

## **PROYECTO DE INDUSTRIALIZACIÓN DE 25 NÚCLEOS EVOLUTIVOS MEJORADOS EN PANDO. DEPARTAMENTO DE CANELONES. (URUGUAY)**

El presente Proyecto se compone de los siguientes documentos

### **DOCUMENTO 1: PLANOS DE ADAPTACIÓN A LAS TECNOLOGÍAS CERHC**

- 1.- MEMORIA DEL PROYECTO DE INDUSTRIALIZACIÓN
- 2.- MEDIOS HUMANOS Y MECÁNICOS NECESARIOS PARA LA FABRICACIÓN, TRANSPORTE Y MONTAJE DE PIEZAS
- 3.- INSTRUCCIONES DE FABRICACIÓN TRANSPORTE Y MONTAJE
- 4.- FÓRMULAS EMPLEADAS EN LA CONFECCIÓN DEL PRESUPUESTO Y PRESUPUESTO
- 5.- PLANOS

### **DOCUMENTO 2: DISEÑO DE LAS PIEZAS DE HORMIGÓN**

- 1.- MEMORIA DEL DISEÑO DE LAS PIEZAS
- 2.- PLANOS

### **DOCUMENTO 3: DISEÑO DE LOS MOLDES**

- 1.- MEMORIA DE LOS MOLDES
- 2.- PLANOS

### **DOCUMENTO 4: NUDOS Y DETALLES CONSTRUCTIVOS**

- 1.- MEMORIA DE LOS NUDOS Y DETALLES CONSTRUCTIVOS
- 2.- PLANOS

**DOCUMENTO 5: ÓRDENES DE FABRICACIÓN DE PIEZAS**

- 1.- MEMORIA DE LAS ÓRDENES DE FABRICACIÓN DE PIEZAS
- 2.- ÓRDENES DIARIAS DE FABRICACIÓN DE PIEZAS

**DOCUMENTO 6: ÓRDENES DE APILAMIENTO Y TRANSPORTE DE PIEZAS**

- 1.- MEMORIA DE LAS ÓRDENES DE APILAMIENTO Y TRANSPORTE DE PIEZAS
- 2.- ÓRDENES DIARIAS DE APILAMIENTO DE PIEZAS
- 3.- ÓRDENES DIARIAS DE TRANSPORTE DE PIEZAS

**DOCUMENTO 7: ÓRDENES DE MONTAJE DE PIEZAS**

- 1.- MEMORIA DE LAS ÓRDENES DE MONTAJE DE PIEZAS
- 2.- ÓRDENES DIARIAS DE MONTAJE DE PIEZAS

**PROYECTO DE INDUSTRIALIZACIÓN DE 25 NÚCLEOS EVOLUTIVOS  
MEJORADOS EN PANDO.  
DEPARTAMENTO DE CANELONES. (URUGUAY)**

**ÍNDICE DOCUMENTO 1:**

**1.- Memoria del proyecto de industrialización**

**1.1.- Memoria expositiva**

1.1.1.- Antecedentes

1.1.1.1.- Propietario - Promotor

1.1.1.2.- Autor del Proyecto de Arquitectura

1.1.1.3.- Autor del Proyecto de Industrialización

1.1.1.4.- Objeto del Proyecto de Industrialización

**1.2.- Programa**

1.2.1.- Descripción del proyecto

1.2.2.- Superficies

**1.3.- Plazos previstos en la fabricación, transporte y montaje**

1.3.1.- Plazo previsto en fabricación

1.3.2.- Plazo previsto en transporte

1.3.3.- Plazo previsto en montaje

**1.4.- Memoria de Cimentación**

1.4.1.- Características del terreno

1.4.2.- Características de la cimentación

1.4.3.- Contención de tierras

1.4.4.- Normativa Básica

1.4.5.- Otra Normativa

1.4.6.- Observaciones

**1.5.- Memoria de Estructuras**

- 1.5.1.- Acciones en la edificación
  - 1.5.1.1.- Acción gravitatoria
  - 1.5.1.2.- Acción del viento
  - 1.5.1.3.- Acciones térmicas y reológicas
  - 1.5.1.4.- Acción sísmica
  - 1.5.1.5.- Normativa básica
  - 1.5.1.6.- Otra normativa
- 1.5.2.- Método de cálculo de la estructura
  - 1.5.2.1.- Descripción de la estructura
  - 1.5.2.2.- Características mecánicas de las secciones, conexiones de los nudos y sustentación
  - 1.5.2.3.- Obtención de solicitaciones
  - 1.5.2.4.- Dimensionamiento de secciones
  - 1.5.2.5.- Cálculos con ordenador
  - 1.5.2.6.- Normativa básica
- 1.5.3.- Características resistentes de los materiales estructurales
  - 1.5.3.1.- Estructuras de hormigón
  - 1.5.3.2.- Normativa básica
  - 1.5.3.3.- Otras normas

## **2.- Medios humanos y mecánicos necesarios para la fabricación, transporte y montaje.**

### **2.1.- Medios humanos**

- 2.1.1.- Medios humanos en fabricación
- 2.1.2.- Medios humanos en montaje

### **2.2.- Medios mecánicos**

- 2.2.1.- Medios mecánicos en fabricación
- 2.2.2.- Medios mecánicos en transporte
- 2.2.3.- Medios mecánicos en montaje

### **3.- Instrucciones de fabricación, transporte y montaje.**

#### **3.1.- Control de fabricación**

- 3.1.1.- Piezas de tabiques
- 3.1.2.- Piezas de fachadas
- 3.1.3.- Piezas de cubiertas
- 3.1.4.- Control de los materiales a emplear

#### **3.2.- Control del curado de las piezas**

#### **3.3.- Control del transporte de las piezas**

#### **3.4.- Control de montaje**

- 3.4.1.- Montaje de piezas de fachadas y tabiques
- 3.4.2.- Montaje de piezas de cubiertas
- 3.4.3.- Control de los materiales a emplear

### **4.- Fórmulas empleadas en la confección del presupuesto y presupuesto**

#### **4.1.- Hipótesis para el cálculo del presupuesto**

##### **4.1.1.- Fabricación**

- 4.1.1.1.- Mesas y moldes
- 4.1.1.2.- Grúas en fabricación
- 4.1.1.3.- Mano de obra en fabricación
  - 4.1.1.3.1.- Mano de obra directa en fabricación de fachadas y tabiques
  - 4.1.1.3.2.- Mano de obra directa en fabricación de cubiertas
  - 4.1.1.3.3.- Mano de obra indirecta
  - 4.1.1.3.4.- Mano de obra directa e indirecta en fabricación de fachadas y tabiques
  - 4.1.1.3.5.- Mano de obra directa e indirecta en fabricación de cubiertas

**4.1.2.- Montaje de piezas**

4.1.2.1.- Grúa - camión

4.1.2.2.- Mano de obra en montaje

**4.2.- Presupuesto****5.- Planos****5.1.- Plano 0.0 (Urbanización Pando)****5.2.- Planos de tipologías**

5.2.1.- N.B.E. - 2

5.2.2.- N.B.E. - 1 (Parcelas N° 25, N° 1 y N° 8)

5.2.3.- N.B.E. - 1 (Parcelas N° 15 y N° 22)

5.2.4.- S.U.M.

**PROYECTO DE INDUSTRIALIZACIÓN DE 25 NÚCLEOS EVOLUTIVOS  
MEJORADOS EN PANDO.  
DEPARTAMENTO DE CANELONES. (URUGUAY)**

**DOCUMENTO 1**

**1.- MEMORIA DEL PROYECTO DE INDUSTRIALIZACIÓN**

**1.1.- Memoria Expositiva**

**1.1.1.- Antecedentes**

**1.1.1.1.- Propietario - promotor**

Se realiza el presente Proyecto de Industrialización de 25 Núcleos Evolutivos Mejorados en la ciudad de Pando, Departamento de Canelones (Uruguay) por encargo de D. Antonio Pulido Muñoz Torrero con domicilio en la calle Sirio, 54, en Madrid y DNI 5.753.597-D en representación de CALPU, S.A., con NIF A-28831923 (en adelante el PROMOTOR).

**1.1.1.2.- Autor del proyecto de Arquitectura**

Es autor del Proyecto de Arquitectura, a partir del cual se desarrolla el presente Proyecto de Industrialización, FORM- 4, S.L., con domicilio en la plaza del Cordón, 2, de Madrid, España y NIF B-81346702, actuando como director del Proyecto el Arquitecto don Miguel Figueruelo (en adelante el ARQUITECTO).

**1.1.1.3.- Autor del Proyecto de Industrialización**

El autor de este Proyecto de Industrialización es BSCP, Building System with Concrete Panel, con domicilio en Avenida de Europa, 16, chalet 18, de Pozuelo de Alarcón, Madrid (España) y NIF B-81284747, actuando como director del proyecto el Ingeniero Industrial don Jesús Manuel Camacho.

**1.1.1.4.- Objeto del Proyecto de Industrialización**

El objeto de este Proyecto de Industrialización es la fabricación, transporte y montaje de la "Obra Gris" de 25 Núcleos Evolutivos Mejorados y 1 S.U.M. en la ciudad de Pando, Departamento de Canelones (Uruguay), a través del Sistema de construcción BSCP, basado en tecnologías CERHC.

Definimos, a éstos efectos, como “Obra Gris” la que se proyecta específicamente para el Sistema de construcción BSCP, basado en tecnologías CERHC, que junto con lo que se denomina “Obra Blanca”, forma el total de los capítulos de una obra. A estos efectos definimos como “Obra Blanca”, la consistente en el movimiento de tierras; la cimentación y el saneamiento; la realización del trasdosado de fachadas y cubiertas para su aislamiento térmico; la instalación de los materiales de acabado de los parámetros, es decir, pinturas, telas, papeles, solados, chapados y alicatados; y la realización de las instalaciones y las carpinterías.

Este Proyecto de Industrialización, está redactado a partir de los planos del Proyecto que, con la conformidad del PROMOTOR, adjuntó el ARQUITECTO como Anexo I al contrato de encargo de confección de Proyecto de Industrialización y su autorización de uso de fecha 26 de enero de 1.998 y de las modificaciones posteriores. Está formado por los 7 documentos siguientes, que son los necesarios para que los Promotores, Arquitectos Superiores, Arquitectos Técnicos, Constructores y Fabricantes de piezas lleven a cabo el proceso constructivo para la edificación siguiente: veinticinco (25) Núcleos Básicos Evolutivos mejorados (en adelante NBE) en la ciudad de Pando, departamento de Canelones, en la República Oriental de Uruguay.

- 1.- DOCUMENTO N° 1: Memoria; Medios humanos y mecánicos necesarios para la fabricación transporte y montaje de piezas; Instrucciones sobre el control de la fabricación, transporte y montaje de piezas; Fórmulas empleadas para el calculo del Presupuesto y Presupuesto; y Dibujo de los planos de adaptación del proyecto de Arquitectura al Sistema de construcción BSCP, basado en tecnologías CERHC y de los planos que indican la situación de las distintas piezas para incorporarlos por el ARQUITECTO al Proyecto de Ejecución y por el PROMOTOR a la documentación de promoción y venta de las edificaciones.
- 2.- DOCUMENTO N° 2: Diseño de las piezas de hormigón con todos los tubos y conductos de las instalaciones en el interior de cada pieza para incorporarlos por el ARQUITECTO al Proyecto de Ejecución y por el PROMOTOR a la documentación de promoción y venta de las edificaciones.
- 3.- DOCUMENTO N° 3: Diseño de todos los moldes necesarios, para que el FABRICANTE los fabrique y pueda realizar en ellos, con posterioridad, la fabricación de todas las piezas de que se componen las edificaciones previstas en el Proyecto de Industrialización.
- 4.- DOCUMENTO N° 4: Definición de todos los nudos de unión de las distintas piezas diseñadas y de los detalles constructivos para que el ARQUITECTO pueda incorporarlos a las órdenes de la Dirección Facultativa -Arquitecto Superior y Arquitecto

Técnico- y para que el FABRICANTE pueda realizar el montaje de las piezas.

- 5.- DOCUMENTO N° 5: Órdenes diarias de fabricación de las piezas que componen la “Obra Gris” con indicación de las piezas que sea preciso fabricar cada día y los moldes a utilizar para ello para una correcta organización de la obra por el CONSTRUCTOR y para una correcta organización del FABRICANTE en la fabricación de las piezas.
- 6.- DOCUMENTO N° 6: Órdenes diarias de transporte de piezas, para una correcta coordinación del FABRICANTE y el CONSTRUCTOR, para que lleguen a obra las piezas que se vayan a montar cada vez y en el mismo orden de montaje.
- 7.- DOCUMENTO N° 7: Órdenes diarias de montaje, para la coordinación del FABRICANTE y del CONSTRUCTOR en la obra.

Este Proyecto de Industrialización BSCP lo redacta, en el marco de lo establecido en el contrato de encargo de confección de Proyecto de Industrialización y su autorización de uso de fecha 26 de enero de 1.998, y es propiedad exclusiva de BSCP, siendo la única Compañía autorizada a expedir copias para la construcción de cada edificación, aunque dos edificaciones sean idénticas pero estén situadas en lugares distintos a los previstos en el presente Proyecto de Industrialización.

## **1.2.- Programa**

### **1.2.1.- Descripción del proyecto**

El presente Proyecto de Industrialización es relativo a la construcción de 25 Núcleos Evolutivos Mejorados y 1 S.U.M. en la ciudad de Pando, Departamento de Canelones (Uruguay) distribuidos según el plano de situación incluido en este proyecto (plano 00).

### **1.2.2.- Superficies**

Tipo 1 “N.B.E. 1”:

Superficie por unidad = **32,27 m<sup>2</sup>**

Nº Total de unidades = **5 uds.**

Superficie Total = **32,27 m<sup>2</sup> x 5 = 161,35 m<sup>2</sup>**

<u>Tipo 2 “N.B.E. 2”:</u>	Superficie por unidad = <b>64,54 m<sup>2</sup></b> Nº Total de unidades = <b>10 uds.</b> Superficie Total = <b>64,54 m<sup>2</sup> x 10 = 645,40 m<sup>2</sup></b>
<u>Tipo 3 “S.U.M. ”:</u>	Superficie por unidad = <b>32,00 m<sup>2</sup></b> Nº Total de unidades = <b>1 ud.</b> Superficie Total = <b>32,00 m<sup>2</sup> x 1 = 32,00 m<sup>2</sup></b>

**SUPERFICIE TOTAL CONSTRUIDA: 838,75 m<sup>2</sup>**

### **1.3.- Plazos previstos en la fabricación, transporte y montaje**

#### **1.3.1.- Plazo previsto en fabricación**

Teniendo en cuenta los medios con los que dispone el promotor y el número de piezas a realizar, el plazo previsto para la fabricación de todas las piezas que componen el proyecto es de 25 días laborables.

#### **1.3.2.- Plazo previsto en transporte**

El plazo previsto en el proyecto, teniendo en cuenta la carga máxima del camión (30.000 kg según dato del promotor), será de 30 días.

#### **1.3.3.- Plazo previsto en montaje**

El plazo previsto para el montaje de las piezas que constituyen este proyecto es de 30 días empleando una sola grúa sobre ruedas de goma o grúa - camión.

## 1.4.- Memoria de Cimentación

### 1.4.1.- Características del terreno

- Calidad del terreno o clasificación del mismo.....*arcilloso*
- Parámetros geotécnicos que afectan a la cimentación
  - peso específico.....  $2,1 \text{ t/m}^3$
  - cohesión .....  $10 \text{ t/m}^3$
  - presión de hundimiento.....  $63,8 \text{ t/m}^2$
  - presión admisible .....  $2 \text{ kg/cm}^2$
  - módulo de Balasto .....
  - ángulo de rozamiento interno .....  $20^\circ$
  - profundidad y condiciones de la capa freática .....
- Reconocimientos efectuados en el terreno
  - se acompaña estudio geotécnico .....*no*
  - otros exámenes efectuados *experiencias semejantes y próximas*
  - características del examen efectuado
  - otras características del terreno.....

### 1.4.2.- Características de la cimentación

- Sistema de cimentación adoptado.....*zanjas corridas*
- Coeficiente de trabajo.....  $2 \text{ kg/cm}^2$
- Asiento máximo admisible.....  $35 \text{ mm}$
- Método de obtención de reacciones en el terreno
- Método de cálculo estructural del cimiento..... *estados límites*

### 1.4.3.- Contención de tierras

- Sistema de contención de tierras adoptado *no existe contención de tierras*
- Ángulo de rozamiento interno:
  - del relleno .....
  - del terreno.....  $20^\circ$
  - Ángulo de rozamiento terreno-muro
    - en trasdós .....  $20^\circ$
    - en base .....  $20^\circ$
  - Sobrecarga en la superficie del terreno
- Empuje considerado en cálculo..... *activo*
- Valor del empuje para los diversos tipos de muros:
  - Ka .....  $0,21$
  - Sigma a .....  $1.32$
  - F .....  $1.98 \text{ t}$
  - Método de obtención de las solicitaciones debidas al empuje de terreno

### *Mecánica del suelo Rankine*

- Método de dimensionamiento de secciones de los elementos resistentes:

*Parábola rectángulo*

#### **1.4.4.- Normativa Básica**

- NBE-AE-88 "Acciones en la edificación" *capítulos 8 y 9*

#### **1.4.5.- Otra Normativa**

- NTE-CCM-1979 "Muros"
- NTE-CSC-1984 "Cimentaciones superficiales corridas"
- NTE-CSZ-1986 "Cimentaciones superficiales: zapatas"

#### **1.4.6.- Observaciones:**

*A la vista de la profundidad y características del firme, se procederá al recálculo y ajuste, o a la aceptación de la cimentación proyectada.*

### **1.5.- Memoria de Estructuras**

#### **1.5.1.- Acciones en la edificación**

##### **1.5.1.1.- Acción gravitatoria**

###### **Cubiertas**

- Peso propio estructura portante..... 350 Kg/m<sup>2</sup>
- Peso propio elementos de cobertura ..... 100 Kg/m<sup>2</sup>
- Sobrecarga nieve y viento y uso ..... 200 Kg/m<sup>2</sup>

###### **Cerramientos**

- Peso propio muros fachada .....800 Kg/ml
- Peso propio muros patio ..... Kg/ml
- Peso propio muros escalera ..... Kg/ml
- Peso propio separadores de viviendas .....800 Kg/ml
- Sobrecarga lineal en extremo de balcones volados ..... Kg/ml
- Sobrecarga lineal horizontal en antepechos ..... Kg/ml

##### **1.5.1.2.- Acción del viento**

- Altura de coronación del edificio.....3 m.
- Situación (a efectos de aplicación norma NBE-AE/88).....normal

- Velocidad del viento ..... 102 Km/hora
- Presión dinámica ..... 50 Kg/m<sup>2</sup>
- Zonas especiales.....
- Factor de esbeltez.....
- Presión.....
- Succión.....

### 1.5.1.3.- Acciones térmicas y reológicas

- Distancia entre juntas de dilatación .....35-40 m.
- Acción térmica considerada ..... no se considera
- Acción reológica considerada..... no se considera

### 1.5.1.4.- Acción sísmica

- Grupo de destino del edificio (art. 5.3. PDS.1)
- Intensidad sísmica a efectos de cálculo (art. 5.5. PDS.1)
- Zona sísmica (art.5.2. PDS.1)
- Tipo de características estructurales (art. 5.4. PDS.1)
- Acciones sísmicas consideradas en cálculo

Dado el desconocimiento de la normativa sismorresistente de obligado cumplimiento aplicable en la República Oriental del Uruguay, el cálculo se justifica según la NORMA SISMORRESISTENTE P.D.S. - 1/1974 vigente en España. Para ello se ha supuesto el edificio ubicado en Zona Terciaria (sismicidad alta) y con grado de intensidad  $G = IX$  por ser éste el más desfavorable que contempla la citada Norma.

### \* CÁLCULOS.

Según el artículo 4.16. de la P.D.S.- 1/1974 deberá comprobarse la estabilidad a sismo de elementos singulares no ligados al Sistema Estructural, tal como son: muros de cierre, muros cortina, cerramientos prefabricados (siendo este nuestro caso) etc..

La comprobación se realiza mediante la aplicación de una fuerza horizontal en el centro de gravedad del elemento considerado de valor.

$F = s \times Q$ , siendo:

$Q$  = peso del elemento considerado.

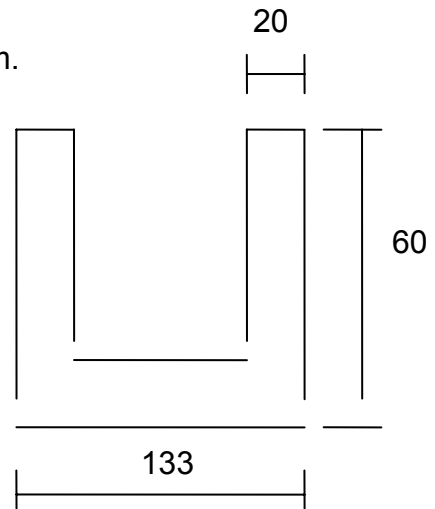
$s = C + 0,10$  para elementos de cerramiento.

$C$  = coeficiente sísmico básico, valor dado en la tabla 4.10.1 de la P.D.S.- 1/1974 y que parágrafo IX es igual a 0,30.

Como ejemplo unitario:

Las cotas de la sección de la pieza son en cm.

Siendo su altura de 285 cm.



El material es hormigón armado con un peso específico de  $2.500 \text{ kg/m}^3$ , por tanto,

$$Q = (2 ( 0,20 \times 0,60 ) + 0,93 \times 0,20 ) \times 2,85 \times 2500 = 3035,25 \text{ kg, por tanto}$$

$$F = 0,40 \times Q = 1214,10 \text{ kgs.}$$

Dado que esta fuerza F se aplica en el centro de gravedad, la cual tiene cuatro puntos de anclaje simétricamente dispuestos respecto de C.G. de la sección, cada uno de ellos deberá ser capaz de absorber un valor de F/4, es decir 303,5 kg.

Según el anejo 6 de la Norma Básica MV. 103 y UNE 14035, la tensión que se produce en el cordón de soldadura dispuesto perpendicularmente a la dirección de la fuerza aplicada es:

$$\frac{F^*}{0,85 \times \Sigma a \times L} < Q$$

siendo:  $F^*$  = la acción mayorada.  
 $a$  = Garganta del cordón.  
 $L$  = Longitud del cordón.

por tanto,

$$F^* = 305,5 \times 1,5 = 458,25 \text{ kg.}$$

$$a = \text{Garganta del cordón} = 2,5 \text{ mm. para espesor de chapa entre 4 y}$$

6 mm.

$$L = 180 \text{ mm por cordón, en nuestro caso mínimo 2 cordones.}$$

luego,

$$\tau = \frac{458,25}{0,85 \times 2 \times 0,25 \times 18} = 59,90 \text{ kg/cm}^2 \text{ (resistencia de cálculo del acero).}$$

Dado que las placas de anclaje son de  $10 \times 20 \text{ cm}^2 = 200 \text{ cm}^2$ .

$$\tau = \frac{458,25}{200} = 18,32 \text{ kg/cm}^2 < \tau \text{ ad.} = 0,576 \tau u = 0,576 \times 2600 = 1497,6 \text{ k/cm}^2$$

La tensión tangencial en los pernos de anclaje de diámetro 10 será:

$$\Omega 10 = 0,79 \text{ cm}^2$$

$$\tau = \frac{458,25}{2 \times 0,879} = 290 \text{ kg/cm}^2 < 0,516 \times 4200 = 2419,20 \text{ k/cm}^2$$

Por tanto queda justificado que con un anclaje tipo sencillo (con dos cordones de 18 mm s/planos) absorben los esfuerzos debidos al sismo en zona 3 de grado IX.

#### 1.5.1.5.- Normativa básica

- NBE-AE-88: Acciones en la edificación
- NORMA SISMORRESISTENTE P.D.S.
- NCSE-94: NORMA DE CONSTRUCCIÓN SISMORRESISTENTE

#### 1.5.1.6.- Otra normativa

- NTE-ECG-88: Estructuras. Cargas Gravitatorias.
- NTE-ECS-88: Estructuras. Cargas Sísmicas.
- NTE-ECV-88: Estructuras. Cargas de Viento.

### 1.5.2.- Método de cálculo de la estructura

#### 1.5.2.1.- Descripción de la estructura

##### Tipo estructural y materiales que la componen

Muros de carga y forjados unidireccionales. Muros de carga de hormigón armado, forjados de losa de hormigón armado unidireccional.

#### 1.5.2.2.- Características mecánicas de las secciones, conexiones de los nudos y sustentación

Elementos prefabricados: Piezas de Muros de carga y de cubierta. In situ: Juntas de hormigón. Nudos de hormigón armado con capacidad de transmitir continuidad y momentos flectores. Sustentaciones hiperestáticas.

