L.
Dirección: Vilar de Sarria, nº 34
Población: 27614 SARRIA (Lugo)

TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA

Nombre: Alejandro Hernández Sanmartín
Titulación: Ingeniero Técnico Industrial

Hoja 2 de 3

Fecha: Mayo 2011

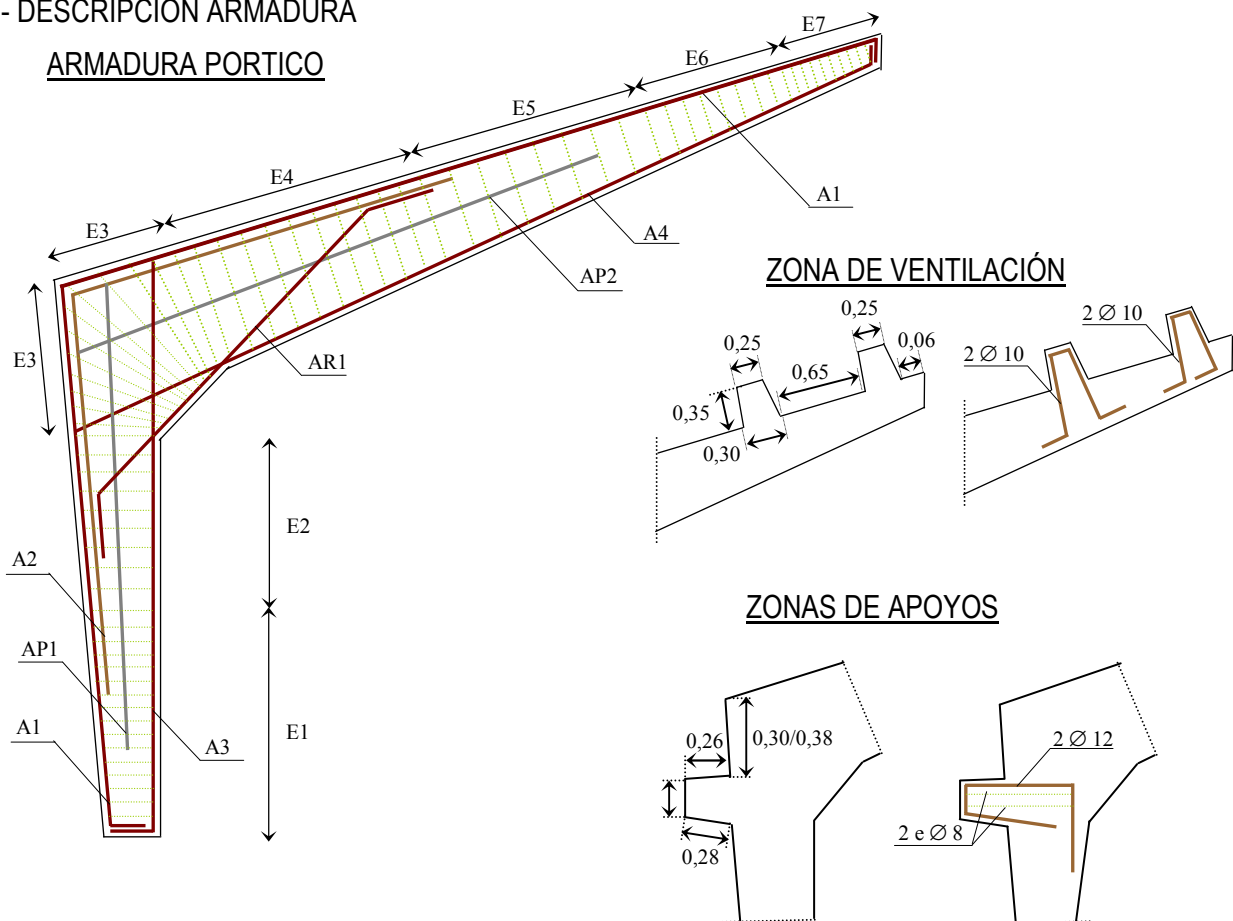
4.- MATERIALES (Pórtico L= 13 m.)

| | | | |
|-----------------------|----------------|-------------------------------|-------------------|
| HORMIGÓN DEL PORTICO | HA-30/P/20/Ila | $f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$ | $\gamma_c = 1,50$ |
| ACERO ARMADURA PASIVA | B-500 S | $f_{sk} = 500 \text{ N/mm}^2$ | $\gamma_s = 1,15$ |

Nota: El recubrimiento será acorde al ambiente de exposición del elemento en obra.

5.- DESCRIPCIÓN ARMADURA

ARMADURA PORTICO



La armadura con designación A1 y A2 esta dimensionadas verificando la continuidad en el nudo intermedio union dintel-pilar.

| | |
|---|---|
| <p>Ficha Características Técnicas según EHE de PORTICO DE 2 PIEZAS</p> <p>FABRICANTE Nombre: Prefabricados Touron S.L. Dirección: Vilar de Sarria, nº 34 Población: 27614 SARRIA (Lugo)</p> <p>TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA Nombre: Alejandro Hernández Sanmartín Titulación: Ingeniero Técnico Industrial</p> | <p>Colegio Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja</p> |
| <p>Hoja 3 de 3</p> | <p>Fecha: Mayo 2011</p> |

6.- CARACTERISTICAS MECANICAS DE LOS PORTICOS (Pórtico L= 13 m.)

| Tipo de Viga | Carga máxima kN/m | Zonas de Estribado (simetría) | | | | | | |
|--------------|----------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| | | Zona E1 | Zona E2 | Zona E3 | Zona E4 | Zona E5 | Zona E6 | Zona E7 |
| T1 | 7,00 | e ∅ 8 c/10 cm. L1 = 1,68mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L2 = 1,68 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L3 = 1,76 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L4 = 3,00 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L5 = 1,50 mt. | e ∅ 8 c/25 cm. L6 = 1,24 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L7 = 0,50 mt. |
| T2 | 8,40 | e ∅ 8 c/10 cm. L1 = 1,68mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L2 = 1,68 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L3 = 1,76 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L4 = 3,00 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L5 = 1,50 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L6 = 1,24 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L7 = 0,50 mt. |
| T3 | 9,80 | e ∅ 8 c/10 cm. L1 = 1,68mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L2 = 1,68 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L3 = 1,76 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L4 = 3,00 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L5 = 1,50 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L6 = 1,24 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L7 = 0,50 mt. |
| T4 | 11,90 | e ∅ 8 c/7,5 cm. L1 = 1,68mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L2 = 1,68 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L3 = 1,76 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L4 = 3,00 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L5 = 1,50 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L6 = 1,24 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L7 = 0,50 mt. |

En el calculo desarrollado se han considerado las acciones eolicas, de acuerdo al Código Técnico de la Edificación, considerando un intereje maximo de carga de 7mt. donde para la determinación de la carga estática del viento se han considerado los siguientes parámetros de calculo.

Valor básico de la velocidad de viento: Zona C

Coefficiente de exposición: Zona IV (zona urbana en general, industrial ó forestal)

Coefficiente eolico: Correspondiente a cada una de las zonas en estudio (paramentos verticales y cubierta), de acuerdo a la altura del punto en estudio.

El modelo de calculo realizado para el analisis estructural de los porticos corresponde con un portico formado por dos piezas donde los arranques en cimentacion se modelizan con articulaciones, en el nudo union dintel-pilar como nudo rigido y la union en cumbrera de los dinteles de las dos piezas como nudo articulado.

Las acciones derivadas del peso propio del pórtico están incluidas en la obtención de la carga máxima.

Los valores de carga máxima corresponden con valores de servicio, donde se han utilizado como coeficientes de mayoración $\gamma_q = 1,6$ para las acciones variables y $\gamma_p = 1,5$ para las cargas permanentes.

La carga de servicio sobre el pórtico proveniente de las acciones debe ser menor que el valor de carga máxima.

La armadura correspondiente a los estribos es la necesaria para verificar los esfuerzos existentes originados por la carga máxima.

Definición de los estribos: e ∅ - c/ - cm. = Estribo simple (2 ramas por estribo).

Ficha Características Técnicas según EHE
de PORTICO DE 2 PIEZAS

FABRICANTE

Nombre: Prefabricados Touron S.L.
Dirección: Vilar de Sarria, nº 34
Población: 27614 SARRIA (Lugo)

TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA

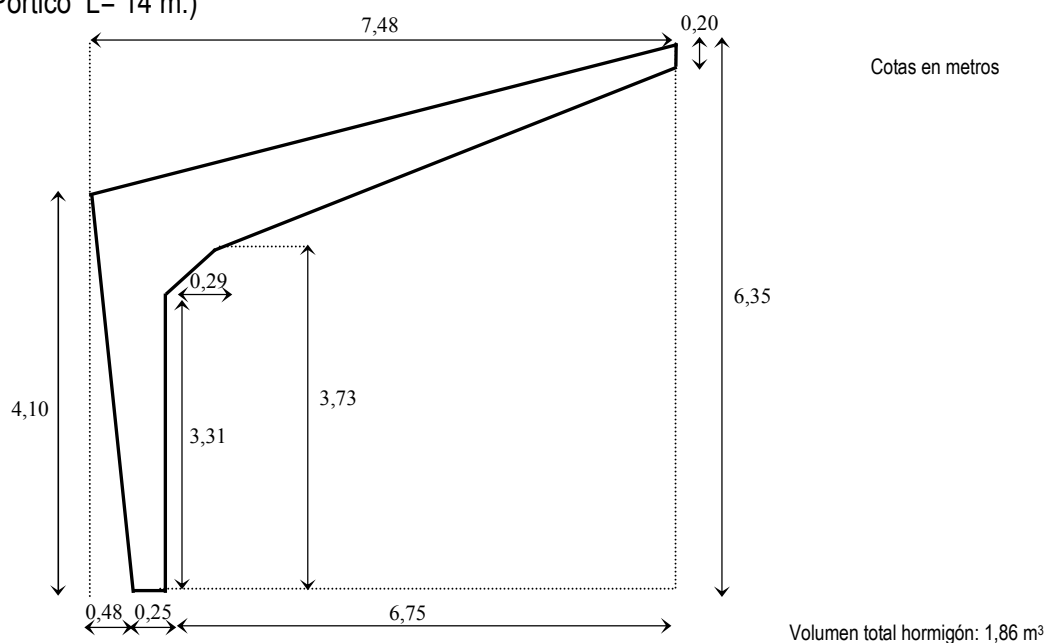
Nombre: Alejandro Hernández Sanmartín
Titulación: Ingeniero Técnico Industrial

Colegio Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja

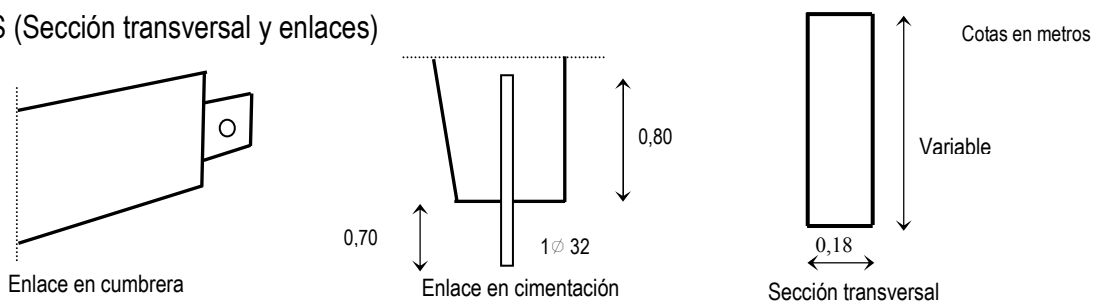
Hoja 1 de 3

Fecha: Mayo 2011

1.- GEOMETRIA (Pórtico L = 14 m.)



2.- DETALLES (Sección transversal y enlaces)



3.- DEFINICIÓN DEL ARMADO

| Tipo | A1 | A2 | A3 | A4 | AP1 | AP2 | AR |
|------|--|---|---|---|---|--|---|
| T1 | 2 \varnothing 20 L _{A1} = 12,18 m. | 1 \varnothing 20 L _{A2} = 7,20 mt | 2 \varnothing 16 L _{A3} = 4,40 mt | 2 \varnothing 16 L _{A4} = 7,92 mt | 2 \varnothing 8 L _{AP1} = 3,32 mt | 2 \varnothing 8 L _{AP2} = 5,39mt | 2 \varnothing 12 L _{AR} = 2,60 mt |
| T2 | 2 \varnothing 20 L _{A1} = 12,18 m. | 1 \varnothing 25 L _{A2} = 7,48 mt | 2 \varnothing 16 L _{A3} = 4,40 mt | 2 \varnothing 16 L _{A4} = 7,92 mt | 2 \varnothing 8 L _{AP1} = 3,32 mt | 2 \varnothing 8 L _{AP2} = 5,39mt | 2 \varnothing 12 L _{AR} = 2,60 mt |
| T3 | 2 \varnothing 25 L _{A1} = 12,18 m. | 1 \varnothing 20 L _{A2} = 6,42 mt | 2 \varnothing 16 L _{A3} = 4,40 mt | 2 \varnothing 16 L _{A4} = 7,92 mt | 2 \varnothing 8 L _{AP1} = 3,32 mt | 2 \varnothing 8 L _{AP2} = 5,39mt | 2 \varnothing 12 L _{AR} = 2,60 mt |
| T4 | 2 \varnothing 25 L _{A1} = 12,18 m. | 1 \varnothing 25 L _{A2} = 7,19 mt | 2 \varnothing 16 L _{A3} = 4,40 mt | 2 \varnothing 16 L _{A4} = 7,92 mt | 2 \varnothing 8 L _{AP1} = 3,32 mt | 2 \varnothing 8 L _{AP2} = 5,39mt | 2 \varnothing 12 L _{AR} = 2,60 mt |

Ficha Características Técnicas según EHE
de PORTICO DE 2 PIEZAS

FABRICANTE

Nombre: Prefabricados Touron S.L.
Dirección: Vilar de Sarria, nº 34
Población: 27614 SARRIA (Lugo)

TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA

Nombre: Alejandro Hernández Sanmartín
Titulación: Ingeniero Técnico Industrial

Colegio Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja

Hoja 2 de 3

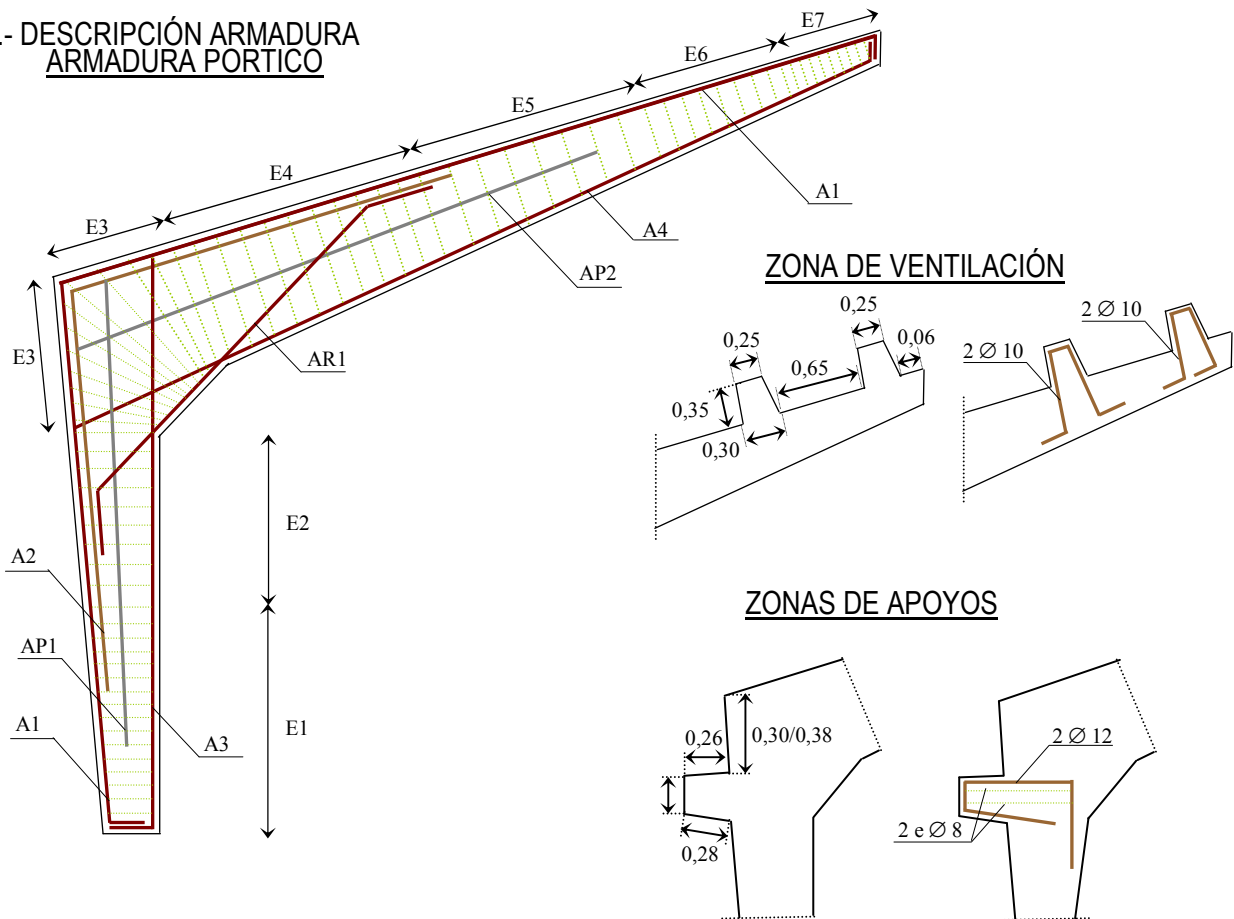
Fecha: Mayo 2011

4.- MATERIALES (Pórtico L= 14 m.)

| | | | |
|-----------------------|----------------|-------------------------------|-------------------|
| HORMIGÓN DEL PORTICO | HA-30/P/20/IIa | $f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$ | $\gamma_c = 1,50$ |
| ACERO ARMADURA PASIVA | B-500 S | $f_{sk} = 500 \text{ N/mm}^2$ | $\gamma_s = 1,15$ |

Nota: El recubrimiento será acorde al ambiente de exposición del elemento en obra.

5.- DESCRIPCIÓN ARMADURA
ARMADURA PORTICO



La armadura con designación A1 y A2 esta dimensionadas verificando la continuidad en el nudo intermedio union dintel-pilar.

| | |
|---|---|
| <p>Ficha Características Técnicas según EHE de PORTICO DE 2 PIEZAS</p> <p>FABRICANTE Nombre: Prefabricados Touron S.L. Dirección: Vilar de Sarria, nº 34 Población: 27614 SARRIA (Lugo)</p> <p>TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA Nombre: Alejandro Hernández Sanmartín Titulación: Ingeniero Técnico Industrial</p> | <p>Colegio Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja</p> |
| <p>Hoja 3 de 3</p> | <p>Fecha: Mayo 2011</p> |

6.- CARACTERISTICAS MECANICAS DE LOS PORTICOS (Pórtico L= 14 m.)

| Tipo de Viga | Carga máxima kN/m | Zonas de Estribado (simetría) | | | | | | |
|--------------|----------------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| | | Zona E1 | Zona E2 | Zona E3 | Zona E4 | Zona E5 | Zona E6 | Zona E7 |
| T1 | 7,00 | e ∅ 8 c/10 cm. L1 = 1,65 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L2 = 1,65 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L3 = 1,86 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L4 = 3,50 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L5 = 1,50 mt. | e ∅ 8 c/25 cm. L6 = 1,26 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L7 = 0,50 mt. |
| T2 | 8,40 | e ∅ 8 c/10 cm. L1 = 1,65 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L2 = 1,65 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L3 = 1,86 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L4 = 3,50 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L5 = 1,50 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L6 = 1,26 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L7 = 0,50 mt. |
| T3 | 9,80 | e ∅ 8 c/7,5 cm. L1 = 1,65 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L2 = 1,65 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L3 = 1,86 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L4 = 3,50 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L5 = 1,50 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L6 = 1,26 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L7 = 0,50 mt. |
| T4 | 11,90 | e ∅ 8 c/7,5 cm. L1 = 1,65 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L2 = 1,65 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L3 = 1,86 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L4 = 3,50 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L5 = 1,50 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L6 = 1,26 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L7 = 0,50 mt. |

En el calculo desarrollado se han considerado las acciones eolicas, de acuerdo al Código Técnico de la Edificación, considerando un interese maximo de carga de 7mt. donde para la determinación de la carga estática del viento se han considerado los siguientes parámetros de calculo.

Valor básico de la velocidad de viento: Zona C

Coefficiente de exposición: Zona IV (zona urbana en general, industrial ó forestal)

Coefficiente eolico: Correspondiente a cada una de las zonas en estudio (paramentos verticales y cubierta), de acuerdo a la altura del punto en estudio.

El modelo de calculo realizado para el analisis estructural de los porticos corresponde con un portico formado por dos piezas donde los arranques en cimentacion se modelizan con articulaciones, en el nudo union dintel-pilar como nudo rigido y la union en cumbrera de los dinteles de las dos piezas como nudo articulado.

Las acciones derivadas del peso propio del pórtico están incluidas en la obtención de la carga máxima.

Los valores de carga máxima corresponden con valores de servicio, donde se han utilizado como coeficientes de mayoración $\gamma_q = 1,6$ para las acciones variables y $\gamma_p = 1,5$ para las cargas permanentes.

La carga de servicio sobre el pórtico proveniente de las acciones debe ser menor que el valor de carga máxima.

La armadura correspondiente a los estribos es la necesaria para verificar los esfuerzos existentes originados por la carga máxima.

Definición de los estribos: e ∅ - c/ - cm. = Estribo simple (2 ramas por estribo).

