

**ANEP**  
**Dirección Sectorial de Infraestructura.**  
**PAEMFE**  
**Área Infraestructura.**

OBRA:  
**Liceo Achar**  
Tacuarembó

**Proyecto General y Coordinación:**  
**Arq. Andrea Gnesetti.**

**Proyecto de estructura:**  
**Ing. Gonzalo Serantes López**

**MEMORIA ESTRUCTURA**

## **ESTUDIO GEOTÉCNICO.**

Se adjunta Estudio de Suelos de ingeniero José Enrique Prefumo de fecha diciembre de 2021.

Deberá haber en obra una copia impresa de dicho informe.

Según recomendación del mismo se opta por la fundación en bases de hormigón armado.

## **EXCAVACIONES Y RELLENOS.**

Deberán desmontarse entre 70 cm y 1.00 m. todas las capas de relleno heterogéneo y o suelo orgánico. Ver tabla y referencias del informe de suelos.

Para llegar a los niveles de proyecto se rellenará todo el terreno con materiales inertes y fácilmente penetrables por la pilotera, la compactación será mecánica y en capas no mayores a 20cm.

Dado que el suelo es expansivo, se deberá realizar un descalce de todas las vigas de fundación.

## **BASES DE FUNDACIÓN.**

Según informe de suelos:

*En función de las características del perfil del suelo, naturalmente que la fundación apropiada es la directa sobre los niveles poco alterados del basalto. Teniendo en cuenta el nivel de cargas del proyecto (1 solo nivel), se aconseja el empleo de una tensión admisible máxima del orden de 4.0 kg/cm<sup>2</sup> (una tensión conservadora por lo fracturado en el estado que se presenta el basalto y más que suficiente para el proyecto). Se deberá tener especial precaución en "encastar" el patín en los niveles facturados del basalto (20 a 30 cm mínimo), evitando así cualquier posible deslizamiento del patín sobre el "techo" de la roca. Se recomienda, asimismo, realizar un hormigón pobre, de regularización, en la base del patín, de unos 10 cm de espesor.*

## **ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO.**

Serán de hormigón armado las bases, todas las vigas de fundación, algunos pilares, algunas vigas de techo y carreras.

### **A. Aspectos legales**

El Contratista necesitará la aprobación de la Dirección de las Obras para la utilización de cualquiera de los materiales necesarios para la fabricación de hormigón, debiendo asegurar en todo momento el cumplimiento de los requisitos de calidad exigidos por estas especificaciones. Asimismo, deberá contar con un técnico especialista en hormigones Ingeniero Civil o Arquitecto, con título otorgado por la Universidad de la República Oriental del Uruguay que se



responsabilice por la calidad de los mismos, se deberán cumplir las siguientes especificaciones respecto de los materiales utilizados.

## **B. Cemento Portland**

Previo a la compra, acopio y estiba, el contratista deberá suministrar a la dirección de las obras el tipo, clase, categoría y marca del cemento Pórtland que se utilizará para lograr las calidades de hormigón requeridas en el proyecto de estructura.

En caso de llegar envasado, será rechazado si presentare la más pequeña avería o deficiencia en su envase. Se conservará en obra en sitio seco, estibándose como mínimo 10 cm sobre el nivel del piso y con una altura máxima de 10 bolsas por pila de estiba; el almacenamiento se hará de forma tal que sea posible la verificación de la fecha de elaboración y entrega. Las bolsas deberán ser ordenadas de tal forma que permitan su uso cronológico evitando el envejecimiento.

En el caso de utilizarse cemento en silos, éstos deberán ser limpiados cada vez que lo requiera la Dirección de Obra.

## **C. Agregados**

Las fuentes de agregados deberán ser sometidas a la aprobación de la Dirección de Obra para su utilización.

Los agregados finos (que deben verificar las exigencias de la Norma IRAM 1627), consistirán en arenas naturales, silíceas, perfectamente limpias, duras, ásperas al tacto, de grano y color adecuado a cada uso. Estarán exentas de materiales orgánicos y sin vestigios de salinidad. La Dirección de las Obras exigirá al contratista que presente un ensayo granulométrico de cada partida de arena, sin perjuicio que a costo del contratista la misma decida realizarlo en el lugar que estime.