**1.5.2.3.- Obtención de solicitaciones**

**Discretización de la estructura para la búsqueda del modelo de análisis**

Barras simples con continuidad.

**Hipótesis de carga**

- niveles de control de la ejecución.....normal
- daños previsible..... B
- acciones de cálculo e hipótesis de carga .....

HIPOTESIS	I	II	III
ACCIONES			
Peso propio y cargas permanentes	1,6	0,9	
Sobrecarga de uso	1,6	0	
Sobrecarga de nieve	1,6	0	
Acción del viento			
Acciones térmica y reológica			
Acción sísmica			
Empujes del terreno			
Asientos			

**Tipo de análisis efectuado**

Mediante cálculo espacial en 3 dimensiones con la hipótesis de indeformabilidad de plantas, impidiendo desplazamientos relativos entre nudos de la misma.  
Se efectúa análisis estático y cálculo lineal de los esfuerzos.

**1.5.2.4.- Dimensionamiento de secciones**

**Modelo de comportamiento de los materiales estructurales**

- Diagrama de Tensión-Deformación adoptado

Diagrama de la parábola rectángulo con cuantías mínimas exigidas por la Norma en vigas y pilares.

- Modelo de dimensionamiento utilizado

Para estados límites últimos, obteniéndose las cargas mayoradas por los coeficientes correspondientes y minorando las resistencias de los materiales según el tipo de control.

**1.5.2.5.- Cálculos con ordenador**

- Fase de cálculo .....cálculo de esfuerzos y dimensionado de elementos
- Programa utilizado..... CYPE
- Autor del programa.....

### 1.5.2.6.- Normativa básica

- EF-96: Instrucción para el proyecto y la ejecución de forjados unidireccionales de hormigón armado o pretensado.
- EH-91: Instrucción para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón en masa o armado.
- EP-93: Instrucción para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón pretensado.
- Otras Normas: MV-105-1967, MV-106-1967, MV-107-1968, MV-108-1968, MV-109-1979, MV-110-1982, MV-111-1980, RC-93.

### 1.5.3.- Características resistentes de los materiales estructurales

#### 1.5.3.1.- Estructuras de hormigón

##### Acero

- Barras
  - Tipo (art. 9.3. EH-91) ..... AEH 400S
  - Límite elástico .....4.100 Kp/cm<sup>2</sup>
  - Nivel de control (art. 71 EH-91) ..... normal
  - Coeficiente de minoración ..... 1,15
- Mallas
  - Tipo (art. 9.4. EH-91) ..... AEH 500T
  - Límite elástico .....5.100 Kp/cm<sup>2</sup>
  - Nivel de control (art. 71 EH-91) ..... normal
  - Coeficiente de minoración ..... 1,15

##### Hormigón

- Resistencia de proyecto  $f_{ck}$ .....200 Kp/cm<sup>2</sup>
- Tipo del Árido ..... de machaqueo
- Tamaño del Árido ..... 18-20 mm
- Tipo cemento..... PA-350
- Asiento del cono de Abrams..... entre 5 y 7 cm
- Resistencia Característica a los 7 días..... 150 kg/cm<sup>2</sup>
- Resistencia Característica a los 28 días..... 200 kg/cm<sup>2</sup>
- Diagrama Tensión-Deformación..... parábola-rectángulo
- Módulo de deformación longitudinal .....21.000( $f_{ck}$ ) Kp/cm<sup>2</sup>
- Coeficiente de dilatación térmica..... 10-5
- Coeficiente de retracción .....0,25 mm/m
- Nivel de control..... normal
- Coeficiente de minoración ..... 1,50

### **1.5.3.2.- Normativa básica**

- MV-102-1975: Acero laminado para estructuras de edificación
- MV-103-1972: Cálculo de las estructuras de acero laminado en edificación
- MV-104-1966: Ejecución de las estructuras de acero laminado en edificación.
- EF-96: Instrucción para el proyecto y la ejecución de forjados unidireccionales de hormigón armado o pretensado.
- EH-91: Instrucción para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón en masa o armado.
- EP-93: Instrucción para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón pretensado.

### **1.5.3.3.- Otras Normas:**

- MV-105-1967, MV-106-1967, MV-107-1968, MV-108-1968, MV-109-1979, MV-110-1982, MV-111-1980, RC-93.
- NTE-EME-1975, NTE-EFB-1974, NTE-EFL-1977, NTE-EFP-1979, NTE-FFB-1975, NTE-FFL-1978

## **2.- MEDIOS HUMANOS Y MECÁNICOS NECESARIOS PARA LA FABRICACIÓN, TRANSPORTE Y MONTAJE**

### **2.1.- Medios humanos**

#### **2.1.1.- Medios humanos en fabricación**

Mano de obra directa en fabricación de fachadas y tabiques.....3 oficiales y 3 peones

Mano de obra directa en fabricación de cubiertas.....1 oficial y 1 peón

Total mano de obra directa en fabricación.....4 oficiales y 4 peones

Mano de obra indirecta en fabricación .....1 plantista (hormigonera)

1 capataz

1 grústa (para hormigonar y manipular piezas)

1 grústa (para montar piezas en camiones)

Total mano de obra indirecta en fabricación.....4 hombres

**Total mano de obra directa e indirecta en fabricación..... 12 hombres**

#### **2.1.2.- Medios humanos en montaje**

Mano de obra en montaje..... 2 hombres (soldando)

2 hombres (repasando)

**Total mano de obra en montaje..... 4 hombres**

## **2.2.- Medios mecánicos**

### **2.2.1.- Medios mecánicos en fabricación**

Para el fabricación de las piezas se cuenta con un puente grúa capaz de cargar 6.300 kg, así como una grúa torre de 42 m. de pluma que levanta en punta 1.500 kg. siendo capaz de levantar piezas de 6.000 kg. en la parte más próxima al carro (estos datos nos han sido proporcionados por el promotor).

### **2.2.2.- Medios mecánicos en transporte**

Para el transporte de las piezas que componen este proyecto será necesario un camión y dos plataformas. El peso máximo de carga, a partir del cual se han realizado las órdenes de transporte, es de 30.000 kg. (este dato nos ha sido proporcionado por el promotor).

### **2.2.3.- Medios mecánicos en montaje**

Para el montaje se ha tenido en cuenta la utilización de una grúa sobre ruedas de goma o grúa-camión capaz de levantar 6.000 kg. a una distancia horizontal de 6 m. salvando una altura de 3 m.

### **3.- INSTRUCCIONES DE FABRICACIÓN, TRANSPORTE Y MONTAJE**

Para la fabricación, transporte y montaje de las 518 piezas previstas en éste Proyecto de Industrialización, en las condiciones idóneas, el Promotor debe dotar a la obra de los medios necesarios para que estas instrucciones de fabricación, transporte y montaje, sean conocidas y aprendidas por todo el personal de la obra, tanto el de fabricación, como el de transporte y montaje de piezas. Podemos asegurar que el tiempo invertido en esta tarea será el que produzca la mayor rentabilidad.

Sólo el conocimiento y la concienciación de todo el personal, de que se deben cumplir estas instrucciones, harán posible que la obra se ejecute en las condiciones óptimas para conseguir la mejor calidad de las edificaciones previstas en éste Proyecto de Industrialización.

De nada servirá el esfuerzo realizado para confeccionar, a partir del Proyecto de Arquitectura, éste Proyecto de Industrialización, para conseguir que las viviendas proyectadas tengan la mejor calidad posible, con el costo mas bajo y el menor tiempo de ejecución, según los medios humanos, materiales y mecánicos considerados, si no se extrema el cuidado en el cumplimiento de éstas instrucciones de fabricación, transporte y montaje de piezas.

#### **3.1- Control de Fabricación**

La fabricación de todas las piezas de que se compone el Proyecto de Industrialización deberá realizarse siguiendo estrictamente el documento nº 5 del Proyecto de Industrialización denominado "Ordenes de Fabricación". En él se indican las piezas que hay que fabricar cada día.

El documento nº 2 del Proyecto de Industrialización denominado "Diseño de todas las piezas" está formado por tantos planos como piezas distintas tienen las edificaciones previstas. Cada pieza está numerada. El plano de cada pieza contiene todas las especificaciones necesarias para que pueda ser fabricada sin errores, indicando además exclusivamente en las mesas que debe fabricarse de conformidad con el documento nº 5: "Ordenes de Fabricación".