Ficha Características Técnicas según EHE
de PORTICO DE 2 PIEZAS

FABRICANTE

Nombre: Prefabricados Touron S.L.
Dirección: Vilar de Sarria, nº 34
Población: 27614 SARRIA (Lugo)

TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA

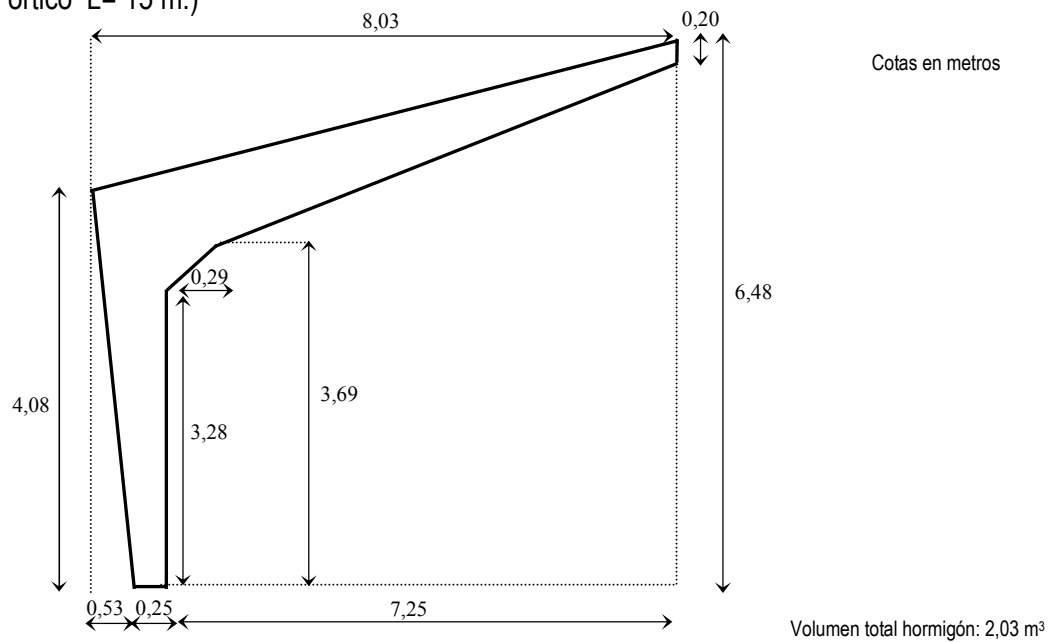
Nombre: Alejandro Hernández Sanmartín
Titulación: Ingeniero Técnico Industrial

Colegio Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja

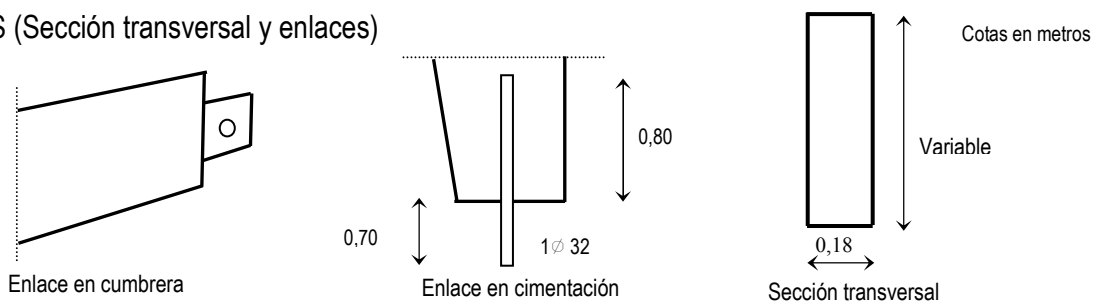
Hoja 1 de 3

Fecha: Mayo 2011

1.- GEOMETRIA (Pórtico L = 15 m.)



2.- DETALLES (Sección transversal y enlaces)



3.- DEFINICIÓN DEL ARMADO

| Tipo | A1 | A2 | A3 | A4 | AP1 | AP2 | AR |
|------|--------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| T1 | 2 ∅ 20 L _{A1} = 12,74 m. | 1 ∅ 25 L _{A2} = 7,38 mt | 2 ∅ 16 L _{A3} = 4,40 mt | 2 ∅ 16 L _{A4} = 8,50 mt | 2 ∅ 8 L _{AP1} = 3,41 mt | 2 ∅ 8 L _{AP2} = 6,04mt | 2 ∅ 12 L _{AR} = 2,70 mt |
| T2 | 2 ∅ 25 L _{A1} = 12,74 m. | 1 ∅ 20 L _{A2} = 6,98 mt | 2 ∅ 16 L _{A3} = 4,40 mt | 2 ∅ 16 L _{A4} = 8,50 mt | 2 ∅ 8 L _{AP1} = 3,41 mt | 2 ∅ 8 L _{AP2} = 6,04mt | 2 ∅ 12 L _{AR} = 2,70 mt |
| T3 | 2 ∅ 25 L _{A1} = 12,74 m. | 1 ∅ 25 L _{A2} = 6,98 mt | 2 ∅ 16 L _{A3} = 4,40 mt | 2 ∅ 16 L _{A4} = 8,50 mt | 2 ∅ 8 L _{AP1} = 3,41 mt | 2 ∅ 8 L _{AP2} = 6,04mt | 2 ∅ 12 L _{AR} = 2,70 mt |
| T4 | 2 ∅ 25 L _{A1} = 12,74 m. | 1 ∅ 32 L _{A2} = 7,38 mt | 2 ∅ 16 L _{A3} = 4,40 mt | 2 ∅ 16 L _{A4} = 8,50 mt | 2 ∅ 8 L _{AP1} = 3,41 mt | 2 ∅ 8 L _{AP2} = 6,04mt | 2 ∅ 12 L _{AR} = 2,70 mt |

Ficha Características Técnicas según EHE
de PORTICO DE 2 PIEZAS

FABRICANTE

Nombre: Prefabricados Touron S.L.
Dirección: Vilar de Sarria, nº 34
Población: 27614 SARRIA (Lugo)

TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA

Nombre: Alejandro Hernández Sanmartín
Titulación: Ingeniero Técnico Industrial

Colegio Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja

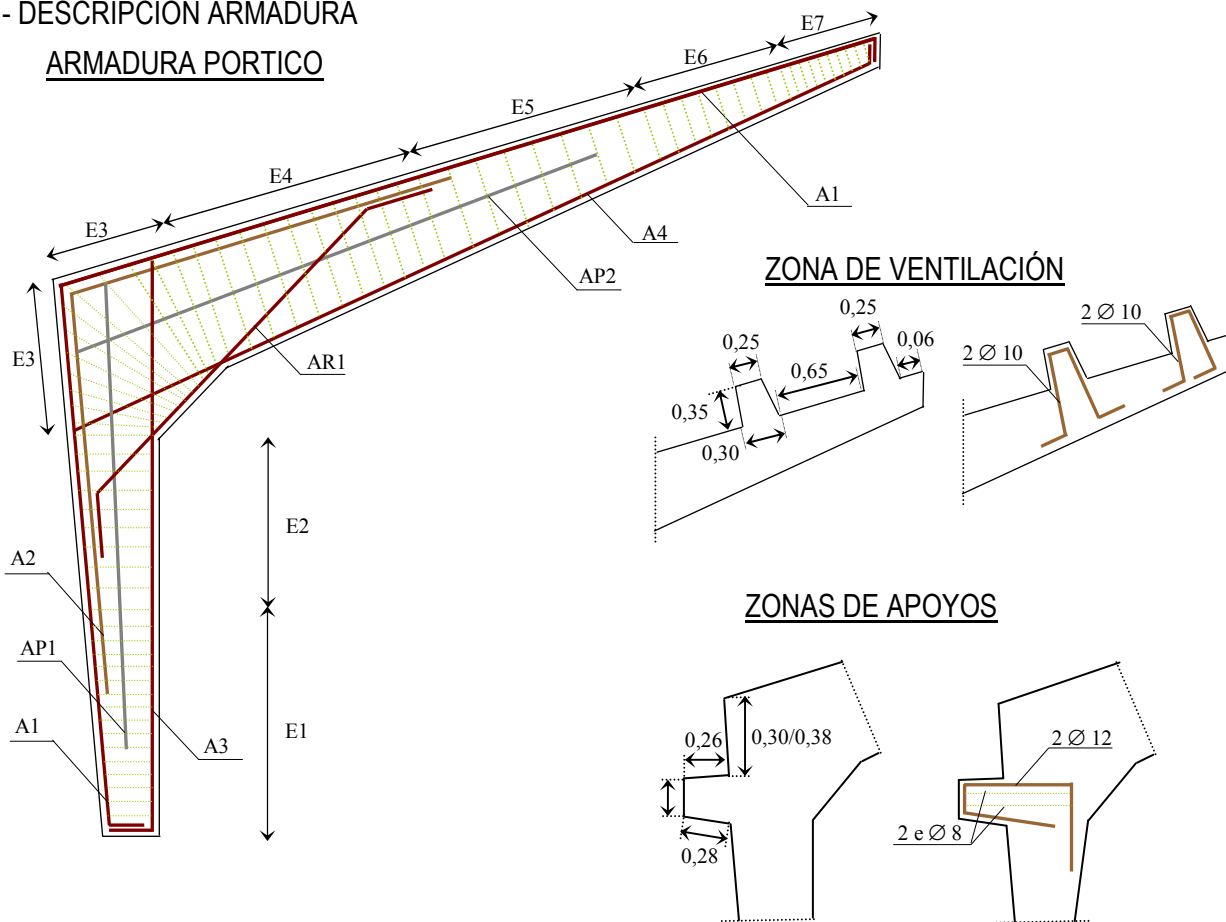
4.- MATERIALES (Pórtico L= 15 m.)

| | | | |
|-----------------------|----------------|-------------------------------|-------------------|
| HORMIGÓN DEL PORTICO | HA-30/P/20/IIa | $f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$ | $\gamma_c = 1,50$ |
| ACERO ARMADURA PASIVA | B-500 S | $f_{sk} = 500 \text{ N/mm}^2$ | $\gamma_s = 1,15$ |

Nota: El recubrimiento será acorde al ambiente de exposición del elemento en obra.

5.- DESCRIPCIÓN ARMADURA

ARMADURA PORTICO



La armadura con designación A1 y A2 esta dimensionadas verificando la continuidad en el nudo intermedio union dintel-pilar.

| | |
|---|---|
| <p>Ficha Características Técnicas según EHE de PORTICO DE 2 PIEZAS</p> <p>FABRICANTE Nombre: Prefabricados Touron S.L. Dirección: Vilar de Sarria, nº 34 Población: 27614 SARRIA (Lugo)</p> <p>TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA Nombre: Alejandro Hernández Sanmartín Titulación: Ingeniero Técnico Industrial</p> | <p>Colegio Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja</p> |
| <p>Hoja 3 de 3</p> | <p>Fecha: Mayo 2011</p> |

6.- CARACTERISTICAS MECANICAS DE LOS PORTICOS (Pórtico L= 15 m.)

| Tipo de Viga | Carga máxima kN/m | Zonas de Estribado (simetría) | | | | | | |
|--------------|----------------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| | | Zona E1 | Zona E2 | Zona E3 | Zona E4 | Zona E5 | Zona E6 | Zona E7 |
| T1 | 7,00 | e ∅ 8 c/10 cm. L1 = 1,64 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L2 = 1,64 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L3 = 1,93 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L4 = 4,00 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L5 = 1,50 mt. | e ∅ 8 c/25 cm. L6 = 1,28 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L7 = 0,50 mt. |
| T2 | 8,40 | e ∅ 8 c/10 cm. L1 = 1,64 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L2 = 1,64 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L3 = 1,93 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L4 = 4,00 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L5 = 1,50 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L6 = 1,28 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L7 = 0,50 mt. |
| T3 | 9,80 | e ∅ 8 c/7,5 cm. L1 = 1,64 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L2 = 1,64 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L3 = 1,93 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L4 = 4,00 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L5 = 1,50 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L6 = 1,28 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L7 = 0,50 mt. |
| T4 | 11,90 | e ∅ 8 c/7,5 cm. L1 = 1,64 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L2 = 1,64 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L3 = 1,93 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L4 = 4,00 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L5 = 1,50 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L6 = 1,28 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L7 = 0,50 mt. |

En el calculo desarrollado se han considerado las acciones eolicas, de acuerdo al Código Técnico de la Edificación, considerando un interese maximo de carga de 7mt. donde para la determinación de la carga estática del viento se han considerado los siguientes parámetros de calculo.

Valor básico de la velocidad de viento: Zona C

Coefficiente de exposición: Zona IV (zona urbana en general, industrial ó forestal)

Coefficiente eolico: Correspondiente a cada una de las zonas en estudio (paramentos verticales y cubierta), de acuerdo a la altura del punto en estudio.

El modelo de calculo realizado para el analisis estructural de los porticos corresponde con un portico formado por dos piezas donde los arranques en cimentacion se modelizan con articulaciones, en el nudo union dintel-pilar como nudo rigido y la union en cumbrera de los dinteles de las dos piezas como nudo articulado.

Las acciones derivadas del peso propio del pórtico están incluidas en la obtención de la carga máxima.

Los valores de carga máxima corresponden con valores de servicio, donde se han utilizado como coeficientes de mayoración $\gamma_q = 1,6$ para las acciones variables y $\gamma_p = 1,5$ para las cargas permanentes.

La carga de servicio sobre el pórtico proveniente de las acciones debe ser menor que el valor de carga máxima.

La armadura correspondiente a los estribos es la necesaria para verificar los esfuerzos existentes originados por la carga máxima.

Definición de los estribos: e ∅ - c/ - cm. = Estribo simple (2 ramas por estribo).

Ficha Características Técnicas según EHE
de PORTICO DE 2 PIEZAS

Colegio Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja

FABRICANTE

Nombre: Prefabricados Touron S.L.
Dirección: Vilar de Sarria, nº 34
Población: 27614 SARRIA (Lugo)

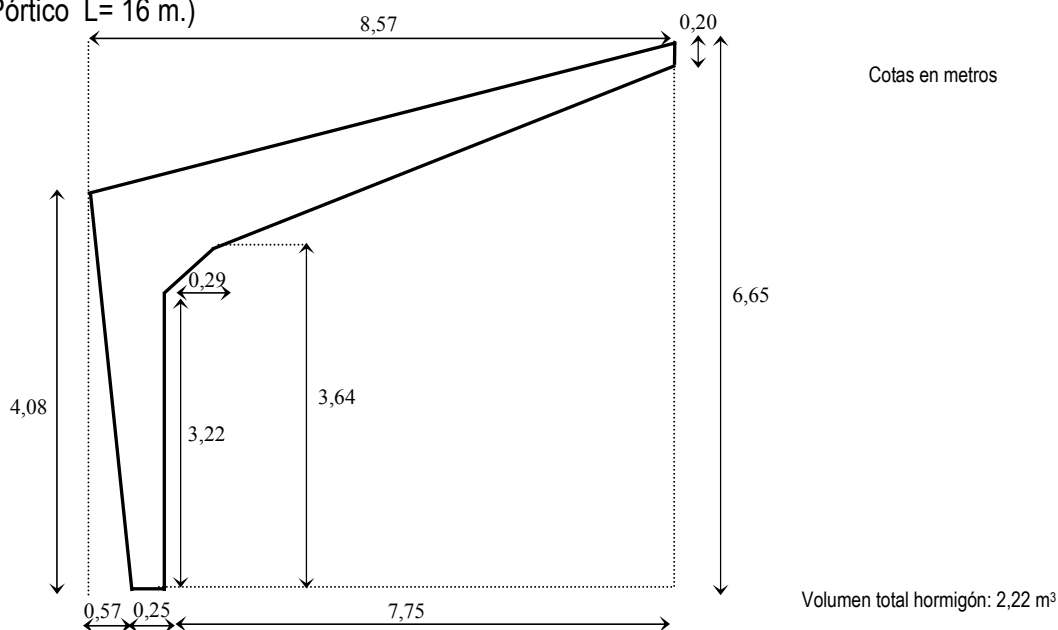
TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA

Nombre: Alejandro Hernández Sanmartín
Titulación: Ingeniero Técnico Industrial

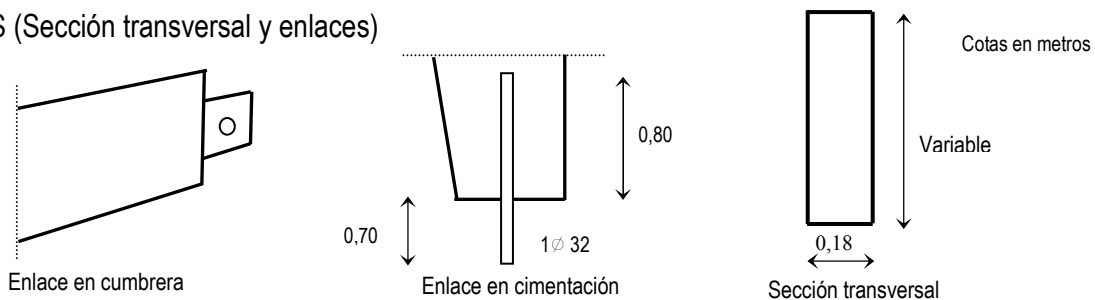
Hoja 1 de 3

Fecha: Mayo 2011

1.- GEOMETRIA (Pórtico L= 16 m.)



2.- DETALLES (Sección transversal y enlaces)



3.- DEFINICIÓN DEL ARMADO

| Tipo | A1 | A2 | A3 | A4 | AP1 | AP2 | AP3 | AP4 | AR |
|------|--------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| T1 | 2 Ø 20 L _{A1} = 13,15 m. | 1 Ø 25 L _{A2} = 7,56 mt | 2 Ø 16 L _{A3} = 4,40 mt | 2 Ø 16 L _{A4} = 9,07 mt | 2 Ø 8 L _{AP1} = 3,44 mt | 2 Ø 8 L _{AP2} = 2,12 mt | 2 Ø 8 L _{AP3} = 6,72 mt | 2 Ø 8 L _{AP4} = 3,81 mt | 2 Ø 12 L _{AR} = 2,82 mt |
| T2 | 2 Ø 25 L _{A1} = 12,74 m. | 1 Ø 20 L _{A2} = 6,80 mt | 2 Ø 16 L _{A3} = 4,40 mt | 2 Ø 16 L _{A4} = 8,50 mt | 2 Ø 8 L _{AP1} = 3,44 mt | 2 Ø 8 L _{AP2} = 2,12 mt | 2 Ø 8 L _{AP3} = 6,72 mt | 2 Ø 8 L _{AP4} = 3,81 mt | 2 Ø 12 L _{AR} = 2,82 mt |
| T3 | 2 Ø 25 L _{A1} = 12,74 m. | 1 Ø 25 L _{A2} = 6,98 mt | 2 Ø 16 L _{A3} = 4,40 mt | 2 Ø 16 L _{A4} = 8,50 mt | 2 Ø 8 L _{AP1} = 3,44 mt | 2 Ø 8 L _{AP2} = 2,12 mt | 2 Ø 8 L _{AP3} = 6,72 mt | 2 Ø 8 L _{AP4} = 3,81 mt | 2 Ø 12 L _{AR} = 2,82 mt |
| T4 | 2 Ø 25 L _{A1} = 12,74 m. | 1 Ø 32 L _{A2} = 7,56 mt | 2 Ø 16 L _{A3} = 4,40 mt | 2 Ø 16 L _{A4} = 8,50 mt | 2 Ø 8 L _{AP1} = 3,44 mt | 2 Ø 8 L _{AP2} = 2,12 mt | 2 Ø 8 L _{AP3} = 6,72 mt | 2 Ø 8 L _{AP4} = 3,81 mt | 2 Ø 12 L _{AR} = 2,82 mt |

Ficha Características Técnicas según EHE
de PORTICO DE 2 PIEZAS

Colegio Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja

FABRICANTE

Nombre: Prefabricados Touron S.L.

Dirección: Vilar de Sarria, nº 34

Población: 27614 SARRIA (Lugo)

TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA

Nombre: Alejandro Hernández Sanmartín

Titulación: Ingeniero Técnico Industrial

Hoja 2 de 3

Fecha: Mayo 2011

4.- MATERIALES (Pórtico L= 16 m.)

HORMIGÓN DEL PORTICO

HA-30/P/20/IIa

$f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$

$\gamma_c = 1,50$

ACERO ARMADURA PASIVA

B-500 S

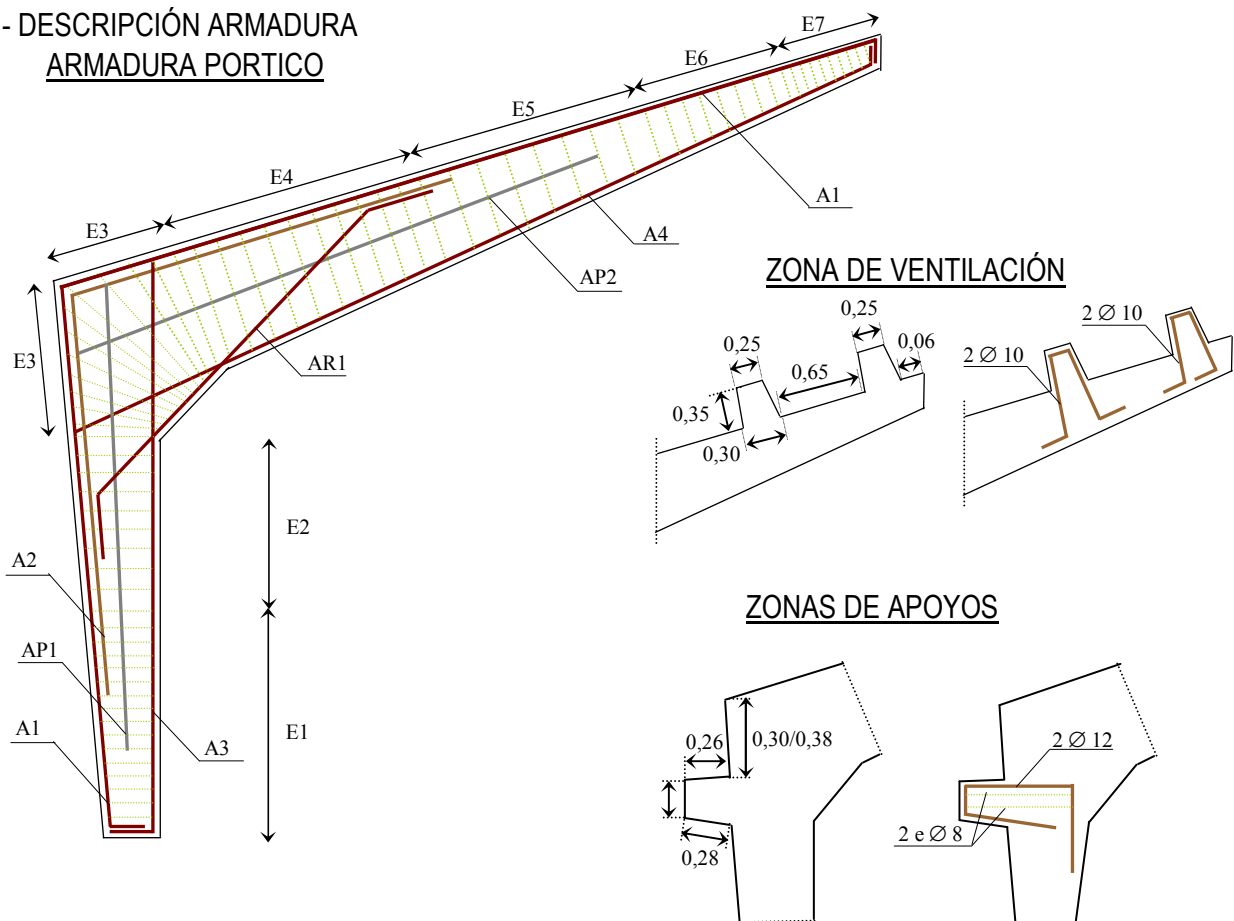
$f_{sk} = 500 \text{ N/mm}^2$

$\gamma_s = 1,15$

Nota: El recubrimiento será acorde al ambiente de exposición del elemento en obra.

5.- DESCRIPCIÓN ARMADURA

ARMADURA PORTICO



La armadura con designación A1 y A2 esta dimensionadas verificando la continuidad en el nudo intermedio union dintel-pilar.

Ficha Características Técnicas según EHE
de PORTICO DE 2 PIEZAS

FABRICANTE

Nombre: Prefabricados Touron S.L.
Dirección: Vilar de Sarria, nº 34
Población: 27614 SARRIA (Lugo)

TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA

Nombre: Alejandro Hernández Sanmartín
Titulación: Ingeniero Técnico Industrial

Colegio Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja

Hoja 3 de 3

Fecha: Mayo 2011

6.- CARACTERISTICAS MECANICAS DE LOS PORTICOS (Pórtico L= 16 m.)

| Tipo de Viga | Carga máxima kN/m | Zonas de Estribado (simetría) | | | | | | |
|--------------|----------------------|--|---|---|---|---|---|---|
| | | Zona E1 | Zona E2 | Zona E3 | Zona E4 | Zona E5 | Zona E6 | Zona E7 |
| T1 | 7,00 | e \varnothing 8 c/10 cm. L1 = 1,61 mt. | e \varnothing 8 c/15 cm. L2 = 1,61 mt. | e \varnothing 8 c/10 cm. L3 = 2,02 mt. | e \varnothing 8 c/15 cm. L4 = 4,00 mt. | e \varnothing 8 c/20 cm. L5 = 2,00 mt. | e \varnothing 8 c/25 cm. L6 = 1,29 mt. | e \varnothing 8 c/10 cm. L7 = 0,50 mt. |
| T2 | 8,40 | e \varnothing 8 c/7,5 cm. L1 = 1,61 mt. | e \varnothing 8 c/15 cm. L2 = 1,61 mt. | e \varnothing 8 c/10 cm. L3 = 2,02 mt. | e \varnothing 8 c/15 cm. L4 = 4,00 mt. | e \varnothing 8 c/20 cm. L5 = 2,00 mt. | e \varnothing 8 c/20 cm. L6 = 1,29 mt. | e \varnothing 8 c/10 cm. L7 = 0,50 mt. |
| T3 | 9,80 | e \varnothing 8 c/7,5 cm. L1 = 1,61 mt. | e \varnothing 8 c/10 cm. L2 = 1,61 mt. | e \varnothing 8 c/10 cm. L3 = 2,02 mt. | e \varnothing 8 c/15 cm. L4 = 4,00 mt. | e \varnothing 8 c/15 cm. L5 = 2,00 mt. | e \varnothing 8 c/20 cm. L6 = 1,29 mt. | e \varnothing 8 c/10 cm. L7 = 0,50 mt. |
| T4 | 11,90 | e \varnothing 8 c/7 cm. L1 = 1,61 mt. | e \varnothing 8 c/10 cm. L2 = 1,61 mt. | e \varnothing 8 c/10 cm. L3 = 2,02 mt. | e \varnothing 8 c/15 cm. L4 = 4,00 mt. | e \varnothing 8 c/15 cm. L5 = 2,00 mt. | e \varnothing 8 c/15 cm. L6 = 1,29 mt. | e \varnothing 8 c/10 cm. L7 = 0,50 mt. |

En el calculo desarrollado se han considerado las acciones eolicas, de acuerdo al Código Técnico de la Edificación, considerando un interese maximo de carga de 7mt. donde para la determinación de la carga estática del viento se han considerado los siguientes parámetros de calculo.

Valor básico de la velocidad de viento: Zona C

Coefficiente de exposición: Zona IV (zona urbana en general, industrial ó forestal)

Coefficiente eolico: Correspondiente a cada una de las zonas en estudio (paramentos verticales y cubierta), de acuerdo a la altura del punto en estudio.

El modelo de calculo realizado para el analisis estructural de los porticos corresponde con un portico formado por dos piezas donde los arranques en cimentacion se modelizan con articulaciones, en el nudo union dintel-pilar como nudo rigido y la union en cumbrera de los dinteles de las dos piezas como nudo articulado.

Las acciones derivadas del peso propio del pórtico están incluidas en la obtención de la carga máxima.

Los valores de carga máxima corresponden con valores de servicio, donde se han utilizado como coeficientes de mayoración $\gamma_q = 1,6$ para las acciones variables y $\gamma_p = 1,5$ para las cargas permanentes.

La carga de servicio sobre el pórtico proveniente de las acciones debe ser menor que el valor de carga máxima.

La armadura correspondiente a los estribos es la necesaria para verificar los esfuerzos existentes originados por la carga máxima.

Definición de los estribos: e \varnothing - c/ - cm. = Estribo simple (2 ramas por estribo).

Ficha Características Técnicas según EHE
de PORTICO DE 2 PIEZAS

Colegio Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja

FABRICANTE

Nombre: Prefabricados Touron S.L.
Dirección: Vilar de Sarria, nº 34
Población: 27614 SARRIA (Lugo)

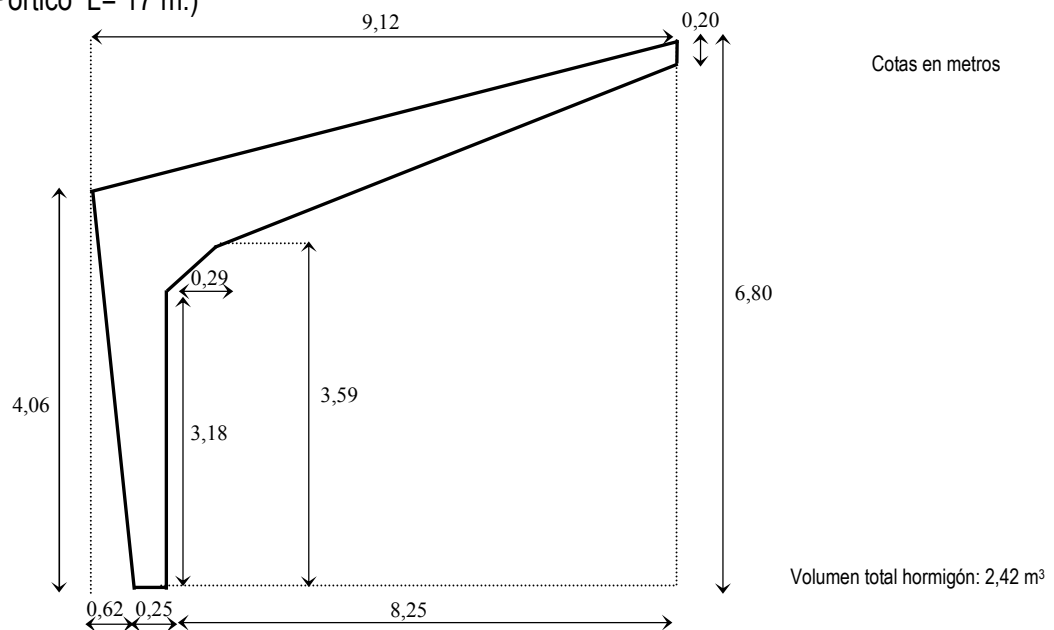
TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA

Nombre: Alejandro Hernández Sanmartín
Titulación: Ingeniero Técnico Industrial

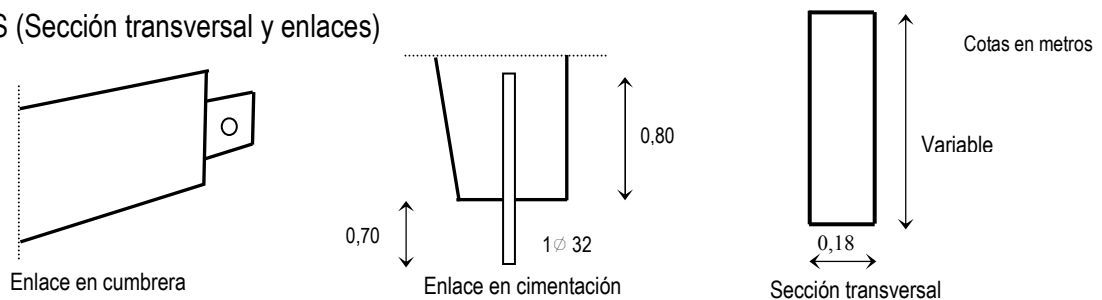
Hoja 1 de 3

Fecha: Mayo 2011

1.- GEOMETRIA (Pórtico L= 17 m.)



2.- DETALLES (Sección transversal y enlaces)



3.- DEFINICIÓN DEL ARMADO

| Tipo | A1 | A2 | A3 | A4 | AP1 | AP2 | AP3 | AP4 | AR |
|-----------|--------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| T1 | 2 ∅ 20 L _{A1} = 13,86 m. | 1 ∅ 25 L _{A2} = 6,84 mt | 2 ∅ 16 L _{A3} = 4,40 mt | 2 ∅ 16 L _{A4} = 9,64 mt | 2 ∅ 8 L _{AP1} = 3,64 mt | 2 ∅ 8 L _{AP2} = 2,12 mt | 2 ∅ 8 L _{AP3} = 7,26 mt | 2 ∅ 8 L _{AP4} = 3,85 mt | 2 ∅ 12 L _{AR} = 2,93 mt |
| T2 | 2 ∅ 25 L _{A1} = 12,74 m. | 1 ∅ 20 L _{A2} = 7,36 mt | 2 ∅ 16 L _{A3} = 4,40 mt | 2 ∅ 16 L _{A4} = 9,64 mt | 2 ∅ 8 L _{AP1} = 3,64 mt | 2 ∅ 8 L _{AP2} = 2,12 mt | 2 ∅ 8 L _{AP3} = 7,26 mt | 2 ∅ 8 L _{AP4} = 3,85 mt | 2 ∅ 12 L _{AR} = 2,93 mt |
| T3 | 2 ∅ 25 L _{A1} = 12,74 m. | 1 ∅ 25 L _{A2} = 7,975 mt | 2 ∅ 16 L _{A3} = 4,40 mt | 2 ∅ 16 L _{A4} = 9,64 mt | 2 ∅ 8 L _{AP1} = 3,64 mt | 2 ∅ 8 L _{AP2} = 2,12 mt | 2 ∅ 8 L _{AP3} = 7,26 mt | 2 ∅ 8 L _{AP4} = 3,85 mt | 2 ∅ 12 L _{AR} = 2,93 mt |
| T4 | 2 ∅ 25 L _{A1} = 12,74 m. | 1 ∅ 32 L _{A2} = 8,00 mt | 2 ∅ 16 L _{A3} = 4,40 mt | 2 ∅ 16 L _{A4} = 9,64 mt | 2 ∅ 8 L _{AP1} = 3,64 mt | 2 ∅ 8 L _{AP2} = 2,12 mt | 2 ∅ 8 L _{AP3} = 7,26 mt | 2 ∅ 8 L _{AP4} = 3,85 mt | 2 ∅ 12 L _{AR} = 2,93 mt |

Ficha Características Técnicas según EHE
de PORTICO DE 2 PIEZAS

Colegio Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja

FABRICANTE

Nombre: Prefabricados Touron S.L.
Dirección: Vilar de Sarria, nº 34
Población: 27614 SARRIA (Lugo)

TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA

Nombre: Alejandro Hernández Sanmartín
Titulación: Ingeniero Técnico Industrial

Hoja 2 de 3

Fecha: Mayo 2011

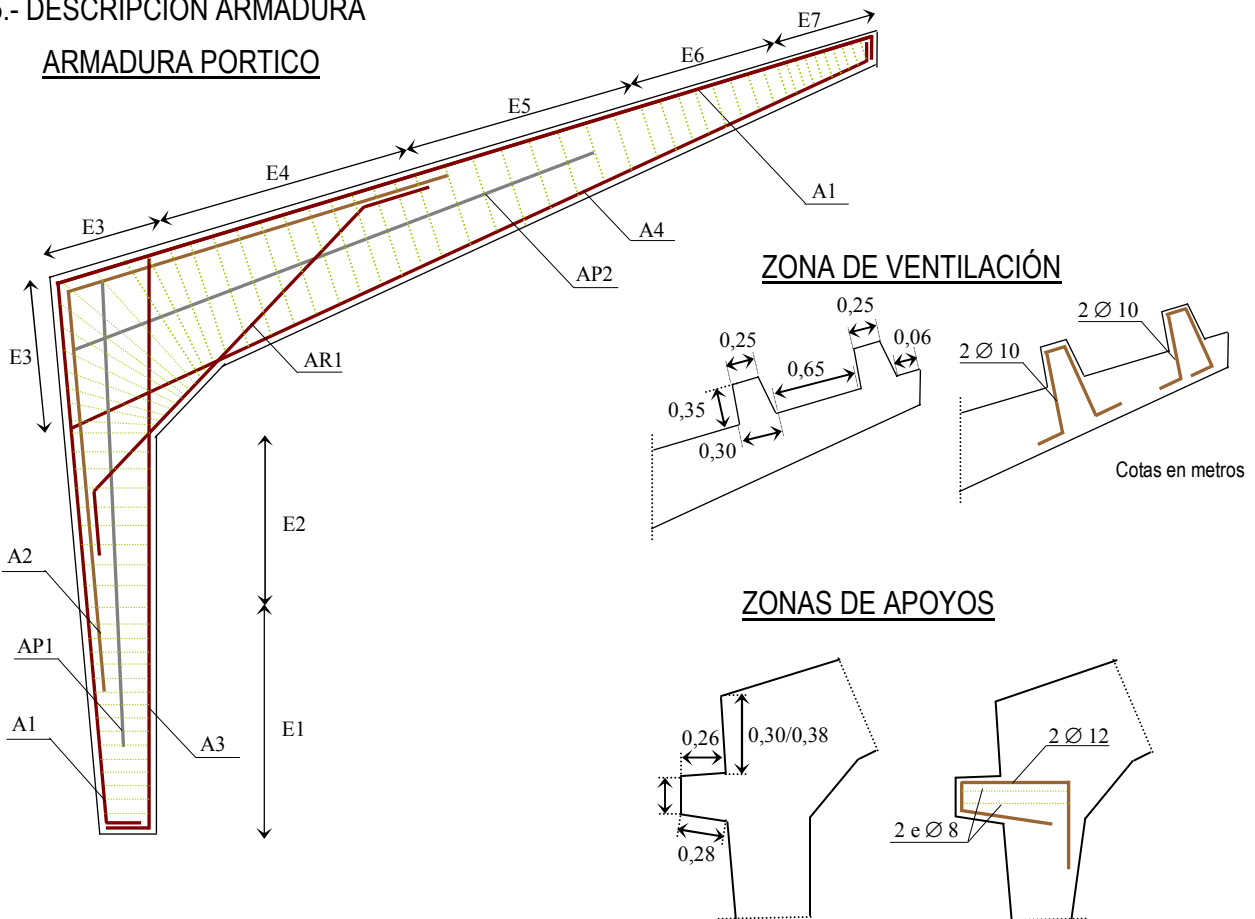
4.- MATERIALES (Pórtico L= 17 m.)

| | | | |
|-----------------------|----------------|-------------------------------|--------------------------------------|
| HORMIGÓN DEL PORTICO | HA-30/P/20/IIa | $f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$ | $\gamma_c = 1,50$ Cotas en metros |
| ACERO ARMADURA PASIVA | B-500 S | $f_{sk} = 500 \text{ N/mm}^2$ | $\gamma_s = 1,15$ |

Nota: El recubrimiento será acorde al ambiente de exposición del elemento en obra.

5.- DESCRIPCIÓN ARMADURA

ARMADURA PORTICO



La armadura con designación A1 y A2 esta dimensionadas verificando la continuidad en el nudo intermedio union dintel-pilar.

| | |
|---|---|
| <p>Ficha Características Técnicas según EHE de PORTICO DE 2 PIEZAS</p> <p>FABRICANTE Nombre: Prefabricados Touron S.L. Dirección: Vilar de Sarria, nº 34 Población: 27614 SARRIA (Lugo)</p> <p>TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA Nombre: Alejandro Hernández Sanmartín Titulación: Ingeniero Técnico Industrial</p> | <p>Colegio Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja</p> |
| <p>Hoja 3 de 3</p> | <p>Fecha: Mayo 2011</p> |

6.- CARACTERISTICAS MECANICAS DE LOS PORTICOS (Pórtico L= 17 m.)

Cotas en metros

| Tipo de Viga | Carga máxima kN/m | Zonas de Estribado (simetría) | | | | | | |
|--------------|----------------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| | | Zona E1 | Zona E2 | Zona E3 | Zona E4 | Zona E5 | Zona E6 | Zona E7 |
| T1 | 7,00 | e ∅ 8 c/7,5 cm. L1 = 1,58 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L2 = 1,58 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L3 = 2,10 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L4 = 4,50 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L5 = 2,00 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L6 = 1,32 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L7 = 0,50 mt. |
| T2 | 8,40 | e ∅ 8 c/7,5 cm. L1 = 1,58 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L2 = 1,58 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L3 = 2,10 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L4 = 4,50 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L5 = 2,00 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L6 = 1,32 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L7 = 0,50 mt. |
| T3 | 9,80 | e ∅ 8 c/6 cm. L1 = 1,58 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L2 = 1,58 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L3 = 2,10 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L4 = 4,50 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L5 = 2,00 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L6 = 1,32 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L7 = 0,50 mt. |
| T4 | 11,90 | e ∅ 8 c/6 cm. L1 = 1,58 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L2 = 1,58 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L3 = 2,10 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L4 = 4,50 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L5 = 2,00 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L6 = 1,32 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L7 = 0,50 mt. |

En el calculo desarrollado se han considerado las acciones eolicas, de acuerdo al Código Técnico de la Edificación, considerando un interese maximo de carga de 7mt. donde para la determinación de la carga estática del viento se han considerado los siguientes parámetros de calculo.

Valor básico de la velocidad de viento: Zona C Cotas en metros

Coefficiente de exposición: Zona IV (zona urbana en general, industrial ó forestal)

Coefficiente eolico: Correspondiente a cada una de las zonas en estudio (paramentos verticales y cubierta), de acuerdo a la altura del punto en estudio.

El modelo de calculo realizado para el analisis estructural de los porticos corresponde con un portico formado por dos piezas donde los arranques en cimentacion se modelizan con articulaciones, en el nudo union dintel-pilar como nudo rigido y la union en cumbrera de los dinteles de las dos piezas como nudo articulado.

Las acciones derivadas del peso propio del pórtico están incluidas en la obtención de la carga máxima.

Los valores de carga máxima corresponden con valores de servicio, donde se han utilizado como coeficientes de mayoración $\gamma_q = 1,6$ para las acciones variables y $\gamma_p = 1,5$ para las cargas permanentes.

La carga de servicio sobre el pórtico proveniente de las acciones debe ser menor que el valor de carga máxima.

La armadura correspondiente a los estribos es la necesaria para verificar los esfuerzos existentes originados por la carga máxima.

Definición de los estribos: e ∅ - c/ - cm. = Estribo simple (2 ramas por estribo).

Ficha Características Técnicas según EHE
de PORTICO DE 2 PIEZAS

Colegio Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja

FABRICANTE

Nombre: Prefabricados Touron S.L.
Dirección: Vilar de Sarria, nº 34
Población: 27614 SARRIA (Lugo)

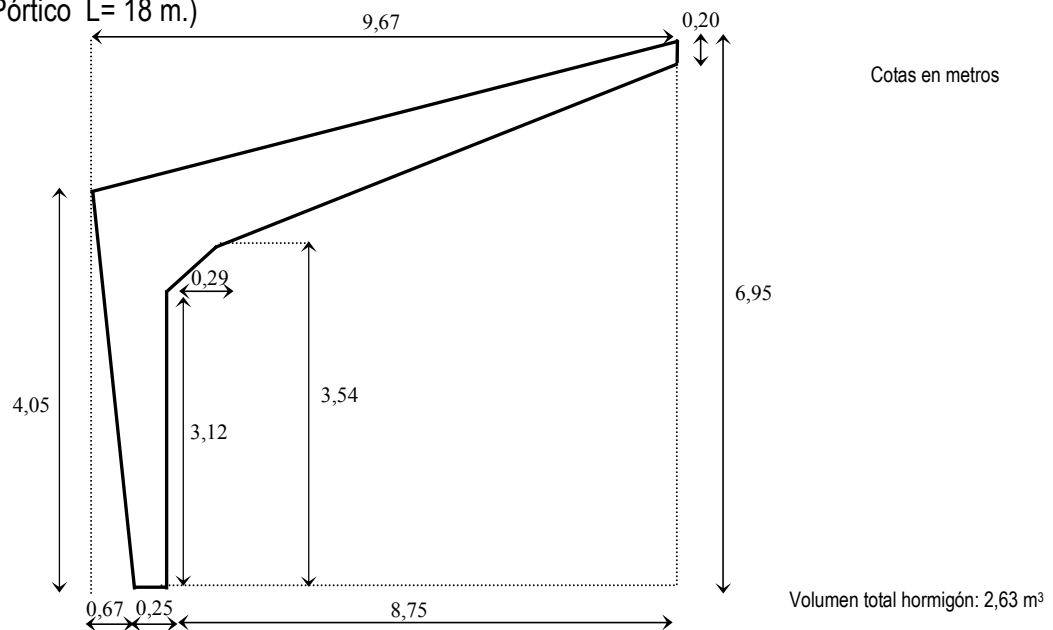
TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA

Nombre: Alejandro Hernández Sanmartín
Titulación: Ingeniero Técnico Industrial

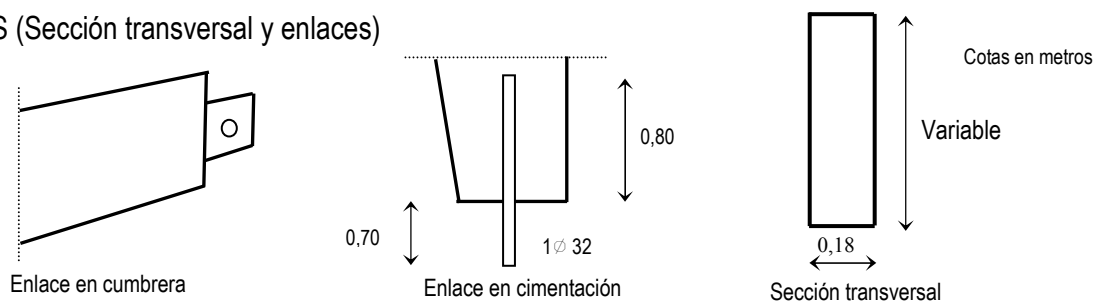
Hoja 1 de 3

Fecha: Mayo 2011

1.- GEOMETRIA (Pórtico L= 18 m.)



2.- DETALLES (Sección transversal y enlaces)



3.- DEFINICIÓN DEL ARMADO

| Tipo | A1 | A2 | A3 | A4 | AP1 | AP2 | AP3 | AP4 | AR |
|------|--------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| T1 | 2 ∅ 20 L _{A1} = 14,42 m. | 1 ∅ 25 L _{A2} = 8,58 mt | 2 ∅ 16 L _{A3} = 4,40 mt | 2 ∅ 16 L _{A4} = 10,20 mt | 2 ∅ 8 L _{AP1} = 3,64 mt | 2 ∅ 8 L _{AP2} = 2,12 mt | 2 ∅ 8 L _{AP3} = 7,91 mt | 2 ∅ 8 L _{AP4} = 3,90 mt | 2 ∅ 12 L _{AR} = 3,03 mt |
| T2 | 2 ∅ 25 L _{A1} = 14,42 m. | 1 ∅ 20 L _{A2} = 7,96 mt | 2 ∅ 16 L _{A3} = 4,40 mt | 2 ∅ 16 L _{A4} = 10,20 mt | 2 ∅ 8 L _{AP1} = 3,64 mt | 2 ∅ 8 L _{AP2} = 2,12 mt | 2 ∅ 8 L _{AP3} = 7,91 mt | 2 ∅ 8 L _{AP4} = 3,90 mt | 2 ∅ 12 L _{AR} = 3,03 mt |
| T3 | 2 ∅ 25 L _{A1} = 14,42 m. | 1 ∅ 25 L _{A2} = 8,33 mt | 2 ∅ 16 L _{A3} = 4,40 mt | 2 ∅ 16 L _{A4} = 10,20 mt | 2 ∅ 8 L _{AP1} = 3,64 mt | 2 ∅ 8 L _{AP2} = 2,12 mt | 2 ∅ 8 L _{AP3} = 7,91 mt | 2 ∅ 8 L _{AP4} = 3,90 mt | 2 ∅ 12 L _{AR} = 3,03 mt |
| T4 | 2 ∅ 25 L _{A1} = 14,42 m. | 1 ∅ 32 L _{A2} = 8,58 mt | 2 ∅ 16 L _{A3} = 4,40 mt | 2 ∅ 16 L _{A4} = 10,20 mt | 2 ∅ 8 L _{AP1} = 3,64 mt | 2 ∅ 8 L _{AP2} = 2,12 mt | 2 ∅ 8 L _{AP3} = 7,91 mt | 2 ∅ 8 L _{AP4} = 3,90 mt | 2 ∅ 12 L _{AR} = 3,03 mt |

Ficha Características Técnicas según EHE
de PORTICO DE 2 PIEZAS

Colegio Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja

FABRICANTE

Nombre: Prefabricados Touron S.L.
Dirección: Vilar de Sarria, nº 34
Población: 27614 SARRIA (Lugo)

TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA

Nombre: Alejandro Hernández Sanmartín
Titulación: Ingeniero Técnico Industrial

Hoja 2 de 3

Fecha: Mayo 2011

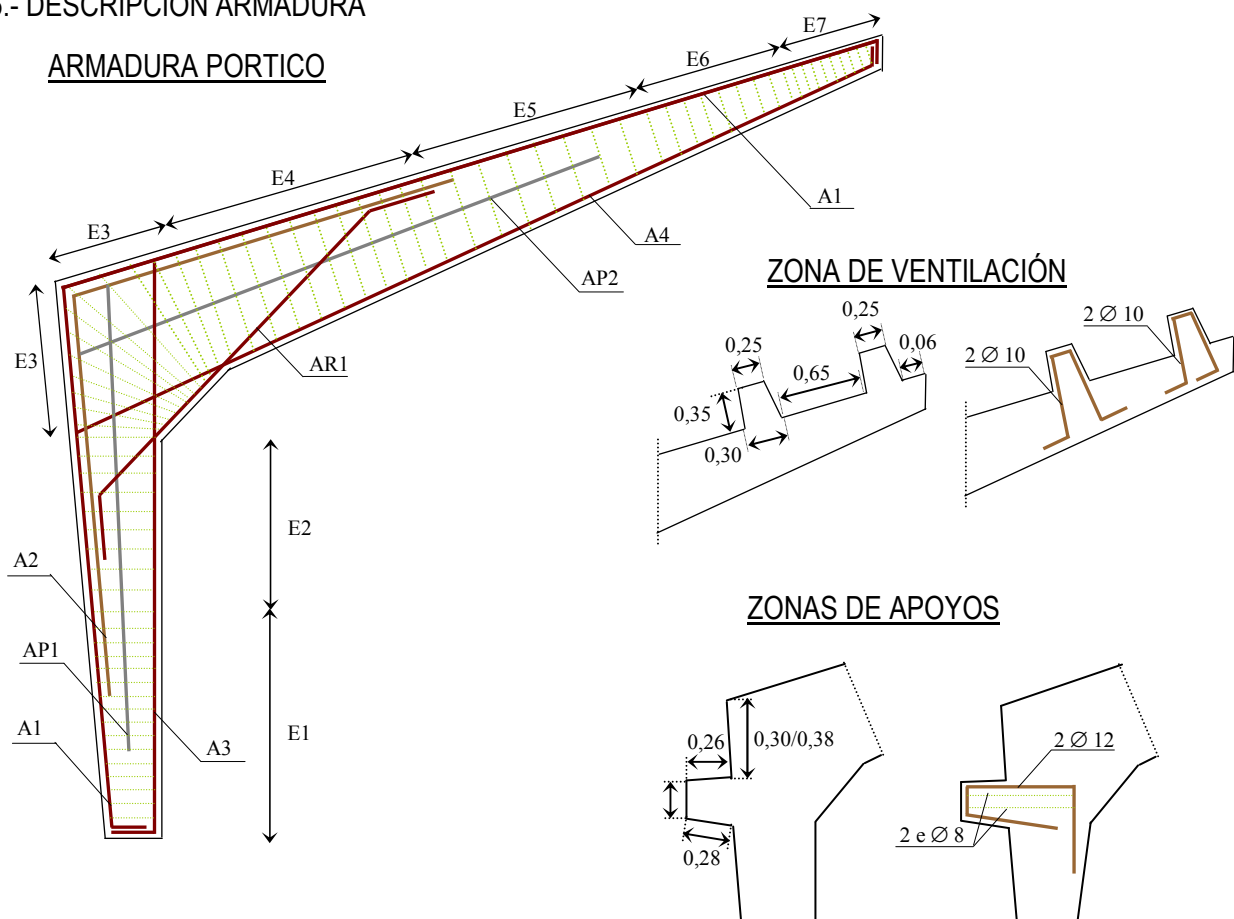
4.- MATERIALES (Pórtico L= 18 m.)

| | | | |
|-----------------------|----------------|-------------------------------|-------------------|
| HORMIGÓN DEL PORTICO | HA-30/P/20/IIa | $f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$ | $\gamma_c = 1,50$ |
| ACERO ARMADURA PASIVA | B-500 S | $f_{sk} = 500 \text{ N/mm}^2$ | $\gamma_s = 1,15$ |

Nota: El recubrimiento será acorde al ambiente de exposición del elemento en obra.

5.- DESCRIPCIÓN ARMADURA

ARMADURA PORTICO



La armadura con designación A1 y A2 esta dimensionadas verificando la continuidad en el nudo intermedio union dintel-pilar.

| | |
|---|---|
| <p>Ficha Características Técnicas según EHE de PORTICO DE 2 PIEZAS</p> <p>FABRICANTE Nombre: Prefabricados Touron S.L. Dirección: Vilar de Sarria, nº 34 Población: 27614 SARRIA (Lugo)</p> <p>TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA Nombre: Alejandro Hernández Sanmartín Titulación: Ingeniero Técnico Industrial</p> | <p>Colegio Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja</p> |
| <p>Hoja 3 de 3</p> | <p>Fecha: Mayo 2011</p> |

6.- CARACTERISTICAS MECANICAS DE LOS PORTICOS (Pórtico L= 18 m.)

| Tipo de Viga | Carga máxima kN/m | Zonas de Estribado (simetría) | | | | | | |
|--------------|----------------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| | | Zona E1 | Zona E2 | Zona E3 | Zona E4 | Zona E5 | Zona E6 | Zona E7 |
| T1 | 7,00 | e ∅ 8 c/10 cm. L1 = 1,56 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L2 = 1,56 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L3 = 2,20 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L4 = 4,50 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L5 = 2,50 mt. | e ∅ 8 c/25 cm. L6 = 1,35 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L7 = 0,50 mt. |
| T2 | 8,40 | e ∅ 8 c/7,5 cm. L1 = 1,56 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L2 = 1,56 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L3 = 2,10 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L4 = 4,50 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L5 = 2,50 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L6 = 1,35 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L7 = 0,50 mt. |
| T3 | 9,80 | e ∅ 8 c/7,5 cm. L1 = 1,56 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L2 = 1,56 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L3 = 2,10 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L4 = 4,50 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L5 = 2,50 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L6 = 1,35 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L7 = 0,50 mt. |
| T4 | 11,90 | e ∅ 8 c/6 cm. L1 = 1,56 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L2 = 1,56 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L3 = 2,10 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L4 = 4,50 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L5 = 2,50 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L6 = 1,35 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L7 = 0,50 mt. |

En el calculo desarrollado se han considerado las acciones eolicas, de acuerdo al Código Técnico de la Edificación, considerando un interese maximo de carga de 7mt. donde para la determinación de la carga estática del viento se han considerado los siguientes parámetros de calculo.

Valor básico de la velocidad de viento: Zona C

Coefficiente de exposición: Zona IV (zona urbana en general, industrial ó forestal)

Coefficiente eolico: Correspondiente a cada una de las zonas en estudio (paramentos verticales y cubierta), de acuerdo a la altura del punto en estudio.

El modelo de calculo realizado para el analisis estructural de los porticos corresponde con un portico formado por dos piezas donde los arranques en cimentacion se modelizan con articulaciones, en el nudo union dintel-pilar como nudo rigido y la union en cumbrera de los dinteles de las dos piezas como nudo articulado.

Las acciones derivadas del peso propio del pórtico están incluidas en la obtención de la carga máxima.

Los valores de carga máxima corresponden con valores de servicio, donde se han utilizado como coeficientes de mayoración $\gamma_q = 1,6$ para las acciones variables y $\gamma_p = 1,5$ para las cargas permanentes.

La carga de servicio sobre el pórtico proveniente de las acciones debe ser menor que el valor de carga máxima.

La armadura correspondiente a los estribos es la necesaria para verificar los esfuerzos existentes originados por la carga máxima.

Definición de los estribos: e ∅ - c/ - cm. = Estribo simple (2 ramas por estribo).

Ficha Características Técnicas según EHE
de PORTICO DE 2 PIEZAS

Colegio Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja

FABRICANTE

Nombre: Prefabricados Touron S.L.
Dirección: Vilar de Sarria, nº 34
Población: 27614 SARRIA (Lugo)

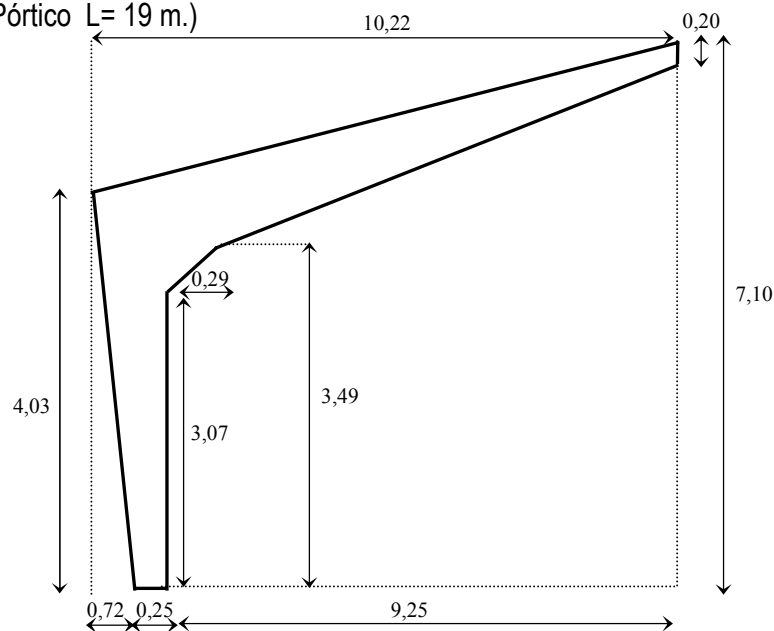
TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA

Nombre: Alejandro Hernández Sanmartín
Titulación: Ingeniero Técnico Industrial

Hoja 1 de 3

Fecha: Mayo 2011

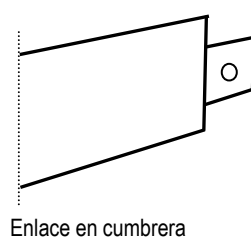
1.- GEOMETRIA (Pórtico L= 19 m.)



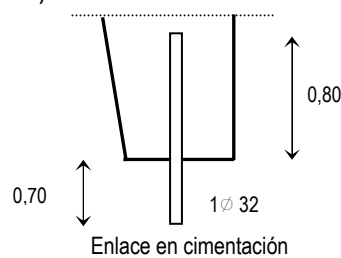
Cotas en metros

Volumen total hormigón: 2,85 m³

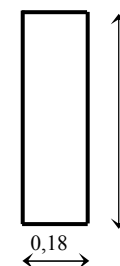
2.- DETALLES (Sección transversal y enlaces)



Enlace en cumbrera



Enlace en cimentación



Sección transversal

Cotas en metros

Variable

3.- DEFINICIÓN DEL ARMADO

| Tipo | A1 | A2 | A3 | A4 | AP1 | AP2 | AP3 | AP4 | AR |
|------|--------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| T1 | 2 Ø 20 L _{A1} = 15,00 m. | 1 Ø 25 L _{A2} = 7,95 mt | 2 Ø 16 L _{A3} = 4,40 mt | 2 Ø 16 L _{A4} = 10,78 mt | 2 Ø 8 L _{AP1} = 3,62 mt | 2 Ø 8 L _{AP2} = 2,10 mt | 2 Ø 8 L _{AP3} = 8,56 mt | 2 Ø 8 L _{AP4} = 3,96 mt | 2 Ø 12 L _{AR} = 3,14 mt |
| T2 | 2 Ø 25 L _{A1} = 15,00 m. | 1 Ø 20 L _{A2} = 7,95 mt | 2 Ø 16 L _{A3} = 4,40 mt | 2 Ø 16 L _{A4} = 10,78 mt | 2 Ø 8 L _{AP1} = 3,62 mt | 2 Ø 8 L _{AP2} = 2,10 mt | 2 Ø 8 L _{AP3} = 8,56 mt | 2 Ø 8 L _{AP4} = 3,96 mt | 2 Ø 12 L _{AR} = 3,14 mt |
| T3 | 2 Ø 25 L _{A1} = 15,00 m. | 1 Ø 25 L _{A2} = 7,58 mt | 2 Ø 16 L _{A3} = 4,40 mt | 2 Ø 16 L _{A4} = 10,78 mt | 2 Ø 8 L _{AP1} = 3,62 mt | 2 Ø 8 L _{AP2} = 2,10 mt | 2 Ø 8 L _{AP3} = 8,56 mt | 2 Ø 8 L _{AP4} = 3,96 mt | 2 Ø 12 L _{AR} = 3,14 mt |
| T4 | 2 Ø 25 L _{A1} = 15,00 m. | 1 Ø 32 L _{A2} = 7,95 mt | 2 Ø 16 L _{A3} = 4,40 mt | 2 Ø 16 L _{A4} = 10,78 mt | 2 Ø 8 L _{AP1} = 3,62 mt | 2 Ø 8 L _{AP2} = 2,10 mt | 2 Ø 8 L _{AP3} = 8,56 mt | 2 Ø 8 L _{AP4} = 3,96 mt | 2 Ø 12 L _{AR} = 3,14 mt |

Ficha Características Técnicas según EHE
de PORTICO DE 2 PIEZAS

FABRICANTE

Nombre: Prefabricados Touron S.L.
Dirección: Vilar de Sarria, nº 34
Población: 27614 SARRIA (Lugo)

TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA

Nombre: Alejandro Hernández Sanmartín
Titulación: Ingeniero Técnico Industrial

Colegio Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja

Hoja 2 de 3

Fecha: Mayo 2011

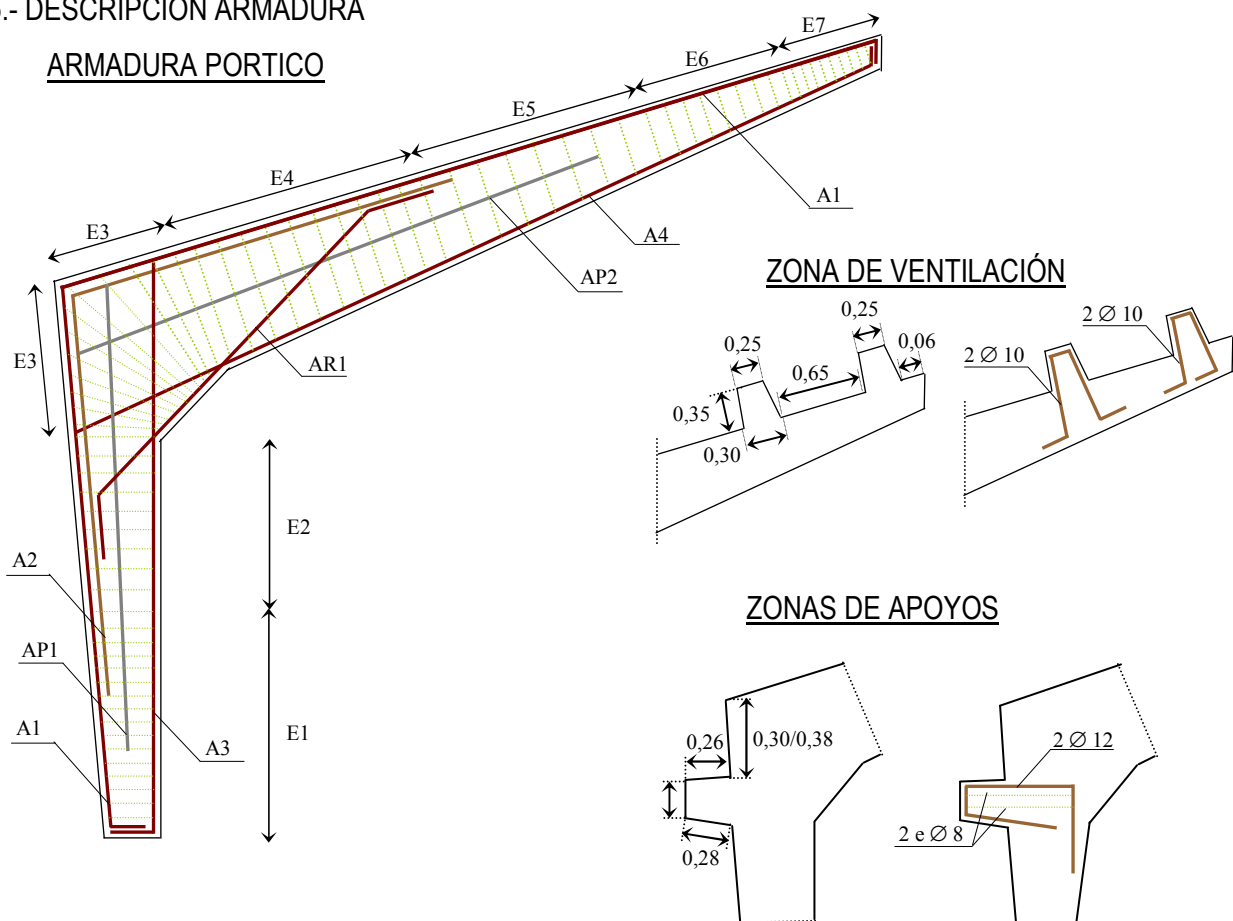
4.- MATERIALES (Pórtico L= 19 m.)

| | | | |
|-----------------------|----------------|-------------------------------|-------------------|
| HORMIGÓN DEL PORTICO | HA-30/P/20/IIa | $f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$ | $\gamma_c = 1,50$ |
| ACERO ARMADURA PASIVA | B-500 S | $f_{sk} = 500 \text{ N/mm}^2$ | $\gamma_s = 1,15$ |

Nota: El recubrimiento será acorde al ambiente de exposición del elemento en obra.

5.- DESCRIPCIÓN ARMADURA

ARMADURA PORTICO



La armadura con designación A1 y A2 esta dimensionadas verificando la continuidad en el nudo intermedio union dintel-pilar.

| | |
|---|---|
| <p>Ficha Características Técnicas según EHE de PORTICO DE 2 PIEZAS</p> <p>FABRICANTE Nombre: Prefabricados Touron S.L. Dirección: Vilar de Sarria, nº 34 Población: 27614 SARRIA (Lugo)</p> <p>TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA Nombre: Alejandro Hernández Sanmartín Titulación: Ingeniero Técnico Industrial</p> | <p>Colegio Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja</p> |
| <p>Hoja 3 de 3</p> | <p>Fecha: Mayo 2011</p> |

6.- CARACTERISTICAS MECANICAS DE LOS PORTICOS (Pórtico L= 19 m.)

| Tipo de Viga | Carga máxima kN/m | Zonas de Estribado (simetría) | | | | | | |
|--------------|----------------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| | | Zona E1 | Zona E2 | Zona E3 | Zona E4 | Zona E5 | Zona E6 | Zona E7 |
| T1 | 7,00 | e ∅ 8 c/10 cm. L1 = 1,53 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L2 = 1,53 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L3 = 2,28 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L4 = 5,00 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L5 = 2,50 mt. | e ∅ 8 c/25 cm. L6 = 1,37 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L7 = 0,50 mt. |
| T2 | 8,40 | e ∅ 8 c/7,5 cm. L1 = 1,53 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L2 = 1,53 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L3 = 2,28 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L4 = 5,00 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L5 = 2,50 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L6 = 1,37 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L7 = 0,50 mt. |
| T3 | 9,80 | e ∅ 8 c/7,5 cm. L1 = 1,53 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L2 = 1,53 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L3 = 2,28 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L4 = 5,00 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L5 = 2,50 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L6 = 1,37 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L7 = 0,50 mt. |
| T4 | 11,90 | e ∅ 8 c/6 cm. L1 = 1,53 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L2 = 1,53 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L3 = 2,28 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L4 = 5,00 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L5 = 2,50 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L6 = 1,37 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L7 = 0,50 mt. |

En el calculo desarrollado se han considerado las acciones eolicas, de acuerdo al Código Técnico de la Edificación, considerando un interese maximo de carga de 7mt. donde para la determinación de la carga estática del viento se han considerado los siguientes parámetros de calculo.

Valor básico de la velocidad de viento: Zona C

Coefficiente de exposición: Zona IV (zona urbana en general, industrial ó forestal)

Coefficiente eolico: Correspondiente a cada una de las zonas en estudio (paramentos verticales y cubierta), de acuerdo a la altura del punto en estudio.

El modelo de calculo realizado para el analisis estructural de los porticos corresponde con un portico formado por dos piezas donde los arranques en cimentacion se modelizan con articulaciones, en el nudo union dintel-pilar como nudo rigido y la union en cumbrera de los dinteles de las dos piezas como nudo articulado.

Las acciones derivadas del peso propio del pórtico están incluidas en la obtención de la carga máxima.

Los valores de carga máxima corresponden con valores de servicio, donde se han utilizado como coeficientes de mayoración $\gamma_q = 1,6$ para las acciones variables y $\gamma_p = 1,5$ para las cargas permanentes.

La carga de servicio sobre el pórtico proveniente de las acciones debe ser menor que el valor de carga máxima.

La armadura correspondiente a los estribos es la necesaria para verificar los esfuerzos existentes originados por la carga máxima.

Definición de los estribos: e ∅ - c/ - cm. = Estribo simple (2 ramas por estribo).

Ficha Características Técnicas según EHE
de PORTICO DE 2 PIEZAS

Colegio Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja

FABRICANTE

Nombre: Prefabricados Touron S.L.
Dirección: Vilar de Sarria, nº 34
Población: 27614 SARRIA (Lugo)

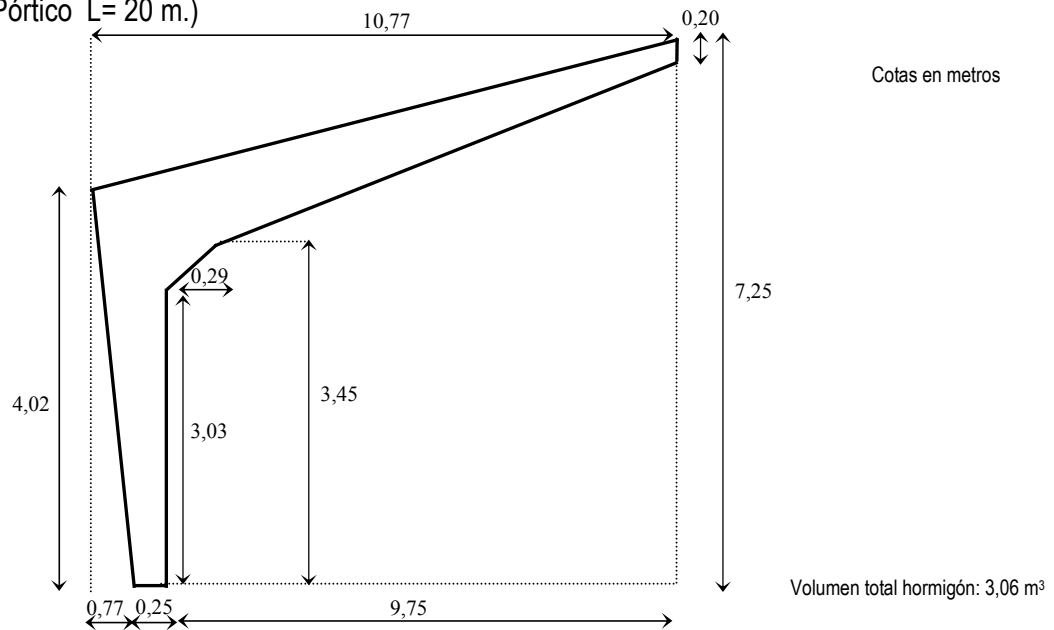
TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA

Nombre: Alejandro Hernández Sanmartín
Titulación: Ingeniero Técnico Industrial

Hoja 1 de 3

Fecha: Mayo 2011

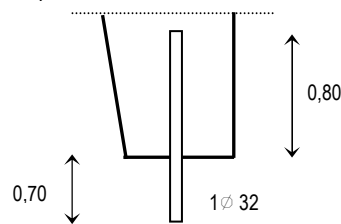
1.- GEOMETRIA (Pórtico L= 20 m.)



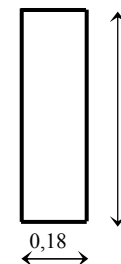
2.- DETALLES (Sección transversal y enlaces)



Enlace en cumbrera



Enlace en cimentación



Sección transversal

Cotas en metros

Variable

3.- DEFINICIÓN DEL ARMADO

| Tipo | A1 | A2 | A3 | A4 | AP1 | AP2 | AP3 | AP4 | AR |
|-----------|--------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| T1 | 2 ∅ 25 L _{A1} = 15,56 m. | 1 ∅ 20 L _{A2} = 7,64 mt | 2 ∅ 16 L _{A3} = 4,40 mt | 2 ∅ 16 L _{A4} = 11,35 mt | 2 ∅ 8 L _{AP1} = 3,62 mt | 2 ∅ 8 L _{AP2} = 2,10 mt | 2 ∅ 8 L _{AP3} = 9,00 mt | 2 ∅ 8 L _{AP4} = 3,96 mt | 2 ∅ 12 L _{AR} = 4,00 mt |
| T2 | 2 ∅ 25 L _{A1} = 15,56 m. | 1 ∅ 25 L _{A2} = 8,00 mt | 2 ∅ 16 L _{A3} = 4,40 mt | 2 ∅ 16 L _{A4} = 11,35 mt | 2 ∅ 8 L _{AP1} = 3,62 mt | 2 ∅ 8 L _{AP2} = 2,10 mt | 2 ∅ 8 L _{AP3} = 9,00 mt | 2 ∅ 8 L _{AP4} = 3,96 mt | 2 ∅ 12 L _{AR} = 4,00 mt |
| T3 | 2 ∅ 25 L _{A1} = 15,56 m. | 1 ∅ 32 L _{A2} = 8,38 mt | 2 ∅ 16 L _{A3} = 4,40 mt | 2 ∅ 16 L _{A4} = 11,35 mt | 2 ∅ 8 L _{AP1} = 3,62 mt | 2 ∅ 8 L _{AP2} = 2,10 mt | 2 ∅ 8 L _{AP3} = 9,00 mt | 2 ∅ 8 L _{AP4} = 3,96 mt | 2 ∅ 12 L _{AR} = 4,00 mt |
| T4 | 2 ∅ 32 L _{A1} = 15,56 m. | 1 ∅ 25 L _{A2} = 7,43 mt | 2 ∅ 16 L _{A3} = 4,40 mt | 2 ∅ 16 L _{A4} = 11,35 mt | 2 ∅ 8 L _{AP1} = 3,62 mt | 2 ∅ 8 L _{AP2} = 2,10 mt | 2 ∅ 8 L _{AP3} = 9,00 mt | 2 ∅ 8 L _{AP4} = 3,96 mt | 2 ∅ 12 L _{AR} = 4,00 mt |

Ficha Características Técnicas según EHE
de PORTICO DE 2 PIEZAS

FABRICANTE

Nombre: Prefabricados Touron S.L.
Dirección: Vilar de Sarria, nº 34
Población: 27614 SARRIA (Lugo)

TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA

Nombre: Alejandro Hernández Sanmartín
Titulación: Ingeniero Técnico Industrial

Colegio Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja

Hoja 2 de 3

Fecha: Mayo 2011

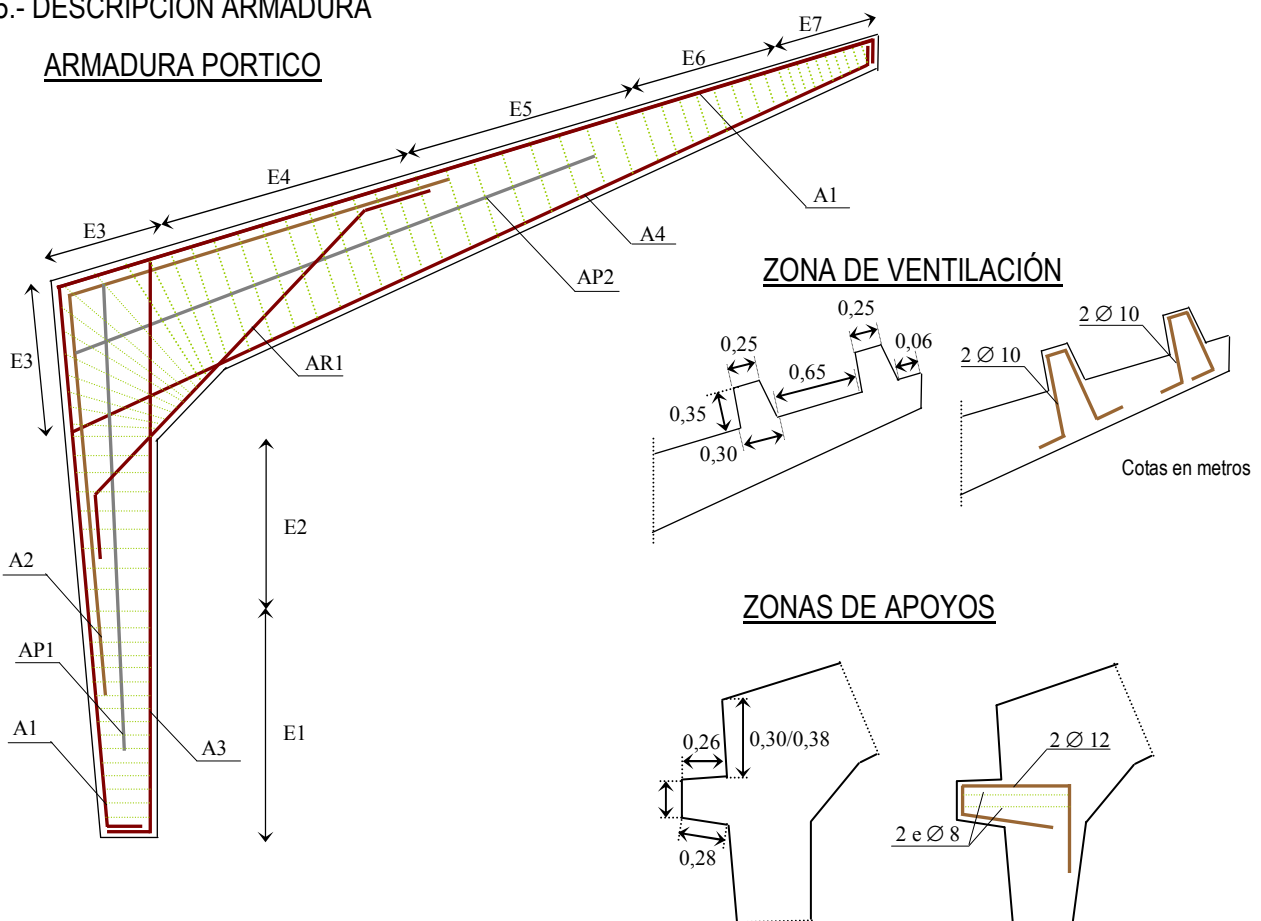
4.- MATERIALES (Pórtico L= 20 m.)

| | | | |
|-----------------------|----------------|-------------------------------|--------------------------------------|
| HORMIGÓN DEL PORTICO | HA-30/P/20/Ila | $f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$ | $\gamma_c = 1,50$ Cotas en metros |
| ACERO ARMADURA PASIVA | B-500 S | $f_{sk} = 500 \text{ N/mm}^2$ | $\gamma_s = 1,15$ |

Nota: El recubrimiento será acorde al ambiente de exposición del elemento en obra.

5.- DESCRIPCIÓN ARMADURA

ARMADURA PORTICO



La armadura con designación A1 y A2 esta dimensionadas verificando la continuidad en el nudo intermedio union dintel-pilar.

| | |
|---|---|
| <p>Ficha Características Técnicas según EHE de PORTICO DE 2 PIEZAS</p> <p>FABRICANTE Nombre: Prefabricados Touron S.L. Dirección: Vilar de Sarria, nº 34 Población: 27614 SARRIA (Lugo)</p> <p>TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA Nombre: Alejandro Hernández Sanmartín Titulación: Ingeniero Técnico Industrial</p> | <p>Colegio Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja</p> |
| <p>Hoja 3 de 3</p> | <p>Fecha: Mayo 2011</p> |

6.- CARACTERISTICAS MECANICAS DE LOS PORTICOS (Pórtico L= 20 m.)

Cotas en metros

| Tipo de Viga | Carga máxima kN/m | Zonas de Estribado (simetría) | | | | | | |
|--------------|----------------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| | | Zona E1 | Zona E2 | Zona E3 | Zona E4 | Zona E5 | Zona E6 | Zona E7 |
| T1 | 7,00 | e ∅ 8 c/10 cm. L1 = 1,51 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L2 = 1,51 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L3 = 2,35 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L4 = 5,00 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L5 = 3,00 mt. | e ∅ 8 c/25 cm. L6 = 1,39 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L7 = 0,50 mt. |
| T2 | 8,40 | e ∅ 8 c/7,5 cm. L1 = 1,51 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L2 = 1,51 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L3 = 2,35 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L4 = 5,00 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L5 = 3,00 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L6 = 1,39 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L7 = 0,50 mt. |
| T3 | 9,80 | e ∅ 8 c/6 cm. L1 = 1,51 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L2 = 1,51 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L3 = 2,35 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L4 = 5,00 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L5 = 3,00 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L6 = 1,39 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L7 = 0,50 mt. |
| T4 | 11,90 | e ∅ 8 c/5 cm. L1 = 1,51 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L2 = 1,51 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L3 = 2,35 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L4 = 5,00 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L5 = 3,00 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L6 = 1,39 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L7 = 0,50 mt. |

En el calculo desarrollado se han considerado las acciones eolicas, de acuerdo al Código Técnico de la Edificación, considerando un interese maximo de carga de 7mt. donde para la determinación de la carga estática del viento se han considerado los siguientes parámetros de calculo.

Valor básico de la velocidad de viento: Zona C Cotas en metros

Coefficiente de exposición: Zona IV (zona urbana en general, industrial ó forestal)

Coefficiente eolico: Correspondiente a cada una de las zonas en estudio (paramentos verticales y cubierta), de acuerdo a la altura del punto en estudio.

El modelo de calculo realizado para el analisis estructural de los porticos corresponde con un portico formado por dos piezas donde los arranques en cimentacion se modelizan con articulaciones, en el nudo union dintel-pilar como nudo rigido y la union en cumbrera de los dinteles de las dos piezas como nudo articulado.

Las acciones derivadas del peso propio del pórtico están incluidas en la obtención de la carga máxima.

Los valores de carga máxima corresponden con valores de servicio, donde se han utilizado como coeficientes de mayoración $\gamma_q = 1,6$ para las acciones variables y $\gamma_p = 1,5$ para las cargas permanentes.

La carga de servicio sobre el pórtico proveniente de las acciones debe ser menor que el valor de carga máxima.

La armadura correspondiente a los estribos es la necesaria para verificar los esfuerzos existentes originados por la carga máxima.

Definición de los estribos: e ∅ - c/ - cm. = Estribo simple (2 ramas por estribo).

Ficha Características Técnicas según EHE
de PORTICO DE 2 PIEZAS

Colegio Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja

FABRICANTE

Nombre: Prefabricados Touron S.L.
Dirección: Vilar de Sarria, nº 34
Población: 27614 SARRIA (Lugo)

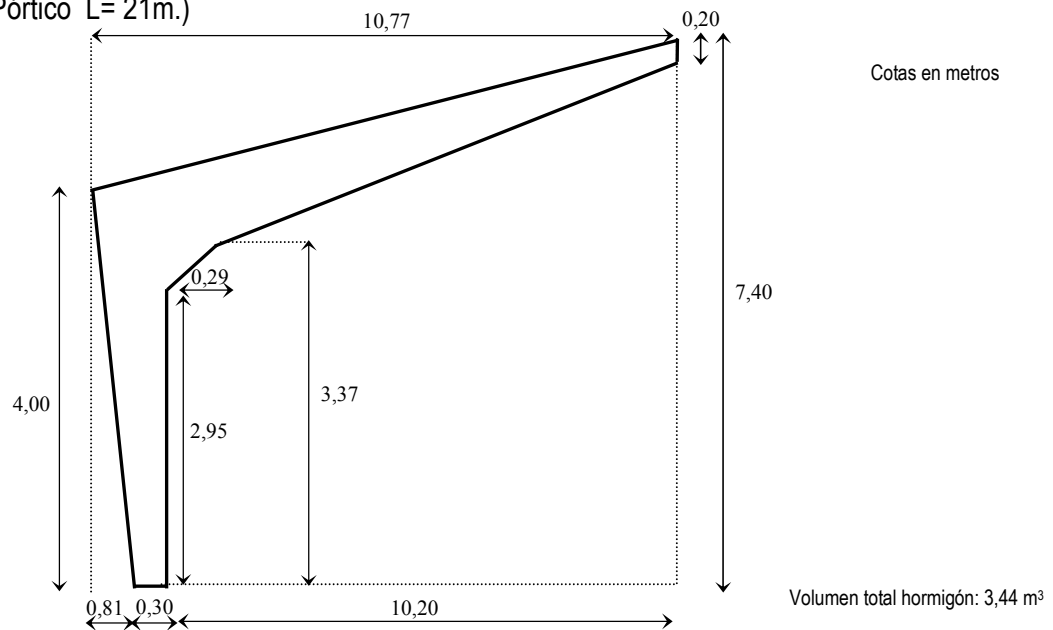
TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA

Nombre: Alejandro Hernández Sanmartín
Titulación: Ingeniero Técnico Industrial

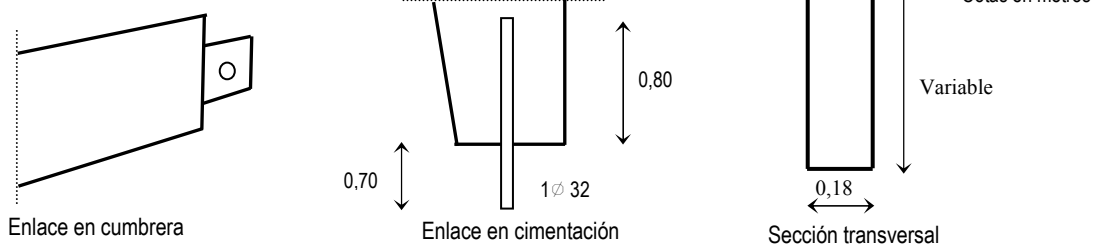
Hoja 1 de 3

Fecha: Mayo 2011

1.- GEOMETRIA (Pórtico L= 21m.)