Los agregados gruesos deberán cumplir con las exigencias de la Norma IRAM 1627 y provendrán de la trituración de roca.

**Bajo ningún concepto se admitirá el uso de canto rodado para elaboración de elementos de hormigón de la estructura.**

El Contratista realizará la manipulación y el acopio temporal en condiciones tales que eviten la segregación, protegiendo los agregados de la contaminación con materia orgánica, tierra, madera, aserrín, aceite, agregados no clasificados o cualquier otro material extraño.

## **D. Agua para amasado y curado del hormigón.**

El agua tanto para el amasado del hormigón como para el curado del mismo deberá estar calificada como potable por la autoridad competente, no presentando cantidades perjudiciales de limo, materia orgánica, álcalis, sales y otras impurezas que puedan interferir en las reacciones de hidratación del



cemento, facilitar la corrosión de las armaduras o afectar el color final del hormigón.

## **E. Aditivos**

Podrán usarse aditivos plastificantes (reductores de agua) para atender las condiciones de ejecución.

Los aditivos deberán ser suministrados en forma líquida, de modo que permitan su mezcla con el agua de amasado del hormigón.

No podrán usarse aditivos que contengan ión cloruro.

El contratista deberá indicar por escrito a cuál o cuáles normas corresponde la exigencia de los aditivos que se utilizarán.

La proporción de aditivo en el hormigón deberá fijarse conforme a las recomendaciones del fabricante. Los dosificadores para aditivos deberán estar diseñados para que se pueda medir con claridad la cantidad de aditivos correspondiente a 25 Kg de cemento Portland, debiendo comprobarse, previo a la utilización, su desempeño en el hormigón.

El contratista deberá presentar a la Dirección de Obra el tipo y marca de los aditivos a utilizar para la elaboración del hormigón. Los aditivos tendrán el respaldo de empresas establecidas en plaza o internacionalmente, deberán presentarse como mínimo manuales o catálogos donde se explicita claramente las características de los aditivos a utilizar, su dosificación, modo de empleo, vencimiento, etc.

Será la Dirección de Obra quien apruebe por escrito la utilización del tipo y marca del producto.

## **F. Dosificación del hormigón.**

La dosificación se recomienda realizarla por peso y no por volúmenes.

La cantidad de los componentes en cada tipo de hormigón a utilizar en la obra, será determinada por el Contratista y aprobada por la Dirección de las Obras.

El contratista deberá contar con instalaciones de dosificación con compartimentos adecuados y separados que permitan descargar con eficacia sin atascos y con una segregación mínima sobre la báscula. Deberá tenerse en cuenta permanentemente las correcciones por humedad debiendo contarse con equipos que lo hagan automáticamente.

Previo al inicio de las obras el contratista deberá realizar a su costo ensayos que confirmen que el hormigón que elaborará para la ejecución de las obras es el requerido por el proyecto, esos ensayos se realizarán en un laboratorio que indique la Dirección de las Obras.

Se deberá obtener en todos los casos un hormigón con buena compacidad, impermeabilidad, durabilidad y trabajabilidad.

La Dirección de las Obras podrá exigir en cada caso el cambio de la dosificación de los hormigones sobre la base de ensayos de laboratorio, con el fin de lograr que la calidad del hormigón cumpla con los requerimientos del proyecto.



## G. Docilidad del hormigón

El hormigón tendrá una consistencia tal que sea trabajable en las condiciones requeridas y que, al ser vibrado adecuadamente, rodee las barras de las armaduras y rellene completamente los encofrados sin que se produzcan huecos. La docilidad se valorará determinando su consistencia según procedimiento descrito en las normas UNIT o UNIT-NM vigentes

## H. Control del hormigón fresco

Deberá controlarse sistemáticamente la consistencia y el aire incorporado (sí correspondiera) del hormigón.

La metodología de control la fijará la Dirección de las Obras y no dará lugar a reclamo por parte del Contratista.

