ANEJO Nº 12

CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 1
2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS ESTRUCTURAS 1
3. ESCALERAS Y PLATAFORMAS 3
4. FUNDAMENTOS DE CÁLCULO 3
5. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES 3
6. CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO 5
7. CÁLCULOS POR ORDENADOR 6

APÉNDICE Nº 1. MEMORIA DE CÁLCULO DE LAS ESTRUCTURAS PREFABRICADAS DE HORMIGÓN ARMADO
APÉNDICE Nº 2. CÁLCULO DE LAS ESCALERAS Y PLATAFORMAS
APÉNDICE Nº 3. CÁLCULO DE LAS ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN

1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se plantean los cálculos de estructuras de la nave para la estación de bombeo del regadío de Campillo de Buitrago, situada en el término municipal de Garray, en Soria.

2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS ESTRUCTURAS

El edificio de bombeo consiste en una nave ejecutada en estructura de hormigón prefabricado para albergar los grupos de bombeo y el puente grúa. Las dimensiones en planta medidas a eje de pilares son 36,20 x 20,50 m. La altura libre interior hasta la parte inferior de las vigas de cubierta es de 6,60 metros desde la rasante de acceso a la nave y 11,20 metros desde la rasante de la losa que aloja los equipos de bombeo.

El control de automatización, las oficinas y el aseo se sitúan en un edificio anexo a la fachada norte de la estación con unas dimensiones entre ejes de pilares de 17,85 x 5,27 m. La altura libre en su punto más alto es de 4,33m.

La estructura de la estación de bombeo se compone de siete pórticos formados por pilares y vigas de hormigón prefabricado, de dimensiones variables según su posición. Los pilares, de sección 40x40 cm se apoyan en la cabeza del muro de hormigón armado, ejecutado in situ, que delimita el foso donde se ubicará el sistema de bombeo.

La cubierta a dos aguas con inclinación de 10° está formada por cerramiento tipo sándwich de 50 mm de espesor, formado por chapas de acero galvanizado y aislamiento térmico y acústico. Las correas de cubierta son viguetas de hormigón prefabricado de 20 cm de canto. El cerramiento exterior está formado por paneles de hormigón de 0,16 m de espesor, con aislamiento en su interior.

La cimentación se llevará a cabo mediante una losa única que servirá como unión entre pórticos y como losa del foso de bombas. La losa tiene unas dimensiones de 38,00 x 22,30 y 0,85 m de espesor y un vuelo en todo el perímetro de 50 centímetros de anchura. Los muros del foso de bombas donde se anclan los pilares de la estructura tienen un espesor variable, siendo de 0,75 m en su base y 60 cm en el segundo tramo hasta la coronación. El hormigón armado será HA-25/B/20/IIa.

Para el cálculo de la estabilidad de la estación de bombeo en cuanto a flotabilidad se ha tenido en cuenta el peso propio de la losa, muros de hormigón y forjados. De esta manera, la estación es estable en caso de subida del nivel freático durante la construcción de la misma y antes de la colocación de las estructuras elevadas sobre el terreno.

Para los cálculos, se ha considerado la cota máxima del nivel freático a una altura de 2,6 metros respecto a la cara superior de la losa de cimentación.

No obstante, para deprimir el nivel freático se cuenta con el drenaje perimetral colocado en la base del muro y bajo la losa de cimentación donde se ubican tubos dren de PVC de ∅ 200 mm.

Para el cálculo de todos los muros se ha tenido en cuenta las cargas que transmite la estructura de vigas y pilares, el peso de los paneles de hormigón en coronación, las cargas del propio terreno y las debidas al tránsito de vehículos y a la solera de la acera.

La losa de cimentación se apoyará sobre una capa de hormigón en masa HM 15 de 10 cm de espesor.

Se dispone de un forjado a la cota -0,60 m destinado a la entrada de vehículos, formado por placas alveolares de 25 cm de canto más una capa de compresión de 5 cm.

El edificio anexo destinado a centro de control, oficinas y aseo, está conformado por una estructura de hormigón prefabricado, con soportes en su frente principal formados por pilares de 30x30 cm; sobre ellos descansan unas vigas de hormigón prefabricado, que comparten apoyo con los pilares de la estación.