2.- DETALLES (Sección transversal y enlaces)



3.- DEFINICIÓN DEL ARMADO

| Tipo | A1 | A2 | A3 | A4 | AP1 | AP2 | AP3 | AP4 | AR |
|-----------|-------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| T1 | 2Ø 25 L _{A1} = 16,15 m. | 1Ø 20 L _{A2} = 7,87 mt | 2Ø 16 L _{A3} = 4,40 mt | 2Ø 16 L _{A4} = 11,92 mt | 2Ø 8 L _{AP1} = 3,62 mt | 2Ø 8 L _{AP2} = 2,87 mt | 2Ø 8 L _{AP3} = 9,50 mt | 2Ø 8 L _{AP4} = 6,88 mt | 2Ø 12 L _{AR} = 3,43 mt |
| T2 | 2Ø 25 L _{A1} = 16,15 m. | 1Ø 25 L _{A2} = 8,24 mt | 2Ø 16 L _{A3} = 4,40 mt | 2Ø 16 L _{A4} = 11,92 mt | 2Ø 8 L _{AP1} = 3,62 mt | 2Ø 8 L _{AP2} = 2,87 mt | 2Ø 8 L _{AP3} = 9,50 mt | 2Ø 8 L _{AP4} = 6,88 mt | 2Ø 12 L _{AR} = 3,43 mt |
| T3 | 2Ø 25 L _{A1} = 16,15 m. | 1Ø 32 L _{A2} = 8,62 mt | 2Ø 16 L _{A3} = 4,40 mt | 2Ø 16 L _{A4} = 11,92 mt | 2Ø 8 L _{AP1} = 3,62 mt | 2Ø 8 L _{AP2} = 2,87 mt | 2Ø 8 L _{AP3} = 9,50 mt | 2Ø 8 L _{AP4} = 6,88 mt | 2Ø 12 L _{AR} = 3,43 mt |
| T4 | 2Ø 32 L _{A1} = 16,15 m. | 1Ø 25 L _{A2} = 7,81 mt | 2Ø 16 L _{A3} = 4,40 mt | 2Ø 16 L _{A4} = 11,92 mt | 2Ø 8 L _{AP1} = 3,62 mt | 2Ø 8 L _{AP2} = 2,87 mt | 2Ø 8 L _{AP3} = 9,50 mt | 2Ø 8 L _{AP4} = 6,88 mt | 2Ø 12 L _{AR} = 3,43 mt |

Ficha Características Técnicas según EHE
de PORTICO DE 2 PIEZAS

Colegio Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja

FABRICANTE

Nombre: Prefabricados Touron S.L.
Dirección: Vilar de Sarria, nº 34
Población: 27614 SARRIA (Lugo)

TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA

Nombre: Alejandro Hernández Sanmartín
Titulación: Ingeniero Técnico Industrial

Hoja 2 de 3

Fecha: Mayo 2011

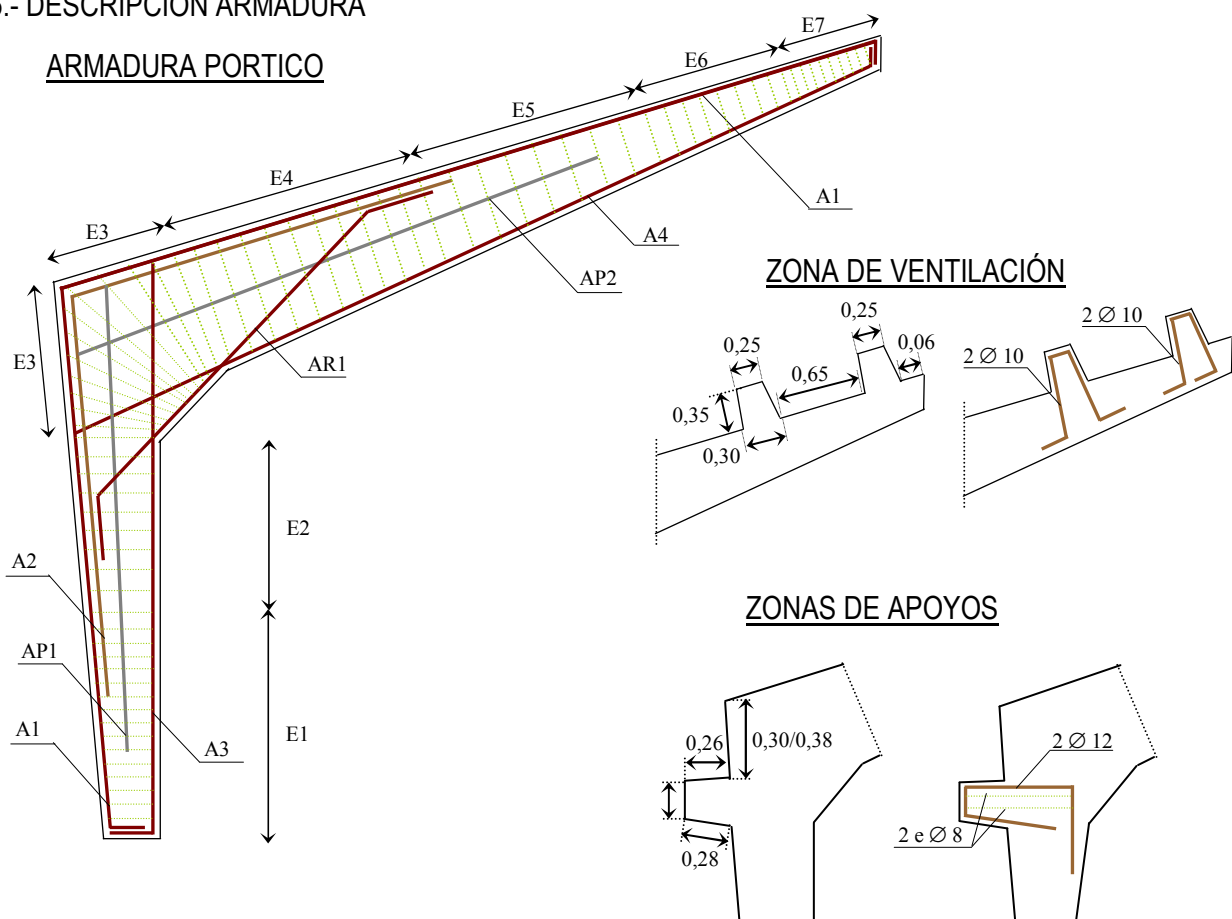
4.- MATERIALES (Pórtico L= 21 m.)

| | | | |
|-----------------------|----------------|-------------------------------|-------------------|
| HORMIGÓN DEL PORTICO | HA-30/P/20/IIa | $f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$ | $\gamma_c = 1,50$ |
| ACERO ARMADURA PASIVA | B-500 S | $f_{sk} = 500 \text{ N/mm}^2$ | $\gamma_s = 1,15$ |

Nota: El recubrimiento será acorde al ambiente de exposición del elemento en obra.

5.- DESCRIPCIÓN ARMADURA

ARMADURA PORTICO



La armadura con designación A1 y A2 esta dimensionadas verificando la continuidad en el nudo intermedio union dintel-pilar.

| | |
|---|---|
| <p>Ficha Características Técnicas según EHE de PORTICO DE 2 PIEZAS</p> <p>FABRICANTE Nombre: Prefabricados Touron S.L. Dirección: Vilar de Sarria, nº 34 Población: 27614 SARRIA (Lugo)</p> <p>TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA Nombre: Alejandro Hernández Sanmartín Titulación: Ingeniero Técnico Industrial</p> | <p>Colegio Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja</p> |
| Hoja 3 de 3 | Fecha: Mayo 2011 |

6.- CARACTERISTICAS MECANICAS DE LOS PORTICOS (Pórtico L= 21 m.)

| Tipo de Viga | Carga máxima kN/m | Zonas de Estribado (simetría) | | | | | | |
|--------------|----------------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| | | Zona E1 | Zona E2 | Zona E3 | Zona E4 | Zona E5 | Zona E6 | Zona E7 |
| T1 | 7,00 | e ∅ 8 c/10 cm. L1 = 1,47 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L2 = 1,47 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L3 = 2,53 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L4 = 5,50 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L5 = 3,00 mt. | e ∅ 8 c/25 cm. L6 = 1,35 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L7 = 0,50 mt. |
| T2 | 8,40 | e ∅ 8 c/7,5 cm. L1 = 1,47 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L2 = 1,47 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L3 = 2,53 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L4 = 5,50 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L5 = 3,00 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L6 = 1,35 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L7 = 0,50 mt. |
| T3 | 9,80 | e ∅ 8 c/7,5 cm. L1 = 1,47 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L2 = 1,47 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L3 = 2,53 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L4 = 5,50 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L5 = 3,00 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L6 = 1,35 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L7 = 0,50 mt. |
| T4 | 11,90 | e ∅ 8 c/6 cm. L1 = 1,47 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L2 = 1,47 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L3 = 2,53 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L4 = 5,50 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L5 = 3,00 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L6 = 1,35 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L7 = 0,50 mt. |

En el calculo desarrollado se han considerado las acciones eolicas, de acuerdo al Código Técnico de la Edificación, considerando un interese maximo de carga de 7mt. donde para la determinación de la carga estática del viento se han considerado los siguientes parámetros de calculo.

Valor básico de la velocidad de viento: Zona C

Coefficiente de exposición: Zona IV (zona urbana en general, industrial ó forestal)

Coefficiente eolico: Correspondiente a cada una de las zonas en estudio (paramentos verticales y cubierta), de acuerdo a la altura del punto en estudio.

El modelo de calculo realizado para el analisis estructural de los porticos corresponde con un portico formado por dos piezas donde los arranques en cimentacion se modelizan con articulaciones, en el nudo union dintel-pilar como nudo rigido y la union en cumbrera de los dinteles de las dos piezas como nudo articulado.

Las acciones derivadas del peso propio del pórtico están incluidas en la obtención de la carga máxima.

Los valores de carga máxima corresponden con valores de servicio, donde se han utilizado como coeficientes de mayoración $\gamma_q = 1,6$ para las acciones variables y $\gamma_p = 1,5$ para las cargas permanentes.

La carga de servicio sobre el pórtico proveniente de las acciones debe ser menor que el valor de carga máxima.

La armadura correspondiente a los estribos es la necesaria para verificar los esfuerzos existentes originados por la carga máxima.

Definición de los estribos: e ∅ - c/ - cm. = Estribo simple (2 ramas por estribo).

Ficha Características Técnicas según EHE
de PORTICO DE 2 PIEZAS

Colegio Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja

FABRICANTE

Nombre: Prefabricados Touron S.L.
Dirección: Vilar de Sarria, nº 34
Población: 27614 SARRIA (Lugo)

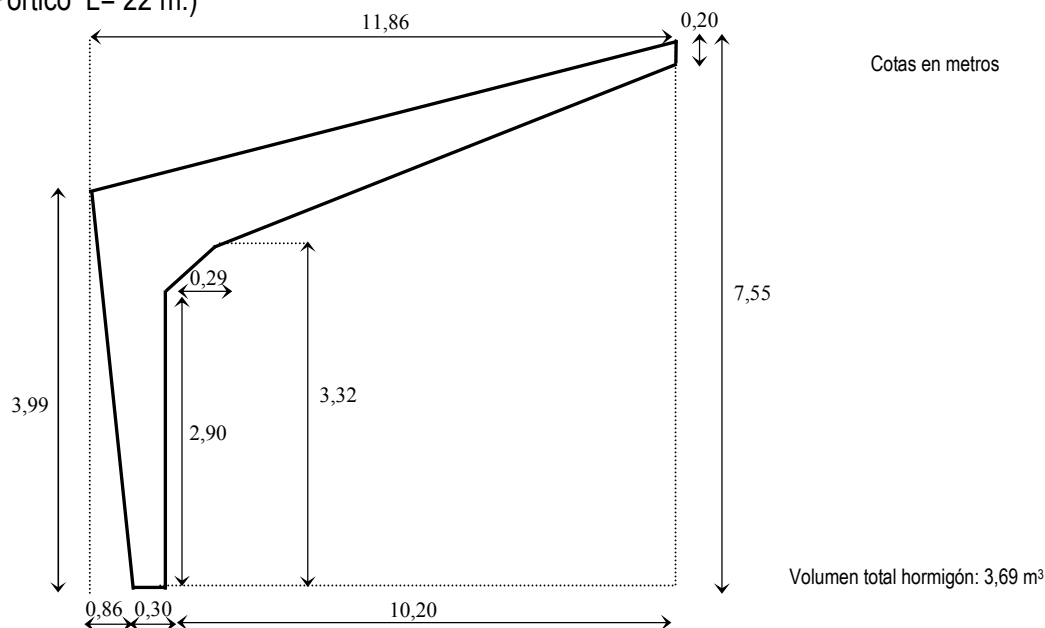
TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA

Nombre: Alejandro Hernández Sanmartín
Titulación: Ingeniero Técnico Industrial

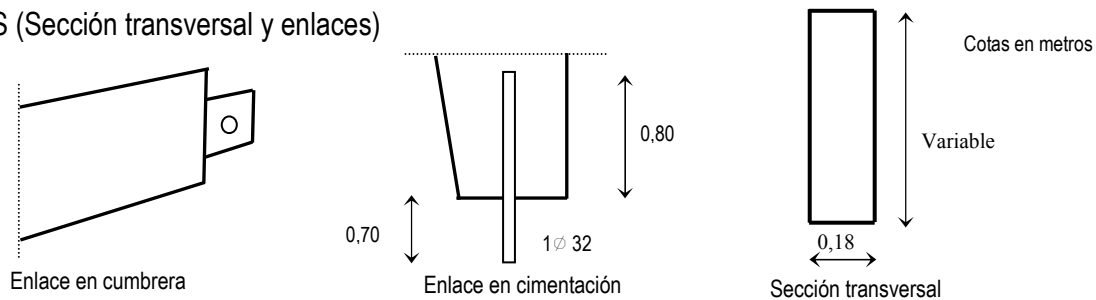
Hoja 1 de 3

Fecha: Mayo 2011

1.- GEOMETRIA (Pórtico L= 22 m.)



2.- DETALLES (Sección transversal y enlaces)



3.- DEFINICIÓN DEL ARMADO

| Tipo | A1 | A2 | A3 | A4 | AP1 | AP2 | AP3 | AP4 | AR |
|-----------|--------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| T1 | 2 Ø 25 L _{A1} = 16,71 m. | 1 Ø 20 L _{A2} = 8,07 mt | 2 Ø 16 L _{A3} = 4,40 mt | 2 Ø 16 L _{A4} = 12,48 mt | 2 Ø 8 L _{AP1} = 3,91 mt | 2 Ø 8 L _{AP2} = 2,87 mt | 2 Ø 8 L _{AP3} = 10,15 mt | 2 Ø 8 L _{AP4} = 7,32 mt | 2 Ø 12 L _{AR} = 3,53 mt |
| T2 | 2 Ø 25 L _{A1} = 16,71 m. | 1 Ø 25 L _{A2} = 8,44 mt | 2 Ø 16 L _{A3} = 4,40 mt | 2 Ø 16 L _{A4} = 12,48 mt | 2 Ø 8 L _{AP1} = 3,91 mt | 2 Ø 8 L _{AP2} = 2,87 mt | 2 Ø 8 L _{AP3} = 10,15 mt | 2 Ø 8 L _{AP4} = 7,32 mt | 2 Ø 12 L _{AR} = 3,53 mt |
| T3 | 2 Ø 25 L _{A1} = 16,71 m. | 1 Ø 32 L _{A2} = 8,80 mt | 2 Ø 16 L _{A3} = 4,40 mt | 2 Ø 16 L _{A4} = 12,48 mt | 2 Ø 8 L _{AP1} = 3,91 mt | 2 Ø 8 L _{AP2} = 2,87 mt | 2 Ø 8 L _{AP3} = 10,15 mt | 2 Ø 8 L _{AP4} = 7,32 mt | 2 Ø 12 L _{AR} = 3,53 mt |
| T4 | 2 Ø 32 L _{A1} = 16,71 m. | 1 Ø 25 L _{A2} = 8,00 mt | 2 Ø 16 L _{A3} = 4,40 mt | 2 Ø 16 L _{A4} = 12,48 mt | 2 Ø 8 L _{AP1} = 3,91 mt | 2 Ø 8 L _{AP2} = 2,87 mt | 2 Ø 8 L _{AP3} = 10,15 mt | 2 Ø 8 L _{AP4} = 7,32 mt | 2 Ø 12 L _{AR} = 3,53 mt |

Ficha Características Técnicas según EHE
de PORTICO DE 2 PIEZAS

FABRICANTE

Nombre: Prefabricados Touron S.L.
Dirección: Vilar de Sarria, nº 34
Población: 27614 SARRIA (Lugo)

TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA

Nombre: Alejandro Hernández Sanmartín
Titulación: Ingeniero Técnico Industrial

Colegio Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja

Hoja 2 de 3

Fecha: Mayo 2011

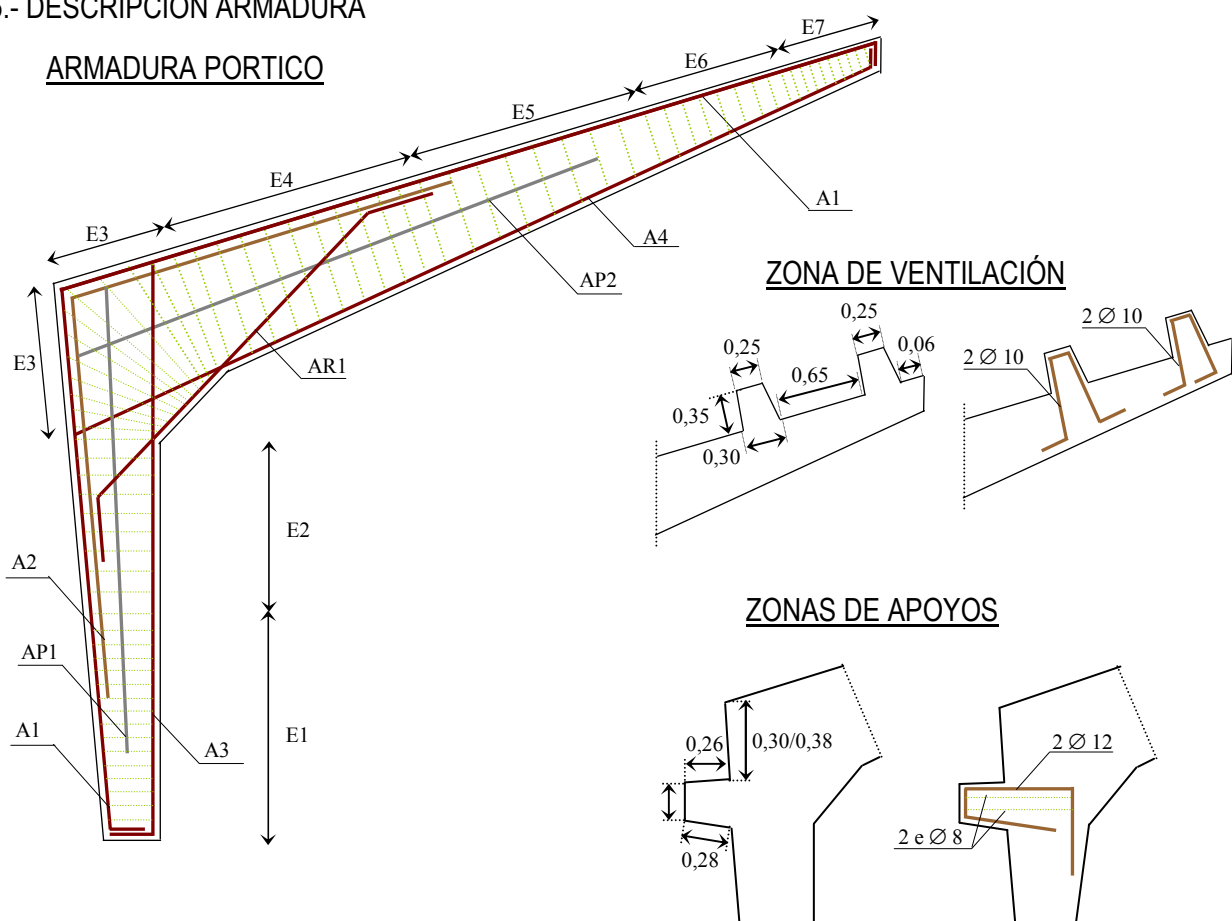
4.- MATERIALES (Pórtico L= 22 m.)

| | | | |
|-----------------------|----------------|-------------------------------|-------------------|
| HORMIGÓN DEL PORTICO | HA-30/P/20/Ila | $f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$ | $\gamma_c = 1,50$ |
| ACERO ARMADURA PASIVA | B-500 S | $f_{sk} = 500 \text{ N/mm}^2$ | $\gamma_s = 1,15$ |

Nota: El recubrimiento será acorde al ambiente de exposición del elemento en obra.

5.- DESCRIPCIÓN ARMADURA

ARMADURA PORTICO



La armadura con designación A1 y A2 esta dimensionadas verificando la continuidad en el nudo intermedio union dintel-pilar.

| | |
|---|---|
| <p>Ficha Características Técnicas según EHE de PORTICO DE 2 PIEZAS</p> <p>FABRICANTE Nombre: Prefabricados Touron S.L. Dirección: Vilar de Sarria, nº 34 Población: 27614 SARRIA (Lugo)</p> <p>TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA Nombre: Alejandro Hernández Sanmartín Titulación: Ingeniero Técnico Industrial</p> | <p>Colegio Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja</p> |
| <p>Hoja 3 de 3</p> | <p>Fecha: Mayo 2011</p> |

6.- CARACTERISTICAS MECANICAS DE LOS PORTICOS (Pórtico L= 22 m.)

| Tipo de Viga | Carga máxima kN/m | Zonas de Estribado (simetría) | | | | | | |
|--------------|----------------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| | | Zona E1 | Zona E2 | Zona E3 | Zona E4 | Zona E5 | Zona E6 | Zona E7 |
| T1 | 7,00 | e ∅ 8 c/10 cm. L1 = 1,45 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L2 = 1,45 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L3 = 2,62 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L4 = 6,00 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L5 = 3,00 mt. | e ∅ 8 c/25 cm. L6 = 1,38 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L7 = 0,50 mt. |
| T2 | 8,40 | e ∅ 8 c/7,5 cm. L1 = 1,45 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L2 = 1,45 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L3 = 2,62 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L4 = 6,00 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L5 = 3,00 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L6 = 1,38 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L7 = 0,50 mt. |
| T3 | 9,80 | e ∅ 8 c/7,5 cm. L1 = 1,45 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L2 = 1,45 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L3 = 2,62 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L4 = 6,00 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L5 = 3,00 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L6 = 1,38 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L7 = 0,50 mt. |
| T4 | 11,90 | e ∅ 8 c/5 cm. L1 = 1,45 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L2 = 1,45 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L3 = 2,62 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L4 = 6,00 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L5 = 3,00 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L6 = 1,38 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L7 = 0,50 mt. |

En el calculo desarrollado se han considerado las acciones eolicas, de acuerdo al Código Técnico de la Edificación, considerando un interese maximo de carga de 7mt. donde para la determinación de la carga estática del viento se han considerado los siguientes parámetros de calculo.

Valor básico de la velocidad de viento: Zona C

Coefficiente de exposición: Zona IV (zona urbana en general, industrial ó forestal)

Coefficiente eolico: Correspondiente a cada una de las zonas en estudio (paramentos verticales y cubierta), de acuerdo a la altura del punto en estudio.

El modelo de calculo realizado para el analisis estructural de los porticos corresponde con un portico formado por dos piezas donde los arranques en cimentacion se modelizan con articulaciones, en el nudo union dintel-pilar como nudo rigido y la union en cumbrera de los dinteles de las dos piezas como nudo articulado.

Las acciones derivadas del peso propio del pórtico están incluidas en la obtención de la carga máxima.

Los valores de carga máxima corresponden con valores de servicio, donde se han utilizado como coeficientes de mayoración $\gamma_q = 1,6$ para las acciones variables y $\gamma_p = 1,5$ para las cargas permanentes.

La carga de servicio sobre el pórtico proveniente de las acciones debe ser menor que el valor de carga máxima.

La armadura correspondiente a los estribos es la necesaria para verificar los esfuerzos existentes originados por la carga máxima.

Definición de los estribos: e ∅ - c/ - cm. = Estribo simple (2 ramas por estribo).

Ficha Características Técnicas según EHE
de PORTICO DE 2 PIEZAS

Colegio Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja

FABRICANTE

Nombre: Prefabricados Touron S.L.
Dirección: Vilar de Sarria, nº 34
Población: 27614 SARRIA (Lugo)

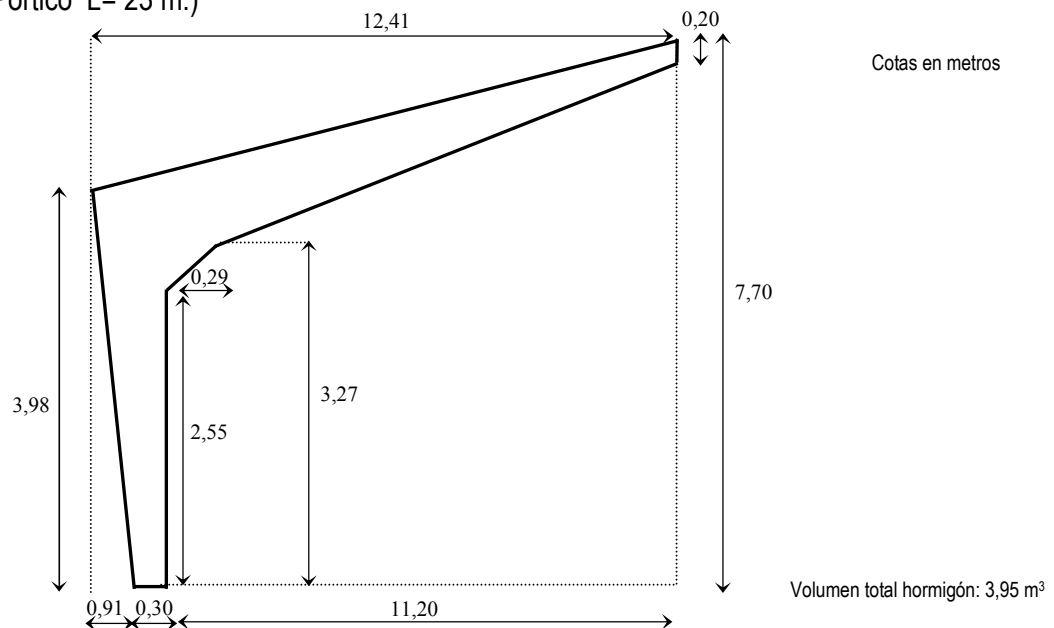
TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA

Nombre: Alejandro Hernández Sanmartín
Titulación: Ingeniero Técnico Industrial

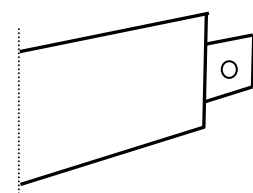
Hoja 1 de 3

Fecha: Mayo 2011

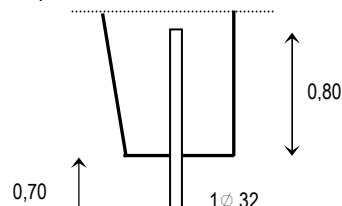
1.- GEOMETRIA (Pórtico L = 23 m.)



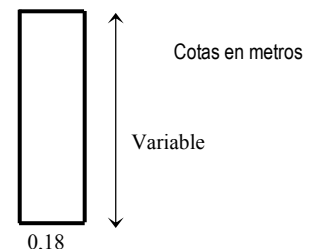
2.- DETALLES (Sección transversal y enlaces)



Enlace en cumbrera



Enlace en cimentación



Sección transversal

3.- DEFINICIÓN DEL ARMADO

| Tipo | A1 | A2 | A3 | A4 | AP1 | AP2 | AP3 | AP4 | AR |
|------|--------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| T1 | 2 ∅ 25 L _{A1} = 17,32 m. | 1 ∅ 20 L _{A2} = 8,54 mt | 2 ∅ 16 L _{A3} = 4,40 mt | 2 ∅ 16 L _{A4} = 13,04 mt | 2 ∅ 8 L _{AP1} = 3,91 mt | 2 ∅ 8 L _{AP2} = 2,87 mt | 2 ∅ 8 L _{AP3} = 10,80 mt | 2 ∅ 8 L _{AP4} = 8,07 mt | 2 ∅ 12 L _{AR} = 3,63 mt |
| T2 | 2 ∅ 25 L _{A1} = 17,32 m. | 1 ∅ 25 L _{A2} = 8,54 mt | 2 ∅ 16 L _{A3} = 4,40 mt | 2 ∅ 16 L _{A4} = 13,04 mt | 2 ∅ 8 L _{AP1} = 3,91 mt | 2 ∅ 8 L _{AP2} = 2,87 mt | 2 ∅ 8 L _{AP3} = 10,80 mt | 2 ∅ 8 L _{AP4} = 8,07 mt | 2 ∅ 12 L _{AR} = 3,63 mt |
| T3 | 2 ∅ 25 L _{A1} = 16,71 m. | 1 ∅ 32 L _{A2} = 8,54 mt | 2 ∅ 16 L _{A3} = 4,40 mt | 2 ∅ 16 L _{A4} = 13,04 mt | 2 ∅ 8 L _{AP1} = 3,91 mt | 2 ∅ 8 L _{AP2} = 2,87 mt | 2 ∅ 8 L _{AP3} = 10,80 mt | 2 ∅ 8 L _{AP4} = 8,07 mt | 2 ∅ 12 L _{AR} = 3,63 mt |
| T4 | 2 ∅ 32 L _{A1} = 16,71 m. | 1 ∅ 25 L _{A2} = 8,22 mt | 2 ∅ 16 L _{A3} = 4,40 mt | 2 ∅ 16 L _{A4} = 13,04 mt | 2 ∅ 8 L _{AP1} = 3,91 mt | 2 ∅ 8 L _{AP2} = 2,87 mt | 2 ∅ 8 L _{AP3} = 10,80 mt | 2 ∅ 8 L _{AP4} = 8,07 mt | 2 ∅ 12 L _{AR} = 3,63 mt |

Ficha Características Técnicas según EHE
de PORTICO DE 2 PIEZAS

Colegio Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja

FABRICANTE

Nombre: Prefabricados Touron S.L.
Dirección: Vilar de Sarria, nº 34
Población: 27614 SARRIA (Lugo)

TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA

Nombre: Alejandro Hernández Sanmartín
Titulación: Ingeniero Técnico Industrial

Hoja 2 de 3

Fecha: Mayo 2011

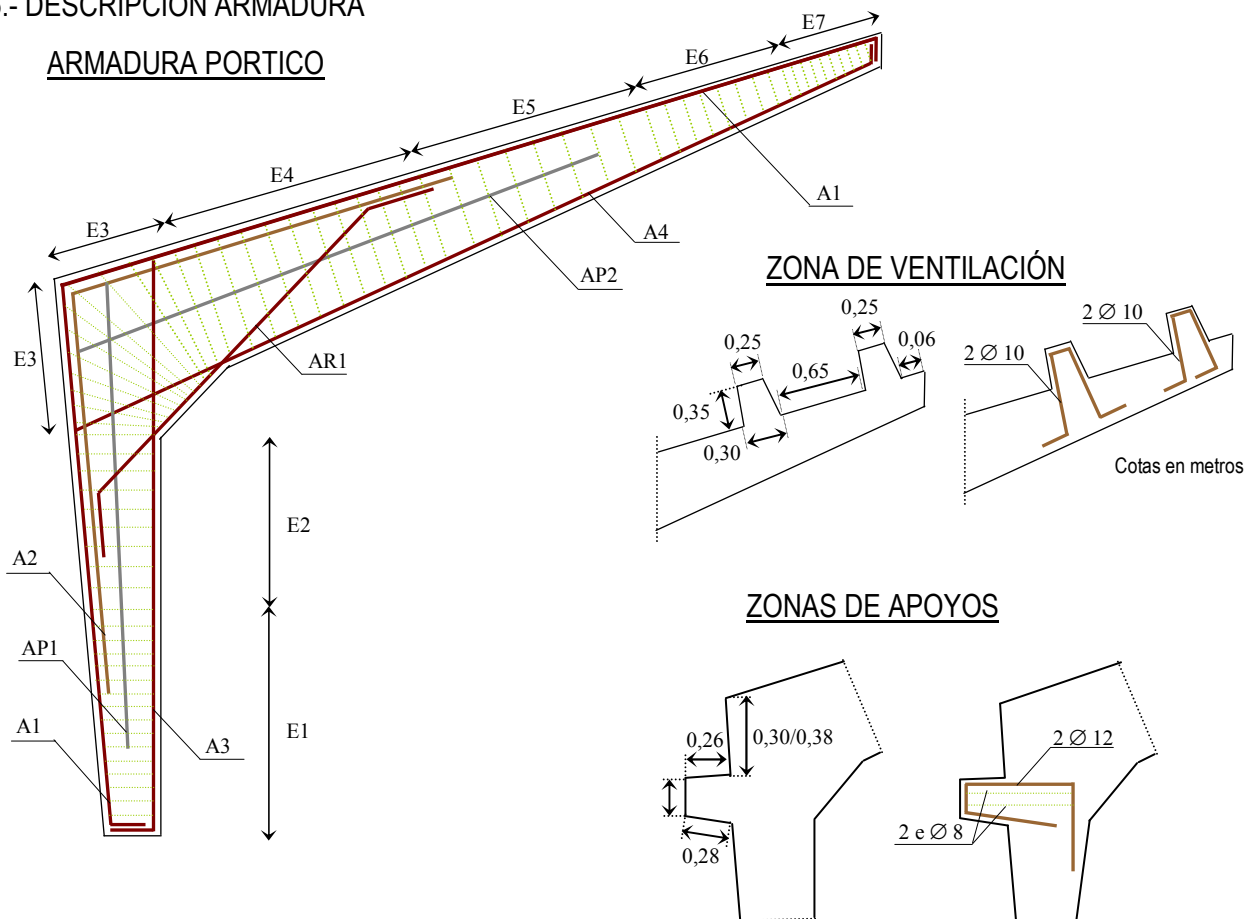
4.- MATERIALES (Pórtico L= 23 m.)

| | | | |
|-----------------------|----------------|-------------------------------|--------------------------------------|
| HORMIGÓN DEL PORTICO | HA-30/P/20/IIa | $f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$ | $\gamma_c = 1,50$ Cotas en metros |
| ACERO ARMADURA PASIVA | B-500 S | $f_{sk} = 500 \text{ N/mm}^2$ | $\gamma_s = 1,15$ |

Nota: El recubrimiento será acorde al ambiente de exposición del elemento en obra.

5.- DESCRIPCIÓN ARMADURA

ARMADURA PORTICO



La armadura con designación A1 y A2 esta dimensionadas verificando la continuidad en el nudo intermedio union dintel-pilar.

| | |
|---|---|
| <p>Ficha Características Técnicas según EHE de PORTICO DE 2 PIEZAS</p> <p>FABRICANTE Nombre: Prefabricados Touron S.L. Dirección: Vilar de Sarria, nº 34 Población: 27614 SARRIA (Lugo)</p> <p>TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA Nombre: Alejandro Hernández Sanmartín Titulación: Ingeniero Técnico Industrial</p> | <p>Colegio Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja</p> |
| <p>Hoja 3 de 3</p> | <p>Fecha: Mayo 2011</p> |

6.- CARACTERISTICAS MECANICAS DE LOS PORTICOS (Pórtico L= 23 m.)

Cotas en metros

| Tipo de Viga | Carga máxima kN/m | Zonas de Estribado (simetría) | | | | | | |
|--------------|----------------------|-----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| | | Zona E1 | Zona E2 | Zona E3 | Zona E4 | Zona E5 | Zona E6 | Zona E7 |
| T1 | 7,00 | e ∅ 8 c/10 cm. L1 = 1,275 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L2 = 1,275 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L3 = 2,70 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L4 = 6,50 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L5 = 3,00 mt. | e ∅ 8 c/25 cm. L6 = 1,41 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L7 = 0,50 mt. |
| T2 | 8,40 | e ∅ 8 c/7,5 cm. L1 = 1,275 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L2 = 1,275 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L3 = 2,70 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L4 = 6,50 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L5 = 3,00 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L6 = 1,41 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L7 = 0,50 mt. |
| T3 | 9,80 | e ∅ 8 c/7,5 cm. L1 = 1,275 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L2 = 1,275 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L3 = 2,70 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L4 = 6,50 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L5 = 3,00 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L6 = 1,41 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L7 = 0,50 mt. |
| T4 | 11,90 | e ∅ 8 c/5 cm. L1 = 1,275 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L2 = 1,275 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L3 = 2,70 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L4 = 6,50 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L5 = 3,00 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L6 = 1,41 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L7 = 0,50 mt. |

En el calculo desarrollado se han considerado las acciones eolicas, de acuerdo al Código Técnico de la Edificación, considerando un interese maximo de carga de 7mt. donde para la determinación de la carga estática del viento se han considerado los siguientes parámetros de calculo.

Valor básico de la velocidad de viento: Zona C Cotas en metros

Coefficiente de exposición: Zona IV (zona urbana en general, industrial ó forestal)

Coefficiente eolico: Correspondiente a cada una de las zonas en estudio (paramentos verticales y cubierta), de acuerdo a la altura del punto en estudio.

El modelo de calculo realizado para el analisis estructural de los porticos corresponde con un portico formado por dos piezas donde los arranques en cimentacion se modelizan con articulaciones, en el nudo union dintel-pilar como nudo rigido y la union en cumbrera de los dinteles de las dos piezas como nudo articulado.

Las acciones derivadas del peso propio del pórtico están incluidas en la obtención de la carga máxima.

Los valores de carga máxima corresponden con valores de servicio, donde se han utilizado como coeficientes de mayoración $\gamma_q = 1,6$ para las acciones variables y $\gamma_p = 1,5$ para las cargas permanentes.

La carga de servicio sobre el pórtico proveniente de las acciones debe ser menor que el valor de carga máxima.

La armadura correspondiente a los estribos es la necesaria para verificar los esfuerzos existentes originados por la carga máxima.

Definición de los estribos: e ∅ - c/ - cm. = Estribo simple (2 ramas por estribo).

Ficha Características Técnicas según EHE
de PORTICO DE 2 PIEZAS

Colegio Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja

FABRICANTE

Nombre: Prefabricados Touron S.L.
Dirección: Vilar de Sarria, nº 34
Población: 27614 SARRIA (Lugo)

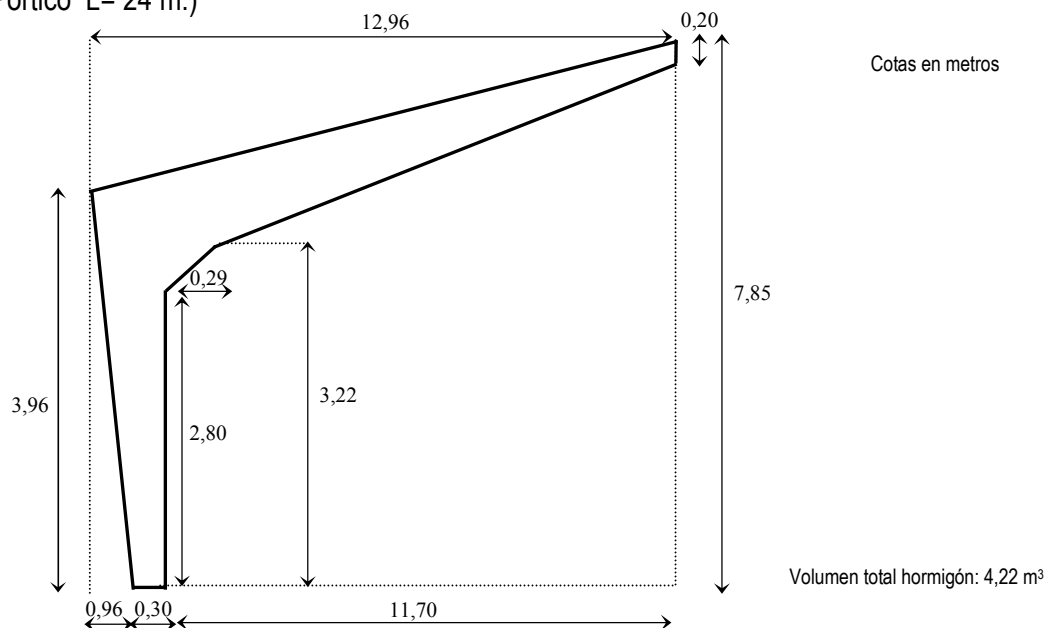
TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA

Nombre: Alejandro Hernández Sanmartín
Titulación: Ingeniero Técnico Industrial

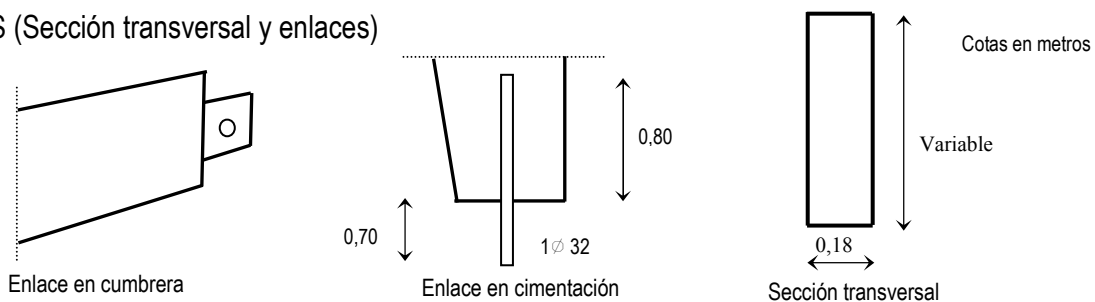
Hoja 1 de 3

Fecha: Mayo 2011

1.- GEOMETRIA (Pórtico L= 24 m.)



2.- DETALLES (Sección transversal y enlaces)



3.- DEFINICIÓN DEL ARMADO

| Tipo | A1 | A2 | A3 | A4 | AP1 | AP2 | AP3 | AP4 | AR |
|-----------|--------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| T1 | 2 Ø 25 L _{A1} = 17,88 m. | 1 Ø 20 L _{A2} = 8,74 mt | 2 Ø 16 L _{A3} = 4,40 mt | 2 Ø 16 L _{A4} = 13,04 mt | 2 Ø 8 L _{AP1} = 3,91 mt | 2 Ø 8 L _{AP2} = 2,87 mt | 2 Ø 8 L _{AP3} = 11,44 mt | 2 Ø 8 L _{AP4} = 8,52 mt | 2 Ø 12 L _{AR} = 3,74 mt |
| T2 | 2 Ø 25 L _{A1} = 17,88 m. | 1 Ø 25 L _{A2} = 8,74 mt | 2 Ø 16 L _{A3} = 4,40 mt | 2 Ø 16 L _{A4} = 13,04 mt | 2 Ø 8 L _{AP1} = 3,91 mt | 2 Ø 8 L _{AP2} = 2,87 mt | 2 Ø 8 L _{AP3} = 11,44 mt | 2 Ø 8 L _{AP4} = 8,52 mt | 2 Ø 12 L _{AR} = 3,74 mt |
| T3 | 2 Ø 25 L _{A1} = 17,88 m. | 1 Ø 32 L _{A2} = 8,74 mt | 2 Ø 16 L _{A3} = 4,40 mt | 2 Ø 16 L _{A4} = 13,04 mt | 2 Ø 8 L _{AP1} = 3,91 mt | 2 Ø 8 L _{AP2} = 2,87 mt | 2 Ø 8 L _{AP3} = 11,44 mt | 2 Ø 8 L _{AP4} = 8,52 mt | 2 Ø 12 L _{AR} = 3,74 mt |
| T4 | 2 Ø 32 L _{A1} = 17,88 m. | 1 Ø 25 L _{A2} = 8,42 mt | 2 Ø 16 L _{A3} = 4,40 mt | 2 Ø 16 L _{A4} = 13,04 mt | 2 Ø 8 L _{AP1} = 3,91 mt | 2 Ø 8 L _{AP2} = 2,87 mt | 2 Ø 8 L _{AP3} = 11,44 mt | 2 Ø 8 L _{AP4} = 8,52 mt | 2 Ø 12 L _{AR} = 3,74 mt |

Ficha Características Técnicas según EHE
de PORTICO DE 2 PIEZAS

FABRICANTE

Nombre: Prefabricados Touron S.L.
Dirección: Vilar de Sarria, nº 34
Población: 27614 SARRIA (Lugo)

TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA

Nombre: Alejandro Hernández Sanmartín
Titulación: Ingeniero Técnico Industrial

Colegio Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja

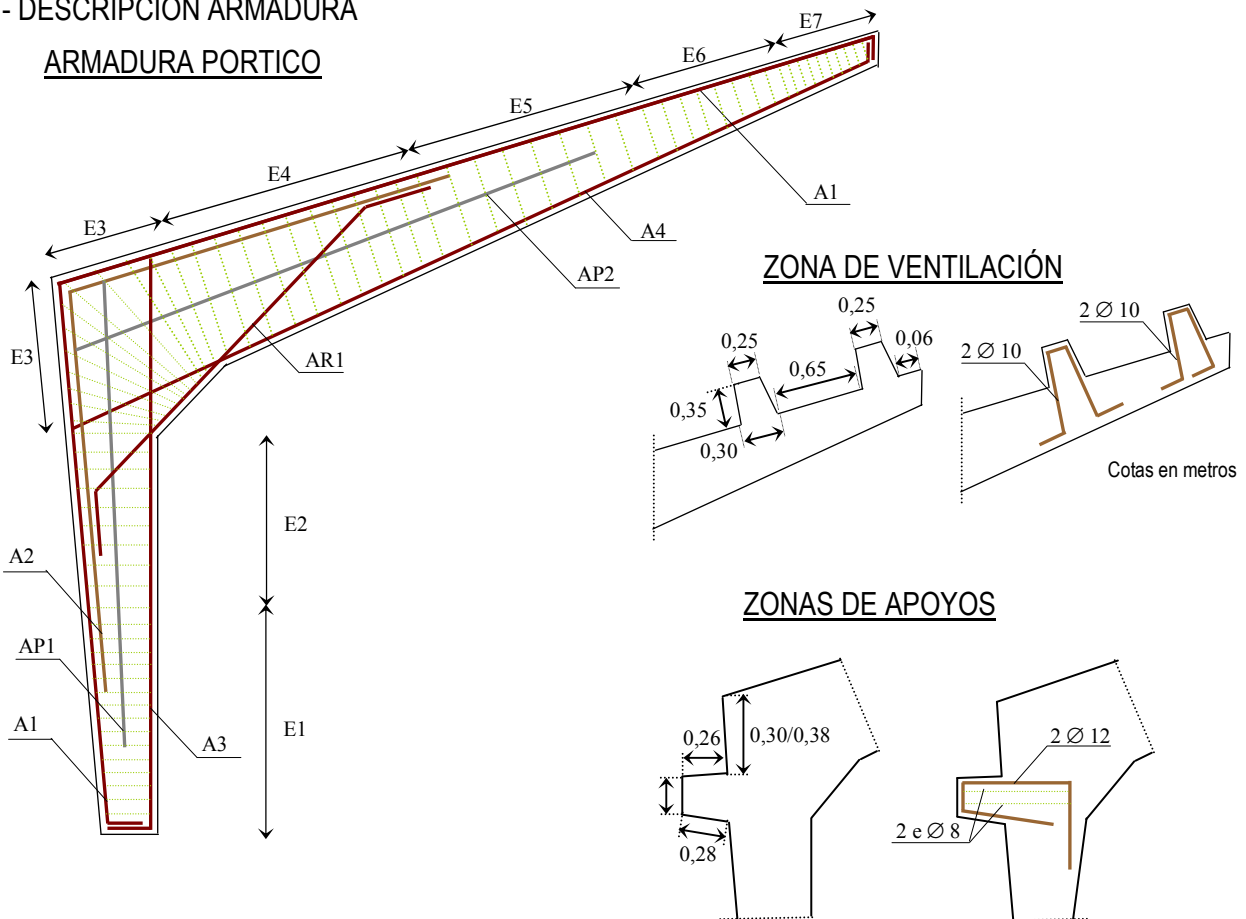
4.- MATERIALES (Pórtico L= 24 m.)

| | | | |
|-----------------------|----------------|-------------------------------|--------------------------------------|
| HORMIGÓN DEL PORTICO | HA-30/P/20/IIa | $f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$ | $\gamma_c = 1,50$ Cotas en metros |
| ACERO ARMADURA PASIVA | B-500 S | $f_{sk} = 500 \text{ N/mm}^2$ | $\gamma_s = 1,15$ |

Nota: El recubrimiento será acorde al ambiente de exposición del elemento en obra.

5.- DESCRIPCIÓN ARMADURA

ARMADURA PORTICO



La armadura con designación A1 y A2 esta dimensionadas verificando la continuidad en el nudo intermedio union dintel-pilar.

| | |
|---|---|
| <p>Ficha Características Técnicas según EHE de PORTICO DE 2 PIEZAS</p> <p>FABRICANTE Nombre: Prefabricados Touron S.L. Dirección: Vilar de Sarria, nº 34 Población: 27614 SARRIA (Lugo)</p> <p>TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA Nombre: Alejandro Hernández Sanmartín Titulación: Ingeniero Técnico Industrial</p> | <p>Colegio Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja</p> |
| Hoja 3 de 3 | Fecha: Mayo 2011 |

6.- CARACTERISTICAS MECANICAS DE LOS PORTICOS (Pórtico L= 24 m.)

Cotas en metros

| Tipo de Viga | Carga máxima kN/m | Zonas de Estribado (simetría) | | | | | | |
|--------------|----------------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| | | Zona E1 | Zona E2 | Zona E3 | Zona E4 | Zona E5 | Zona E6 | Zona E7 |
| T1 | 7,00 | e ∅ 8 c/10 cm. L1 = 1,40 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L2 = 1,40 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L3 = 2,80 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L4 = 6,50 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L5 = 3,50 mt. | e ∅ 8 c/25 cm. L6 = 1,43 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L7 = 0,50 mt. |
| T2 | 8,40 | e ∅ 8 c/7,5 cm. L1 = 1,40 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L2 = 1,40 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L3 = 2,80 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L4 = 6,50 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L5 = 3,50 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L6 = 1,43 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L7 = 0,50 mt. |
| T3 | 9,80 | e ∅ 8 c/7,5 cm. L1 = 1,40 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L2 = 1,40 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L3 = 2,80 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L4 = 6,50 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L5 = 3,50 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L6 = 1,43 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L7 = 0,50 mt. |
| T4 | 11,90 | e ∅ 8 c/5 cm. L1 = 1,40 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L2 = 1,40 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L3 = 2,80 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L4 = 6,50 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L5 = 3,50 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L6 = 1,43 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L7 = 0,50 mt. |

En el calculo desarrollado se han considerado las acciones eolicas, de acuerdo al Código Técnico de la Edificación, considerando un interese maximo de carga de 7mt. donde para la determinación de la carga estática del viento se han considerado los siguientes parámetros de calculo.

Valor básico de la velocidad de viento: Zona C Cotas en metros

Coefficiente de exposición: Zona IV (zona urbana en general, industrial ó forestal)

Coefficiente eolico: Correspondiente a cada una de las zonas en estudio (paramentos verticales y cubierta), de acuerdo a la altura del punto en estudio.

El modelo de calculo realizado para el analisis estructural de los porticos corresponde con un portico formado por dos piezas donde los arranques en cimentacion se modelizan con articulaciones, en el nudo union dintel-pilar como nudo rigido y la union en cumbrera de los dinteles de las dos piezas como nudo articulado.

Las acciones derivadas del peso propio del pórtico están incluidas en la obtención de la carga máxima.

Los valores de carga máxima corresponden con valores de servicio, donde se han utilizado como coeficientes de mayoración $\gamma_q = 1,6$ para las acciones variables y $\gamma_p = 1,5$ para las cargas permanentes.

La carga de servicio sobre el pórtico proveniente de las acciones debe ser menor que el valor de carga máxima.

La armadura correspondiente a los estribos es la necesaria para verificar los esfuerzos existentes originados por la carga máxima.

Definición de los estribos: e ∅ - c/ - cm. = Estribo simple (2 ramas por estribo).

Ficha Características Técnicas según EHE
de PORTICO DE 2 PIEZAS

Colegio Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja

FABRICANTE

Nombre: Prefabricados Touron S.L.
Dirección: Vilar de Sarria, nº 34
Población: 27614 SARRIA (Lugo)

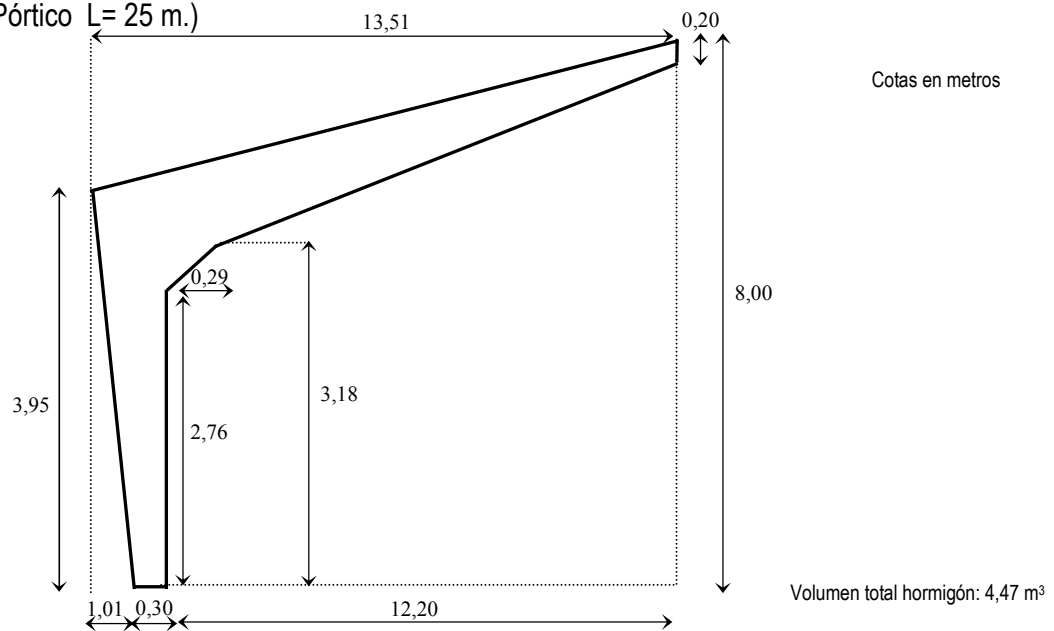
TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA

Nombre: Alejandro Hernández Sanmartín
Titulación: Ingeniero Técnico Industrial

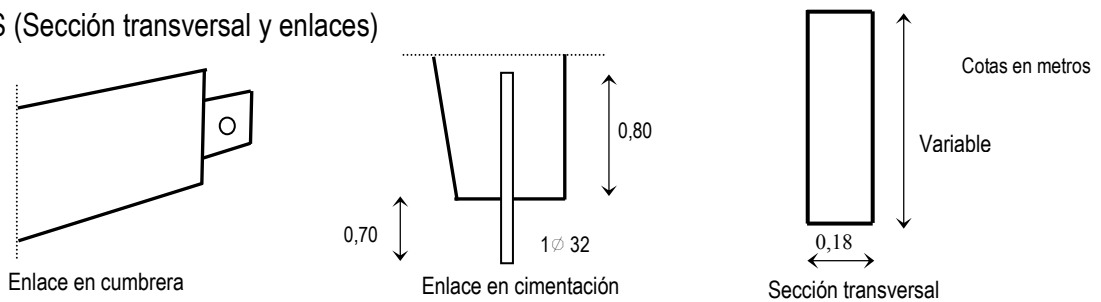
Hoja 1 de 3

Fecha: Mayo 2011

1.- GEOMETRIA (Pórtico L= 25 m.)



2.- DETALLES (Sección transversal y enlaces)



3.- DEFINICIÓN DEL ARMADO

| Tipo | A1 | A2 | A3 | A4 | AP1 | AP2 | AP3 | AP4 | AR |
|-----------|--------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| T1 | 2 ∅ 25 L _{A1} = 18,45 m. | 1 ∅ 20 L _{A2} = 8,98 mt | 2 ∅ 16 L _{A3} = 4,40 mt | 2 ∅ 16 L _{A4} = 14,17 mt | 2 ∅ 8 L _{AP1} = 3,91 mt | 2 ∅ 8 L _{AP2} = 2,87 mt | 2 ∅ 8 L _{AP3} = 12,08 mt | 2 ∅ 8 L _{AP4} = 9,06 mt | 2 ∅ 12 L _{AR} = 3,82 mt |
| T2 | 2 ∅ 25 L _{A1} = 18,45 m. | 1 ∅ 32 L _{A2} = 8,98 mt | 2 ∅ 16 L _{A3} = 4,40 mt | 2 ∅ 16 L _{A4} = 14,17 mt | 2 ∅ 8 L _{AP1} = 3,91 mt | 2 ∅ 8 L _{AP2} = 2,87 mt | 2 ∅ 8 L _{AP3} = 12,08 mt | 2 ∅ 8 L _{AP4} = 9,06 mt | 2 ∅ 12 L _{AR} = 3,82 mt |
| T3 | 2 ∅ 32 L _{A1} = 18,45 m. | 1 ∅ 25 L _{A2} = 8,56 mt | 2 ∅ 16 L _{A3} = 4,40 mt | 2 ∅ 16 L _{A4} = 14,17 mt | 2 ∅ 8 L _{AP1} = 3,91 mt | 2 ∅ 8 L _{AP2} = 2,87 mt | 2 ∅ 8 L _{AP3} = 12,08 mt | 2 ∅ 8 L _{AP4} = 9,06 mt | 2 ∅ 12 L _{AR} = 3,82 mt |
| T4 | 2 ∅ 32 L _{A1} = 18,45 m. | 1 ∅ 32 L _{A2} = 8,56 mt | 2 ∅ 16 L _{A3} = 4,40 mt | 2 ∅ 16 L _{A4} = 14,17 mt | 2 ∅ 8 L _{AP1} = 3,91 mt | 2 ∅ 8 L _{AP2} = 2,87 mt | 2 ∅ 8 L _{AP3} = 12,08 mt | 2 ∅ 8 L _{AP4} = 9,06 mt | 2 ∅ 12 L _{AR} = 3,82 mt |

Ficha Características Técnicas según EHE
de PORTICO DE 2 PIEZAS

Colegio Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja

FABRICANTE

Nombre: Prefabricados Touron S.L.
Dirección: Vilar de Sarria, nº 34
Población: 27614 SARRIA (Lugo)

TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA

Nombre: Alejandro Hernández Sanmartín
Titulación: Ingeniero Técnico Industrial

Hoja 2 de 3

Fecha: Mayo 2011

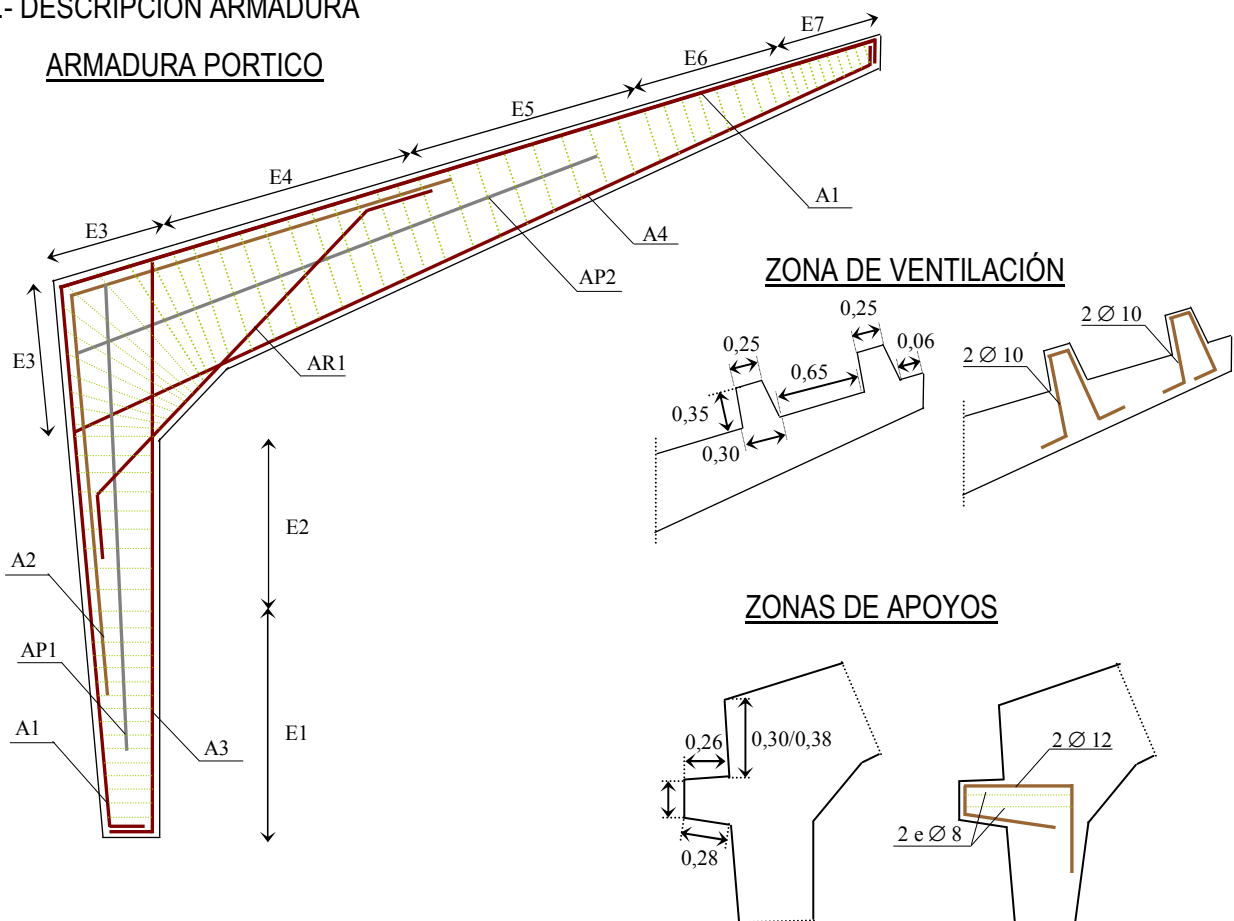
4.- MATERIALES (Pórtico L= 25 m.)

| | | | |
|-----------------------|----------------|-------------------------------|-------------------|
| HORMIGÓN DEL PORTICO | HA-30/P/20/Ila | $f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$ | $\gamma_c = 1,50$ |
| ACERO ARMADURA PASIVA | B-500 S | $f_{sk} = 500 \text{ N/mm}^2$ | $\gamma_s = 1,15$ |

Nota: El recubrimiento será acorde al ambiente de exposición del elemento en obra.

5.- DESCRIPCIÓN ARMADURA

ARMADURA PORTICO



La armadura con designación A1 y A2 esta dimensionadas verificando la continuidad en el nudo intermedio union dintel-pilar.

| | |
|---|---|
| <p>Ficha Características Técnicas según EHE de PORTICO DE 2 PIEZAS</p> <p>FABRICANTE Nombre: Prefabricados Touron S.L. Dirección: Vilar de Sarria, nº 34 Población: 27614 SARRIA (Lugo)</p> <p>TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA Nombre: Alejandro Hernández Sanmartín Titulación: Ingeniero Técnico Industrial</p> | <p>Colegio Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja</p> |
| <p>Hoja 3 de 3</p> | <p>Fecha: Mayo 2011</p> |

6.- CARACTERISTICAS MECANICAS DE LOS PORTICOS (Pórtico L= 25 m.)

| Tipo de Viga | Carga máxima kN/m | Zonas de Estribado (simetría) | | | | | | |
|--------------|----------------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| | | Zona E1 | Zona E2 | Zona E3 | Zona E4 | Zona E5 | Zona E6 | Zona E7 |
| T1 | 7,00 | e ∅ 8 c/10 cm. L1 = 1,38 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L2 = 1,38 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L3 = 2,88 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L4 = 7,00 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L5 = 3,50 mt. | e ∅ 8 c/25 cm. L6 = 1,44 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L7 = 0,50 mt. |
| T2 | 8,40 | e ∅ 8 c/7,5 cm. L1 = 1,38 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L2 = 1,38 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L3 = 2,88 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L4 = 7,00 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L5 = 3,50 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L6 = 1,44 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L7 = 0,50 mt. |
| T3 | 9,80 | e ∅ 8 c/7,5 cm. L1 = 1,38 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L2 = 1,38 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L3 = 2,88 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L4 = 7,00 mt. | e ∅ 8 c/20 cm. L5 = 3,50 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L6 = 1,44 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L7 = 0,50 mt. |
| T4 | 11,90 | e ∅ 8 c/5 cm. L1 = 1,38 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L2 = 1,38 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L3 = 2,88 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L4 = 7,00 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L5 = 3,50 mt. | e ∅ 8 c/15 cm. L6 = 1,44 mt. | e ∅ 8 c/10 cm. L7 = 0,50 mt. |

En el calculo desarrollado se han considerado las acciones eolicas, de acuerdo al Código Técnico de la Edificación, considerando un interese maximo de carga de 7mt. donde para la determinación de la carga estática del viento se han considerado los siguientes parámetros de calculo.

Valor básico de la velocidad de viento: Zona C

Coefficiente de exposición: Zona IV (zona urbana en general, industrial ó forestal)

Coefficiente eolico: Correspondiente a cada una de las zonas en estudio (paramentos verticales y cubierta), de acuerdo a la altura del punto en estudio.

El modelo de calculo realizado para el analisis estructural de los porticos corresponde con un portico formado por dos piezas donde los arranques en cimentacion se modelizan con articulaciones, en el nudo union dintel-pilar como nudo rigido y la union en cumbrera de los dinteles de las dos piezas como nudo articulado.

Las acciones derivadas del peso propio del pórtico están incluidas en la obtención de la carga máxima.

Los valores de carga máxima corresponden con valores de servicio, donde se han utilizado como coeficientes de mayoración $\gamma_q = 1,6$ para las acciones variables y $\gamma_p = 1,5$ para las cargas permanentes.

La carga de servicio sobre el pórtico proveniente de las acciones debe ser menor que el valor de carga máxima.

La armadura correspondiente a los estribos es la necesaria para verificar los esfuerzos existentes originados por la carga máxima.

Definición de los estribos: e ∅ - c/ - cm. = Estribo simple (2 ramas por estribo).

4.4.- BIBLIOGRAFÍA

- Código Técnico de la Edificación, Seguridad Estructural: Bases de Cálculo y acciones en la edificación.
- Norma Básica de la edificación, Condiciones de protección contra incendios en los edificios (CPI-96).
- Norma de Construcción Sismorresistente: Parte general y Edificación (NCSE-02).
- Real decreto 1247/2008, de 18 de Julio, por el que se aprueba la "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).
- Código de Diseño de Hormigón Armado (ACI 318-95).
- Proyecto de Estructuras de Hormigón. Parte 1.3 Reglas generales Elementos y Estructuras prefabricadas de Hormigón (EUROCODIGO 2).
- Teoría de Estructuras. Ejercicios Resueltos II; Luis Gracia, Manuel Doblaré, Javier Domínguez; Copy Center
- Código Modelo CEB-FIP 1990
- Recomendaciones para el Proyecto, Ejecución y Montaje de Elementos Prefabricados
- La EHE explicada por sus autores; Leynfor siglo XXI
- Proyecto y Cálculo de Estructuras de Hormigón, Tomo I y II; José Calavera.
- Estructuras de Edificación Prefabricadas; Atep.