El asentamiento dependerá de la dosificación y aditivos para cada hormigón, será el contratista quien determine el tipo de consistencia y por lo tanto el asiento esperado y será la dirección de las obras quien indique el lugar y momento de realizar el ensayo.

## I. Características del hormigón

Todo el hormigón será del tipo **C-25,0** según Norma UNIT 972-97, de **25 MPa** de resistencia **característica** a la rotura a los 28 días en cilindros normalizados, un módulo de elasticidad longitudinal a los 28 días no menor a **23 GPa** y una resistencia mínima de tracción por flexión a los 28 días de **2,5 MPa**.

## J. Control de Resistencia del hormigón

El objeto es comprobar que la resistencia del hormigón colocado en obra es por lo menos igual a la especificada en el literal I.

Los ensayos que se requieran para verificar la resistencia característica, el módulo de elasticidad longitudinal y la resistencia a tracción por flexión de los hormigones, serán realizados por la empresa de control de calidad que determine la Dirección de las Obras, con costos a cargo del Contratista.

Se deberá extraer un lote, 3 muestras (probetas) cada **1m<sup>3</sup>** de hormigones hechos en obra.

Se deberá documentar el resultado de los ensayos realizados. En los mismos deberán leerse los valores característicos, no los individuales de cada probeta.

## K. Decisiones derivadas del control de resistencia UNIT 1050

Si resultase **0.7fck < fest < 0.9fck** y a juicio de la Dirección de las Obras y con costos a cargo del contratista se procederá como se indica:

- Estudio de los elementos del lote para estimar la variación del coeficiente de seguridad del proyecto respecto al derivado de la incidencia de **fest**.

- Ensayo que estime las características del hormigón puesto en obra.
- Ensayos de prueba de carga.

En función de la información que resultare de los estudios y ensayos referidos, la Dirección de las Obras podrá determinar si los elementos que componen el lote son: **aceptados, reforzados ó demolidos**, quedando a cargo del contratista todos los costos que devengan las últimas opciones.

Si resultase  $f_{est} < 0.7f_{ck}$  se debe proceder al **refuerzo ó demolición** de los elementos del lote, quedando todos los costos (incluyendo el proyecto de recuperación de la estructura) a cargo del contratista.

**f<sub>ck</sub>**: resistencia característica a la rotura a los 28 días en cilindros normalizados

**f<sub>est</sub>**: resistencia característica estimada por ensayos

### **Encofrados y moldes.**

Que los mismos tengan la resistencia y rigidez suficiente para resistir sin deformaciones las acciones de cualquier naturaleza que pueda ocasionar el proceso de hormigonado será responsabilidad exclusiva del contratista.

Los moldes de madera deberán ser saturados de agua previo al hormigonado, para evitar que absorban el agua del hormigón.

Tiempos mínimos para los desencofrados:

- Laterales de vigas, bases, pilares y carreras: 3 días.
- Fondo de vigas, 15 días parcial; 28 días definitivo.

Los plazos indicados podrán ser modificados si se cuenta con resultados de laboratorio de las probetas ensayadas.

Será la Dirección de las Obras quien autorice por escrito el inicio de los desencofrados.

### **L. Colocación del hormigón**

Ningún hormigón será colocado antes que todos los trabajos de encofrado, preparación de superficies, instalación de piezas especiales y armaduras hayan sido aprobados por la Dirección de las Obras

El Contratista deberá disponer de todo el equipo necesario para la colocación del hormigón. Ningún llenado de hormigón se iniciará sin la autorización por escrito de la Dirección de las Obras. En cada ocasión en que el Contratista proyecte colocar hormigón deberá dar aviso a la Dirección de las Obras por lo menos con 24 horas de anticipación.

Se prohíbe expresamente el hormigonado con temperaturas menores a 5 °C y mayores a 40 °C, aunque para ello deba suspenderse el mismo, según Criterio de la Dirección de las Obras.



Se recomienda no autorizar colocaciones de hormigón cuando dentro de las 48 horas siguientes se prevean temperaturas menores a los 0 °C.

El hormigón deberá ser colocado lo más cerca posible de su posición final, sin segregación de sus componentes y deberá cubrir todos los ángulos y partes irregulares de los encofrados y fundaciones, alrededor de las armaduras y piezas especiales.