La cimentación del anexo se compone de un muro de hormigón armado, que arranca de una zapata corrida desde la cota de la losa de la estación. Sobre este muro, se dispone un forjado de placas alveolares de 30 cm de canto total, que se apoya en su extremo opuesto en el propio muro de la estación de bombeo.

En el Apéndice Nº 1 se adjunta la memoria de cálculo de las estructuras de hormigón armado de la edificación de la estación de bombeo.

En el Apéndice Nº 3 se adjuntan las comprobaciones realizadas en el cálculo estructural de los elementos de hormigón armado del edificio de la estación de bombeo.

Los resultados obtenidos para todas las estructuras son válidos para las condiciones de cálculo planteadas. En el caso de que dichas condiciones varíen se deberá revisar el cálculo.

3. ESCALERAS Y PLATAFORMAS

Se disponen plataformas y escaleras para acceder desde el forjado a la rasante de la losa donde se encuentran las instalaciones del bombeo. Se ubican en el muro norte de la estación, para facilitar la salida desde el edificio anexo de control.

Se dispondrá de una barandilla de 1,00 m de altura y que constará de montantes formados por tubos de 1 1/4 separados a una distancia de 1,40 m como máximo y dos perfiles horizontales formados por tubo de 1 1/4 circulares.

Los perfiles utilizados para su diseño son IPE-140 para las ménsulas, separadas como máximo una distancia de 1,60 m. La estructura se ha calculado con una sobrecarga de uso de 4 kN/m^2 más la carga permanente del tramex y la barandilla. Tanto en plataforma como en los escalones se utilizará como mínimo un tramex de 30 x 30 / 35 / 3.

En este caso, la barandilla a disponer será de 1,00 m de altura y constará de montantes de tubo 1 1/4 cada 2,70 m como máximo y dos perfiles horizontales de tubo 1 1/4 circulares.

Los resultados del cálculo se adjuntan en el Apéndice Nº 2.

4. FUNDAMENTOS DE CÁLCULO

Las instrucciones y Normas que serán de aplicación a las estructuras incluidas en el presente proyecto son las que a continuación se indican:

-CTE. SE-AE. Acciones en edificación.
-Instrucción de Hormigón Estructural EH-08E.
-NCSE-02, Norma de Construcción Sismorresistente.
-CTE. Documento Básico SE-C Seguridad Estructural Cimientos.
-Proyecto, Cálculo y Construcción de Cimentaciones. José Calavera INTEMAC.
-CTE. Documento Básico SE-A Seguridad Estructural Acero.
-CTE. Documento Básico SE-AE Acciones en la edificación.

5. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

En los elementos estructurales de cimentación se utiliza hormigón armado HA-25/B/20/IIa, cuyas características son, atendiendo a la Instrucción EHE 08:

- Resistencia característica: fck=30N/mm2
- Módulo de def. longitudinal:

$$E_j = 10000\sqrt[3]{25+8} = 32075.34 \text{ N/mm2.}$$

Para garantizar la durabilidad del hormigón deberá realizarse un adecuado control del recubrimiento (artículo 37 de la EHE 08) mediante la adecuada disposición de separadores conforme a lo prescrito en el artículo 69.8.2 de la EHE 08.

Según el artículo 5.1.1.1 de la EHE (tabla 5.1.1.2), la abertura máxima de fisuras para la clase de exposición IIa será wmax = 0,3 mm.

Según el artículo 86 de la EHE-08 es preciso realizar un control sobre las especificaciones relativas a la durabilidad del hormigón. Este control se llevará a cabo mediante el procedimiento de control estadístico, debiéndose satisfacer los requisitos recogidos en el artículo 86.5.4 para este tipo de control.

El acero para armaduras será B 500 S con un límite elástico fy= 500 N/mm2 y para el caso de mallas electrosoldadas de reparto se empleará B 500 T, con un límite elástico fy= 500 N/mm2.

Todo el acero laminado empleado en la estructura (perfiles laminados y placas de anclaje) será S-275 o superior.

