



## **- ÍNDICE -**

1.-	INTRODUCCIÓN.....	1
2.-	SOLICITUD DE INFORMACIÓN.....	2
	2.1.- Acero estructural. ....	3
	2.2.- Hormigón Convencional y HMAR. ....	5
3.-	DOCUMENTACIÓN RECABADA. ....	7
	3.1.- Acero estructural. ....	7
	3.2.- Hormigón Convencional y HMAR. ....	9
4.-	ANÁLISIS ECONÓMICO DE LAS ALTERNATIVAS. ....	11
5.-	VENTAJAS E INCONVENIENTES. ....	13
6.-	CONCLUSIÓN. ....	15

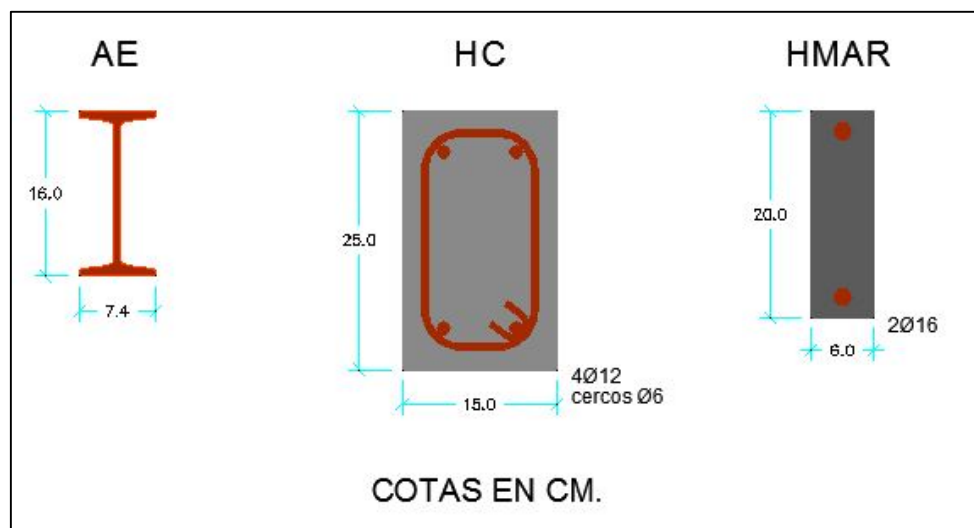


## 1.- INTRODUCCIÓN.

En el apartado anterior se ha dimensionado la misma marquesina tipo con tres materiales distintos:

- Acero estructural (AE), galvanizado en caliente.
- Hormigón convencional (HC), que será prefabricado con las correas metálicas.
- Hormigón de Muy Alto Rendimiento (HMAR), también prefabricado.

Del dimensionamiento se han obtenido distintas secciones dependiendo del material a emplear. En la siguiente imagen se muestran, a modo de ejemplo, las diferentes secciones del arranque de la pila:



El objeto del presente apartado es el de seleccionar la mejor solución para posteriormente incluirla en la actuación que se desarrollará en la memoria valorada del siguiente apartado del presente TFG.

La elección de los materiales en el proyecto se debe realizar de acuerdo con las necesidades según el contexto de cada caso. Al elegir un material hay que tener presente la construcción, la conservación y el derribo del mismo o deconstrucción. Los criterios a seguir pueden ser Tecnológicos, Económicos, Sociales o Medioambientales, aunque en el presente trabajo se tendrán en cuenta principalmente los factores económicos.



## **2.- SOLICITUD DE INFORMACIÓN.**

Para poder acometer la selección del material más adecuado, además de tener presentes los conocimientos aprendidos en la asignatura de Hormigones Especiales y Nuevos Materiales cursada por el alumno, se han solicitado presupuestos de ejecución a distintas empresas, tal y como puede comprobarse en las siguientes páginas.

## 2.1.- Acero estructural.

**A/A Remedios Iranzo (TALLERES AIG)**

**De: Jorge Montolío (ITOP)**

Solicito presupuesto para la ejecución de una marquesina de autobús de estructura metálica, con distintos acabados: ACERO GALVANIZADO, ACERO INOXIDABLE y ACERO CORTEN, con el fin únicamente académico de incluirlo en mi TRABAJO FINAL DE GRADO del Curso de Adaptación al GRADO DE INGENIERO TÉCNICO DE OBRAS PÚBLICAS de la UPV.

El presupuesto no es para la ejecución real de la estructura, pero debería incluir precios de mercado, suponiendo que se van a ejecutar unas 10 unidades de la misma y que su ubicación podría ser cualquier municipio cercano de la Provincia de Valencia.

La medición de los perfiles para una marquesina es:

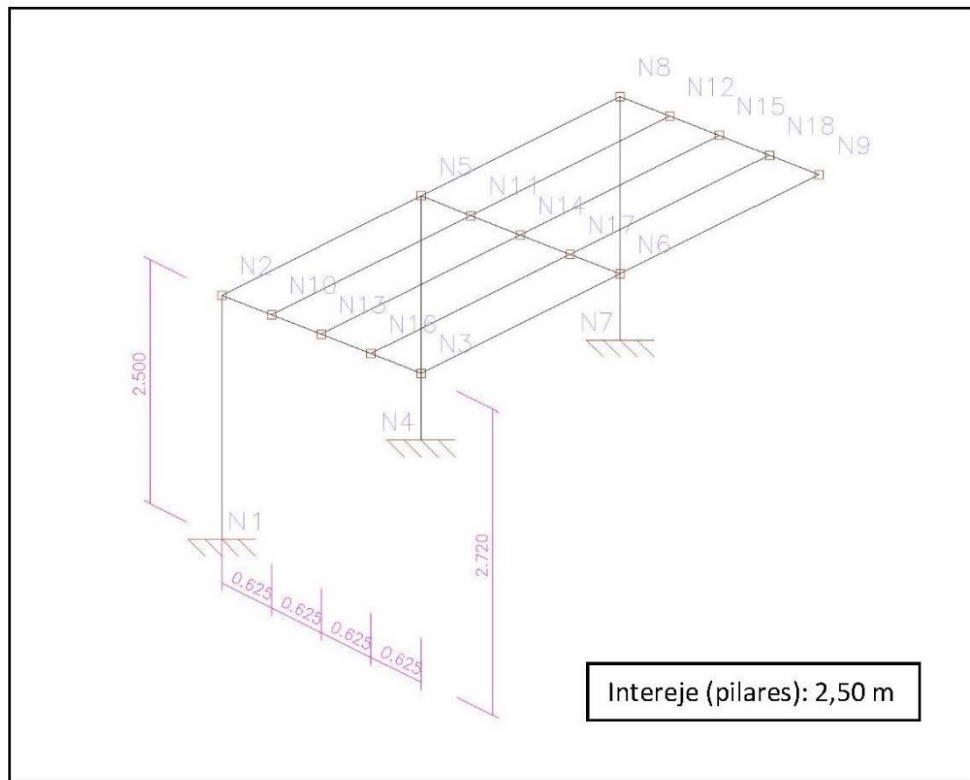
Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m³)	Serie (m³)	Material (m³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
Acero laminado	S275	IPN	IPN 160	7.500	15.029	15.029	0.017	0.028	0.028	134.23	218.16	218.16
			IPN 120	7.529			0.011			83.93		
Acero conformado	S235	Conformados C	CF-60x2.0	25.000	25.000	25.000	0.008	0.008	0.008	61.17	61.17	61.17
Platabandas para IPNs (e=0,6mm)	4,2 m29,6 kg/m264kg									40,32		

La medición de las placas de anclaje y sus pernos para una marquesina es:

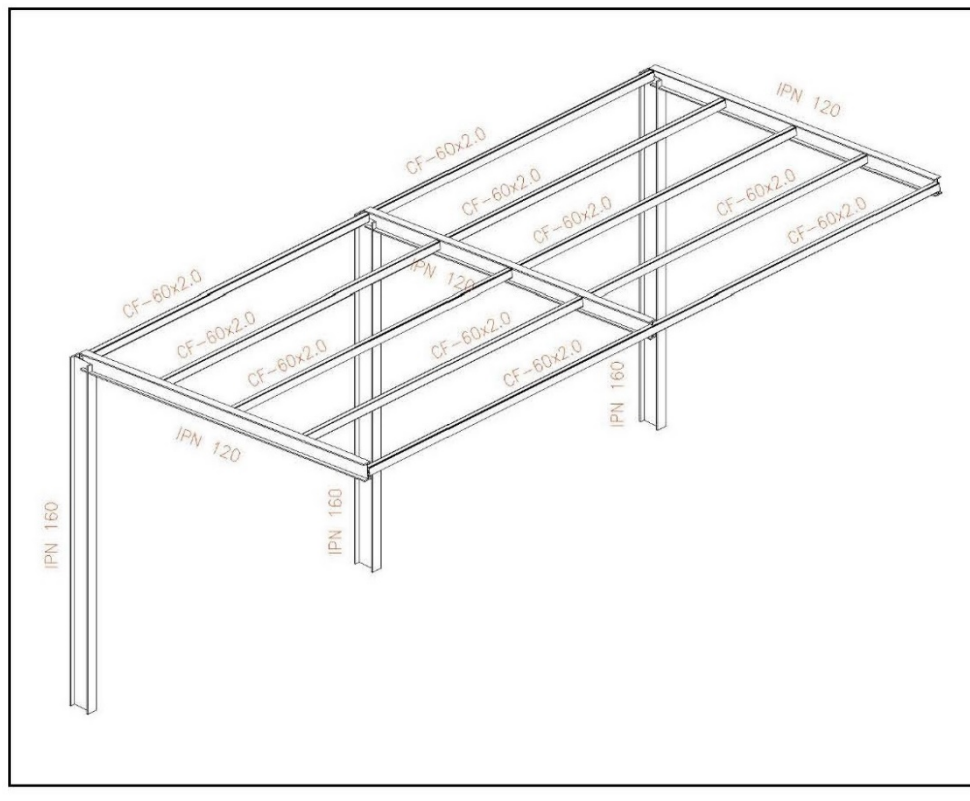
Pilares	Acero	Peso kg	Totales kg
N1, N7	S275	2 x 7.45	
N4	S275	1 x 10.68	
Totales			25.57

Pilares	Pernos	Acero	Longitud m	Peso kg	Totales m	Totales kg
N1, N7	8Ø10 mm L=35 cm	B 400 S, Ys = 1.15 (corrugado)	8 x 0.35	8 x 0.21	4.36	3.63
N4	4Ø14 mm L=40 cm	B 400 S, Ys = 1.15 (corrugado)	4 x 0.40	4 x 0.48		
Totales					4.36	3.63

#### Definición geométrica de la marquesina:



#### Definición de los perfiles de la marquesina:



## 2.2.- Hormigón Convencional y HMAR.

A/A Fernando Galán

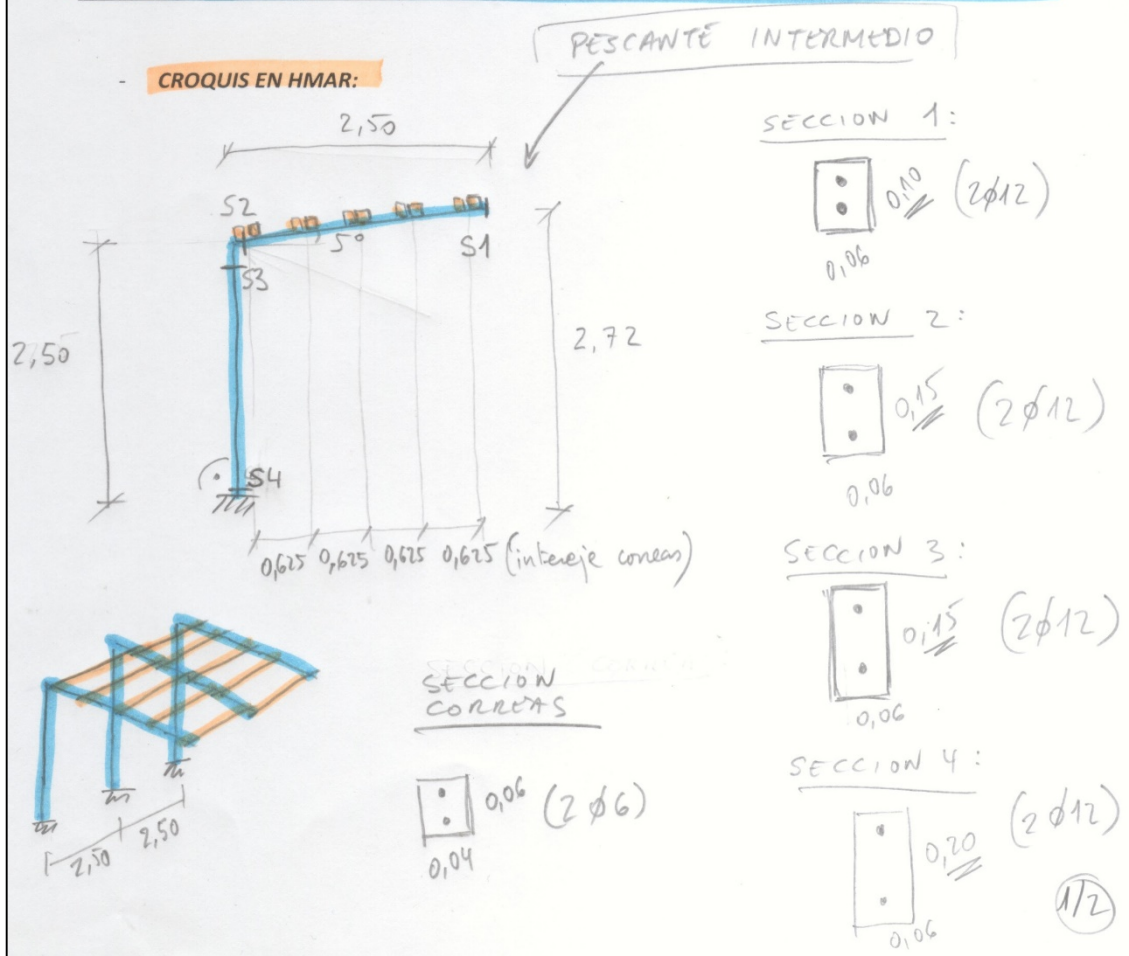
De: Jorge Montolío (ITOP)

Solicito presupuestos para la ejecución de una marquesina de autobús en HORMIGÓN DE MUY ALTO RENDIMIENTO (HMAR) y en HORMIGÓN ARMADO (HA), con el fin únicamente académico de incluirlos en mi TRABAJO FINAL DE GRADO del Curso de Adaptación al GRADO DE INGENIERO TÉCNICO DE OBRAS PÚBLICAS de la UPV.

Los pescantes de la estructura serían de HMAR y de HA, ambos prefabricados. Las correas del primero también se prevén de HMAR y las del segundo serían tipo "CF-60x2,00" fijadas al dintel de los pescantes de HA.

Los presupuestos no son para la ejecución real de la estructura, pero debería incluir precios de mercado, suponiendo que se van a ejecutar unas 10 unidades de la misma y que su ubicación podría ser cualquier municipio cercano de la Provincia de Valencia.

### 1. HMAR





**- MEDICIONES EN H.MARZ: (a falta de cimentación)**

**CORREA (x10)**

- VOLUMEN DE HORMIGON:  $2,56 \text{ m} \cdot 0,04 \text{ m} = 0,1024 \text{ m}^3$
- ARMADURA:  $2 \cdot 2,50 \cdot 0,28 \cdot 0,789 = 1,11 \text{ kg}$  c/conea

**PESCANTE (x3)**

- VOLUMEN DE HORMIGON:
  - pilar:  $0,06 \cdot 2,50 \cdot \left(\frac{0,15+0,20}{2}\right) = 0,02625$
  - dintel:  $0,06 \cdot 2,51 \cdot \left(\frac{0,10+0,15}{2}\right) = 0,018875$ $V_{TH} = 0,045 \text{ m}^3$  c/pescante
- ARMADURA
  - $2 \cdot 5,50 \cdot 1,13 \cdot 0,789 \text{ kg/cm}^2 \cdot \text{m} = 9,81 \text{ kg}$  c/pescante

**2. HA**

**- CROQUIS EN HA:**

**SECCION 1: N 1**  
(4φ12) 0,15 x 0,15

**SECCION 2:**  
(4φ12) 0,20 x 0,15

**SECCION 3**  
(4φ12) 0,20 x 0,15

**SECCION 4:**  
(4φ12) 0,25 x 0,15

- intersección pescantes = 2,50 m
- intersección conea = 0,625 m

**- MEDICIONES EN HA: (a falta de cimentación)**

**CORREA (x10)**

- CF 60 x 2,0: (acero galvanizado)
- $2,50 \text{ m} \cdot 2,51 \text{ kg/m} = 6,275 \text{ kg}$  c/conea

**PESCANTE (x3)**

- VOLUMEN DE HORMIGON
  - pilar:  $0,15 \cdot 2,50 \cdot \left(\frac{0,20+0,25}{2}\right) = 0,084375$
  - dintel:  $0,15 \cdot 2,51 \cdot \left(\frac{0,15+0,20}{2}\right) = 0,0658875$ $V_{TH} = 0,151 \text{ m}^3$  c/pescante
- ARMADURA LONGITUDINAL:
  - $4 \cdot 5,50 \cdot 1,13 \cdot 0,789 = 19,62 \text{ kg}$  c/pescante
- ARMADURA TRANSVERSAL:
  - $45 \text{ ud} \cdot 0,6 \text{ m/ud} \cdot 0,28 \cdot 0,789 = 5,97 \text{ kg}$  c/pescante

(2/2)



### **3.- DOCUMENTACIÓN RECABADA.**

#### **3.1.- Acero estructural.**

Sobre la solicitud del presupuesto en Acero Estructural, galvanizado en caliente y con chapas soldadas en los laterales de los IPN para tapar los cantos vivos de la estructura, se ha recibido un presupuesto de la estructura completamente montada que se incluye en la página siguiente y que se valora en 159.00 €/m<sup>2</sup>.

Teniendo en cuenta que una marquesina de tres pescantes, cuyas dimensiones en planta son 5.00 x 2.50 m, tiene una superficie de 12.50 m<sup>2</sup>, el presupuesto total de una marquesina ascenderá a 1987.50 €, incluyendo el material, la preparación en taller, el transporte y el montaje.

**TALLERES  
ANGEL IRANZO, C. B.****"TRANSFORMACIONES DE LOS METALES"**  
ESTRUCTURAS METÁLICAS EN OBRA PÚBLICA  
CALDERERÍA: PIEZAS ESPECIALES  
ENCOFRADOS**OFERTA 14/08/2014****OBRA:** "FABRICACIÓN Y MONTAJE"**S/Ref.:** "ESTRUCTURA METÁLICA MARQUESINA AUTOBÚS"**N/Ref.:** 081414001**Para (Cliente):** JORGE MONTOLÍO (ITOP)**De:** TALLERES ANGEL IRANZO, C.B. ("A.I.G.")**Telfs:** 96 146 50 42 - 608 86 87 98**Fax:** 96 146 50 42**e-mail:** talleresaig@gmail.com**Concepto:**

SEGÚN PETICIÓN, PASAMOS PRECIO DE:

\* (12,50 M2) FABRICACIÓN Y MONTAJE ESTRUCTURA METÁLICA MARQUESINA DE AUTOBÚS, SEGÚN PLANOS Y DESCRIPCIÓN ENVIADA, DE DIMENSIONES TOTALES 2500X5000X2500 MM.; COMPUESTA POR PLACAS DE ANCLAJE CON PERNOS DE SUJECIÓN, I.P.N.-160 PARA PILARES, I.P.N.-120 PARA TIRANTES PARTE SUPERIOR, ASÍ COMO CORREAS SUPERIORES DE CF-60X2; TODO GALVANIZADO EN CALIENTE, CON UN ACABADO EN RAL 9006: ..... **159,00 €/M2.**

PEDIMOS, POR FAVOR, **CONFIRMACIÓN EN FIRMA Y SELLO DEL PRESUPUESTO EN TODAS SUS HOJAS PARA INICIAR LOS TRABAJOS, ASÍ COMO EL CORRESPONDIENTE PEDIDO/CONTRATO, REALIZADO POR VDS..**

N.I.F. E-96.956.396

**CONDICIONES GENERALES:**  
I.V.A. NO INCLUIDO.

Estos precios se mantendrán: Mientras exista un acondicionamiento del terreno y una accesibilidad al mismo adecuados para el correcto desarrollo de las actividades de transporte y montaje, y siempre y cuando dichas actividades no se vean interrumpidas o paralizadas por causas ajenas a TALLERES ANGEL IRANZO, o por cualquier actividad realizada por otra empresa que impida la ejecución de los trabajos de TALLERES ANGEL IRANZO en una sola fase. De no ser así, los gastos ocasionados correrán por cuenta del cliente.

La energía eléctrica necesaria, estimada en 100 kva, será aportada por Uds. a pie de obra, con el cuadro eléctrico adecuado.

CUALQUIER RECTIFICACIÓN ORDENADA, CONFORMADO EL PRESUPUESTO, SERÁ VALORADO A PARTE, ASÍ COMO OTRAS FAENAS ORDENADAS NO PRESUPUESTADAS.

IMPRESINDIBLE QUE OBRE EN NUESTRO PODER EL PEDIDO/CONTRATO FIRMADO Y SELLADO POR AMBAS PARTES ANTES DEL INICIO DE LOS TRABAJOS EN OBRA.

IMPRESINDIBLE QUE OBRE EN NUESTRO PODER EL PLAN DE SEGURIDAD ANTES DEL INICIO DE LOS TRABAJOS EN OBRA; LAS MEDIDAS DE PROTECCIÓN Y SEGURIDAD COLECTIVAS SERÁN RESPONSABILIDAD DEL CLIENTE.

Por las oscilaciones del mercado del acero, este presupuesto se verá sujeto a revisión si se produce un alza, según situación en el momento de la contratación.

FORMA DE PAGO: **A CONFORMAR.**

**TALLERES ANGEL IRANZO, C.B.**  
EMPRESA ACREDITADA  
R.E.A.  
Nº REGISTRO: 17/46/0025792

**TALLERES ANGEL IRANZO, C.B.**  
"A I G"

**TALLERES ANGEL IRANZO, C.B.**  
Zona Industrial Sur: Calle Serra Llarga, 17  
Aptdo. Correos 135  
46530 PUÇOL (Valencia)  
N.I.F. E-96.956.396

Remedios IRANZO CAMPOS  
(ADMINISTRACIÓN)

Zona Industrial Sur: Calle Serra Llarga, 17 - Aptdo. Correos 135 - 46530 PUÇOL (Valencia) - Tel. y Fax 96 146 50 42 - C. Elect: talleresaig@gmail.com

### 3.2.- Hormigón Convencional y HMAR.

Sobre la solicitud del presupuesto en HC y HMAR se consultó con *D. Fernando Galán*, técnico experto en la fabricación y ejecución de hormigones prefabricados en todo tipo de obras, que incluso ha realizado varios trabajos con HMAR en colaboración con el Instituto de Ciencia y Tecnología del Hormigón (ICITECH) de la UPV.

De las consultas realizadas cabe destacar las siguientes conclusiones sobre el empleo de HMAR:

- El HMAR es un hormigón con unas propiedades excelentes de compresión y flexotracción, pero es muy caro. Esto hace viable su uso para piezas con necesidades estructurales importantes (grandes luces, piezas de forma muy singular y/o con exigencias de resistencia y esbeltez).
- Las singularidades de la fabricación con este hormigón en cuanto a tiempos de hormigonado y vertido y coste de la materia prima no pueden competir con piezas fáciles de ejecutar con otros materiales.
- Aunque la estructura de marquesina propuesta no es la óptima para la utilización de HMAR por estar sometida principalmente a flexión, la posibilidad de realizar varias estructuras similares podrían justificar el empleo de dicho material porque permitirían amortizar los costes de fabricación (encofrados, materias primas, control de calidad, etc.).

En cuanto al presupuesto en HC y HMAR, se han obtenido los siguientes precios, sin transporte ni montaje, cuyos costes deben incrementarse del orden de un 30% en el caso del HC por el mayor peso de la estructura (aproximadamente 6 veces mayor):

- Pescante de hormigón armado: 195 €/ud.
- Pescante HMAR: 240 €/ud.
- Correas HMAR: 65 €/ud



Para los costes de transporte y montaje en HMAR se pueden estimar 1200€ por el montaje de cada marquesina y 250€ por el transporte inicial, incrementando 100€ más de transporte por cada viaje.

Del presupuesto de la Estructura Metálica se obtiene que el precio unitario del kg asciende a 5,64 €/kg, y sabiendo que cada correa metálica tipo "C" de 2.50 m de longitud pesa 6.12 kg/ud, se obtiene un precio aproximado de 34.52 €/ud, aunque este precio unitario ya tendría en cuenta los gastos de transporte y montaje, por lo que supondremos un coste del 50% sin dichos gastos: 17.26 €/ud.

#### 4.- ANÁLISIS ECONÓMICO DE LAS ALTERNATIVAS.

La estructura de AE de la marquesina, galvanizada, tiene un peso de 352.29 kg y un precio sin cimentación de 1987.50 €.

La estructura mixta de HC con correas metálicas tiene un peso de 7696.17 kg y un precio sin transporte, ni montaje, ni cimentación de 757.60 €.

La estructura de HMAR tiene un peso de 1387.50 kg y un precio sin transporte, ni montaje, ni cimentación de 1370.00 €.

Para poder comparar los precios anteriores entre sí se tienen que sumar los costes de transporte y montaje de HC y HMAR. Para ello se considera que sólo se va a ejecutar una marquesina, por lo tanto, según lo indicado en el apartado anterior, habrá que sumarle 1450.00 € al precio del HMAR y 1885.00 € al del HC.

En cuanto al coste de las cimentaciones, tanto en HC como en HMAR, hay que tener en cuenta el incremento de 1,25 m<sup>3</sup> de hormigón con respecto a los 3,30 m<sup>3</sup> del total de la cimentación en AE, como consecuencia de la ejecución de los cálices.

Estimando un precio de 150 €/m<sup>3</sup> para el hormigón de las cimentaciones, los precios iniciales se incrementan 495.00 € en AE y 682.50 € en HC y HMAR.

Resumiendo en una tabla los precios para la estructura de una sola marquesina en los distintos materiales (cimentación, materiales, fabricación, transporte y montaje incluidos):

	<b>AE</b>	<b>HC (mixta)</b>	<b>HMAR</b>
<b>PRECIO/UD.</b>	2482.50	3325.10	3502.50
<b>KG./UD</b>	352.29	7696.17	1387.50
<b>PRECIO/KG.</b>	7.05	0.43	2.52



Como conclusión de esta tabla se puede confirmar que, aunque en nuestro caso la estructura de HMAR sea unas cuatro veces más pesada que la de AE, el kg. de material es del orden de unas tres veces menor, por lo que en otro tipo de estructuras más optimizadas para el empleo de HMAR, como es el caso de celosías, se tendrá que tener muy en cuenta la posibilidad de utilizar dicho material.



## 5.- VENTAJAS E INCONVENIENTES.

Entre los materiales estudiados, se puede concluir que el menos competitivo es el Hormigón Convencional, ya que tiene las desventajas de los otros dos materiales:

- Los esfuerzos a los que está sometida la estructura, principalmente de flexión, desaconsejan el uso del HC por su baja resistencia a tracción.
- Se realizan los pescantes prefabricados, con el encarecimiento que supone la cimentación superficial tipo cáliz con respecto a la solución en AE.
- Las secciones necesarias en HC son más grandes y pesadas que en AE o HMAR, perjudicándose tanto su ejecución y montaje como su estética.
- Al diseñarse con las correas metálicas presenta menos durabilidad que la marquesina ejecutada completamente en HMAR, incrementándose los costes de mantenimiento y reduciéndose su vida útil.

Entre las desventajas del Acero Estructural para la ejecución de la marquesina podemos destacar las siguientes:

- Presenta menos durabilidad que el HMAR, incrementándose los costes de mantenimiento y reduciéndose su vida útil.
- Es un material mucho más convencional que el HMAR, por lo que no aporta la singularidad de este último.
- Las opciones en cuanto a los acabados de la estructura no ofrece muchas posibilidades, presentando una estética menos agradable que el HMAR.
- Presenta una elevada conductividad térmica, pudiéndose reducir el confort en zonas con temperaturas extremas.

En cuanto a la ejecución de la marquesina en HMAR cabe destacar lo siguiente:

- Permite conseguir secciones esbeltas con una importante componente estética.
- Por su compacidad y minimización de armados, garantiza una durabilidad muy superior a la del resto de materiales.
- Presenta grandes ventajas en cuanto a moldeabilidad, ofreciendo unos acabados estéticos y singulares.
- Aunque presenta otras desventajas como son el elevado coste de los materiales, la necesidad de un control de calidad exhaustivo y el encarecimiento que supone la cimentación tipo cáliz, sus otras ventajas lo hacen competitivo para la ejecución de elementos singulares y, en el caso que nos ocupa, si se prevé la ejecución de varias estructuras idénticas.

## 6.- CONCLUSIÓN.

El AE tiene pocas desventajas frente al HMAR, siendo económicamente más competitivo en un principio. Aun así, **se descarta la solución en AE frente a la de HMAR para incluirla en el proyecto que se desarrolla a continuación** porque se entiende que la obra formaría parte de una actuación conjunta mayor, como podría ser la adecuación de todas las paradas de la línea de una concesión, en la que se ejecutarán varias marquesinas, con lo que se reducirán notablemente los costes unitarios de las mismas en HMAR y porque, a largo plazo, los menores gastos de mantenimiento y la mayor vida útil de las estructuras en HMAR las harán más rentables.