El hormigón de coronamiento deberá colocarse con un pequeño exceso que deberá ser retirado con una regla antes de iniciarse el fraguado; nunca se aplicará mortero sobre el hormigón para facilitar el acabado. En este caso se deberá obtener una terminación de textura uniforme, plana y antideslizante.

Se podrá utilizar vibradores internos, con frecuencia no menor de 3000 ciclos/minuto, verificando el correcto uso de los mismos: introducción vertical en el hormigón, no desplazamiento horizontal del mismo, separación de los puntos de vibrado no mayor de 60 cm, no vibrar más de 90 segundos en cada punto.

### **Juntas de hormigonado**

Las juntas de hormigón deben ser tratadas para mejorar la adherencia retirando con procedimientos mecánicos, la capa de lechada superior de la camada de hormigón anterior. También deberá retirarse todo hormigón que muestre señales de no haber quedado correctamente compactado.

A criterio de la Dirección de las Obras y a costo del contratista se utilizarán para garantizar una adecuada soldadura entre hormigones nuevos y endurecidos agentes de unión en base a resinas epoxi.

### **M. Protección y curado del hormigón.**

Inmediatamente después de su colocación, el hormigón será protegido de la acción del viento y del sol según criterio que deberá expresarse por escrito a la Dirección de las Obras.

El curado deberá prolongarse como mínimo por 7 días corridos o hasta que el hormigón adquiera el 70% de su resistencia de proyecto y se deberá garantizar que no se interrumpa de ninguna manera en ningún momento de todo ese período, siendo esto absoluta responsabilidad del contratista.

### **Recubrimientos del hormigón.**

Deberán realizarse con separadores de plástico y deberá especificarse en los planos cual es el recubrimiento para cada pieza y cual la cantidad de separadores, debiéndose presentar por lo menos folletería que indique las normas con que se elaboran los separadores y cuáles son las recomendaciones para cada tipo de elemento estructural. El contratista deberá entregar muestras de los mismos a la Dirección de las Obras y con suficiente antelación, para su aprobación.

No se autorizará el uso de otro tipo de material ("raviolos" de arena y portland, restos de escombros, etc.) para lograr los recubrimientos indicados.





### Recubrimientos

Las medidas corresponden a la menor distancia entre el paramento y la barra de acero más próxima. Se deberán respetar expresamente:

5 (cinco) centímetros en cualquier hormigón en contacto con terreno natural. Bases y vigas de fundación.

2.5 (dos y medio) centímetros en pilares, vigas y carreras.

La tolerancia permitida es de 0.5 cm (cinco milímetros).

Después de la colocación de **TODA** la armadura, y como mínimo 24 horas antes de hormigonar, el Contratista solicitará la aprobación por escrito de la Dirección de las Obras para proceder al hormigonado.

### **N. Aceros para hormigón.**

Se usarán aceros A-420 y ó A-500 de alta adherencia (UNIT 971) de acuerdo a las Normas UNIT 843 y ó UNIT 968. Mallas electro soldadas según UNIT 845.

La armadura deberá colocarse con precisión en la posición indicada en los planos del proyecto ejecutivo y será convenientemente fijada para evitar desplazamientos durante el llenado y compactación del hormigón.

Los espaciadores, separadores, dispositivos de fijación, etc. serán de plástico, y el contratista deberá entregar muestras de los mismos a la Dirección de las Obras y con suficiente antelación, para su aprobación como se indica en el literal P.

No se permitirá enderezar y volver a doblar las barras. Aquellas barras cuyo doblado no correspondan a lo indicado en los planos del proyecto ejecutivo o que presenten torceduras, no serán aceptadas.

Antes del llenado del hormigón, las superficies de la armadura deberán estar perfectamente limpias. En caso de que por algún accidente de obra deban limpiarse removiendo el óxido, grasa, mortero endurecido o cualquier otro material extraño que pueda perjudicar la adherencia del acero al hormigón será la Dirección de las Obras quien autorice por escrito el procedimiento si es que no se decidió la remoción de los elementos afectados y su sustitución. La armadura deberá mantenerse limpia hasta la terminación del hormigonado.

Las barras serán fuertemente atadas con alambre en todas las intersecciones y empalmes.

### **ESTRUCTURA METALICA Y ANCLAJES.**

#### **Acero A36.**

Se utilizarán platinas y perfiles de primer uso y enteras, bajo ningún concepto se admitirán empalmes de ningún tipo en las mismas.

Se toma como referencia los perfiles normalizados según DIN 1025 para tipo "doble T" y DIN 1026 para tipo "C".

**No se podrán utilizar elementos de acero provenientes de demolición ó usados anteriormente.**

**Sobre el material de aporte.**

**Electrodos. Serie E-70.**





Todas las soldaduras deberán cumplir con los requerimientos del código AWS D1.1

#### **Sobre los operarios de soldadura**

Los operarios deben poseer la calificación correspondiente a los procedimientos de soldadura requeridos en la obra de referencia. Se aceptan las calificaciones expedidas por las siguientes empresas: CIR, AGA, ANCAP, TURBOFLOW, Ing. Tángari, Ing. Luis Pascual, BERKES. Dicha calificación debe tener una vigencia no mayor a seis meses al momento de comenzar la obra. Cada operario debe portar su certificado de calificación dentro de la obra. En caso de que la entidad y el destino de la estructura lo requieran, se exigirá la calificación in situ de los operarios, para los procedimientos que la dirección de obra indique.

#### **Sobre el supervisor de soldadura**

Se exige la supervisión de un técnico habilitado con responsabilidad sobre la correcta ejecución de los procedimientos de soldadura, de acuerdo al código de referencia y a las reglas del buen arte.

Se entiende por técnico habilitado a los siguientes profesionales: Ingeniero Industrial, Mecánico, Naval, Metalúrgico ó Civil, Peritos Ingenieros de áreas afines, e Ingenieros Tecnológicos Industriales. Dicho técnico debe suministrarlo la empresa contratada para las tareas de referencia.

Es tarea del técnico supervisor, vigilar el trabajo, el cumplimiento del diseño y de las especificaciones de soldadura, reportar todas las discrepancias en procedimientos, códigos, diagramas, manuales, especificaciones, etc.

También debe efectuar el control de calidad de los trabajos efectuados, ya sea mediante inspección visual y ó mediante ensayos no destructivos. El costo de estos últimos corre por cuenta del contratista.

#### **Se deberá verificar:**

- la correcta ejecución del chaflán.
- la ausencia de óxido, aceite, grasa y suciedades.
- la correcta alineación de los chaflanes
- la separación de los bordes

#### **Protección de la estructura metálica.**

Para todos los elementos, se darán en total tres manos de pintura anti óxido en base a resinas epoxi.

Si por cualquier motivo el tiempo transcurrido entre una mano y otra fuera mayor a 24 horas, deberá lijarse la base previa aplicación de cada mano.

#### **ANCLAJES.**

Para vincular los elementos metálicos a los de hormigón armado, los anclajes deberán tener calidad mínima del tipo HILTI HY-200, Sika-AnchorFix o Sikadur-31 o calidad superior para el diámetro de los pernos indicados en los detalles, los pernos serán de acero roscado en todo el largo y se fijarán con tuerca de acero del tamaño correspondiente.



### **ISOPANELES.**

El techo será de **paneles** del espesor indicado en planos, *compuestos por un núcleo de poliestireno expandido EPS de alta densidad Tipo II unido a dos chapas de acero galvanizado y prepintado, calibre 26, espesor 0,5 mm unidos por medio de adhesivo poliuretánico.* Deberá el contratista realizar el o los ensayos que garanticen la adecuada capacidad portante en servicio para una sobre carga de uso de 70 Kg/m<sup>2</sup>, para las luces que salva, así como los anclajes que se utilicen de forma tal que se garantice el buen funcionamiento en servicio.

Toda la documentación entregada será refrendada por ingeniero civil con título otorgado por la Universidad de la República.



gonzalo serantes López  
INGENIERO CIVIL