Todas las piezas están identificadas con números de tres cifras seguidas de un guión, otra cifra, otro guión y una última cifra. El número de la pieza es tal que, cuando empieza por 3 indica que es una pieza de cubierta, si empieza por 5 indica una pieza de fachada y si comienza por 7 será una pieza de tabique.

El conjunto de las tres primeras cifras señalará el número del molde. La cifra después del primer guión indica la posición de la pieza en una cierta edificación, y la cifra después del segundo guión señala a que edificación pertenece.

Por ejemplo, la pieza **702-3-18** es un tabique que se hace con el molde 702, que está colocada en la posición 3 del edificio 18.

A fin de garantizar el cumplimiento de los controles a realizar durante el proceso de fabricación de cada pieza debe existir, junto al sitio donde se fabricará cada pieza, únicamente, el plano correspondiente a la pieza a fabricar, desde que se inicia la fabricación, hasta que se realiza el izado de la pieza.

### **3.1.1.- Piezas de tabiques.**

Previamente a la colocación de los perfiles que delimitan la dimensión exterior de cada pieza de tabique se realizarán los siguientes controles o comprobaciones:

- a) Comprobación de que la pieza va a fabricarse en una de las mesas indicadas en el plano de la pieza, y en concreto en la mesa indicada en la orden de fabricación del día a que corresponda.
- b) Comprobación de la planeidad de la base del molde.
- c) Comprobación de la limpieza de la base del molde.
- d) Comprobación de que el plano correspondiente del Proyecto de Industrialización existente junto al molde que se va a utilizar, es el de la pieza que se va a fabricar y de que son legibles las medidas; los elementos metálicos que hay que introducir en la pieza; los pasos y conducciones de instalaciones; y las especificaciones técnicas previstas de la pieza correspondiente.
- e) Comprobación de la cara de la pieza. No confundir las caras ya que influiría en la colocación de las instalaciones y en el acabado de las caras, ya que una puede ser lisa porque vaya a pintarse y otra rugosa porque vaya a alicatarse.

Colocados los perfiles y unidos a la base - mediante soldadura o mediante gatos de unión para conformar al molde la pieza, y previamente al hormigonado de cada una, se realizarán los siguientes controles de cada una de ellas, para asegurar la exactitud de la pieza fabricada con la proyectada:

- a) Comprobación de la posición de los perfiles metálicos que forman la dimensión exterior de la pieza, así como la dimensión de las diagonales. Hay que tener en cuenta que una pieza rectangular tiene las dos diagonales exactamente iguales.
- b) Imprimación con desencofrante sin contenido de aceites de las superficies que vayan a estar en contacto con el hormigón (base, perfiles de dimensionamiento de pieza y perfiles de útiles de formación de huecos y puertas de paso). Esto es muy importante ya que la utilización de desencofrantes oleosos o con contenidos de aceites haría saltar las pinturas. La aplicación del desencofrante se hará con un trapo o "fregona" para remover las partículas o polvo que pudieran haber quedado en la mesa al desencofrar la pieza anterior. Esto no se consigue aplicando el desencofrante con pulverizador.
- c) Comprobación de la fijación de estos perfiles a la base del molde.
- d) Comprobación de la situación de los útiles necesarios para hacer los huecos de las piezas, (ventanas, puertas, etc..), si los hubiera, verificando que las distancias son las exactas.
- e) Comprobación de que los tipos de mallazos colocados son los especificados en el plano.

- f) Comprobación de la separación de los mallazos a las caras exteriores de las piezas.
- g) Comprobación de los conductos de instalaciones previstos, debiendo embutir las puntas de los tubos o conductos en los tacos de poliestireno expandido o prensado. Atención: si los conductos no están tapados (doblar la punta del tubo o introducir papel en las bocas de los tubos) al vibrar el hormigón, éste puede introducirse en su interior, pudiendo hacer imposible su utilización posterior.
- h) Comprobación de los pasos de instalaciones o huecos de ventilación. Las rozas de fontanería estarán delimitadas por piezas de poliestireno expandido y prensado, por lo que también hay que comprobar la posición de dichas piezas.
- i) Comprobación de la colocación de los angulares y placas de anclaje para la unión de la pieza con la solera de cimentación, con las piezas de fachada, con las de los tabiques y/o con las de las cubiertas. En el caso que se hubiese previsto una tira de pletinas, estas se soldarán previamente a un redondo, formando un peine, a las distancias indicadas.
- j) Comprobación de la colocación de los elementos de izado de la pieza.
- k) Comprobación de la situación de las puertas de paso u otros huecos.
- l) Comprobación de que se han tapado todas las conducciones, tubos, conductos y cajas, para evitar que al hormigonar, se introduzca hormigón dentro de ellas. Esto se consigue tapando las entradas con papel.
- m) Comprobación de la temperatura en el sitio donde se hormigona. **NO se debe hormigonar** por debajo de los 0°C sin utilizar anticongelante, estando prohibido el hormigonado por debajo de los 4°C bajo cero.
- n) Al verter el hormigón dentro de la pieza hay que tener en cuenta que primero hay que hacerlo sobre los tacos que forman los huecos y sobre los tubos de las instalaciones. De ésta forma se evitará que estas se muevan de su sitio.
- o) Comprobación del tiempo de vibrado del hormigón. Dado que el correcto vibrado de la pieza depende de la dosificación del hormigón, de la temperatura y de la humedad del ambiente, el tiempo de vibrado será el que indique en cada momento el director de obra.
- p) Comprobación del correcto frataseado de la cara superior de la pieza. Esta prohibido, para conseguirlo, espolvorear dicha cara con cemento, ya que ello sería el causante de que aparezcan costras en la pieza.

Si está previsto el acabado para pintar de la cara superior de la pieza, se realizará un acabado liso, bruñiéndola si fuese necesario, e incluso para un mejor acabado se pasaría, una vez iniciado el fraguado del hormigón, un “helicóptero”. Si la cara superior de la pieza fuera a llevar un revestimiento distinto, no sería necesario.

### **3.1.2.- Piezas de fachada.**

Previamente a la colocación de los perfiles que delimitan la dimensión exterior de cada pieza de fachada se realizarán los siguientes controles o comprobaciones:

- a) Comprobación de que la pieza va a fabricarse en una de las mesas indicadas en el plano de la pieza, y en concreto en la mesa indicada en la orden de fabricación del día a que corresponda.
- b) Comprobación de la planeidad de la base del molde.
- c) Comprobación de la limpieza de la base del molde.

d) Comprobación de que el plano correspondiente del Proyecto de Industrialización existente junto al molde que se va a utilizar, es el de la pieza que se va a fabricar y de que son legibles las medidas; los elementos metálicos que hay que introducir en la pieza; los pasos y conducciones de instalaciones; y las especificaciones técnicas previstas de la pieza correspondiente.

e) Comprobación de la cara de la pieza. No confundir las caras ya que influiría en la colocación de las instalaciones y en el acabado de las caras, ya que una puede ser lisa porque vaya a pintarse y otra rugosa porque vaya a alicatarse.

Colocados los perfiles y unidos a la base - mediante soldadura o mediante gatos de unión para conformar al molde la pieza, y previamente al hormigonado de cada una, se realizaran los siguientes controles de cada una de ellas, para asegurar la exactitud de la pieza fabricada con la proyectada:

a) Comprobación de la posición de los perfiles metálicos que forman la dimensión exterior de la pieza, así como la dimensión de las diagonales. Hay que tener en cuenta que una pieza rectangular tiene las dos diagonales exactamente iguales.

b) Imprimación con desencofrante sin contenido de aceites de las superficies que vayan a estar en contacto con el hormigón (base, perfiles de dimensionamiento de pieza y perfiles de útiles de formación de huecos y puertas de paso). Esto es muy importante ya que la utilización de desencofrantes oleosos o con contenidos de aceites haría saltar las pinturas. La aplicación del desencofrante se hará con un trapo o "fregona" para remover las partículas o polvo que pudieran haber quedado en la mesa al desencofrar la pieza anterior. Esto no se consigue aplicando el desencofrante con pulverizador.

c) Comprobación de la fijación de estos perfiles a la base del molde.

d) Comprobación de la situación de los útiles necesarios para los huecos de las piezas, (ventanas, puertas, etc.), si los hubiera, verificando que las distancias son las exactas.

e) Comprobación de que los tipos de mallazos colocados son los especificados en el plano.

f) Comprobación de la separación de los mallazos a las caras exteriores de las piezas.

g) Comprobación de la perfecta colocación y dimensiones de la capa de poliestireno expandido de aislante entre los dos mallazos. Atención: para la unión de las dos capas de hormigón al poliestireno expandido todos las trabas metálicas deben ser introducidas todas en la misma dirección. Errores en la introducción de éstos trozos metálicos en distintos sentidos, provocarán fisuras en las piezas.

h) Comprobación de los conductos de instalaciones previstos, debiendo embutir las puntas de los tubos o conductos en los tacos de poliestireno expandido o prensado. Atención: si los conductos no están tapados (doblar la punta del tubo o introducir papel en las bocas de los tubos) al vibrar el hormigón, éste puede introducirse en su interior, pudiendo hacer imposible su utilización posterior.

i) Comprobación de los pasos de instalaciones o huecos de ventilación.

j) Comprobación de la colocación de los angulares y placas de anclaje para la unión de la pieza con la solera de cimentación, con las piezas de fachada, con las de los tabiques y/o con las de cubiertas. En el caso de que se hubiese previsto una tira de

pletinas, estas se soldarán previamente a un redondo, formando un peine, a las distancias necesarias.

k) Comprobación de la colocación de los elementos de izado de la pieza.

l) Comprobación de la situación de las ventanas, puertas-ventanas u otros huecos.

m) Comprobación de que se han tapado todas las conducciones, tubos, conductos y cajas, para evitar que al hormigonar, se introduzca hormigón dentro de ellas. Esto se consigue tapándolos con papel para evitar la entrada del hormigón.

n) Comprobación de la temperatura en el sitio donde se hormigona. **NO se debe hormigonar** por debajo de los 0°C sin utilizar anticongelante, estando prohibido el hormigonado por debajo de los 4°C bajo cero.

o) Hay que considerar que éstas piezas de fachada son multi-capa (tres capas:hormigón-poliestireno-hormigón) y por tanto: primero se hormigonará la parte inferior de la mesa y se vibrará; después se colocará la capa de poliestireno y se colocarán las trabas metálicas tal y como se indica en los detalles de los planos de las piezas (**atención: las trabas metálicas tienen que ir todas en la misma dirección. Errores en la introducción de éstos trozos metálicos en distintos sentidos, provocarán fisuras en las piezas.**); y por último se hormigonará la última capa, donde se colocan los tubos y las instalaciones, y se vibrará.

Al verter el hormigón dentro de la pieza, en ésta última capa hay que tener en cuenta que primero hay que hacerlo sobre los tacos que forman los huecos y sobre los tubos de las instalaciones. De ésta forma se evitará que estas se muevan de su sitio.

p) Comprobación del tiempo de vibrado del hormigón. Dado que el correcto vibrado de la pieza depende de la dosificación del hormigón, de la temperatura y de la humedad del ambiente, el tiempo de vibrado será el que indique en cada momento el director de obra.

q) Comprobación del correcto frataseado de la cara superior de la pieza. Esta prohibido, para conseguirlo, espolvorear dicha cara con cemento, ya que ello sería el causante de que aparezcan costras en la pieza.

La cara que será el exterior de la vivienda siempre será la inferior del molde y por tanto si está previsto el acabado para pintar de la cara superior de la pieza, se realizará un acabado liso, bruñiéndola si fuese necesario e incluso se daría un acabado liso con helicóptero. Si la cara superior fuera a llevar un revestimiento distinto no sería necesario un acabado tan liso de esta cara de la pieza.

### **3.1.3.- Piezas de cubierta.**

Previamente a la colocación de los perfiles que delimitan la dimensión exterior de cada pieza de cubierta se realizarán los siguientes controles o comprobaciones:

a) Comprobación de que la pieza va a fabricarse en una de las mesas indicadas en el plano de la pieza, y en concreto en la mesa indicada en la orden de fabricación del día a que corresponda.

b) Comprobación de la planeidad de la base del molde.

c) Comprobación de la limpieza de la base del molde.

d) Comprobación de que el plano correspondiente del Proyecto de Industrialización existente junto al molde que se va a utilizar, es el de la pieza que se va a fabricar y de que son legibles las medidas; los elementos metálicos que hay que introducir en

la pieza; los pasos y conducciones de instalaciones; y las especificaciones técnicas previstas de la pieza correspondiente.

e) Comprobación de la cara de la pieza. No confundir las caras ya que influiría en la colocación de las instalaciones y en el acabado de las caras, ya que una puede ser lisa porque vaya a pintarse y otra rugosa porque vaya a alicatarse.

Colocados los perfiles y unidos a la base - mediante soldadura o mediante gatos de unión para conformar al molde la pieza, y previamente al hormigonado de cada una, se realizaran los siguientes controles de cada una de ellas, para asegurar la exactitud de la pieza fabricada con la proyectada:

a) Comprobación de la posición de los perfiles metálicos que forman la dimensión exterior de la pieza, así como las medidas de las diagonales de la figura que forma la pieza.

b) Imprimación con desencofrante sin contenido de aceites de las superficies que vayan a estar en contacto con el hormigón (base, perfiles de dimensionamiento de pieza y perfiles de útiles de formación de huecos y puertas de paso). Esto es muy importante ya que la utilización de desencofrantes oleosos o con contenidos de aceites haría saltar las pinturas. La aplicación del desencofrante se hará con un trapo o "fregona" para remover las partículas o polvo que pudieran haber quedado en la mesa al desencofrar la pieza anterior. Esto no se consigue aplicando el desencofrante con pulverizador.

c) Comprobación de la fijación de estos perfiles a la base del molde.

d) Comprobación de los tipos de mallazos colocados en la pieza.

e) Comprobación de la separación de los mallazos a las caras exteriores de las piezas.

f) Comprobación de la perfecta colocación y dimensiones de la capa de poliestireno expandido de aislante entre los dos mallazos. Atención: para la unión de las dos capas de hormigón al poliestireno expandido todos las trabas metálicas deben ser introducidas todas en la misma dirección. Errores en la introducción de éstos trozos metálicos en distintos sentidos, provocarán fisuras en las piezas.

g) Comprobación de la colocación de las cajas y angulares de unión con las piezas de fachada y con las de tabiques.

h) Comprobación de la colocación de los angulares de unión con las otras cubiertas.

i) Comprobación de la colocación de los elementos de izado de la pieza.

k) Comprobación de que se han tapado todas las cajas, para evitar que al hormigonar, se introduzca hormigón dentro de ellas. Esto se consigue tapándolas con papel para evitar la entrada del hormigón.

l) Comprobación de la temperatura en el sitio donde se hormigona. **NO se debe hormigonar** por debajo de los 0°C sin utilizar anticongelante, estando prohibido el hormigonado por debajo de los 4°C bajo cero.

m) Hay que considerar que éstas piezas de cubierta son multi-capa (tres capas:hormigón-poliestireno-hormigón) y por tanto: primero se hormigonará la parte inferior de la mesa y se vibrará; después se colocará la capa de poliestireno y se colocarán las trabas metálicas tal y como se indica en los detalles de los planos de las piezas (**atención: las trabas metálicas tienen que ir todas en la misma dirección. Errores en la introducción de éstos trozos metálicos en distintos**

**sentidos, provocarán fisuras en las piezas.**); y por último se hormigonará la última capa y se vibrará. Al verter el hormigón dentro de la pieza hay que tener en cuenta que primero se hace sobre los tacos que forman los huecos para evitar que estos se desplacen al verter todo el hormigón. De ésta forma se evitará que estas se muevan de su sitio.

n) Comprobación del tiempo de vibrado del hormigón. Dado que el correcto vibrado de la pieza depende de la dosificación del hormigón, de la temperatura y de la humedad del ambiente, el tiempo de vibrado será el que indique en cada momento el director de obra.

o) Comprobación del correcto frataseado de la cara superior de la pieza. Esta prohibido, para conseguirlo, espolvorear dicha cara con cemento, ya que ello sería el causante de que aparezcan costras en la pieza.

No es necesario el acabado liso superior de estas piezas porque siempre van a ser revestidas por la impermeabilización o cubrición de la cubierta.

### **3.1.4.- Control de los materiales a emplear**

Realizadas las comprobaciones señaladas anteriormente hay que tener en cuenta que el hormigón que se utilizará para el hormigonado de las piezas tendrá 200 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia característica. Para garantizar la resistencia del hormigón que se está empleando en la fabricación se tomarán aleatoriamente, por laboratorio homologado externo, tres probetas semanales las cuales se romperán a compresión por el procedimiento homologado en la República Oriental del Uruguay.

Para la fabricación se utilizaran:

- a) Hormigón de 200 kg/cm<sup>2</sup>;
- b) Poliestireno expandido y prensado de 1 cm. de espesor (para cubiertas y fachadas);
- c) Poliestireno expandido y prensado (huecos para rozas y cajas);
- d) Angulares 30 x 30 x 4;
- e) Pletinas 120 x 70 x 4 y 80 x 100 x 4;
- f) Cajas cerradas 100 x 50 x 140 (para las cubiertas);
- g) Ómegas de izado □ 12 y □ 10 (L=1000);
- h) Manguitos de montaje □ 10;
- i) Tubo metalico 40 x 40 x 4;
- j) Varillas metálicas de diámetros 6, 12 y 16;
- k) Mallazos 100 x 300 x 8.3, 150 x 150 x 3 y 300 x 150 x 5.5;
- l) Separadores para las armaduras;
- m) Perfiles metálicos UPN 140;
- n) Perfiles de chapa doblada de 110 mm de altura;
- o) Tubo para paso de conducciones eléctricas;

Igualmente para garantizar el acero que se utiliza en la fabricación de las piezas, deberá exigirse el suministro por proveedor homologado en la República Oriental del Uruguay.

### **3.2.- Control del curado de las piezas**

Los útiles de izado, tanto los que se colocan en el interior de la pieza como los que se colocan en la maquinaria de izado, han sido calculados para que las piezas puedan ser levantadas del molde a las 24 horas de haberse realizado el hormigonado.

La pieza se dejará en el molde durante 24 horas si la temperatura es superior a los 15°, y debe evitarse la exposición al sol durante éste periodo. La exposición al sol puede producir fisuras superficiales.

Si las mesas cuentan con vibradores son laterales, es aconsejable, previamente a levantar la pieza de la mesa, vibrar durante unos segundos. Esta operación facilitará la salida de la pieza del molde.

Transcurridos éstos tiempos de fraguado, con el puente-grúa, se enganchará la pieza de las omegas de izado, para levantarla de la mesa de forma horizontal, con los útiles indicados en el documento nº 3.

Una vez separadas las piezas de la mesas se sacarán al patio exterior con el puente grúa, en horizontal, y se colocarán apiladas unas encima de otras, de conformidad con el documento nº 6, situando, entre ellas, traviesas de madera, para que el curado se realice a temperatura ambiente. Esas traviesas o “durmientes “ estarán situados a 1/5 de la luz de la parte más larga de la pieza, teniendo en cuenta que deben estar siempre en la misma vertical por cada lado y orientadas en el mismo sentido.

Con la grúa torre del patio exterior se sitúa la pieza, también en horizontal, en el lugar donde va a estar apilada siguiendo las órdenes de apilamiento.

Transcurridos al menos 8 días desde que se fabricó una pieza de tabique o de fachada se puede proceder al transporte de ella. Las piezas de cubiertas, sin embargo, necesitan al menos 21 días de curado a temperatura ambiente antes de poder ser transportadas.

Para el control del curado, en el lateral de cada pieza se escribirá el número de ella y el día en que se fabricó.

### **3.3.- Control del transporte de las piezas**

El día indicado para el transporte de la pieza, esta se coge con la grúa torre en horizontal y se coloca, también en horizontal sobre el camión apoyada sobre durmientes de madera situados a 1/5 de la luz.

Es importante seguir en todo momento las instrucciones de las órdenes de transporte tanto en lo referente a las piezas a transportar cada día como a la

posición de dichas piezas en el camión, ya que dicha posición afecta directamente al orden posterior de montaje.

Si las piezas no se van a montar directamente desde el camión, se volverán a coger en horizontal y se depositarán a pie de tajo apoyadas también sobre durmientes de madera a 1/5 de la luz. Si hay que formar una pila de piezas se colocarán tablas en la misma vertical que los durmientes para evitar roturas de piezas.

### **3.4.- Control de Montaje**

Para un control correcto del montaje de piezas, éste debe realizarse siguiendo escrupulosamente el documento nº 7 del Proyecto de Industrialización denominado "Ordenes de Montaje". En este documento se indica tanto el orden total de las 518 piezas que hay que montar como el orden de montaje de cada parcela. Para que esto sea posible es necesario igualmente seguir las prescripciones del documento nº 6 del Proyecto de Industrialización denominado "Ordenes de Transporte", en el cual se indican las piezas que cada día, por haber terminado el proceso de fraguado, pueden llevarse a obra, a pie de tajo, para su montaje.

Para el control diario del Montaje del encargado del mismo debe disponer:

- a) Orden general de montaje:
- b) Orden de montaje de la parcela que corresponda.
- c) Orden de transporte correspondiente para verificar las piezas a montar.
- d) Planos correspondientes del documento nº 1 del Proyecto de Industrialización denominado "Planos de adaptación a las tecnologías CERHC.
- e) Planos correspondientes de las piezas que se van a montar en el día.

Hay que señalar que es absolutamente necesario que se monten cada día las piezas previstas. Ni una mas ni una menos.

Previamente a iniciar el montaje de las piezas hay que nivelar perfectamente - diferencia de nivel mas menos 5 mm- las placas de anclaje en la cimentación que servirán para soldar a ellas las piezas verticales (fachadas y tabiques), y los redondos que subirán por las uniones de las piezas verticales..

#### **3.4.1.- Montaje de piezas de fachadas y tabiques**

Cuando se trate de piezas muy pesadas, a la hora de proceder al montaje se cogerá la pieza desde el camión o la pila de piezas mediante los cuatro puntos de izado con las eslingas correspondientes, y se situará en el lateral de un montón de arena, para que posteriormente, soltando las eslingas de las omegas de izado se coloquen en los manguitos u omegas de montaje. Realizando este paso intermedio los elementos metálicos de montaje tienen menos esfuerzos de cortadura.

Previamente a aplomar las piezas, se realizará el replanteo de todas ellas mediante el útil de replanteo o Cruz de san Medardo comprobando la exacta posición de cada pieza.

En todo momento será necesario seguir las instrucciones del documento n° 4 del Proyecto de Industrialización denominado “Nudos y detalles constructivos” para comprobar el tipo de nudo que se está realizando

Estas piezas se colocan aplomadas, niveladas y soldadas:

- a) a las placas de anclaje de cimentación; y
- b) entre sí a las placas de anclaje o angulares previstos al efecto en cada pieza vertical.

Para ayudar a conseguir el aplomado de cada pieza se utilizarán dos puntales y un tensor.

Para conseguir la perfecta nivelación superior de estas piezas, sobre las que se apoyarán las piezas de cubierta, se calzarán si fuese necesario con pletinas metálicas.

Realizada la soldadura en las juntas, éstas se hormigonan de la forma siguiente:

- a) Se encofran con tablero fenólico sin “latiguillos” o “perrillos”;
- b) Se hormigonan con mortero de cemento 1:4 de dosificación;
- c) Se desencofra a las 24 horas y se lija, todavía húmeda, la junta 2-3 mm. Muy importante esta operación ya que transcurridas 24 horas el mortero estaría tan duro que no podría lijarse; y
- d) Se rematan:
  - 1.- Las juntas interiores con mortero sin retracción. Este remate con mortero sin retracción garantiza la unión de piezas exenta de juntas y de fisuras. Esta solución garantiza la unión de piezas con absoluta continuidad; y
  - 2.- Las juntas exteriores es necesario dejarlas marcadas y rehundidas para evitar entradas de aguas. Estas juntas se rematarán con sellante.

### **3.4.2.- Montaje de piezas de cubiertas**

Estas piezas se colocan apoyadas sobre las piezas de tabiques y/o fachadas inferiores, siendo autorresistentes.

Previamente a soldar las piezas de cubierta:

- a) entre si mediante los angulares metálicos colocados al efecto en las piezas; o
  - b) a las piezas inferiores uniendo, las cajas metálicas o angulares que incorporan las piezas de cubiertas a las placas de anclaje metálicas que llevan las piezas de tabique o de fachada,
- se controlará la nivelación entre sí de ellas. Si las piezas de cubierta al apoyarlas sobre las piezas de fachada o de tabiques no quedaran niveladas, se nivelarían utilizando puntales y calzándolas con placas metálicas, hasta conseguir su perfecta nivelación. Solo entonces se procedería a soldar entre si las piezas de cubierta con las de fachada y tabiques. Consultar el documento n° 4 del Proyecto de Industrialización denominado “Nudos y detalles constructivos” para comprobar el tipo de nudo que se está realizando.

Realizada la soldadura de todas las juntas, se hormigonan las que así estén previstas, y se rellenan con mortero de cemento las cajas metálicas.

Se rematan las juntas inferiores interiores con mortero sin retracción que garantiza la continuidad de las piezas exentas de fisuras.

### **3.4.3.- Control de los materiales a emplear**

Para el montaje se utilizarán:

- a) Trozos de redondo y pletinas para soldar las juntas;
- b) Tablero fenólico para encofrar las juntas;
- c) Mortero de cemento para rellenar las juntas;
- d) Mortero sin retracción para rematar las juntas interiores;
- e) Silicona acrílica para rematar las juntas exteriores no para protegerlas de la entrada de agua.
- f) Chapa galvanizada para el remate de la cumbrera.
- g) Puntales.
- h) Tensores. Es necesario un tensor y dos puntales para aplomar una pieza, ayudándose con una plomada.
- i) La soldadura que se necesita para el montaje y los electrodos, son acidos: Rutilo de 2,5 a 4 mm.

El control a realizar de estos materiales será sobre el propio proveedor y la garantía de los materiales que suministra.

En cuando al mortero de cemento se utilizará cemento P-350 y arena de río con una dosificación de 1:4.

#### 4.- FÓRMULAS EMPLEADAS EN LA CONFECCIÓN DEL PRESUPUESTO Y PRESUPUESTO.

##### 4.1.- HIPÓTESIS PARA EL CÁLCULO DEL PRESUPUESTO:

Para el cálculo del presupuesto se han considerado:

- a) rendimientos medios en diversos puntos de la geografía española; y
- b) costes y precios facilitados por el promotor de la obra.

##### 4.1.1.- FABRICACIÓN:

###### 4.1.1.1- MESAS Y MOLDES:

Tanto si las mesas son de chapa de hierro o con elastómero de goma el coste actual es de aproximadamente 30.000 pts./m<sup>2</sup>

Considerando una amortización de 400 puestas y que cada mesa la ocupe una pieza de dimensiones a \* b m<sup>2</sup>

$$\frac{30.000 \text{ pts/m}^2 * a * b \text{ m}^2}{400} = 75 a * b \text{ Pts.}$$

###### 4.1.1.2.- GRÚAS EN FABRICACIÓN:

Una puente grúa vierte hormigón y desencofra piezas en 22 mesas (moldes) durante jornada de 8 horas.

En fabricar 22 piezas emplea 8 horas, luego:

$$\frac{8 \text{ horas}}{22 \text{ piezas}} = 0,36 \text{ horas / pieza}$$

Otra grúa (en patio de apilamiento) manipula 100 piezas apilando y cargando sobre camión en jornada de 8 horas, luego:

$$\frac{8 \text{ horas}}{100 \text{ piezas}} = 0,08 \text{ horas / pieza}$$

$$\text{TOTAL..... } 0,36 + 0,08 = 0,44 \text{ horas /pieza}$$

#### 4.1.1.3.- MANO DE OBRA EN FABRICACIÓN:

##### 4.1.1.3.1.- MANO DE OBRA DIRECTA EN FABRICACIÓN DE FACHADAS Y TABIQUES:

3 Oficiales  
3 Peones

---

6 hombres fabrican las 18 piezas de fachadas y tabiques cada día.

Cada día es una jornada de 8 horas.

$$\frac{6 \text{ hombres} \times 8 \text{ horas / día}}{18 \text{ piezas / día}} = 2,66 \text{ horas - hombre / pieza}$$

##### 4.1.1.3.2.- MANO DE OBRA DIRECTA EN FABRICACIÓN DE CUBIERTAS:

1 Oficial  
1 Peón

---

2 hombres fabrican las 4 piezas de cubiertas cada día.

Cada día es una jornada de 8 horas.

$$\frac{2 \text{ hombres} \times 8 \text{ horas} / \text{ día}}{4 \text{ piezas} / \text{ día}} = 4 \text{ horas} - \text{ hombre} / \text{ pieza}$$

#### 4.1.1.3.3- MANO DE OBRA INDIRECTA:

\* En una jornada de 8 horas se pueden fabricar:

18 piezas de fachadas y tabiques con 6 hombres.

4 piezas de cubiertas con 2 hombres.

En total 22 piezas con 8 hombres

\* Además de estos hombres hacen falta:

1 hombre (plantista) en hormigonera.

1 capataz o jefe de fabricación.

1 grústa (apilamiento y carga en camión)

1 grústa (vertido de hormigón y desencofrado de piezas)

\* Trabajando 8 horas / día, las piezas se verán incrementadas en:

$$\frac{8 \text{ horas} \times 4 \text{ hombres}}{22 \text{ piezas}} = 1,45 \text{ horas} - \text{ hombre} / \text{ pieza}$$

#### 4.1.1.3.4.- MANO DE OBRA DIRECTA E INDIRECTA EN FABRICACIÓN DE FACHADAS Y TABIQUES:

3 Oficiales

3 Peones

---

6 hombres fabrican las 18 piezas de fachadas y tabiques en cada día.

Cada día es una jornada de 8 horas.

$$\frac{6 \text{ hombres} \times 8 \text{ horas} / \text{ día}}{18 \text{ piezas} / \text{ día}} = 2,66 \text{ horas} - \text{ hombre} / \text{ pieza}$$

Total mano de obra en fabricación de fachadas y tabiques:

$$2,66 + 1,45 = 4,11 \text{ horas} - \text{ hombre} / \text{ pieza}$$

#### 4.1.1.3.5- MANO DE OBRA DIRECTA E INDIRECTA EN FABRICACIÓN DE CUBIERTAS:

1 Oficial  
1 Peón

2 hombres fabrican las 4 piezas de cubiertas cada día.

Cada día es una jornada de 8 horas.

$$\frac{2 \text{ hombres} \times 8 \text{ horas} / \text{ día}}{4 \text{ piezas} / \text{ día}} = 4 \text{ horas} - \text{ hombre} / \text{ pieza}$$

Total mano de obra en fabricación de fachadas y tabiques:

$$4,00 + 1,45 = 5,45 \text{ horas} - \text{ hombre} / \text{ pieza}$$

#### 4.1.2.- MONTAJE DE PIEZAS:

##### 4.1.2.1.- GRÚA - CAMIÓN:

Una grúa - camión capaz de levantar 6.000 kg. a una distancia horizontal de 6 m. salvando una altura de 3 m.

$$\frac{8 \text{ horas/día}}{20 \text{ piezas/día}} = 0,4 \text{ horas / pieza}$$

#### 4.1.2.2.- MANO DE OBRA EN MONTAJE

- 1 Soldador (Jefe de equipo)
- 1 oficial (soldador) .
- 2 oficiales (re pasan uniones y tapan juntas, y uno de ellos engancha piezas).

4 hombres ensamblan 20 piezas en 8 horas

$$\frac{4 \text{ hombres} \times 8 \text{ horas / día}}{20 \text{ piezas / día}} = 1,60 \text{ horas - hombre / pieza}$$

#### 4.2.- PRESUPUESTO:

Para la realización del presupuesto de la “obra gris” del Proyecto de Industrialización de 25 Núcleos Evolutivos Mejorados en la ciudad de Pando, departamento de Canelones (Uruguay), con las hipótesis anteriores se han empleado las fórmulas L (grúa-camión, viviendas aisladas o pareadas, mesas o moldes), desglosándose en los siguientes capítulos:

##### **1.- Presupuesto de Ejecución Material.....10.682.061 pts**

Este presupuesto se desglosa en los siguientes apartados:

- a) Cubiertas;
- b) Tabiques;
- c) Fachadas;
- d) Resumen del Presupuesto de Ejecución Material.

##### **2.- Coste de la obra Gris..... 14.456.436 pts**

Este es el coste medio de la obra, incluyendo los honorarios de BSCP por la confección del Proyecto de Industrialización y autorización de su uso considerando:

- a) rendimientos medios en distintos puntos de la geografía española; y
- b) costes y precios facilitados por el promotor.

Este importe incluye el coste de la fabricación, el transporte y el montaje de todas las piezas incluidas en este documento, así como la amortización de grúas y moldes en fabricación, y no incluye el IVA, ni ningún otro concepto no especificado.