Las características de los materiales de construcción empleados han sido:

- Hormigón de limpieza	HM-20	
- Hormigón en elementos armados:	HA-25/B/20/IIa	γc = 1,50
- Acero para armar	B 500-S	γc = 1,15
- Acero en chapas y perfiles	S-275	γc = 1,00

Las condiciones de durabilidad de exigidas a los hormigones HA-25/B/20/IIa son:

- Hormigón.-	HA-25
- Consistencia.-	Blanda
- Tamaño máximo del árido (mm).-	20
- Clase general de exposición.-	IIa
- Control de la ejecución.-	In situ
- Tipo de elemento.-	In situ, excepto láminas
- Requisitos generales de durabilidad	
- Tipificación del hormigón.-	HA-25 / B / 20 / IIa
- Recubrimiento contra terreno.-	55 mm.
- Recubrimiento resto estructuras-	35 mm.

- Máxima relación agua / cemento .- 0,60
- Mínimo contenido de cemento (kg/m3).- 275,0 Kg/m3.
- Resistencia mínima compatible (MPa) .- 25,00
- Apertura de fisura máxima.-Wmáx .- 0,30 mm.

  (*) No inferior al diámetro de las armaduras principales.
- Acciones.- Control Normal.
  - Cargas Permanentes.- Gamma f : 1,50.
  - Cargas Variables.- Gamma f: 1,60.

6. CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

Se aplican las recomendaciones y cálculos justificativos indicados en el estudio geotécnico realizado en mayo de 2021 por ENSAYOS Y GEOTECNIA ENDUSA, S.L. que se adjunta en el anejo 4.

El subsuelo se caracteriza de la siguiente manera:

1. **ZONA DE ESTACIÓN DE BOMBEO**: En función de los trabajos realizados en el entorno del área de actuación, el subsuelo se compone de potentes estratos de gravas arenosas y gravas arcillosas de composición silícea y granulometrías que alcanzan el tamaño bolo. La capacidad portante en estos materiales oscila entre 1.00 Kg/cm^2 y 2.00 Kg/cm^2, dependiendo del tipo de cimentación y el dimensionado estructural de la misma.

Por lo que se considera un terreno de las siguientes características:

Gravas arenosas:

Ángulo Rozamiento	Cohesión	Densidad seca	Coef. de Balasto k_{30}	Permeabilidad
33°	0.05 Kg/cm^2	2.00 g/cm^3	10.00 Kg/cm^3	10^{-3} m/s

Dado que no se ha realizado un estudio específico respecto al nivel freático de la

parcela donde se ubicará la estación de bombeo, se ha considerado su presencia para el cálculo de la estabilidad de las cimentaciones y muros, considerando una cota máxima de lámina de agua de 2,6 metros de altura respecto a la cara superior de la losa de cimentación, con la hipótesis de fallo en el sistema de drenaje, que impide la evacuación del agua circundante.

7. CÁLCULOS POR ORDENADOR

El cálculo de las estructuras de la estación de bombeo (estructura metálica de la nave, estructura de hormigón, apoyos del colector, escaleras) se ha calculado con el programa Cype Ingenieros S.A., versión 2021.b, concebido, entre otros, para realizar el cálculo, dimensionamiento y comprobación de estructuras de hormigón armado integrando estructuras metálicas.

Las comprobaciones, cálculos y resultados de la estación de bombeo figuran en los apéndices del presente Anejo:

APÉNDICE 1: MEMORIA DE CÁLCULO DE LAS ESTRUCTURAS PREFABRICADAS DE HORMIGÓN ARMADO.

APÉNDICE 2: CÁLCULO DE LAS ESCALERAS Y PLATAFORMAS.

APÉNDICE 3: CÁLCULO DE LAS ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN.

APÉNDICE 1: MEMORIA DE CÁLCULO DE LAS ESTRUCTURAS PREFABRICADAS DE HORMIGÓN ARMADO

APÉNDICE 2: CÁLCULO DE LAS ESCALERAS Y PLATAFORMAS

APÉNDICE 3: CÁLCULO DE LAS ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN