

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE ACTUACIONES DE MEJORA EN LA E.T.A.P. DE SANTILLANA (MADRID)

Tomo 1 de 8

Documento nº 1. Memoria y Anejos
Memoria
Anejos 1 al 7

Autor del proyecto:
Pablo Hernández Lehmann
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Madrid, Julio de 2016

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE ACTUACIONES DE MEJORA EN LA E.T.A.P. DE SANTILLANA (MADRID)

DOCUMENTO Nº1. MEMORIA Y ANEJOS

MEMORIA

TOMO 1

ANEJOS

1. Características principales
 2. Estudio de alternativas
 3. Geotecnia
 4. Topografía
 5. Cálculos de proceso
 6. Cálculos hidráulicos
 7. Cálculos estructurales
-
8. Cálculos eléctricos
 9. Automatismos y control
 10. Adecuación de las instalaciones de reactivos a la normativa ITC-APQ-6
 11. Estudio de actuaciones de mejora adicionales
 12. Estudio de Seguridad y Salud
 13. Plan de obra
 14. Relaciones del contratista con la Dirección de Obra
-
15. Control de calidad
 16. Gestión de residuos
 17. Protección contra incendios
 18. Medidas de prevención y seguridad en las instalaciones de Canal de Isabel II Gestión
 19. Señalización corporativa para instalaciones de Canal de Isabel II Gestión
 20. Autorizaciones administrativas
 21. Tramitación ambiental
 22. Estudio de interferencias
 23. Documentación a entregar por el Contratista

TOMO 2

TOMO 3

DOCUMENTO Nº2. PLANOS

TOMOS 4-6

DOCUMENTO Nº3. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

- A) Pliego de Prescripciones Técnicas Generales
- B) Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares
- B.1) Fichas Técnicas Particulares de Equipos Electromecánicos
- B.2) Fichas Técnicas Particulares de Equipos Eléctricos
- B.3) Fichas Técnicas Particulares de Equipos de Automatización y Control

TOMO 7

DOCUMENTO Nº4. PRESUPUESTO

- Mediciones
- Cuadro de precios nº1
- Cuadro de precios nº2
- Presupuestos parciales
- Presupuestos generales

TOMO 8

MEMORIA

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	1
1.1	Antecedentes	1
1.2	Actuaciones de mejora	2
1.3	Objeto del presente proyecto	4
2	DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS E INSTALACIONES	5
2.1	Sistema de ozonización	5
2.1.1	Situación actual	5
2.1.2	Actuaciones previstas	15
2.1.3	Diseño de la instalación	16
2.2	Almacenamiento y dosificación de sulfato de alúmina	37
2.2.1	Situación actual	37
2.2.2	Actuación prevista	37
2.2.3	Diseño de la instalación	38
2.3	Almacenamiento y dosificación de peróxido de hidrógeno	41
2.3.1	Situación actual	41
2.3.2	Actuación prevista	41
2.3.3	Descripción de la solución propuesta	41
2.4	Conducción principal de recogida de fangos	45
2.4.1	Situación actual	45
2.4.2	Actuación prevista	49
2.4.3	Descripción de la solución propuesta	49
2.5	Confinamiento de los escurridos de la deshidratación	51
2.5.1	Situación actual	51
2.5.2	Actuación prevista	55
2.5.3	Descripción de la solución propuesta	56

2.6	Otras actuaciones de mejora	62
2.6.1	Decantadores pulsator	62
2.6.2	Filtros de arena	64
2.6.3	Dosificación de reactivos en el agua tratada	65
2.6.4	Bombeo a Residencia	67
2.6.5	Bombeo a filtros de carbón activo	68
2.6.6	Adecuación de explanada para giro de camiones	69
2.6.7	Filtros de carbón activo	70
2.6.8	Reforma de la tubería de fecales	74
2.6.9	Adecuación del camino de acceso a la E.T.A.P.	74
2.7	Medidas correctoras y de protección ambiental	75
3	CONSIDERACIONES DE OBRA CIVIL	77
3.1	Normativa utilizada	77
3.2	Justificación de las acciones consideradas y coeficientes de seguridad	77
3.2.1	Sismicidad	77
3.2.2	Acciones térmicas y juntas de dilatación	77
3.2.3	Cálculo de esfuerzos en depósitos	77
3.2.4	Flotación	78
3.2.5	Coeficientes de seguridad	78
3.3	Materiales	80
3.3.1	Hormigones	80
3.3.2	Aceros	80
3.4	Geotecnia	81
3.5	Ozonización	81
3.5.1	Cámara de preozonización	81
3.5.2	Ampliación del edificio de generación de ozono	83
3.5.3	Cámara de ozonización intermedia	85

3.6	Cubierta para edificio de almacenamiento del reactivo coagulante	86
3.6.1	Geometría	86
3.7	Decantadores Pulsator	87
3.7.1	Geometría	87
3.8	Peróxido de hidrógeno	88
3.8.1	Geometría	88
3.9	Filtros de carbón activo	89
3.9.1	Cálculo del refuerzo de la pasarela de PRFV	89
3.10	Dosificación de Reactivos en el Agua Tratada	89
3.10.1	Geometría	89
3.11	Bombeo a Residencia	90
3.11.1	Geometría	90
3.11.2	Dimensionamiento	90
3.12	Centro de Conmutación	91
3.12.1	Geometría	91
4	INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y DE CONTROL	92
4.1	Modificaciones propuestas en la planta	92
4.2	Resumen de las actuaciones previstas	92
4.3	Instalación de media tensión	94
4.3.1	Acometidas eléctricas	94
4.3.2	Centro de seccionamiento 20 kV	96
4.3.3	Centros de transformación	98
4.3.4	Nuevo centro de conmutación	102
4.4	Instalación de baja tensión	104
4.4.1	Instalación actual	104
4.4.2	Instalación propuesta	106
4.5	Corrección del factor de potencia	109

4.5.1	Instalación actual	109
4.5.2	Instalación propuesta	110
4.6	Sistema de control	110
4.6.1	Introducción	110
4.6.2	Instalación existente	110
4.7	Instrumentación	112
5	PLAN DE OBRA	113
6	DISPONIBILIDAD DE TERRENOS	114
7	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES DE CANAL ISABEL II GESTIÓN	115
8	TRAMITACIÓN AMBIENTAL	116
9	ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS	117
10	DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA	118
11	CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA	119
12	RESUMEN DE PRESUPUESTOS	120
13	DOCUMENTOS DE QUE CONSTA EL PRESENTE PROYECTO	121
14	CONCLUSIÓN	123

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La Estación de Tratamiento de Agua Potable (E.T.A.P.) de Santillana se localiza en el término municipal de Manzanares El Real. Está ubicada al sur del embalse del mismo nombre, a unos 300 metros aproximadamente.

Las instalaciones actuales que constituyen la E.T.A.P. de Santillana son el resultado de varias ampliaciones y mejoras realizadas desde que se construyó la planta en 1972. Debido a la buena calidad de las aguas de este embalse en aquellos años, la planta en su concepción inicial se dotaba únicamente de un proceso de floculación, seguido de filtración y desinfección, estimando los técnicos entonces responsables del proyecto que era innecesaria la implantación de decantadores, ya que se consideraba suficiente la coagulación directa sobre filtros de arena. No obstante, debido a la evolución desfavorable de las características físico-químicas del agua, el proceso de tratamiento se completó muy pronto con la implantación de una fase de decantación previa a la filtración. En sucesivas ampliaciones se agregó al tratamiento un proceso de ozonización intermedia aguas abajo de los filtros de arena y, ya en 2008 se construyó el tratamiento de afino mediante filtros de carbón activo y una instalación de preozonización en cabecera.

Cronológicamente, la evolución de la planta se puede resumir como sigue:

1972	Puesta en servicio
1988	Automatización, construcción de instalaciones para dosificar el dióxido de cloro, permanganato potásico, carbón activo en polvo y sistema de ozonización intermedia.
1999	Renovación del sistema informático y automatización, ampliación de la capacidad de filtración en un 16% y modificación de los puntos de ozonización
2007	Pretratamiento de eliminación de algas mediante sistema de mallas filtrantes en la obra de toma del embalse
2007/2008	Remodelación de instalaciones de decantación, ampliación de la instalación de secado de fangos y nuevo sistema de preozonización a partir de oxígeno líquido. Construcción de etapa de afino mediante filtros de carbón activo.

En definitiva, la capacidad máxima de tratamiento de la planta es de 4 m³/s y las fases del proceso de tratamiento de agua son las siguientes:

- Tamizado de algas mediante filtros de malla en la obra de toma del embalse.
- Preozonización a partir de oxígeno líquido.

- Preoxidación-precloración.
- Coagulación-floculación.
- Sedimentación mediante decantadores tipo Pulsator.
- Filtración rápida sobre arena.
- Ozonización intermedia (fuera de servicio).
- Afino mediante filtración sobre carbón activo.
- Ajuste de pH.
- Desinfección.

Como reactivos, en la actualidad se dispone de los siguientes: ozono y/o permanganato potásico en preoxidación, cloro y/o dióxido de cloro en precloración, sales de aluminio y/o carbón activo en polvo en la fase de coagulación, coadyuvantes de floculación en la fase de floculación, hidróxido cálcico en la fase de ajuste de pH final, y cloraminas en la fase de desinfección final.

La planta de tratamiento de fangos cuenta con el siguiente proceso:

- Mezcla en dos depósitos de homogeneización de 800 m³.
- Espesamiento por gravedad (dos espesadores de 15,35 m de diámetro) y flotación (dos flotadores de 11,35 m de diámetro).
- Deshidratación mecánica (centrifugado) mediante tres decantadoras centrífugas de capacidad unitaria 25 m³/h.
- Almacenamiento en 3 silos de 50 m³ de capacidad unitaria.

1.2 Actuaciones de mejora

La División de Colmenar, perteneciente al Departamento de Explotación del Tratamiento, puso en conocimiento de los técnicos de la División de Proyectos de Abastecimiento, varias deficiencias detectadas en las instalaciones de la planta. Del análisis de estas deficiencias surge la relación de actuaciones de mejora que se enumeran a continuación:

- Ozonización. Mejora de la preozonización hasta alcanzar una dosis máxima de 4 mg O₃/l con un tiempo de contacto suficiente, y reforma de la ozonización intermedia para una dosis de diseño de 1,5 mg O₃/l.
- Coagulante. Adecuación del almacenamiento y dosificación de sulfato de alúmina al Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos, aprobado por el Real Decreto 379/2001.

- Peróxido de hidrógeno. Se propone su dosificación previa a la ozonización intermedia para dotar a la planta de un tratamiento de oxidación avanzada.
- Mejora de la conducción común de purga de fangos decantados y agua sucia de lavado de filtros de arena.
- Separación de los escurridos de la deshidratación, ricos en acrilamidas, del proceso de espesamiento conjunto de fangos decantados y agua de lavado de filtros.
- Decantadores pulsator. Sustitución de las placas tranquilizadoras, ampliación de la arqueta y sustitución de las válvulas de vaciado, y renovación de los pilares de las pasarelas metálicas, los cuales presentan corrosión.
- Filtros de arena. Reparación del falso fondo así como una rehabilitación de los paramentos verticales de doce de los catorce filtros existentes.
- Dosificación de reactivos en el agua tratada. Comprende la adición de nuevos puntos de dosificación, la sustitución de las tuberías a la salida del tratamiento de afino y la mejora de la instalación de neutralización de cloro.
- Reforma del bombeo a la residencia cercana de forma que el agua impulsada reciba el total de los tratamientos disponibles en la planta.
- Bombeo a filtración por carbón activo. Se prevé dotar a las bombas de un revestimiento interior para protegerlas contra las posibles agresiones de la nueva dosificación previa tanto de peróxido de hidrógeno como de ozono.
- Nueva plataforma para la maniobra de camiones con destino a fangos y/o carga de reactivos.
- Filtración por carbón activo. Se prevé la sustitución de las placas de tramex ciego perimetrales a los filtros, la rehabilitación de los paramentos y solera interiores de los filtros, y el sellado y el pintado en color verde de la cubierta del edificio.
- Adecuación del actual Centro de Seccionamiento de Iberdrola de 20 kV que alimenta el C.T. Elevadora Santillana III que también se reforma, para el incremento de potencia solicitado y para su adaptación a la normativa de Compañía.
- Construcción de un nuevo Centro de Conmutación 20/15 kV y nuevas líneas de media tensión para dotar la planta de un doble suministro de acuerdo con el Plan Sanitario.
- Modificaciones en la planta consecuencia de las actuaciones indicadas, que afectan a los cuadros eléctricos y autómatas de control existentes.
- Reforma de la tubería de fecales de la planta.

- Acondicionamiento del camino de acceso tras las obras.

1.3 Objeto del presente proyecto

El objeto del presente proyecto consiste en estudiar diversas alternativas para desarrollar las actuaciones de mejora enumeradas en el epígrafe anterior, y definir las obras e instalaciones necesarias para cada una de las soluciones adoptadas.

2 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS E INSTALACIONES

2.1 Sistema de ozonización

2.1.1 Situación actual

La ozonización en la planta está distribuida en dos puntos: preozonización en la entrada a planta, y ozonización intermedia tras la filtración en arena.

2.1.1.1 Cámara de preozonización

La cámara de preozonización se encuentra en cabecera de planta, y es el primer proceso al que se somete al agua bruta. Esta cámara se halla junto al vial sur de la planta.



Aspecto exterior de la cámara de preozonización, con el destructor de ozono sobre su losa superior.

Esta cámara está dividida a su vez en dos subcámaras. La primera de ellas, de forma rectangular y dimensiones interiores 12,30 x 9,30 x 5,40 metros, consiste en una cámara seca en cuyo interior se encuentran las dos tuberías de llegada en las que previamente

se ha bifurcado el colector de llegada a planta, así como tres bombas centrífugas horizontales para un sistema de inyección de ozono (actualmente en desuso), diversa valvulería y un cuadro eléctrico y de control para este equipamiento.



Vista del interior de la primera subcámara, de ejecución seca.

A continuación se encuentra la subcámara húmeda de preozonización propiamente dicha, que está dividida en dos líneas iguales y paralelas con las siguientes dimensiones unitarias:

- Número de compartimentos por línea: 3 ud.
 - 1^{er} compartimento de tranquilización, sin difusión de ozono, de longitud 3 m.
 - 2^o compartimento con parrilla de difusores, de longitud 3 m.
 - 3^{er} compartimento sin difusión, de longitud 1,50 m.
- Longitud interior total de cada línea: 7,50 metros.
- Anchura interior de cada línea: 6,0 metros.
- Lámina de agua: 4,80 metros.
- Volumen útil total por línea: 216 m³.

- Volumen útil de contacto por línea: 129,60 m³.
- Volumen útil de contacto total: 259,20 m³.

Este volumen de contacto supone un tiempo de retención de 64,8 segundos para el caudal máximo de diseño de la planta (4 m³/s).

La salida de ambas líneas se reúne en un canal de longitud 2,0 metros y anchura 12,30 metros, desde el que parte una conducción DN1500 en acero con destino la cámara de mezcla previa a la decantación.

El segundo compartimento de cada línea está equipado con una parrilla formada por 58 difusores, cuyo caudal máximo de difusión asciende a 3 Nm³/h de ozono. Por tanto, el caudal máximo de ozono que se puede inyectar al agua de entrada es de 348 Nm³/h. Actualmente se trabaja con una concentración de ozono de 148 g/Nm³, por lo que estos 348 Nm³/h posibilitarían una dosis máxima de 3,6 mgO₃/l para el caudal de diseño de 4 m³/s de agua bruta.



El destructor de ozono de la cámara de preozonización, común a las dos líneas.

Las dos líneas comparten un mismo destructor de ozono, cuya capacidad máxima es de 260 Nm³/h. Por tanto, este límite es más restrictivo que la capacidad de inyección de las parrillas de difusores, y restringe a 2,7 mgO₃/l la dosis máxima aplicable al caudal de diseño de 4 m³/s de agua bruta.

Además, al encontrarse a la intemperie, en invierno este destructor sufre continuos problemas por congelación.

2.1.1.2 Generación de ozono para la preozonización

La estación de generación de ozono para la preozonización se encuentra situada en una caseta anexa a la cámara. Todo su equipamiento, al igual que el de la cámara, es de la marca WEDECO, y fue instalado en el año 2008.



Edificio de generación de ozono junto a la instalación de almacenamiento y dosificación de oxígeno líquido.



Vista de uno de los tres generadores de ozono existentes.

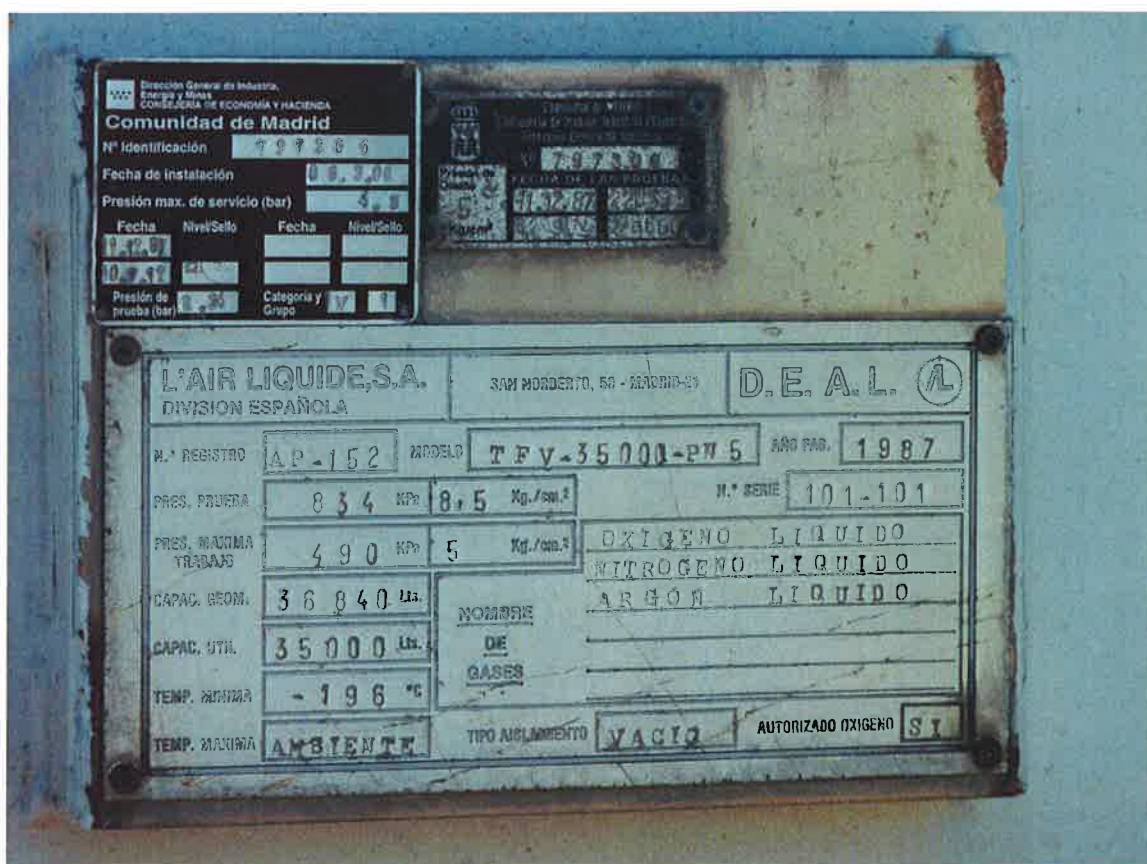


Colector de impulsión de ozono a la cámara de preozonización.

El modelo de cada generador de ozono instalado es el SMO 800S. Hay tres (3) unidades instaladas, y el sistema está preparado para que puedan funcionar todas ellas simultáneamente.

La capacidad unitaria de cada generador es de 11,87 kgO₃/h, teniendo en cuenta que la temperatura del agua de refrigeración es 20°C, lo cual equivale a una dosis máxima de 2,47 mg/l para el caudal de diseño de 4 m³/s de agua bruta. Por tanto, la capacidad de los generadores de ozono supone un factor más limitante que las parrillas de difusores y el destructor de ozono justificados en el apartado anterior de cara a aplicar una dosis máxima de ozono.

La generación de ozono tiene lugar a partir de la descomposición de oxígeno, cuyo almacenamiento en estado líquido tiene lugar en un depósito vertical de capacidad útil 35.000 litros, del suministrador Air Liquide, instalado en un recinto convenientemente cercado junto a la caseta de generadores.



Placa de características del depósito de oxígeno líquido.

2.1.1.3 Ozonización intermedia

Las instalaciones correspondientes a la ozonización intermedia se encuentran ubicadas en un edificio en la zona este de la planta, entre las instalaciones de cloro y amoniaco y el bombeo a filtros de carbón activo.



Panorámica exterior del edificio de la ozonización intermedia.

Esta instalación se encuentra permanentemente fuera de servicio, y sus equipos se encuentran en mal estado.

La cámara de ozonización se halla en el sótano del edificio, y consta de cuatro líneas iguales con las siguientes dimensiones unitarias:

- Número de compartimentos por línea: 4 ud.
- Longitud interior total útil de cada línea: 13,05 metros.
- Anchura interior de cada línea: 6,0 metros.
- Lámina de agua: 4,95 metros.
- Volumen útil de contacto por línea: 387,6 m³.

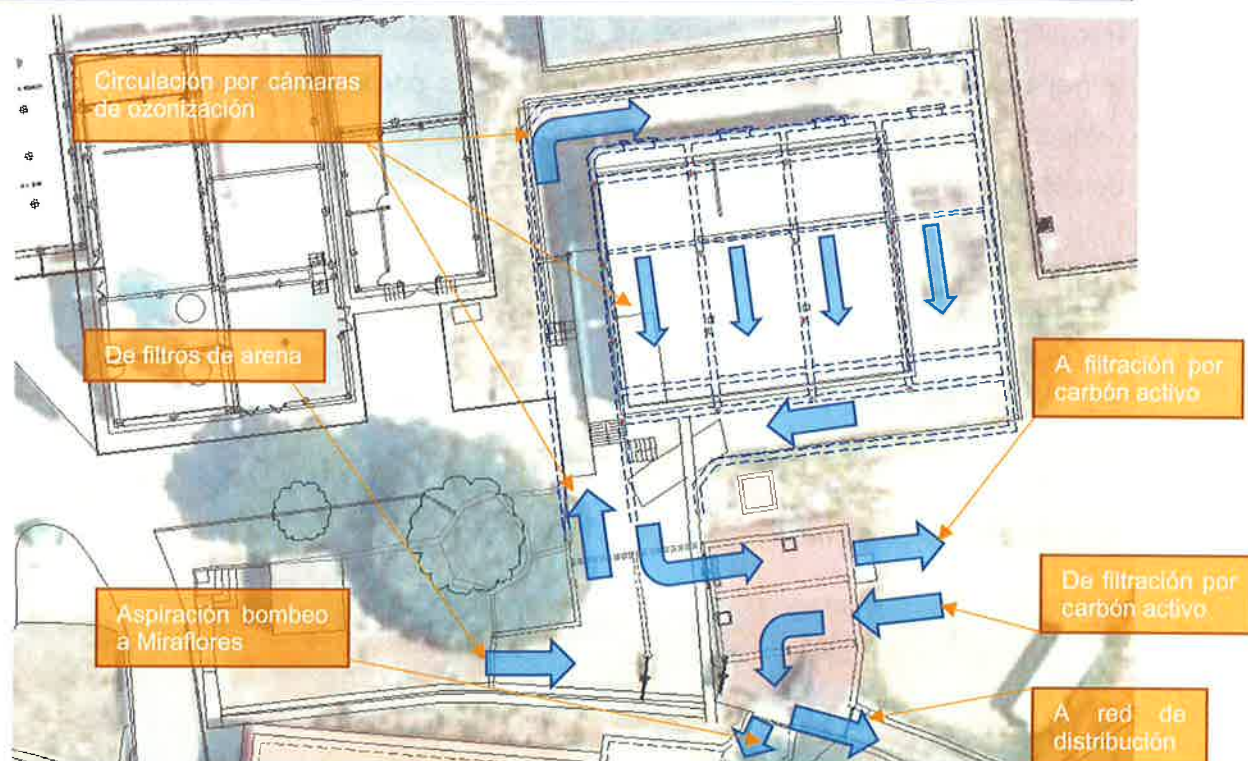
- Volumen útil de contacto total: 1.550,34 m³.

Este volumen útil garantiza un tiempo de contacto de 6,46 minutos para el caudal de diseño de 4 m³/s.



Bocas de hombre de acceso a las cámaras de ozonización intermedia existentes.

Aunque no tiene lugar la dosificación de ozono en estas cámaras, actualmente el agua circula continuamente por ellas. Las bombas centrífugas horizontales de refrigeración de los generadores de ozono correspondientes a la preozonización, que se encuentran instaladas en la entreplanta de este edificio, aspiran el agua de dichas cámaras para impulsarla hasta el edificio de generación junto a la cámara de preozonización mediante una única conducción DN160 PN10 ejecutada en PEAD.



Esquema de la circulación actual del agua filtrada.



Bombeo de refrigeración de los generadores de ozono.

Por último, en la planta superior del edificio se encuentra el equipamiento necesario para la generación de ozono a partir de aire, constituido por soplantes con filtro y equipo de refrigeración y secado, junto con dos ozonizadores con sus correspondientes unidades de potencia y circuitos de refrigeración.

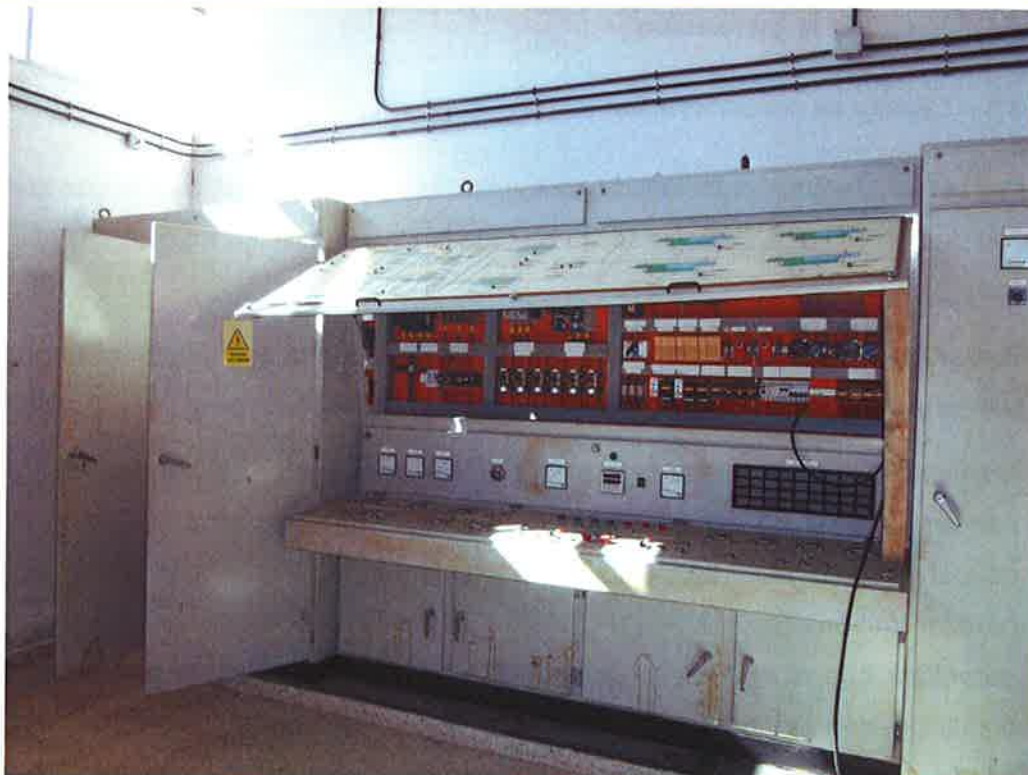
Todos estos equipos datan de la década de los años 80, y como ya se ha indicado, no se encuentran en buen estado.

Por último, en esta planta se encuentra también el Centro de Control de Motores denominado *Panel Postozonización*.

En este edificio no se halla ninguna otra instalación.



Instalación de generadores de ozono, fuera de servicio.



Cuadro eléctrico Panel de Postonización.

2.1.2 Actuaciones previstas

La dosis necesaria de ozono en la etapa de preozonización asciende a un máximo de 4 mgO₃/l para el caudal de diseño de la planta (4 m³/s), el cual no se puede suministrar con la estación de generación de ozono existente, ni con las parrillas de difusores disponibles ni con el destructor de ozono existente. Por tanto, se deberá aumentar la capacidad de la generación de ozono y sustituir o ampliar el equipamiento de la cámara.

El tiempo de retención en la cámara de preozonización es muy escaso, y con las dosis actuales de ozono (inferiores a la máxima de diseño de 4 mg/l) tienen lugar fugas de ozono en la cámara de mezcla posterior. Por ello, es imprescindible aumentar el volumen útil de esta cámara.

La ozonización intermedia, que se encuentra fuera de servicio y con un equipamiento obsoleto y en mal estado, debe ser sustituida por una nueva instalación capaz de suministrar una dosis de 1,5 mgO₃/l para el caudal máximo de diseño de 4 m³/s, con un volumen de contacto suficiente para que el tiempo de retención esté en torno a los 6 minutos.

2.1.3 Diseño de la instalación

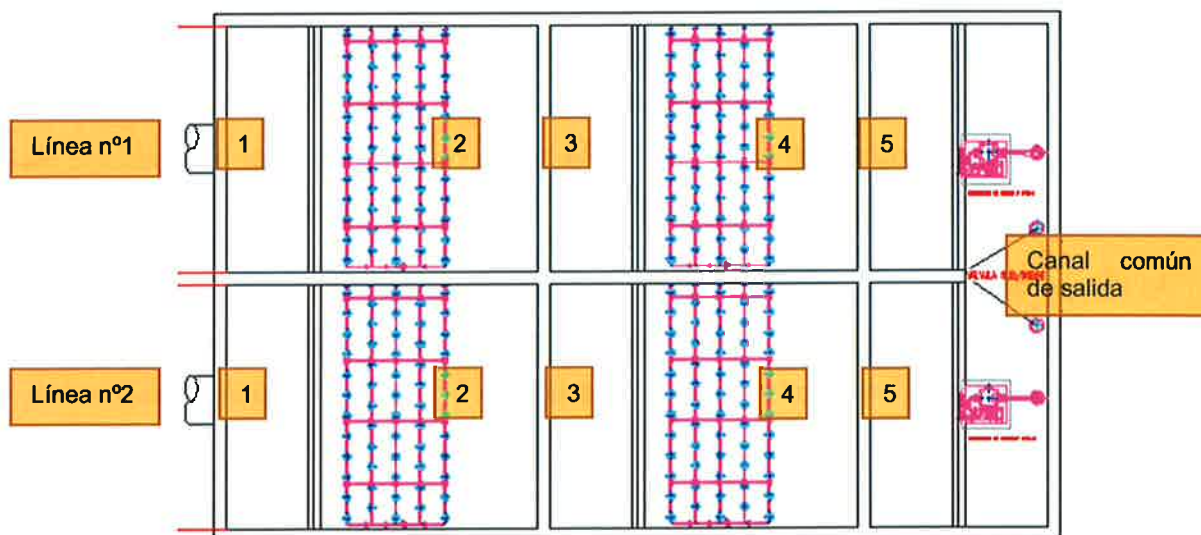
2.1.3.1 Cámara de preozonización

La nueva cámara de preozonización se construirá en la misma ubicación que la existente, tras su demolición; sus características se detallan y se justifican en el *Anejo nº7 Cálculos estructurales*.

En el diseño de la nueva cámara, la lámina de agua se ha ajustado al máximo teniendo en cuenta las siguientes dos premisas:

- mantener como mínimo la cota piezométrica de las actuales cámaras que garantiza, con los tamices de algas instalados en la obra de toma en funcionamiento, que el caudal máximo de tratamiento de la planta ($4 \text{ m}^3/\text{s}$) llega por gravedad hasta la preozonización.
- garantizar que el agua fluirá por gravedad hasta la cámara de mezcla en cualquier condición con un resguardo hidráulico mínimo desde el vertedero de salida de ozonización de 30 cm, imprescindible para garantizar la desgasificación del ozono disuelto.

Bajo este contexto, se ejecutarán dos líneas en paralelo con la siguiente planta, con cinco (5) compartimentos por línea:



Las dimensiones de cada una de las dos líneas son iguales entre sí:

- Número de compartimentos por línea: 5 ud.

- 1^{er} compartimento de tranquilización, sin difusión de ozono, de longitud 1,50 m.
- 2^o compartimento con la 1^a parrilla de difusores, de longitud 4,60 m.
- 3^{er} compartimento, sin difusión de ozono, de longitud 2,0 m.
- 4^o compartimento con la 2^a parrilla de difusores, de longitud 4,60 m.
- 5^o compartimento, sin difusión de ozono, de longitud 2,0 m.
- Longitud del canal final común de salida: 2,0 m.
- Anchura interior de cada compartimento: 6,0 metros.
- Lámina de agua: 6,0 metros.
- Volumen útil total por línea (1^{er} a 5^o compartimentos incluidos): 529 m³.
- Volumen útil de contacto por línea (2^o a 5^o compartimentos incluidos): 475 m³.
- Volumen útil de contacto total: 950 m³.

Con estas dimensiones, el tiempo de retención resultante para el caudal máximo de tratamiento de 4 m³/s queda en 3,96 minutos.

La solera de las cámaras dispondrá de una pendiente ejecutada mediante mortero, que garantizarán el agotamiento de su vaciado por gravedad hasta las conducciones diseñadas a tal efecto. Para vaciar los canales de entrada, en los primeros tabiques se practicarán unos pequeños huecos de 80 cm, que por su pequeño tamaño no supondrán caminos preferenciales.

Las parrillas de difusión de ozono serán todas de nueva instalación, idénticas entre sí, cada una de ellas conformada por 58 difusores cerámicos de diámetro 170 mm. Con los 232 difusores que se instalan en total, se solventa la limitación que había con las parrillas anteriores. Teniendo en cuenta que cada difusor puede trabajar a un máximo de 3 Nm³/h, el caudal total de ozono que se puede inyectar ahora asciende hasta 696 Nm³/h. Este caudal es siempre superior al necesario para dosificar 4 mgO₃/l para 4 m³/s, ya sea trabajando con una concentración de ozono de 148 g/Nm³ (389 Nm³/h), 129 g/Nm³ (447 Nm³/h), o incluso 100 g/Nm³ (576 Nm³/h).

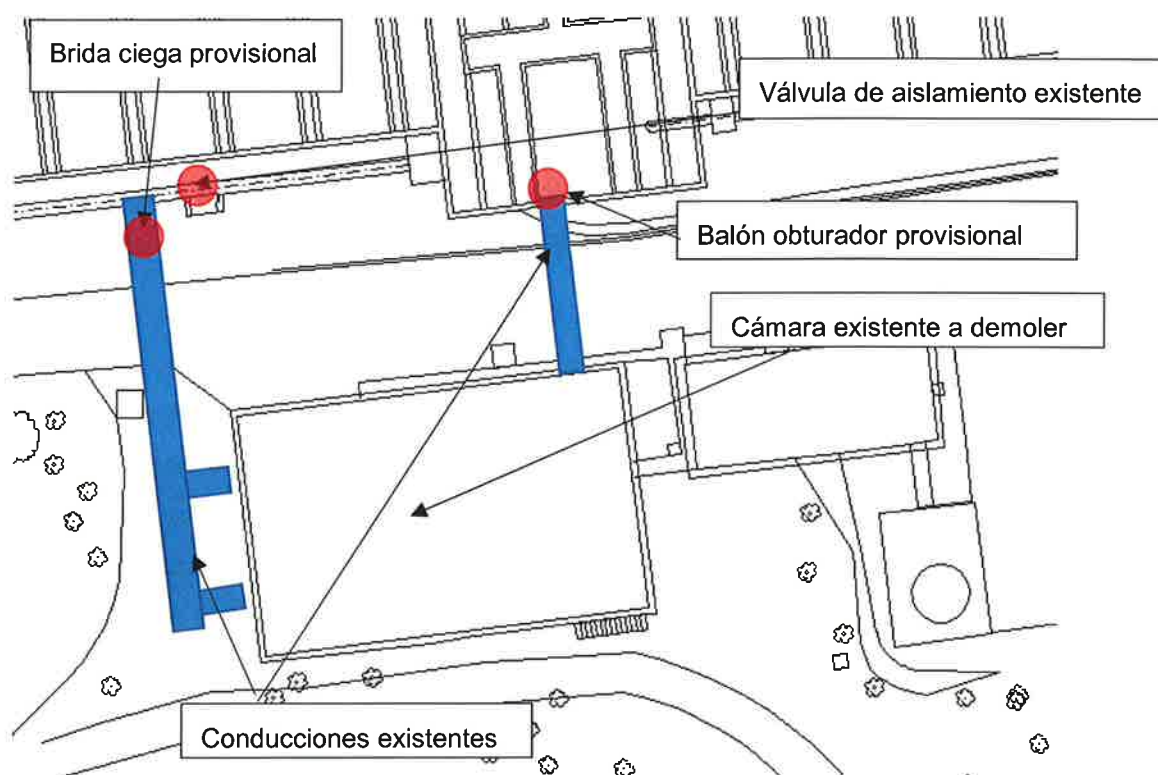
El sistema de introducción de gas a las parrillas (válvulas, caudalímetros, manómetros, tuberías) también será de nueva instalación.

Hasta ahora, en la preozonización se está trabajando con una concentración de 148 g/Nm³. A partir de ahora y para aprovechar la capacidad de los generadores de ozono existentes, tal como se justifica más adelante, en las condiciones más exigentes se pasará a trabajar con una concentración de 129 g/Nm³. Por tanto, el caudal máximo de

ozono que se prevé inyectar es de 447 Nm³/h. Este caudal también determina las necesidades de los destructores de ozono: el destructor existente tiene una capacidad de 260 Nm³/h, y se pretende seguir utilizándolo en una de las dos líneas, una vez se le dote de una cubierta que resuelva los problemas de congelación que sufre en invierno.

En la otra línea se montará otro destructor similar pero nuevo, tipo térmico – catalítico y de la misma capacidad, con su ventilador correspondiente.

Dado que actualmente no existe una válvula de aislamiento para la etapa de pre-ozonización (tan sólo hay dos válvulas de mariposa de aislamiento de cada una de las cámaras), será necesario el cierre de la conducción principal mediante la instalación de una brida ciega para posibilitar así un aislamiento temporal de la preozonización, previo al inicio de la ejecución de las obras. Simultáneamente, será necesario cerrar la entrada a las cámaras de mezcla mediante un balón obturador previo desmontaje del deflector existente.



Esquema completo del aislamiento temporal de la preozonización.

Además, las válvulas de mariposa actualmente existentes en la actual subcámara seca se reaprovecharán para el aislamiento de las nuevas cámaras proyectadas.

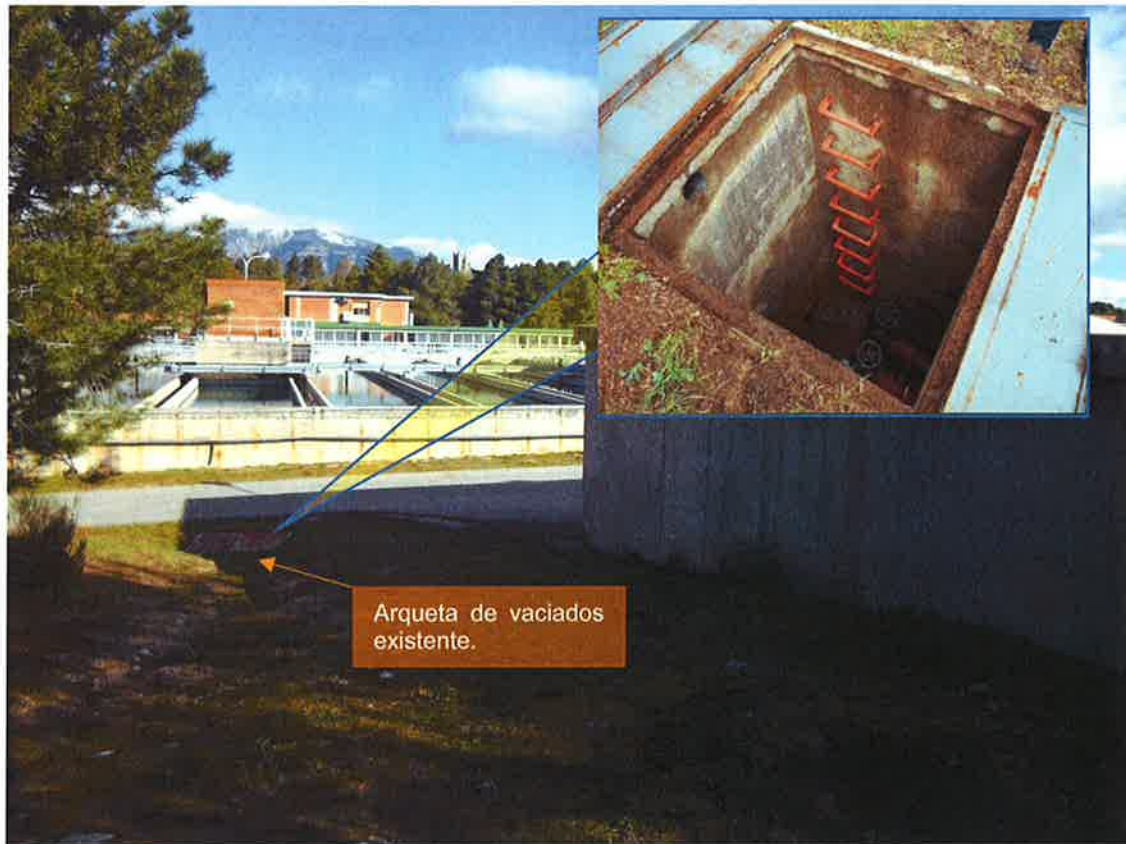


Válvula de mariposa instalada en la actualidad DN1200.



Posición del obturador a instalar (DN1500) y deflector a retirar.

Por último, para el vaciado de las cámaras se utilizará la tubería que parte de la arqueta actualmente existente. Sin embargo, dado que las nuevas cámaras de preozonización se profundizan 1,82 metros, la cota de fondo de la arqueta de vaciados existente es insuficiente para vaciar totalmente las cámaras por gravedad, por lo que para las nuevas cámaras se proyecta un vaciado parcial por gravedad que será agotado mediante una bomba de achique a instalar en el hueco practicado a tal efecto en la nueva arqueta de vaciados.



Arqueta de vaciados existente

En cuanto a la ubicación escogida para la nueva arqueta de vaciados, con el objeto de evitar afectar al tráfico de camiones, en vez de profundizar la existente se propone construir la nueva en el lateral opuesto al vial, en la zona del camino de tierra, aprovechando la propia excavación de la nueva cámara de preozonización.



Posición de la nueva arqueta de vaciados

2.1.3.2 Estación de generación de ozono

La nueva estación de generación debe ser capaz de suministrar una producción global máxima de 79,2 kgO₃/h, tal que si el caudal de tratamiento alcanza los 4 m³/s de diseño, se pueda suministrar unas dosis de 4 mgO₃/l en preozonización y 1,5 mgO₃/l en ozonización intermedia.

Para ello se modificará la estación de generación en la preozonización de la siguiente manera:

- Los tres (3) generadores de ozono existentes, instalados en el año 2007, son capaces de generar 11,87 kgO₃/h por unidad, trabajando con una concentración de 148 g/Nm³, y con una temperatura de entrada del agua de refrigeración de 20°C.
- Para las condiciones más exigentes de trabajo, la concentración del ozono se va a disminuir de 148 g/Nm³ a 129 g/Nm³. Manteniendo constante la temperatura de refrigeración, cada uno de los generadores existentes será capaz ahora de generar 12,48 kgO₃/h.

- El edificio de generación existente se prolongará por su cara sur, la cual se demolerá, y para lo que previamente se cambiará la ubicación del depósito de oxígeno líquido y se instalará una nueva tubería de suministro en AISI-316 aumentando el diámetro desde los 70 mm de diámetro interior actuales hasta los 103 mm. En el nuevo edificio resultante se redistribuirán los tres (3) generadores existentes, tras su revisión y puesta a punto, y se instalarán otros dos (2) nuevos de prestaciones algo superiores, capaces de suministrar 19,37 kgO₃/h por unidad operando en las mismas condiciones de contorno (concentración de 129 g/Nm³ y temperatura de refrigeración de 20°C). Los 40,46 kgO₃/h restantes los suministrarán los tres (3) generadores existentes, los cuales deberán operar también bajo las mismas condiciones de contorno (concentración de ozono y temperatura de refrigeración). En la práctica, la capacidad global máxima que se puede generar trabajando a 129 g/Nm³ es de 76,18 kgO₃/h, por lo que probablemente sea necesario incluso disminuir algo más la concentración para alcanzar estrictamente los 79,2 kgO₃/h en caso de considerarse necesario.
- Los cinco (5) generadores impulsarán a un colector común, que tendrá sus correspondientes salidas tanto para la preozonización como para la ozonización intermedia. Es decir, desde este nuevo colector común situado en el edificio de generación de ozono se regulará y derivará el ozono requerido en cada momento tanto en la preozonización como en la ozonización intermedia.
- En caso de considerarse necesario aumentar aún más la dosis de ozono, bastaría con disminuir algo más la concentración de ozono, siempre para los cinco (5) generadores simultáneamente.

Además, se renovará la instalación de ventilación del edificio ampliado, diseñado para garantizar diez (10) renovaciones horarias de todo el volumen de aire del interior de la sala.

En este edificio se instalarán dos nuevos medidores de ozono ambiental para detección de fugas en cada nuevo generador de ozono, que se añaden a los tres medidores ya instalados, correspondientes a los generadores existentes.

También tendrá lugar una revisión de los elementos existentes y que continuarán en servicio, que consistirá al menos en:

- Cambio de las juntas de las tres válvulas de regulación de los generadores.
- Limpieza de los tres caudalímetros.
- Limpieza de los generadores de ozono.

- Revisión del estado y funcionalidad de todos los elementos de control.
- Actualización del programa de control y de las pantallas según la nueva versión, que será la incorporada por los dos nuevos generadores.
- Revisión del analizador de alta concentración de ozono, que quedará como repuesto del nuevo a montar, incluido en el suministro del fabricante de los nuevos equipos de ozono.

Como ya se ha indicado, debido a la ampliación del edificio, será necesario desplazar la ubicación del parque de oxígeno líquido varios metros en dirección sur, tal como se recoge en los planos del proyecto.



Sección de la canaleta con la conducción de refrigeración a sustituir.

Por último, recordar que la refrigeración de los tres (3) generadores existentes se realiza en la actualidad mediante cuatro (3+1) bombas centrífugas horizontales situadas en el edificio de ozonización intermedia, de caudal unitario 22 m³/h y altura manométrica 30 mca. Junto a estas bombas se instalarán dos (1+1) bombas nuevas, del mismo tipo, de caudal unitario 40,60 m³/h y altura manométrica 31,99 m.c.a., para la refrigeración de los nuevos generadores. Debido a este incremento en el caudal total de refrigeración, resulta imprescindible reemplazar la tubería existente de polietileno de alta densidad de diámetro 160 por una nueva de diámetro 200 en el mismo material, a instalar por el mismo trazado.

Como mejora adicional, tanto los generadores existentes como los nuevos se van a equipar cada uno de ellos con un sistema de refrigeración que protege al generador contra características del agua de refrigeración como alta corrosividad o baja calidad. Para cada generador, este sistema de refrigeración está conformado por dos circuitos de refrigeración: uno abierto directo, por el que circula el agua de refrigeración suministrada por las bombas indicadas en el párrafo anterior, y otro cerrado indirecto, por el que circula agua de refrigeración de calidad agua potable impulsada por dos (1+1) bombas, y que es el que refrigera directamente al generador. Ambos circuitos se encuentran separados mediante un intercambiador de placas.

2.1.3.3 Cámara de ozonización intermedia

Tal y como se ha justificado previamente, se aprovechará la obra civil de las cámaras existentes para ejecutar una nueva cámara de ozonización compuesta por dos líneas en paralelo. Cada línea quedará estructurada de la siguiente manera:

- Número de compartimentos por línea: 4 ud.
 - 1^{er} compartimento con la 1^a parrilla de difusores, de longitud 7,0 m.
 - 2^o compartimento, sin difusión de ozono, de longitud 2,05 m.
 - 3^{er} compartimento con la 2^a parrilla de difusores, de longitud 7,05 m.
 - 4^o compartimento, sin difusión de ozono, de longitud 5,45 m.
- Longitud del canal final común de salida: 2,80 m.
- Anchura interior de cada compartimento: 6,70 metros.
- Lámina de agua: 5,04 metros.
- Volumen útil de contacto por línea (2^o a 5^o compartimentos incluidos): 728 m³.
- Volumen útil de contacto total: 1.455 m³.

Por tanto, con este volumen útil se obtiene un tiempo de retención de 6,06 minutos para el caudal máximo de tratamiento de 4 m³/s.

De las instalaciones existentes (equipamiento de las cámaras, generadores de ozono, auxiliares) no se aprovecharía nada, y se deberán retirar y trasladar al destino que indique la Dirección de Obra en su momento.

Además, sobre estas cámaras no se tiene previsto ejecutar ningún tipo de edificación.

Para la difusión del ozono se instalará un total de 92 difusores de tipo disco cerámico, con 46 unidades por cámara, y 23 unidades por compartimento. Dado que se prevé que

en las condiciones más exigentes los generadores de ozono operen con una concentración de ozono de 129 g/Nm^3 , esto implica que a caudal y dosis máxima, los difusores trabajarán a $1,82 \text{ Nm}^3/\text{h/ud}$.

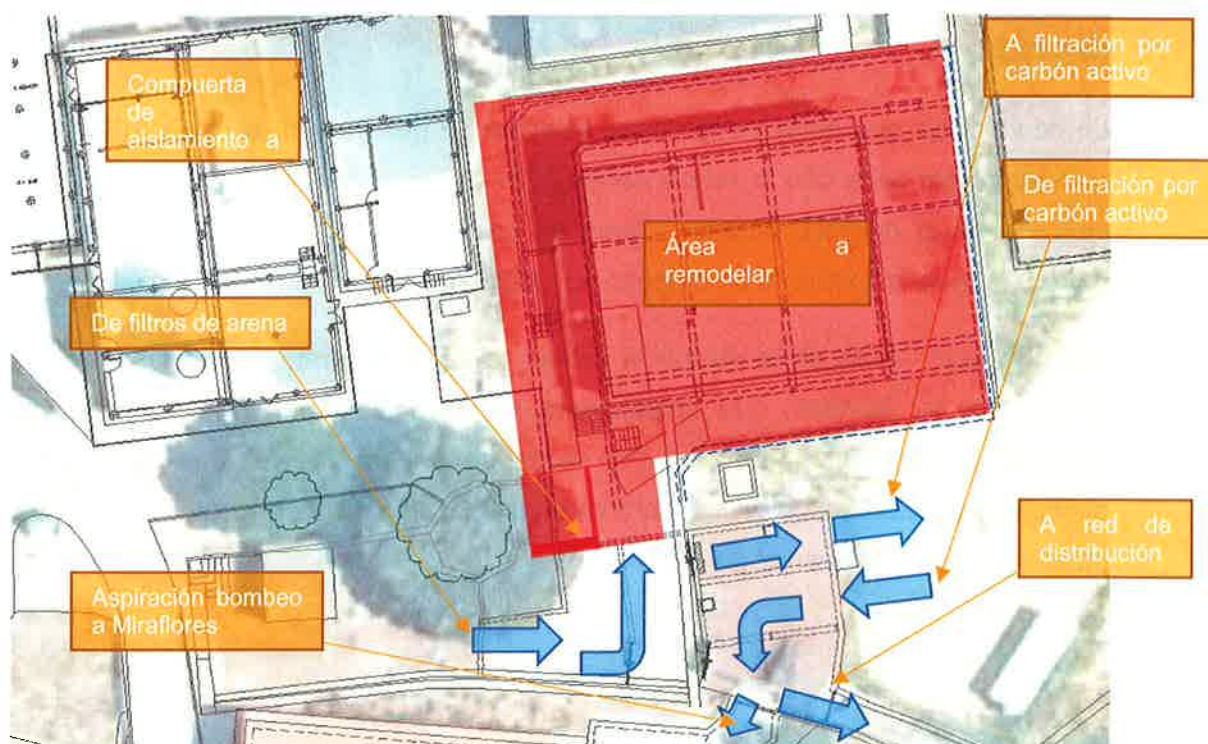
Se instalará un destructor de ozono residual nuevo por línea, de capacidad unitaria $115 \text{ Nm}^3/\text{h}$. Toda la instrumentación y auxiliares serán también de nueva instalación.

El vaciado de estas cámaras se realizará mediante bombas de achique, una por línea. Para ello, en cada línea se han diseñado dos pendientes de mortero en la solera que confluyen aproximadamente en su centro geométrico, donde se ejecuta un hueco de tamaño suficiente para instalar dicha bomba. En la cubierta, en vertical sobre este hueco, se dispondrá una boca de hombre para el montaje de esta bomba cuando sea necesario. Además, al igual que en las cámaras de preozonización, en el tabique intermedio de cada línea se practicará un pequeño orificio de 80 cm que posibilite el vaciado por gravedad completo de todas las cámaras hasta la bomba de achique.

La distancia a recorrer por el ozono desde la nueva estación de generación hasta las cámaras de ozonización intermedia será de aproximadamente 180 metros. Esta distancia no supone ningún problema ni de seguridad ni de pérdidas de las propiedades del ozono generado.

La conducción que parte de la nueva estación de generación, será de AISI316 DN40 y compartirá canaleta con la nueva conducción de agua de refrigeración de generadores indicada en el epígrafe anterior. Como en el caso de esta, previo a su instalación se retirará la tubería existente de oxígeno de DN200 construida en acero inoxidable.

Por otro lado, antes de la ejecución de las obras de reforma de la cámara, se deberá proceder a su by-pass, que actualmente no es posible por carecerse del juego de compuertas necesario para ello. Por tanto, se deberá instalar una compuerta en el espacio disponible actualmente para colocar una ataguía, con lo que la circulación del agua será la indicada en el gráfico adjunto.



El plan de obras propuesto se ha diseñado de tal manera que cuando tenga lugar el aislamiento de la ozonización intermedia, la preozonización también se encuentre fuera

de servicio. Esto se debe a que los generadores de ozono de la preozonización se refrigeran actualmente mediante unas bombas que aspiran de la cámara de ozonización intermedia. En un principio y según las necesidades habituales de operación de la planta, la preozonización es imprescindible que esté en funcionamiento hasta octubre incluido, por lo que estas obras se han previsto para ejecutar a partir de noviembre.

Para la ejecución de la nueva distribución interior de la cámara es necesario la demolición de todo el edificio que hay encima, puesto que éste cimienta sobre los muros de la compartimentación interior. El material de que está compuesta la estructura es hormigón armado, por lo que será necesario utilizar martillos neumáticos o maquinaria pesada.

La demolición será posible con maquinaria únicamente desde las fachadas que confluyen en la esquina sureste del edificio, puesto que el resto de muros se encuentran enfrentados a distintas edificaciones que dificultan el acceso.

Se procederá por tanto a demoler el resto de elementos mediante martillos neumáticos manejados por operarios en los lugares de difícil acceso, los cuales serán asistidos por maquinaria para retirar los escombros producidos.

Se realizará la demolición desde los pisos superiores, garantizándose el cumplimiento de las medidas de seguridad en todo momento, y asegurando la estructura cuando sea necesario.

Una vez demolida la estructura sobre nivel de calle, se demolerán los diferentes muros interiores de la cámara, procurando no dañar los elementos a conservar, principalmente las armaduras. Los muros o losas que se dañen durante el proceso se repararán convenientemente para su aprovechamiento en la nueva instalación.

2.1.3.4 Instalación eléctrica

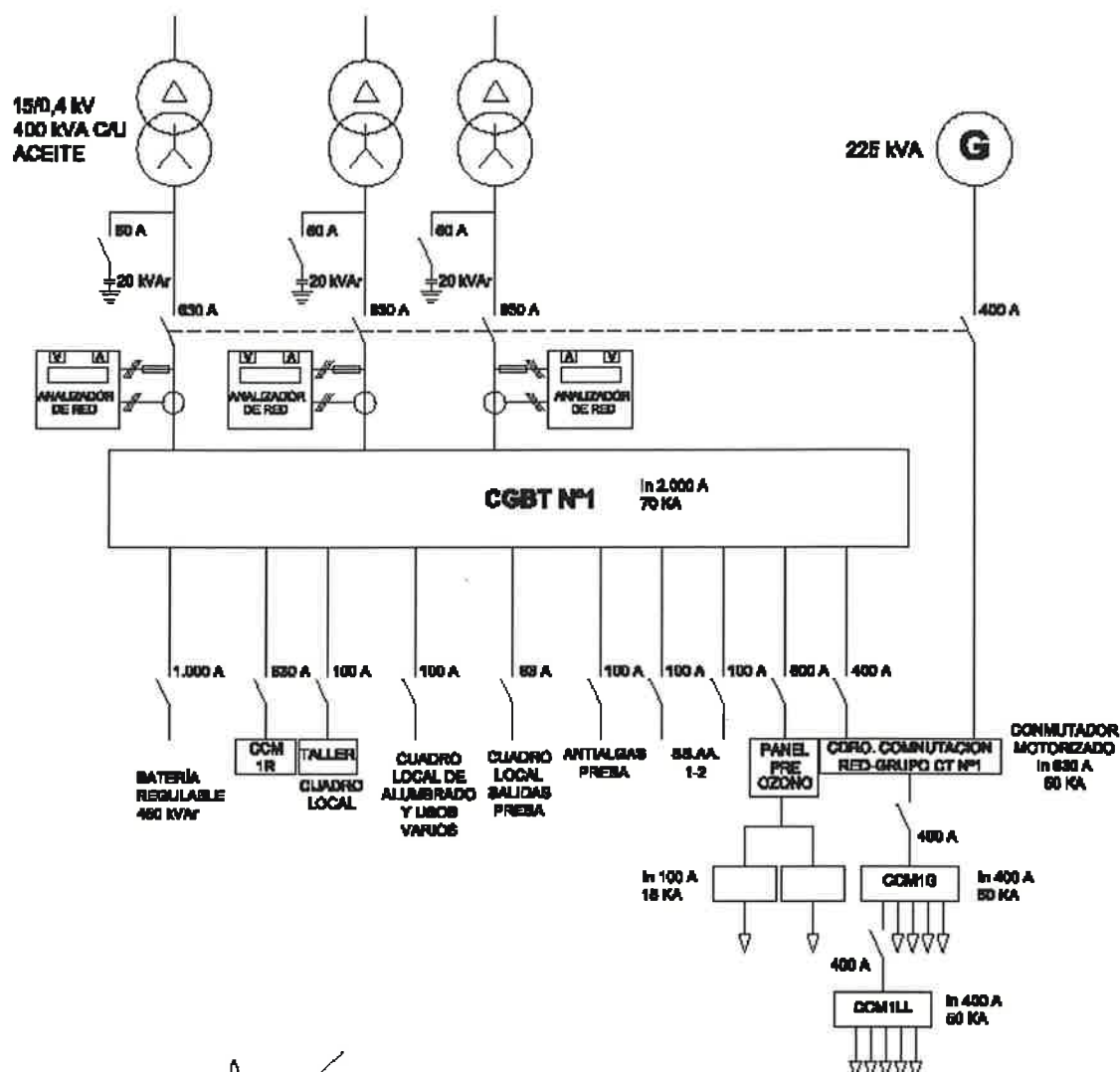
Por su complejidad e influencia en el diseño de la reforma, conviene describir primeramente la instalación eléctrica de la planta, incidiendo en la asociada a los procesos de ozonización.



Centro de Transformación Nº1 – Potables, frente al edificio de control.

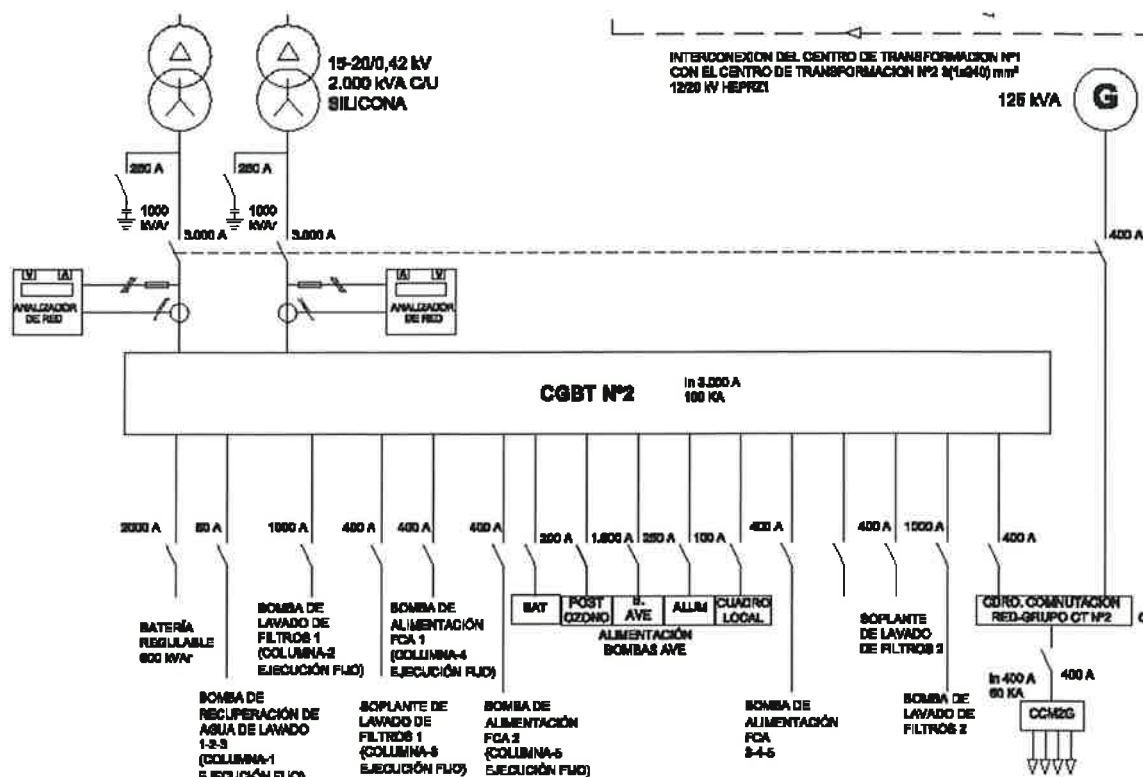
La E.T.A.P. dispone actualmente de tres centros de transformación (C.T. en adelante):

- *C.T. Nº1 – Potables.* Situado en una caseta frente al edificio de control, está equipado con tres transformadores de potencia unitaria 400 KVA. En esta misma caseta se halla el Cuadro General de Baja Tensión Nº1, de intensidad nominal 2.000 A, y que alimenta básicamente a los cuadros eléctricos en la obra de toma del embalse, al CCM-1R (equipos de lavado de filtros de arena y diversos cuadros eléctricos locales), al CCM-1G (servicios auxiliares y CCM-1LL, este último situado junto a las cámaras de mezcla para dar fuerza a los receptores asociados al tratamiento físico – químico y a la decantación), y al Panel Preozonización.



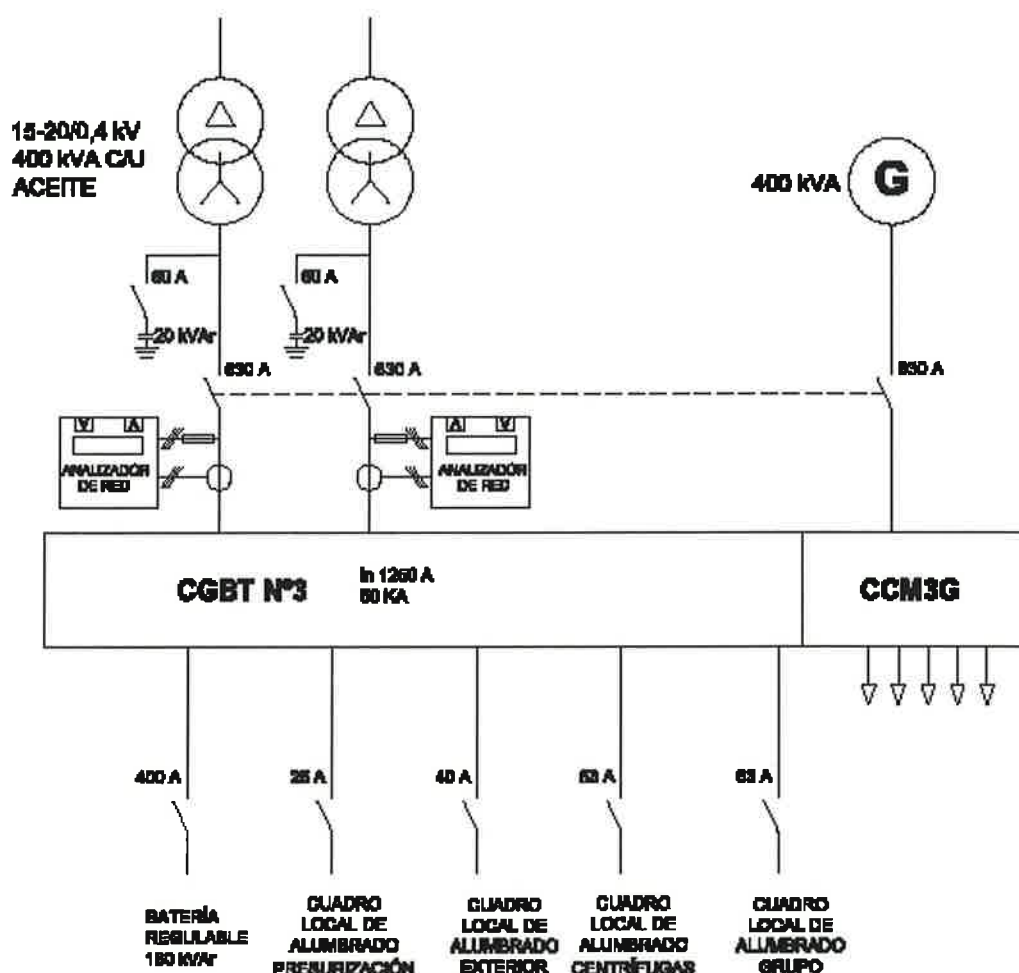
Esquema unifilar básico del C.G.B.T. N°1.

- **C.T. N°2 – Reactivos.** Se encuentra en el edificio eléctrico situado entre la ozonización intermedia y los filtros de carbón activo, y dispone de dos transformadores de capacidad unitaria 2.000 KVA. El C.G.B.T. N°2, de intensidad nominal 3.000 A, se encuentra en este mismo edificio y alimenta a todos los equipos correspondientes al tratamiento de afino incluyendo el bombeo de elevación, al Panel de Postozonización, y al CCM-2G (instalado en este mismo edificio, acomete a las instalaciones de reactivos y diversos servicios auxiliares).



Esquema unifilar básico del C.G.B.T. N°2.

- C.T. N°3 – Fangos. Ubicado en caseta anexa al edificio de fangos, consta de dos transformadores de potencia 400 KVA/ud, y alimenta a todos los equipos correspondientes al proceso de fangos: tanto los servicios auxiliares directamente desde el C.G.B.T. N°3, como a todos los equipos electromecánicos desde el CCM-3G.



Esquema unifilar básico del C.G.B.T. N°3.

El Panel Preozonización se halla en el edificio de generadores de ozono para la preozonización. Se alimenta desde el C.G.B.T. N°1 a través de un interruptor de intensidad nominal 800 A y poder de corte 70 kA, y una conducción $4 \times (3 \times 120) + T \text{ mm}^2$. Alimenta tanto al equipamiento de generación de ozono (los tres generadores y el destructor de ozono) como a un pequeño cuadro eléctrico auxiliar denominado CCM Sistema de Ozono, desde el que se alimentan las válvulas de las cámaras de preozonización, diversos servicios auxiliares del edificio de generadores y el cuadro de la instalación de oxígeno líquido.

El consumo de este CCM asciende a unos 36 kW, que sumados a los 113 kW consumidos por cada generador de ozono y los 3 kW consumidos por el destructor, supone un total de 378 kW, equivalente a una intensidad nominal de 575 A. El interruptor

de acometida al CCM Panel Preozonización tiene una intensidad nominal de 630 A; es decir, se encuentra al límite de su capacidad y no admite ampliación alguna.



CCM Sistema de Ozono, situado en la sala de generadores de ozono.

Con la ampliación del edificio tendrá lugar la reubicación de estos cuadros eléctricos, y con ello será necesaria la conexión eléctrica y de control de todos los elementos (generadores de ozono, periféricos e instrumentación) con dichos cuadros; todo lo cual formará parte del alcance del suministrador del equipamiento de ozono.

Además, dentro de este edificio se deberá instalar un nuevo cuadro eléctrico, denominado CCM Panel Ampliación Ozonización, y que alimentará a los dos nuevos generadores de ozono así como a todos los nuevos periféricos a instalar, que fundamentalmente se situarán en las cámaras de ozonización intermedia. Por potencia de transformación disponible en la planta, se proyecta acometer a este nuevo CCM desde el C.G.B.T. Nº2, aprovechando el interruptor de alimentación de 1.600 A al Panel

Postozonización, actualmente en desuso. Tal y como se justifica en el *Anejo nº8 Cálculos eléctricos*, la potencia eléctrica consumida por este CCM ascenderá a un máximo de 375 kW y es perfectamente asumible por el C.T. Nº2. El interruptor mencionado deberá tararse a 630 A para la protección de la nueva acometida.

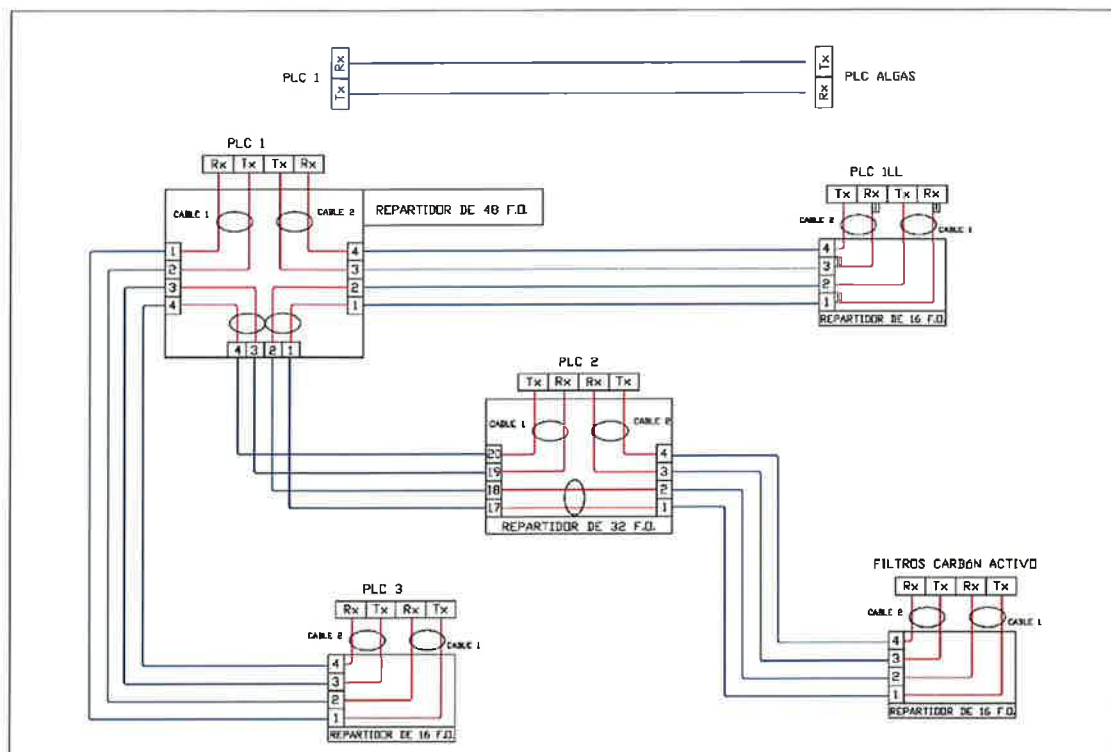
Esta acometida eléctrica desde el C.G.B.T. Nº2 al CCM Panel Ampliación Ozonización tendrá una longitud de 240 metros y se ejecutará mediante cables de cobre de sección $5 \times 240 \text{ mm}^2$ por fase y neutro. Su trazado queda representado en el conjunto de planos de las instalaciones eléctricas incluidos en el *Documento Nº2 Planos*, y resultará básicamente en una combinación de un primer tramo enterrado bajo el vial en tubos corrugados y un segundo tramo en bandejas de acero galvanizado adosadas a los decantadores Pulsator. Durante su ejecución deberán tenerse en cuenta varios cruces, siendo los más importantes los siguientes: con la línea de Media Tensión de acometida al C.T. Nº2, con la conducción DN700 de impulsión de agua sucia de lavado de filtros de carbón activo, y con la canaleta de agua de servicio a las instalaciones de cloración.

Además, este trazado se aprovechará para llevar a su vez la acometida eléctrica y de control a los nuevos receptores a instalar en la ozonización intermedia y que precisamente serán alimentados desde el CCM Panel Ampliación Ozonización, formando parte también del suministro del fabricante de los nuevos equipos de ozono.

2.1.3.5 Instalación de control

La planta cuenta con una instalación de control basada en una red de fibra óptica con configuración tipo anillo que comunica los principales autómatas de control, todos ellos de la marca Allen Bradley:

- *PLC-1*. Es el autómata maestro de la instalación, y se encuentra en el edificio de control.
- *PLC-2*. Situado en el edificio eléctrico que alberga el C.T. Nº2, en la sala de cuadros eléctricos.
- *PLC-3*. Instalado en la sala eléctrica del edificio de fangos, anexo al CCM-3G.
- *PLC-1LL*. Autómata instalado junto al CCM 1LL, que se halla en la caseta sobre las cámaras de mezcla y floculación.



Esquema de la instalación de control existente.



Sala eléctrica donde se encuentra el PLC-2.

Además, la preozonización dispone de su propio autómatas master, modelo S7-300 de Siemens, instalado en el edificio de generadores de ozono y que controla todo el proceso de preozonización, incluyendo los autómatas particulares de los generadores. Este autómatas se comunica a través de cable de cobre y protocolo Profibus DP con el PLC-1LL, situado a una distancia aproximada de 30 metros. De esta manera queda integrado el proceso de preozonización en la red de control de la planta, y es controlable desde el SCADA en el edificio de control.



Interior del edificio de generación de ozono, con el autómatas master en primer término.

Cuando tenga lugar la ampliación de este edificio, se sustituirá el anterior autómatas master por uno nuevo de mayor capacidad, que controlará los procesos de preozonización y postozonización completos. Para ello se comunicará con los cuadros eléctricos involucrados en el proceso, tanto el CCM *Panel Preozonización* existente como el CCM *Panel Ampliación Ozonización* nuevo, lo cual estará incluido en el alcance y será responsabilidad del suministrador del sistema de ozono.

También será tarea suya la integración completa de este nuevo autómatas master en la red de control de la planta. Se aprovecha a su vez esta reforma para mejorar esta

integración, que en vez de realizarse vía PLC-1LL tal y como se desarrolla actualmente, se ejecutará mediante una tirada de fibra óptica nueva hasta PLC-1LL y allí se empalmará con una fibra óptica libre existente en la línea de fibra que une el PLC-1LL y el PLC-1, bajo protocolo Ethernet, situado en el edificio de control a una distancia aproximada de 140 metros y según trazado aprovechando las canalizaciones existentes en planta. En cambio, la comunicación entre el autómatas master y los cinco PLCs de los generadores de ozono se realizará mediante cobre dadas las escasas distancias entre ellos.

Por su parte, el anterior autómatas maestro se acondicionará y se equipará con una estación remota, con el objetivo de utilizarlo para controlar las señales correspondientes a la ozonización intermedia, cuya conexión también forma parte del alcance del suministrador.

Como última tarea, el suministrador se encargará no solamente de la programación de las comunicaciones a nivel PLC en los autómatas asociados a la ozonización sino también de su integración en el SCADA actual de la planta (tipo Wonderware – Intouch 9.5), con sus consignas, históricos, alarmas, sinópticos, etc, según las especificaciones de Canal de Isabel II Gestión.

2.2 Almacenamiento y dosificación de sulfato de alúmina

2.2.1 Situación actual



Instalación actual de almacenamiento del sulfato de alúmina.

El coagulante que actualmente se utiliza en la planta es el sulfato de alúmina. La instalación de almacenamiento correspondiente se halla en el interior del edificio de reactivos anexo a los filtros de arena, y consiste en tres cubas de geometría rectangular.

La capacidad de almacenamiento total asciende a 95.000 kg. El reactivo se dosifica en la cámara de mezcla, en cabecera de planta tras la preozonización.

2.2.2 Actuación prevista

La instalación descrita en el apartado anterior no cumple con el Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos, aprobado por el Real Decreto 379/2001, y en concreto con la Instrucción Técnica Complementaria MIE-APQ-6, que es la que se debe aplicar a este reactivo por sus características. Por ello, es necesario ejecutar una nueva instalación de almacenamiento y dosificación de prestaciones similares a las existentes actualmente.

2.2.3 Diseño de la instalación

La nueva dosificación se ubicará a lo largo del vial sur de la planta, situado entre la preozonización y la decantación. En concreto, se ha escogido su extremo occidental, pues se pretende aprovechar la bifurcación que ahí presenta dicho vial para facilitar la maniobra de los camiones en las labores de carga de los depósitos, sin bloquear el acceso a la zona de fangos. Además, al final de dicha bifurcación se ha proyectado una plataforma para la maniobra de camiones.

Se proyectarán dos edificios, cada uno de ellos con dos (2) depósitos de PRFV en su interior y su propia bahía de carga. El volumen unitario de cada depósito adoptado, 30 m³, es más razonable para poder instalar los depósitos dentro de un edificio. Además, de esta manera, se podrían alternar distintos reactivos, ya que cada edificio cuenta con su bahía de carga independiente. Ambos edificios contarán con cubierta desmontable.

La instalación de carga, almacenamiento y dosificación del reactivo se ha proyectado conforme a la Instrucción Técnica Complementaria MIE-APQ-6, referida anteriormente. Las principales conclusiones, aplicadas en el presente proyecto, se describen en el *Anejo nº10. Adecuación de las instalaciones de reactivos a la normativa ITC-APQ-6*.

En cada edificio de almacenamiento se montará un sistema de dosificación compuesto por 3(2+1) bombas dosificadoras peristálticas, con un rango de caudal unitario entre 17 y 170 l/h, de manera que se cubren todos los escenarios posibles según caudal de tratamiento y dosis de reactivo, tal y como se justifica en el *Anejo nº5 Cálculos de proceso*. Las bombas estarán reguladas por variadores de frecuencia, según señal enviada por el caudalímetro electromagnético instalado en la línea común de dosificación.

El punto de dosificación del reactivo es la cámara de mezcla, situada al principio de los decantadores. Aunque esta distancia no es excesiva, por seguridad en cada línea de dosificación se ha dispuesto una línea de agua de arrastre, para la cual se ha proyectado una acometida de la red de agua de servicios existente en la zona de tratamiento de fangos, cuyo trazado se puede consultar en los planos correspondientes.



Vista frontal del CCM-1LL, de tipo ejecución fija.

Los equipos electromecánicos se alimentarán todos ellos desde el Centro de Control de Motores CCM-1LL, que según se ha comprobado dispone de capacidad y espacio libre suficiente como para instalar las siguientes salidas:

- Dos salidas tipo arranque directo y potencia unitaria 2,20 kW para las bombas de trasvase.
- Seis salidas con variador de frecuencia de potencia 0,25 kW para las bombas dosificadoras.
- Dos salidas feeder de potencia 5 kW para sendos cuadros locales de fuerza y alumbrado, uno por edificio de reactivos.
- Cuatro salidas tipo arranque directo y potencia unitaria 0,25 kW para las dos parejas de ventiladores extractores a instalar en dichos edificios.



Vista frontal del PLC-1LL.

Este cuadro eléctrico se halla en la caseta ejecutada junto a la cámara de mezcla, que también alberga el autómata de control PLC-1LL, asociado a dicho CCM, y que será el que controle estos nuevos equipos. La CPU de este autómata dispone de capacidad suficiente para esta ampliación, si bien sí que habrá que ampliar la instalación con los siguientes ítems, necesarios para acoger las nuevas señales previstas (62 Entradas Digitales, 14 Salidas Digitales, 2 Entradas Analógicas, 6 Salidas Analógicas):

- Chasis modular de 7 slots, para lo que se dispone de hueco suficiente en el armario.
- Cable de interconexión de chasis.
- Fuente de alimentación.
- 2 módulos digitales de 32 ED cada uno.
- 2 módulos analógicos de 4 SA cada uno.
- Aparellaje auxiliar (bornas, relés, cables, etc) para ejecutar la interfaz entre las señales y el PLC.
- Para las Salidas Digitales y las Entradas Analógicas no será necesaria tarjeta nueva alguna pues todavía se dispone de reserva suficiente.

2.3 Almacenamiento y dosificación de peróxido de hidrógeno

2.3.1 Situación actual

En la actualidad este reactivo no está presente en la planta potabilizadora objeto de este proyecto.

2.3.2 Actuación prevista

Junto con la rehabilitación de la ozonización intermedia se prevé la dosificación de peróxido de hidrógeno previa a la de ozono para dotar a la planta de un tratamiento de oxidación avanzada.

2.3.3 Descripción de la solución propuesta

Se ha proyectado el suministro al 35% pues los efectos del reactivo en contacto con la piel son sensiblemente menos dañinos que para concentraciones del 50% o superiores. El peróxido de hidrógeno se puede descomponer si entra en contacto con metales, si sufre variaciones del pH por mezclarse accidentalmente con sustancias alcalinas, o si aumenta la temperatura por efecto del calor. Por ello, se proyecta una instalación exclusiva para este reactivo, en su propio edificio sin posibilidad de contacto con ningún otro reactivo. Este edificio estará considerablemente aireado mediante ventiladores extractores.

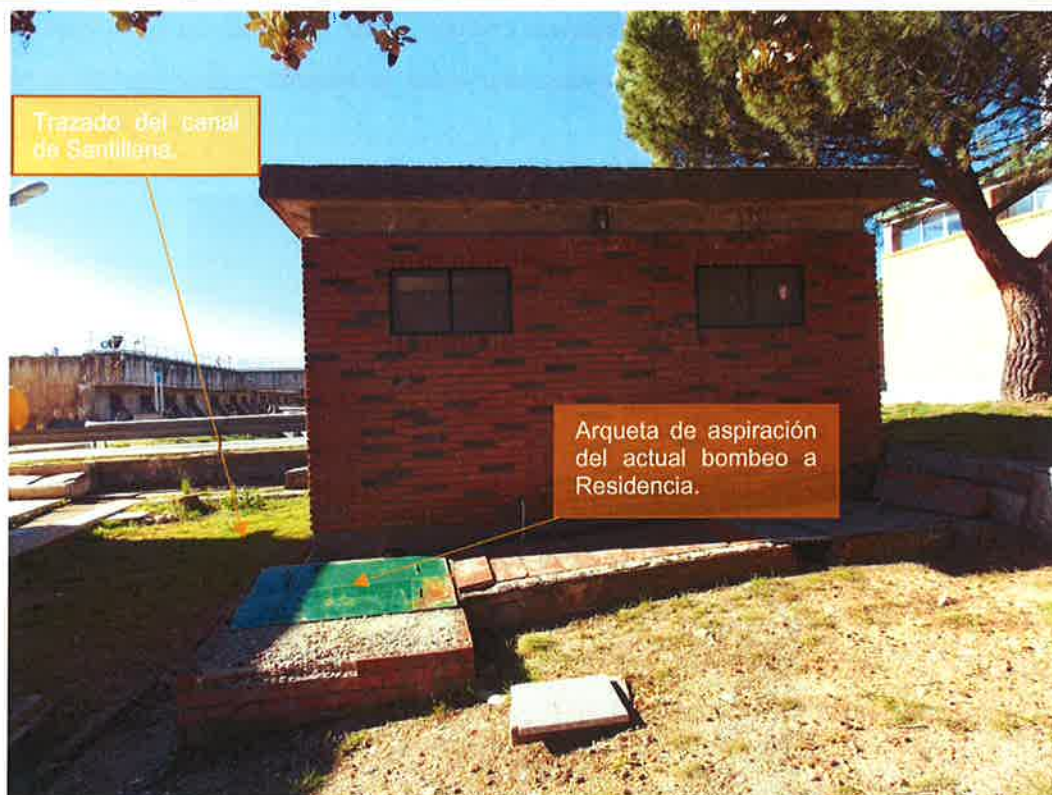
Los elementos más destacados de la solución propuesta son los siguientes:

- El volumen del depósito adoptado es de 10.000 litros, equivalente 15 días del almacenamiento a caudal y dosis media
- El depósito dispone de un venteo que se conducirá verticalmente fuera del edificio a través de la cubierta, con lo que se reducen los peligros por la exposición al reactivo. Además, dispondrá de un venteo de emergencia de mayor diámetro, tipo boca de hombre, para alivio de las sobrepresiones internas que pueden tener lugar en caso de descomposición del peróxido de hidrógeno.
- Las bocas de hombre estarán protegidas mediante mallas que impidan la entrada accidental de objetos en el depósito.
- Para el volumen del depósito escogido, el diámetro de la boca de venteo de emergencia deberá ser de 40 cm, resultante de aplicar el ratio típico de 200 cm² necesarios por cada tonelada de H₂O₂ al 100%.

- Se instala una sonda de temperatura en el depósito de almacenamiento, con alarma incluida.
- El edificio cuenta con ducha lavaojos
- El material de construcción del depósito será polietileno de alta densidad, por ser adecuados para el volumen y la concentración del reactivo proyectados. No deberá contener pigmentos, rellenos minerales ni residuos catalíticos incompatibles con el reactivo.
- El depósito de almacenamiento se equipa con un rebose de emergencia que se conduce al propio cubeto de retención.
- Las conexiones entre los elementos de las conducciones estarán libres de aceites y grasas. Se dispondrán válvulas de alivio en aquellos tramos en los que el reactivo pueda quedarse atrapado.
- El vaciado del depósito se realizará mediante la misma bomba centrífuga utilizada para su carga.
- La bomba de carga y descarga será centrífuga con rotor y estator en carburo de silicio, y con el cierre mecánico simple.
- Se instala un grupo de presión contraincendios con servicio a todo el edificio que aspirará directamente de una nueva tubería de fundición de DN300, que partirá de la arqueta que en la actualidad sirve de aspiración del bombeo a residencia.
- Las bombas dosificadoras serán de aluminio con recubrimiento de poliéster en polvo, el tubo flexible de hypalon y las conexiones en acero inoxidable. De acuerdo al dimensionamiento realizado se instalarán tres bombas que trabajarán en el rango de 2 a 20 l/h.
- Las bombas estarán reguladas por variadores de frecuencia según señal enviada por el caudalímetro electromagnético instalado en la línea de dosificación.

Para la construcción del edificio, se toma como precaución alejarlo al máximo de las paredes del canal de Santillana, evitando así que dichas paredes soporten el empuje causado por la cimentación.

Actualmente el edificio se encuentra a una distancia media de 75 centímetros del canal (medidos in-situ), que discurre en paralelo a la cara sur del mismo.



Con una separación adoptada para el nuevo edificio de 180 centímetros, se garantiza la no afectación ni al árbol ni al vial cercano, y que a su vez la cimentación queda lo suficientemente alejada como para que las zapatas transmitan la carga por debajo de los 3,40 metros de profundidad del canal (también medidos in-situ).

Esto se ha calculado conforme a la antigua NTE CSZ, en la cual se indica que un terreno de jabres como que el que tenemos transmite la carga de cimentación a 45°.

Plasticidad Alta Baja (1) Nula	Porcentaje en peso de finos en%								σ en kp/cm ²	α en °	Hmax en m (3)
	< 30		30-50		> 50(2)		> 30				
Ensayos	N	R _p	N	R _p	N	R _p	R _u	R _p			
Valor del ensayo	—	—	—	—	—	—	1,0	10	1,0	30	13
	15	60	15	37	15	22	1,5	15	1,5	30	19
	20	80	20	50	20	30	2,0	20	2,0	30	25
	25	100	25	62	25	37	2,5	25	2,5	45	31
	30	120	30	75	30	45	3,0	30	3,0	45	38
	40	160	40	100	40	60	4,0	40	4,0	45	50
	50	200	50	125	50	75	5,0	50	5,0	45	63

Tabla 1 de la NTE-CSZ.

Como la base de cimentación está a 1,85 metros bajo el terreno, la carga se transmitirá a 3,65 metros de profundidad, y por lo tanto es válida.

En la ejecución de la bahía de carga se deberá tener especial cuidado con la red de pluviales de la planta, la cual atraviesa esta zona si bien lo suficientemente enterrada como para no afectarla.



Algunas de las celdas libres disponibles en el CCM-2G.

En relación a la instalación eléctrica, los equipos electromecánicos se alimentarán desde el Centro de Control de Motores CCM-2G, que según se ha comprobado dispone de capacidad y celdas libres suficientes como para instalar las siguientes salidas:

- Una salida tipo arranque directo y potencia unitaria 1,50 kW para la bomba de trasvase.
- Tres salidas con variador de frecuencia de potencia 0,25 kW para las bombas dosificadoras.
- Una salida feeder de potencia 3,0 kW para el cuadro local de fuerza y alumbrado, a instalar en el edificio.
- Una salida feeder de potencia 4,0 kW para el cuadro de fuerza y control del grupo de presión contraincendios.
- Dos salidas tipo arranque directo y potencia unitaria 0,25 kW para los ventiladores extractores.

Conviene recordar que este CCM-2G también se utilizará para alimentar a las dos nuevas bombas de refrigeración de generadores de ozono, cada una de las cuales se accionará mediante un arranque directo de potencia unitaria 7,5 kW.

Este cuadro eléctrico se halla en el mismo edificio eléctrico en el que se encuentra el autómatas de control PLC-2, asociado a dicho CCM, y que será el que controle estos nuevos equipos, incluidas las bombas de refrigeración. Lo cual supone un incremento de 43 Entradas Digitales, 10 Salidas Digitales, 1 Entrada Analógica y 3 Salidas Analógicas, que el autómatas puede acoger sin más que instalar 1 módulo digital de 32 ED con su correspondiente aparellaje auxiliar, pues para el resto de señales dispone de reservas instaladas.

2.4 Conducción principal de recogida de fangos

2.4.1 Situación actual

Actualmente en la planta hay dos fuentes de fangos: la purga de los fangos decantados en los cuatro decantadores Pulsator, y el agua sucia de las operaciones de lavado en los catorce filtros de arena.

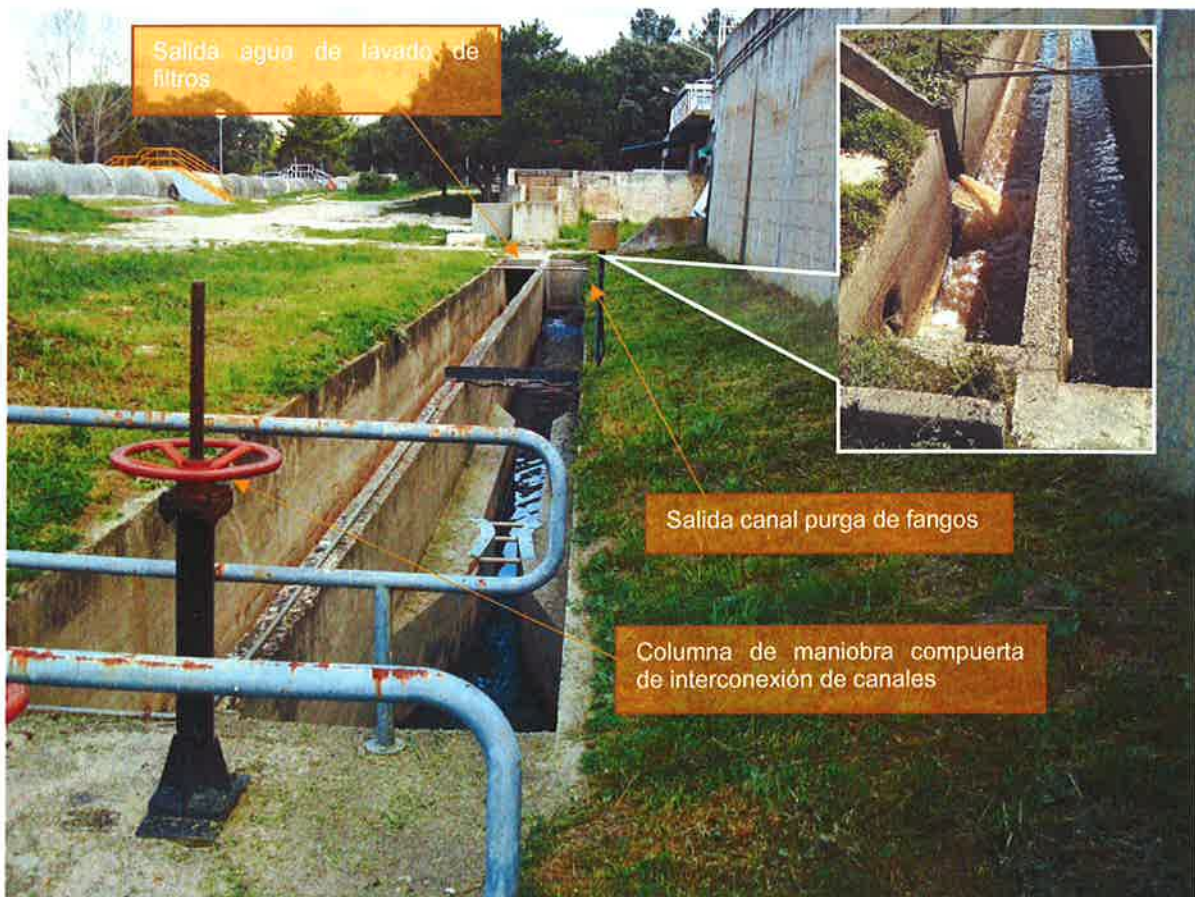
En cada decantador se disponen 6 tuberías DN200, que purgan los fangos hasta un canal colector; cada tubería se puede aislar mediante su correspondiente válvula.



Este canal discurre en paralelo a la cara norte de los decantadores. Cuando llega al extremo del último decantador, efectúa un giro de ángulo 90° en dirección sur, donde se pone en paralelo con el canal de purga del agua sucia de lavado de filtros.

El canal de recogida del agua sucia de lavado de los filtros está trazado también en paralelo a los filtros, por su cara sur; y cuando llega al final del último filtro situado en el extremo occidental, efectúa así mismo un giro de 90° en dirección sur.

La anchura de cada uno de estos canales es de 1 metro.



Canales de fangos decantados y agua sucia de lavado, una vez discurren en paralelo.

En su diseño original, al final de ambos canales existía una obra de vertido al río. Cuando se ejecutó la línea de tratamiento de fangos, esta obra fue reemplazada por una única conducción DN300, que reúne el agua sucia de lavado de filtros con las purgas de fangos de los decantadores, y las conduce hasta la arqueta de reparto a los dos vasos que conforman el depósito de homogeneización de fangos. De hecho, en su primer tramo la tubería discurre apoyada sobre la solera de lo que era el canal original de vertido al río.



Detalle de ambos canales en este mismo tramo.



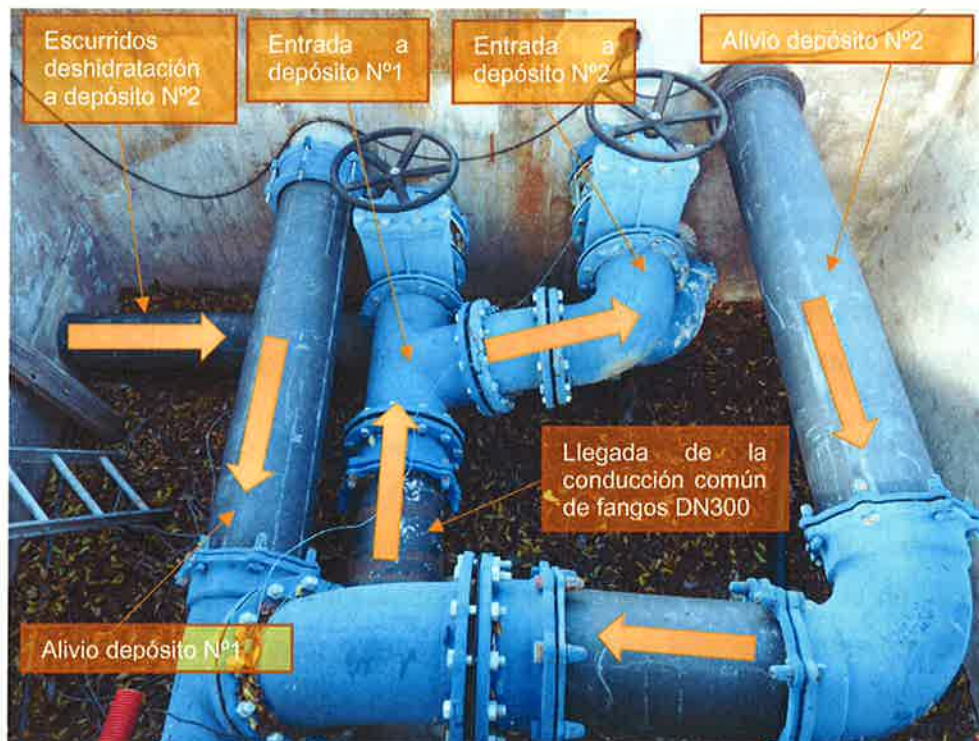
Salida de la conducción común DN300, con válvula de aislamiento en cabecera.



Conducción de purga de fangos, instalada en la obra de vertido original



Codo embridado de la conducción actual



Arqueta de reparto a depósitos de homogenización

El problema que presenta esta conducción es que, en momentos en los que se simultanea un lavado de filtros con las purgas de fangos en decantación, la conducción común DN300 entra en carga, elevando excesivamente la lámina en los canales previos y llegando a provocar desbordamientos en los mismos.

2.4.2 Actuación prevista

La principal actuación a acometer consiste en buscar una solución que impida la entrada en carga de esta conducción, sin impedir que las purgas de fangos puedan seguir teniendo lugar a la vez que los lavados de filtros.

Como consecuencia de esta actuación, se deberá ampliar la arqueta actual de reparto a los dos vasos del depósito de homogenización con el fin de permitir la instalación de los accesorios necesarios.

2.4.3 Descripción de la solución propuesta

La solución propuesta consiste, como se ha comentado, en duplicar la conducción existente mediante la instalación en paralelo a la existente de una tubería de fundición dúctil para saneamiento DN300 PFA 35, con revestimiento interior de mortero de

cemento aluminoso y exterior de zinc y barniz bituminoso o epoxi conforme a la UNE-EN 598 *Tuberías, accesorios y piezas especiales de fundición dúctil y sus uniones para aplicaciones de saneamiento. Requisitos y métodos de ensayo*. Las uniones entre tramos rectos serán mediante junta automática flexible, mientras que las piezas especiales (codos, tes, etc) serán embridadas o con enchufe de junta mecánica.

Al igual que existe ahora con la conducción existente, también se instalará una válvula de aislamiento al principio de la conducción, a la salida de los canales.

La tubería se apoyará sobre soportes metálicos en el tramo común sobre el antiguo canal de vertido, y enterrada en el tramo que finaliza en la arqueta de reparto al depósito de homogenización. Esta arqueta, ejecutada con bloque de ladrillo y cuyas dimensiones interiores en planta actuales son 4,0 x 2,6 metros, será ampliada para poder alojar una TE de unión entre la tubería nueva y la existente, así como una válvula de interconexión de las líneas. Por ello, su anchura pasará de los 2,6 a 3,9 metros.



Obras de ampliación de la arqueta de reparto a los depósitos de homogenización

Para que esta actuación no afecte ni al árbol ni a la farola situados junto a la escalera, la ampliación de la arqueta se realizará sobre el espacio actualmente ocupado por dicha escalera, mientras que la nueva se ejecutará al otro lado del árbol.

2.5 Confinamiento de los escurridos de la deshidratación

2.5.1 Situación actual

La deshidratación de los fangos tiene lugar mediante decantadoras centrífugas, instaladas en el interior del único edificio situado en la zona de fangos, ubicada en el lado oeste de la planta.



Vista de la zona de tratamiento de fangos, con el edificio situado al fondo.

La planta cuenta actualmente con tres (3) decantadoras centrífugas de 25 m³/h de caudal hidráulico unitario, trabajando habitualmente dos unidades con la tercera en reserva.

En el proceso de deshidratación se generan unos sobrenadantes, habitualmente denominados escurridos, ricos en acrilamidas debido al uso de floculantes en este proceso. Estos escurridos se recogen en un colector común de diámetro DN250, y se conducen al tanque de homogenización en cabecera de la línea de tratamiento de fangos, donde se mezclan con el agua sucia de lavado de filtros y con los fangos purgados en la decantación, antes de impulsarse al espesamiento.



Recogida de los fangos y de los escurridos de la deshidratación.

En su llegada al tanque de homogeneización, los fangos ingresan directamente en el primer vaso del tanque, que es el que está más cerca al edificio de fangos. En concreto, su entrada tiene lugar en el centro de la cara sur de dicho vaso, y a una altura de tres cuartos sobre la solera del depósito.

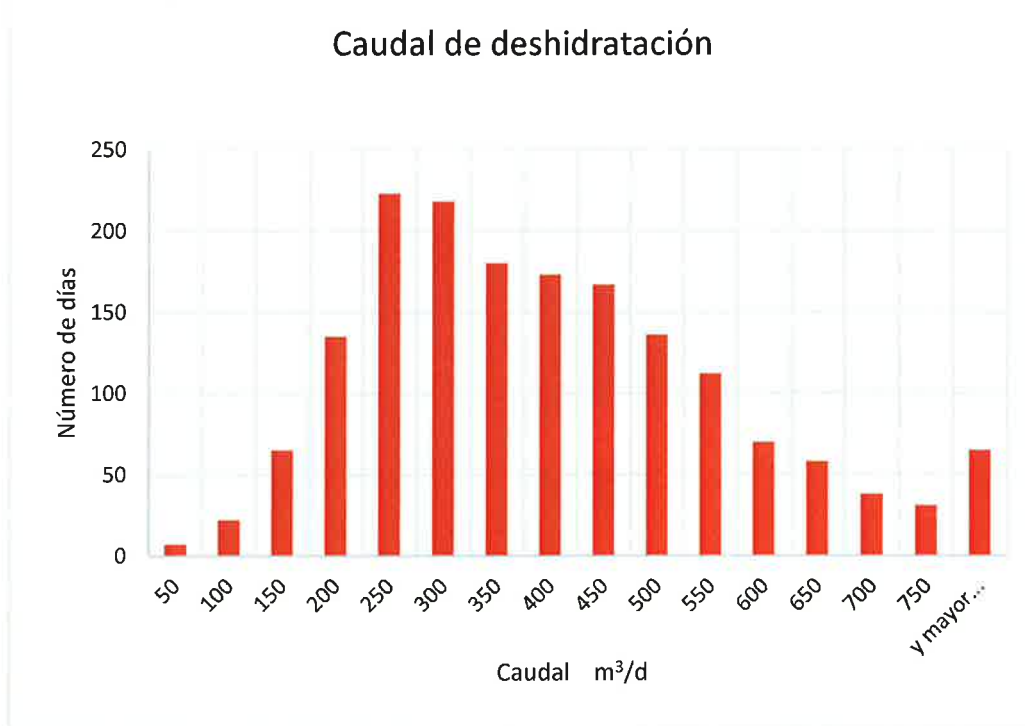
Por su parte, los fangos de decantación y el agua sucia de lavado, que previamente se habían reunido en una conducción cuya duplicación es objeto de otra actuación de este proyecto, ingresa por una esquina de la misma pared de este vaso.



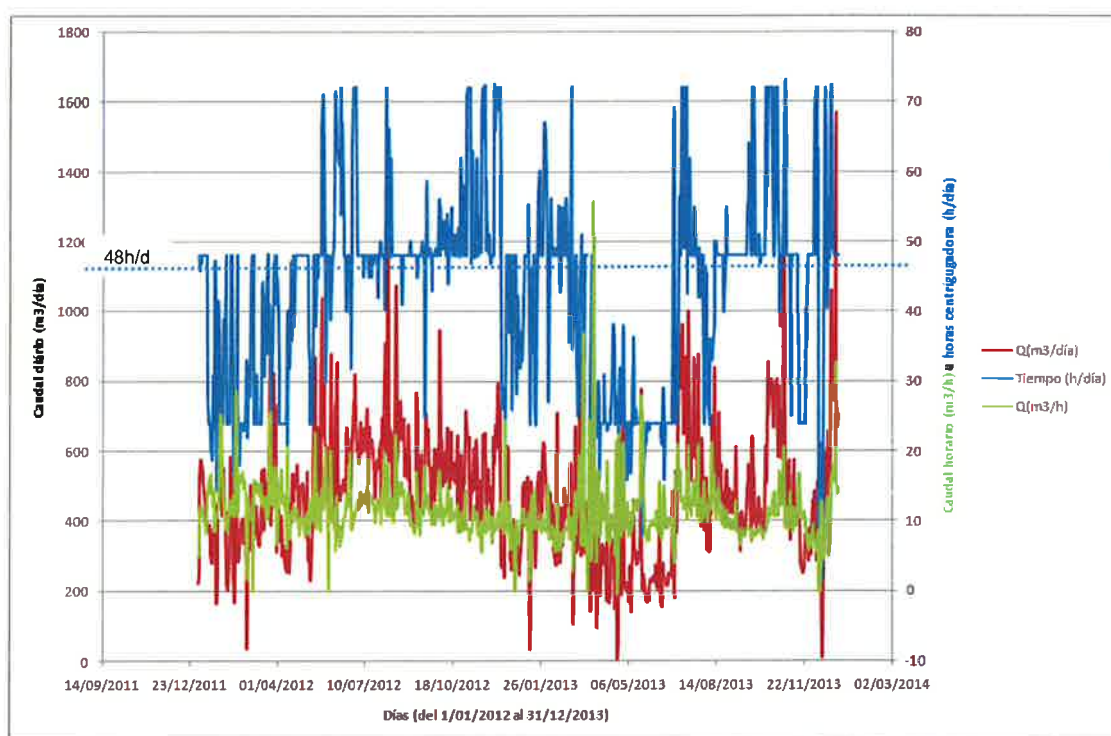
Depósito de homogenización, con las distintas entradas de fangos y escurridos.

De acuerdo a los datos proporcionados por explotación del periodo comprendido entre el 1 de enero de 2009 y el 30 de septiembre de 2013, con una muestra de 1.700 datos, los valores estadísticos medios para la deshidratación son los siguientes:

	Deshidratación	
	m ³ /d	m ³ /h
Promedio	380,2	15,8
Max	2.294	95,6
Min	0	0
P50	350,5	14,6
P90	616	25,7
P99	919	38,3
Tamaño de la muestra (N)	1.700	

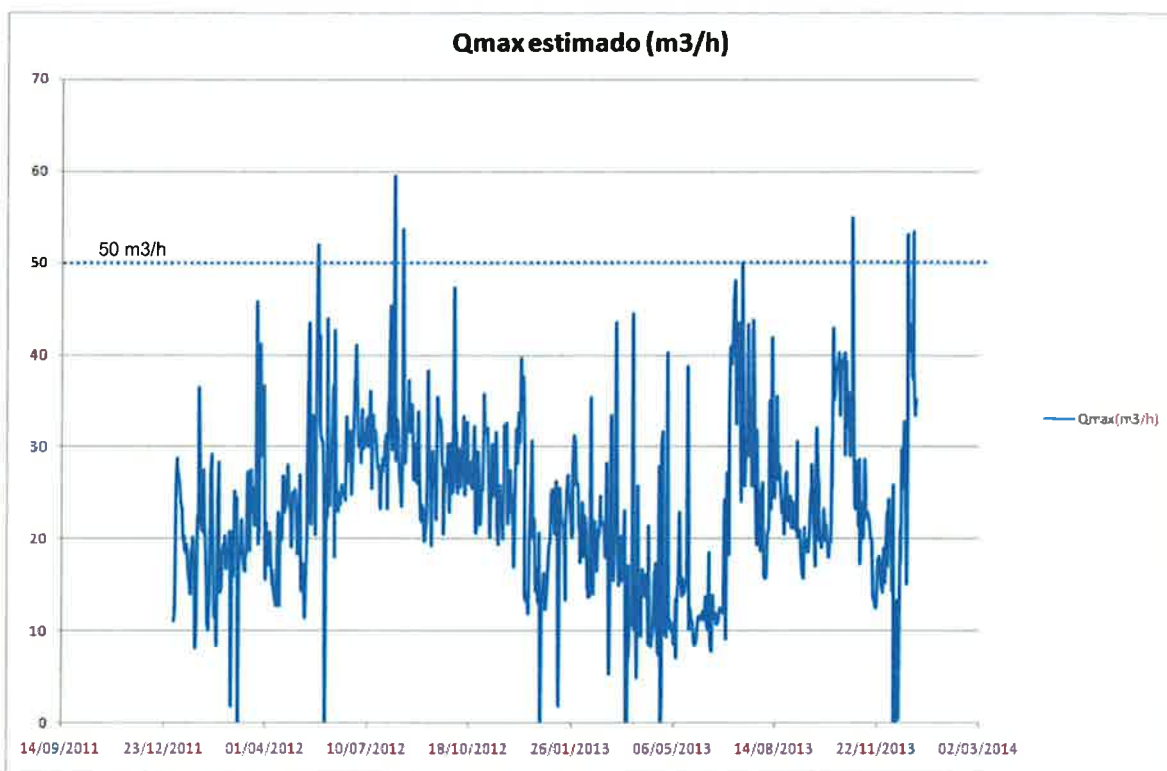


Los caudales y horas de funcionamiento de las centrífugas, de acuerdo a los datos proporcionados por explotación para el periodo 2012-2013, son los siguientes:



Como se puede observar, la mayor parte de los días se trabaja 48 horas, lo cual es equivalente a decir que las dos decantadoras centrífugas en operación lo están a jornada completa.

Normalmente la noche se trabaja con caudales más constantes y bajos, porque se priorizan los lavados de filtros por el día. Se estima que un 25% del caudal se trata por la noche y el 75% restante por el día. De este caudal diurno, un 40% por la mañana y un 35% por la tarde. Con ello, los caudales máximos estimados serían los siguientes:

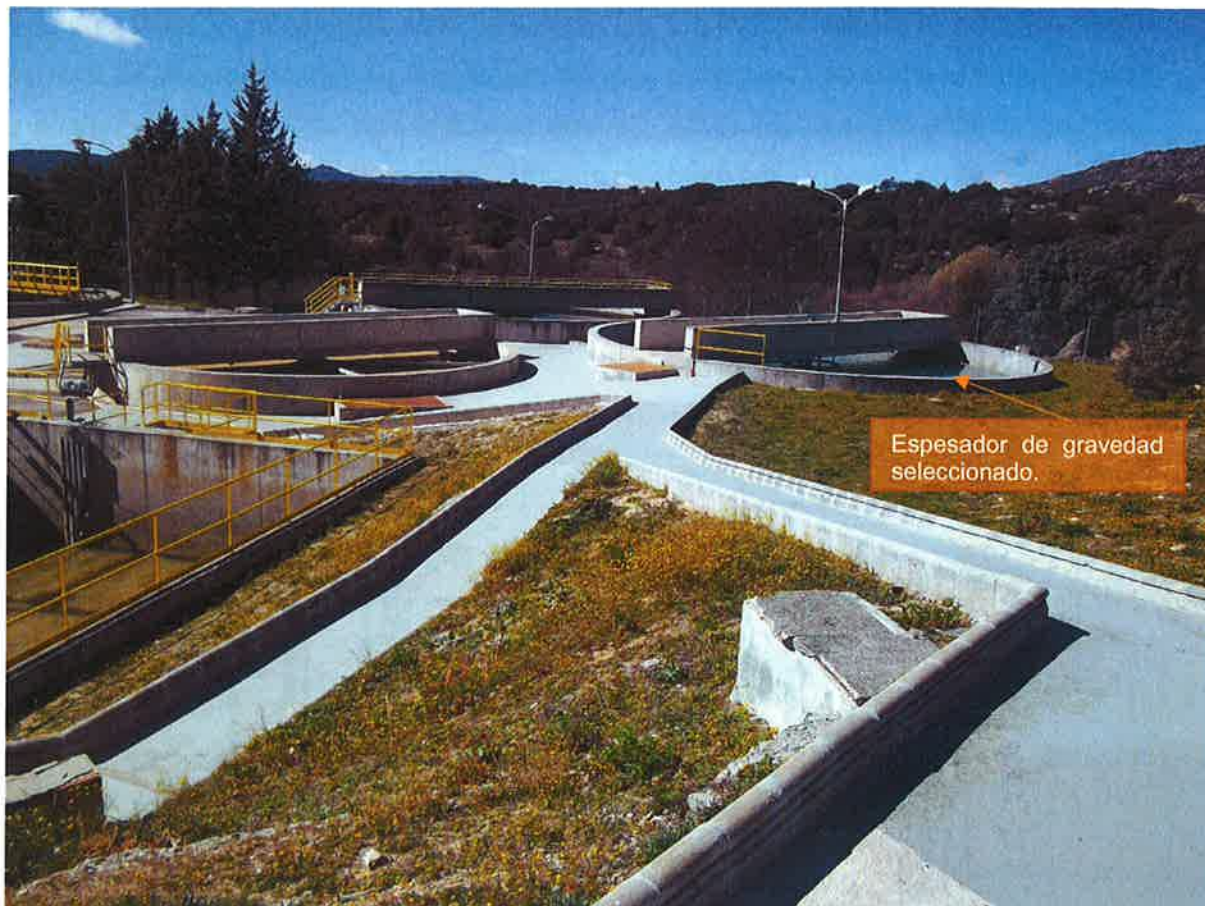


Con lo que se puede apreciar que el caudal horario máximo estimado es igual a 50 m³/h.

2.5.2 Actuación prevista

El objetivo es confinar los escurridos provenientes de la deshidratación y tratarlos en un único espesador de gravedad de los dos disponibles en planta, independientemente del resto de la línea de fangos. Para ello será necesario poder aislarlos e impulsarlos mediante bombas centrífugas sumergibles.

El espesador de gravedad elegido es el situado más al norte de todos los espesadores, cuyo diámetro es de 13,80 metros.



Vista de los dos espesadores de gravedad existentes, situados en primer plano.

2.5.3 Descripción de la solución propuesta

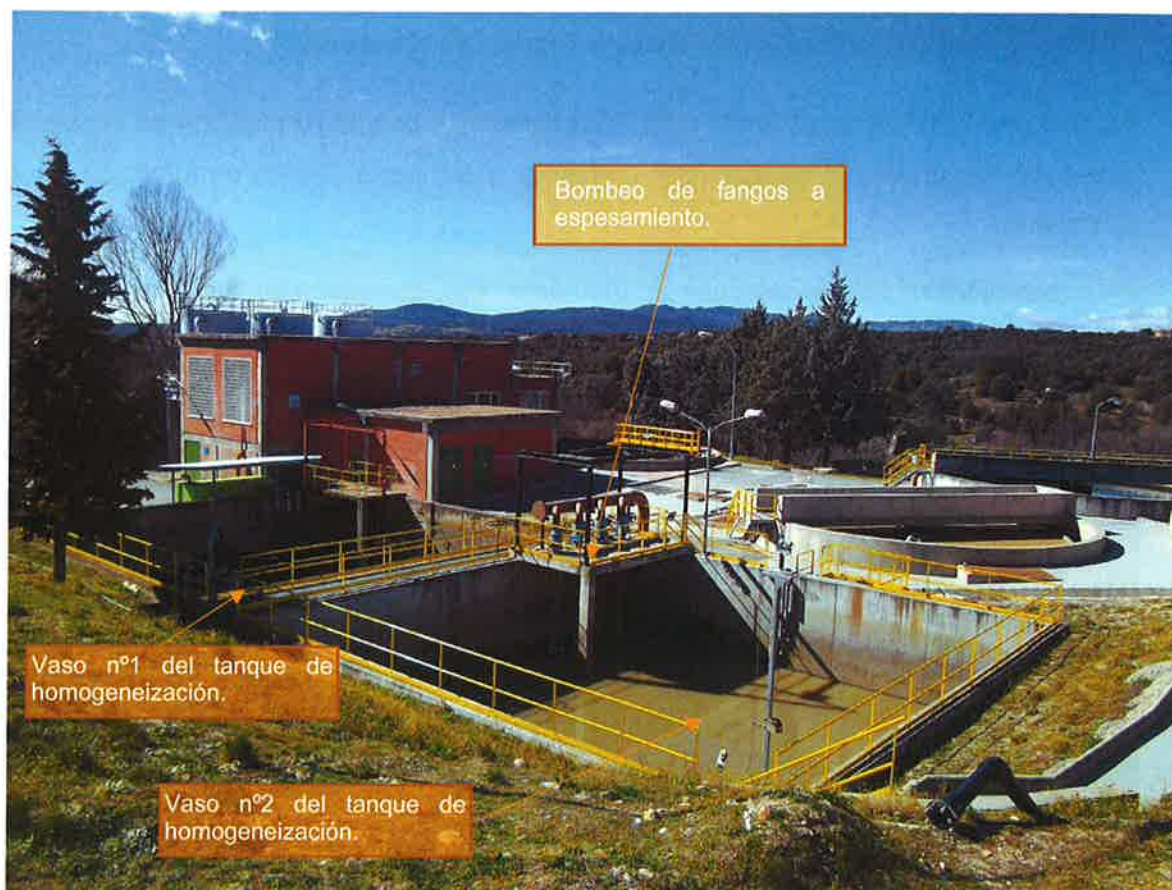
2.5.3.1 Ejecución de la arqueta interior de bombeo

Tal como se ha comentado previamente, se ejecutará una arqueta interior en el primero de los dos vasos que conforman el tanque de homogeneización, en concreto el que se encuentra más cercano al edificio de fangos.

Cada uno de estos tanques tienen las mismas dimensiones interiores (14,10 x 14,10 x 4,60 m), y están interconectados por cuatro (4) conducciones DN500 con sus válvulas de aislamiento. El funcionamiento habitual es con estas válvulas abiertas, y ambos tanques en operación.

Las llegadas de fangos y escurridos se pueden conducir, mediante los respectivos juegos de válvulas, a cualquiera de ambos vasos.

Sin embargo, las cuatro (4) bombas centrífugas sumergibles de impulsión de los fangos mezclados están instaladas únicamente en el segundo vaso, por lo que éste deberá permanecer en operación en todo momento.



Estructura del tanque de homogeneización de fangos.

Por tanto, para no interrumpir el funcionamiento de la línea de fangos, se propone aislar el primer vaso y conducir tanto fangos como escurridos al segundo vaso durante la ejecución de las obras.

A continuación se construirá en el primer vaso una pequeña arqueta interior alrededor del punto de entrada de los escurridos de la deshidratación. Esta arqueta se equipará con dos (1+1) bombas centrífugas sumergibles de caudal unitario 58,50 m³/h y altura manométrica 7,03 m.c.a., capaces de impulsar el caudal horario máximo de escurridos previsto, tal como se justifica en el *Anejo nº5 Cálculos de proceso*.

Cada una de estas bombas pesa 97,5 kg, por lo que se proyecta una estructura para su izado, equipada con un polipasto manual de capacidad 500 kg.

El bombeo estará regulado por variadores de frecuencia, uno por bomba, en función de las consignas suministradas por un medidor de nivel ultrasónico a instalar en la arqueta y un caudalímetro electromagnético en la conducción de impulsión.

2.5.3.2 Trazado de la conducción hasta su ingreso en el espesador

Tal como se justifica en el *Anejo nº 6 Cálculos hidráulicos*, la conducción de impulsión al espesador de gravedad se ejecutará mediante una tubería DN125 en fundición en todo su trazado.

Esta conducción deberá ejecutarse mediante sus correspondientes soportes en su trazado aéreo, especialmente en el primer tramo sobre el muro del tanque de homogeneización.



Vista parcial del tanque de homogeneización y del acceso a la zona de fangos desde la zona de filtros, pasando por encima de la conducción de llegada a planta.

Posteriormente se enterrará en su curso paralelo al lado este del tanque, hasta cruzar bajo la calzada de acceso peatonal a la zona de fangos desde la zona de filtros.

Una vez la conducción haya cruzado esta calzada, discurrirá en paralelo a la misma hasta llegar a la arqueta de entrada al espesador, en cuya tubería se practicará la conexión oportuna mediante una T con dos válvulas de retención, una en la nueva llegada de escurridos y otra en la tubería DN150 de llegada de fangos existente.



Arqueta anexa al espesador, con la conducción de entrada a la que se conectará la nueva tubería de llegada con los escurridos.

2.5.3.3 Instalación eléctrica y de control

Los equipos electromecánicos correspondientes a este bombeo se alimentarán desde el Centro de Control de Motores CCM-3G, instalado en una sala eléctrica del edificio de fangos y que alimenta a todos los receptores correspondientes al proceso de tratamiento de fangos.

El cuadro es de ejecución extraíble, y tiene potencia disponible de sobra como para asumir el nuevo bombeo. Sin embargo, pese a que el cuadro tiene numerosas celdas libres, la columna de variadores de frecuencia no dispone de espacio suficiente para instalar los dos variadores de frecuencia de 2,20 kW necesarios para las bombas. Por

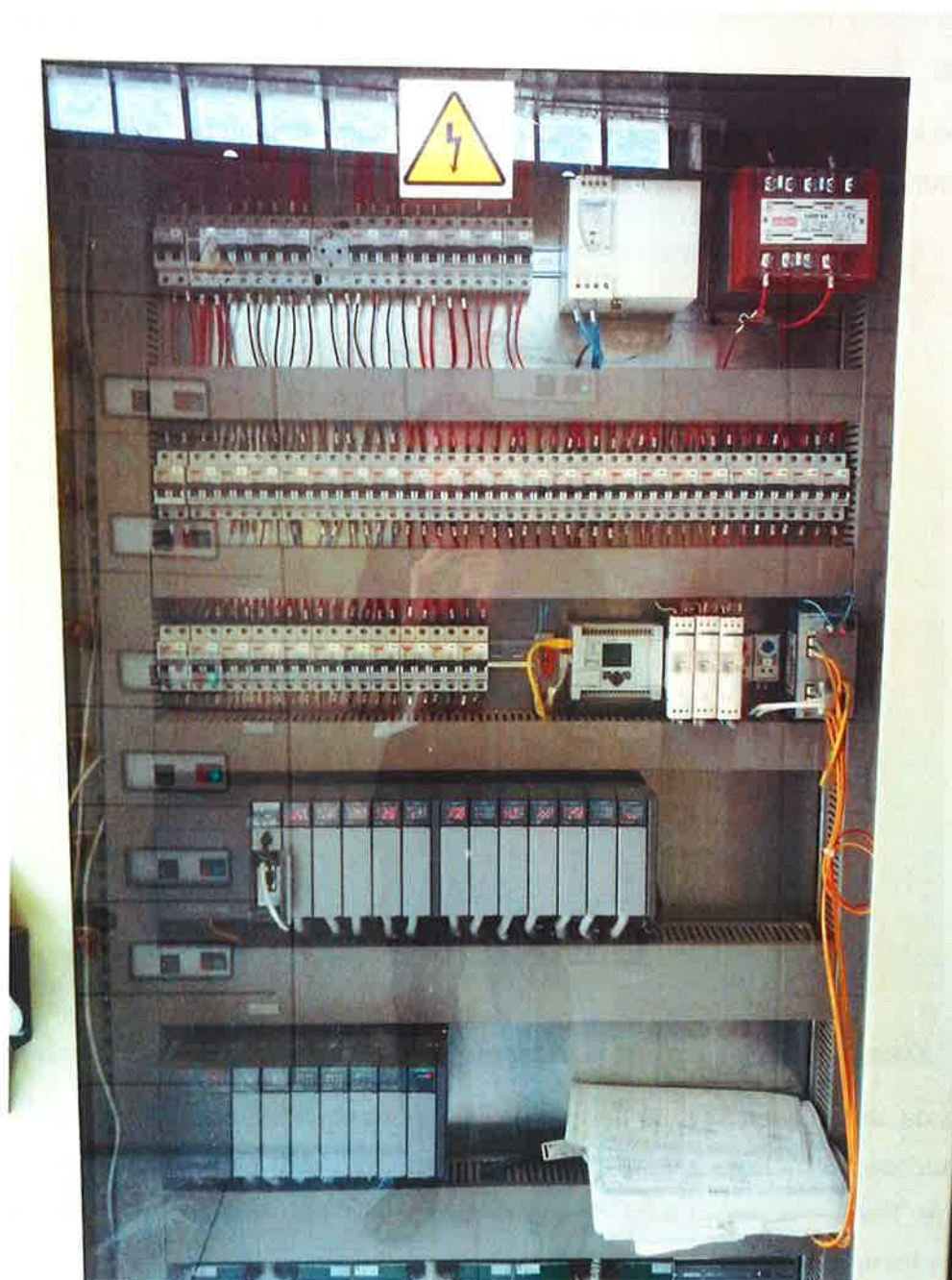
ello, la solución adoptada consiste en utilizar dos de las celdas extraíbles disponibles y alimentar desde ellas a un nuevo cuadro de variadores de frecuencia. Debido a la falta de espacio en la sala eléctrica para cualquier tipo de ampliación, este cuadro se deberá instalar en la sala de deshidratación de fangos, a una distancia de 25 metros, junto al cuadro eléctrico de las decantadoras centrífugas.



Columna de variadores de frecuencia del CCM-3G.

En esta sala eléctrica se encuentra así mismo el autómata de control PLC-3, de la marca Allen Bradley, y que deberá asumir el control de los equipos e instrumentación correspondientes a este bombeo: 15 Entradas Digitales, 2 Salidas Digitales, 2 Entradas

Analógicas y 2 Salidas Analógicas. Según se ha comprobado, el autómata dispone de capacidad y señales de reserva suficientes para cubrir estas necesidades, así como las correspondientes al nuevo cuadro eléctrico local a instalar en el centro de conmutación (10 Entradas Digitales más).



Vista frontal del autómata PLC-3.

2.6 Otras actuaciones de mejora

2.6.1 Decantadores pulsator

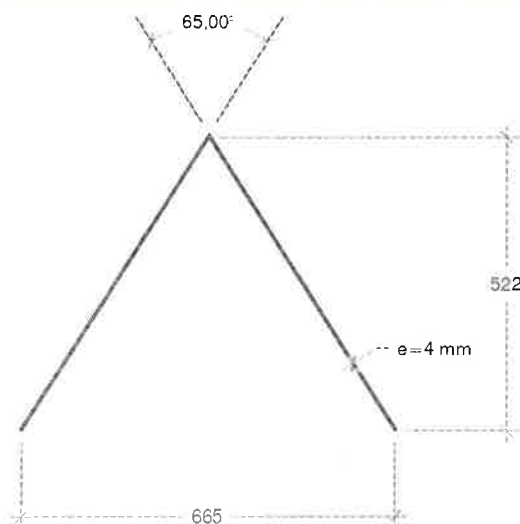
La etapa de decantación consta de cuatro (4) decantadores tipo Pulsator de dimensiones 36,50 x 36,0, todos ellos alineados y situados entre los filtros de arena y el vial sur de la planta.

Sobre los tubos perforados de entrada de agua bruta se encuentran situadas las **placas tranquilizadoras**, que discurren paralelas a los mismos.



Detalle de las placas tranquilizadoras, y de las tuberías perforadas baja ellas.

En cada decantador hay 72 tramos de placas tranquilizadoras. Cada tramo tiene una longitud de 16 metros, y está constituido a su vez por 8 placas, de longitud unitaria 2 metros. Por tanto, en el total de los decantadores hay instaladas 2.304 unidades de placas tranquilizadoras, cuya sección es la siguiente:



El principal problema que presentan estas placas tranquilizadoras es que se encuentran muy deterioradas por problemas de corrosión. Estas placas, cuando se instalaron originalmente, eran de fibrocemento. Posteriormente fueron sustituidas por otras idénticas, pero ejecutadas en polietileno de alta densidad; sin embargo, la experiencia no fue buena debido al bajo peso de las mismas. El último cambio de material que tuvo lugar fue a acero galvanizado. La experiencia tampoco ha sido exitosa, pues aparte de la corrosión evidente a simple vista, las piezas que conforman estas placas son demasiado pesadas, en torno a 60 kg/ud, por lo que resultan muy difíciles de mover por los operarios, que carecen de medios auxiliares para ello. Por tanto, se proyecta su sustitución por unas nuevas placas ejecutadas en PVC denso. Estas nuevas placas serán desmontables. Cada placa estará constituida por dos planchas rectangulares, de longitud 200 cm, anchura 60 cm, y espesor 4 mm, para un peso total de 13,44 kg. Ambas planchas apoyarán sobre perfiles triangulares del mismo material, que les conferirán una forma similar a la de las actuales placas. Las planchas se fijarán a estos perfiles triangulares mediante tornillería ejecutada en acero inoxidable AISI 316.

El proceso de sustitución de las placas tranquilizadoras se hará mediante grúa autoportante de 90Tn, situada en el vial de acceso a fangos, la cual recogerá las placas amontonadas por operarios para mayor velocidad de operación. Todo esto queda explicado con más detalle en el *Anejo nº11: Estudio de actuaciones de mejora*.

Además de esta actuación, se procederá a la renovación de las válvulas de vaciado y la sustitución de los pilares de la pasarela sobre de los decantadores, los cuales han perdido el tratamiento de galvanizado presentando en algunas zonas con fuertes corrosiones y la consiguiente pérdida de sección estructural.

Dada la ubicación de los pilares se hace necesario sustituirlos por otros en su misma posición para evitar interferir en las rasquetas y asegurar un asentamiento adecuado en la posición para la que se había dimensionado el macizo de apoyo. Se expone a continuación las líneas generales del proceso constructivo:

- Cimbrado de la pasarela en el tramo a apear, con cimbrado mediante andamiaje en una celosía tridimensional.
- Desmontaje de los dos pórticos (4 pilares) que conforman el apoyo del vano apeado.
- Instalación de los nuevos perfiles de acero inoxidable en las mismas posiciones de los elementos sustituidos.
- Repetir el proceso para otro grupo de 4 pilares.

Las uniones de los pilares tanto en base como en coronación, deben tener unas consideraciones particulares que se adapten a los condicionantes de la obra.

- Los pernos de las placas de anclaje se realizarán mediante anclaje químico para evitar excesivas perforaciones en el macizo.
- Dado que las vigas de la pasarela son de acero galvanizado y los pilares sustituidos son de acero inoxidable se hace necesario aislarlos para evitar la corrosión galvánica. Por tanto, entre la unión entre placas se debe instalar una lámina de neopreno y además se colocará un ánodo de sacrificio de zinc que las una.

2.6.2 Filtros de arena

La etapa de filtración por arena consta de catorce (14) filtros, todos ellos alineados y situados entre el edificio de control y la decantación. Cada uno de estos filtros está estructurado en dos partes iguales de longitud 15,36 metros y anchura 4,07 metros, separadas por un canal central de recogida de agua.

Estos filtros presentan defectos y fisuras en los paramentos, debido a varias causas como son la erosión de la arena durante las operaciones de lavado, así como el esfuerzo provocado tanto en toberas como juntas por la proximidad de la salida del aire de lavado. Por ello, es preciso efectuar una reparación del falso fondo de estos filtros, incluyendo la sustitución de todas las toberas por otras nuevas, así como una rehabilitación de los paramentos verticales de los filtros. El proceso constará de las siguientes etapas, durante las cuales no tendrá lugar el levantamiento de las placas que conforman el falso fondo:

1. **Extracción de la arena de los filtros**, de la parte superior mediante equipo de aspiración y traslado especiales. Este proceso se describe con detalle en el *Anejo nº11 Estudio de actuaciones de mejora adicionales*.
2. **Revisión y sustitución de las toberas** en mal estado de las placas del falso fondo de los filtros. El número total de toberas por filtro es de 6.720 unidades.
3. **Reparación de las juntas situadas entre las placas de filtros adyacentes**, previo saneado de las mismas.
4. **Reparación de las juntas situadas entre las placas de los filtros y los muros del perímetro del filtro así como el canal central**.
5. **Tratamiento de fisuras y coqueras** a lo largo de toda la superficie de filtración.
6. **Regularización e impermeabilización general de los paramentos verticales**.
7. **Retorno y colocación de la arena silíceá al filtro**, incluso colocación y nivelación de la misma por medios manuales.

2.6.3 Dosificación de reactivos en el agua tratada

En la actualidad, la dosificación de reactivos (cloro, amoníaco y cal) sobre el agua tratada está instalada mediante tuberías situadas por el interior de canaletas salvo en el tramo que conduce al afino, en el que están instaladas por el interior de la tubería de agua filtrada. La planta carece de la flexibilidad suficiente para dosificar reactivos en diferentes puntos. Además de esto, existe un sistema de neutralización de cloro mediante lavado (scrubbing) con hidróxido sódico en el que se producen precipitaciones en invierno.

La actuación prevista comprende la duplicación de los puntos de dosificación de la tubería de amoníaco en PVC PN10 DN75. De igual manera, se modificarán las tuberías de dosificación de reactivos a la salida del afino con carbón, que actualmente discurren por el interior de la tubería de agua filtrada, de forma que todas las conducciones de reactivos vayan instaladas en una canaleta paralela a esta conducción. Las conducciones que circularán por la canaleta son las siguientes:

- Dos tuberías de amoníaco en PVC PN10 DN75 (una totalmente nueva y una como prolongación de la existente)
- Dos tuberías de cal en PVC PN10 DN32 (las dos prolongando la conducción existente)

- Una tubería de cloro PVC PN10 DN90 en prolongación de la conducción existente.

Además de las actuaciones anteriormente mencionadas, en esta parte del proceso se ejecutarán dos actuaciones más relacionadas con el sistema de neutralización de cloro: se eliminará el sifón que une el depósito de hidróxido sódico con la torre de neutralización, y se construirá un cerramiento ligero que proteja dicha torre de las inclemencias meteorológicas.

La eliminación del sifón, de acuerdo al esquema adjunto se realizará eliminando el doble codo de 45° de PVC DN160 existente. La longitud del tramo a reemplazar se estima en 165 cm.



Detalle del sifón en la salida del depósito de hidróxido sódico a la torre.

En cuanto al cerramiento propuesto para la protección de la torre de neutralización, se ha diseñado una cubierta ligera a dos aguas formada por perfilera metálica y panel sándwich tanto en paredes como techo. La chimenea de salida de gas existente se extenderá y su parte exterior será aislada mediante un aislamiento térmico flexible de célula cerrada con sistema de recubrimiento mediante una lámina de aluminio, forrado con una protección UV y una base de PVC.



Torre de neutralización a proteger.

Esta estructura irá anclada directamente a las vigas principales del forjado sobre el que apoya, asegurando de esta manera y con los arriostramientos pertinentes, su sujeción frente a las acciones de viento. Se disponen todas las medidas necesarias para asegurar la estanqueidad del conjunto frente a las precipitaciones.

2.6.4 Bombeo a Residencia

En una caseta situada junto al vial, y entre los edificios de reactivos y el edificio del bombeo de agua tratada, se halla un pequeño grupo de bombeo de agua tratada, de capacidad total 36 m³/h y presión manométrica 6,5 bar formado por dos (2) bombas verticales, cuyo destino es la Residencia cercana a la planta.

Estas bombas aspiran el agua a la salida de los filtros de arena, antes de su tratamiento de ozono y afino con carbón activo. Es decir, el agua impulsada no cuenta con la totalidad de los tratamientos de que consta la planta potabilizadora.

Por esto, se reubicará el bombeo de forma que la aspiración se produzca tras el tratamiento de afino. El nuevo grupo a instalar irá equipado con un variador de frecuencia y tendrá un caudal de 36 m³/h a una presión manométrica de 7 bar. El grupo se ubicará

en el actual edificio de bombeo a Miraflores. Para la protección de la conducción de impulsión se instalará una ventosa trifuncional y un nuevo calderín antiarriete de 200 l.

2.6.5 Bombeo a filtros de carbón activo

Este bombeo está compuesto por cinco (5) bombas centrífugas horizontales, de la marca HIDROTECAR, modelo SDO 600/5/600. Estas bombas fueron instaladas en el año 2007. Cada bomba tiene capacidad para impulsar un caudal de 1 m³/s a una altura manométrica de 8 m.c.a., y está equipada con un motor de 160 kW. El diámetro del rodete es de 520 mm, y el diámetro de las bridas de aspiración e impulsión asciende a 600 mm.

Una de las actuaciones previstas más importantes es dosificar peróxido de hidrógeno y ozono en la etapa inmediatamente anterior a este bombeo. Por ello, se considera apropiado dotar a estas bombas de un revestimiento interior para protegerlas contra las posibles agresiones de dichos reactivos a las dosis de diseño previstas.

A cada bomba se le someterá a los siguientes trabajos mecánicos:

- Desmontaje de la bomba y transporte a los talleres escogidos.
- Desmontaje completo de las bombas en los talleres.
- Limpieza de todos los componentes y chorreado de los cuerpos.
- Control geométrico - dimensional e inspección visual de todas los elementos recibidos.
- Dependiendo del estado de los componentes de la bomba, realización de ensayos no destructivos (líquidos penetrantes y/o partículas magnéticas) para la detección de fisuras.
- Verificación salto del eje (run-out) mediante control de concentricidad en el torno.
- Redacción de un informe de inspección, donde, en función de los controles realizados y el estado de los componentes de la bomba, se definirá el proceso de recuperación más adecuado.
- Recubrimiento interior, rodete incluido, mediante epoxi bicomponente exento de disolventes y con carga cerámica, cuyas especificaciones técnicas se detallan en ficha adjunta en el documento *Fichas Técnicas Particulares de Equipos Electromecánicos*.
- Montaje completo del rotor con todos los elementos rotativos.
- Control de las concentricidades y saltos del rotor.
- Equilibrado dinámico del conjunto rotor a G:2,5.

- Sustitución de las juntas.
- Sustitución de rodamientos.
- Sustitución anillos de desgaste.
- Montaje completo de las bombas.
- Prueba de estanqueidad de la bomba.
- Redacción del informe final de recuperación.
- Preparación de superficies y pintura.
- Preparación para el transporte.
- Transporte a la planta e instalación.

Debido a que estas bombas están en continua operación, quedando siempre al menos una de ellas en reserva, se propone realizar estos trabajos de manera sucesiva para cada una de estas bombas. Se estima necesario un periodo de tres (3) semanas por bomba.

2.6.6 Adecuación de explanada para giro de camiones

Actualmente existe en la parte sur de la parcela de la ETAP una explanada con pavimento de hormigón de aproximadamente $13,75 \times 42,5 \text{ m}^2$ de superficie, la cual está pensada para permitir el cambio de sentido de los camiones que circulan por la planta.

Los camiones que circulan por la planta son vehículos de tres ejes y entre 10 y 12 metros de longitud (9,25m de radio de giro), por lo que las dimensiones de la explanada actual son inferiores a las necesarias.

Teniendo en cuenta el futuro vial de acceso al nuevo centro de conmutación, el cual parte desde dicha explanada, se adecuarán los radios de las curvas para poder realizar el giro utilizando el nuevo vial conforme al siguiente esquema:



2.6.7 Filtros de carbón activo

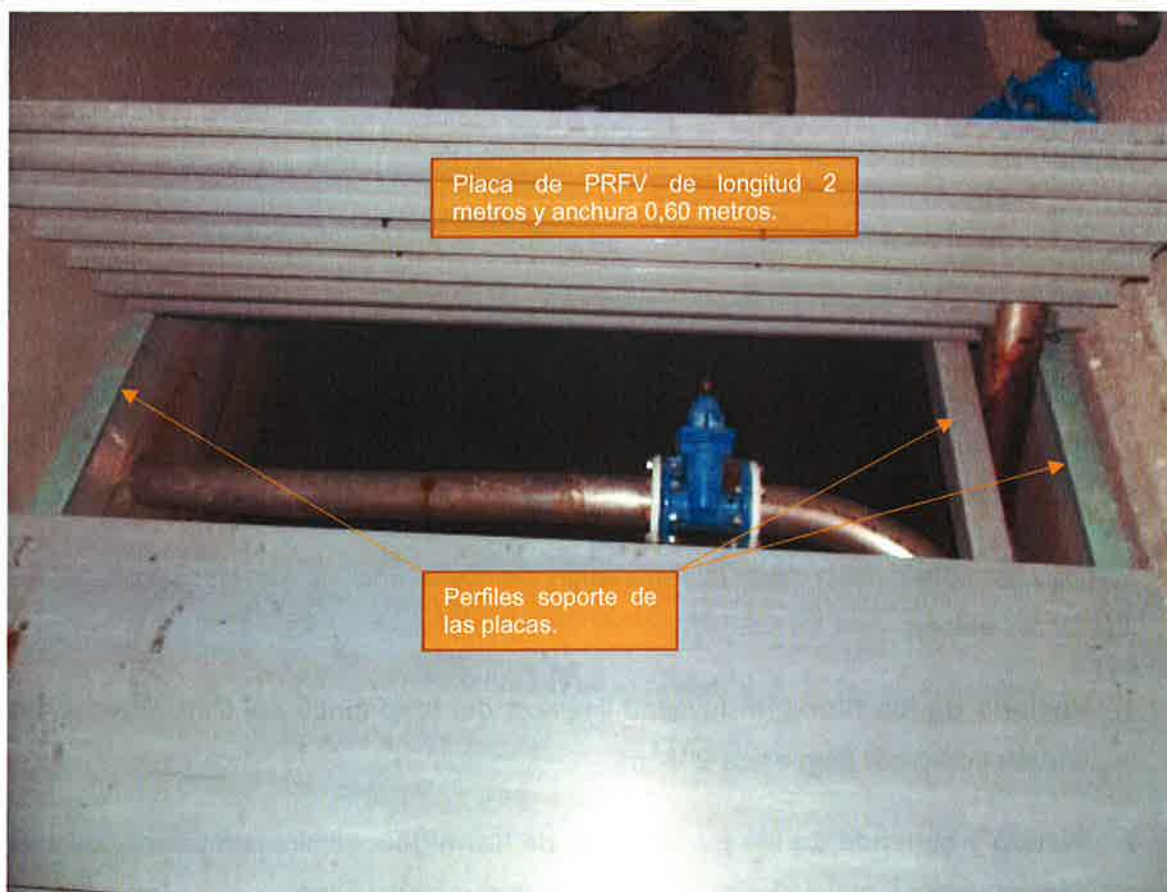
El tratamiento de afino mediante filtros de carbón activo está instalado en el edificio situado en la esquina noreste de la parcela. Se han dispuesto doce filtros, en dos módulos de seis filtros cada uno, simétricos y enfrentados de modo que los canales de entrada son exteriores a los mismos y en la zona libre central se ubica la galería de servicios y el canal de salida de agua filtrada.

Recientemente, durante la operación de vaciado de uno de los filtros, se han detectado defectos por degradación en los paramentos verticales interiores, que están en contacto permanente con el agua. Se puede comprobar cómo se levanta el hormigón con el simple rascado de una uña.



Detalle de la degradación de los muros interiores de los filtros.

Por otro lado, los canales de reparto son de 2,00 m de anchura y están cubiertos mediante placas desmontables de pultrusionado (PRFV). Estas placas presentan escasa resistencia, y se comban al paso de los operarios.



Placas desmontables sobre el canal de reparto a filtros.

La actuación prevista en estos filtros consta de los siguientes puntos:

- Sustitución de las placas del tramex ciego de PRFV instaladas sobre los canales de reparto por unas de mayor resistencia.
- Rehabilitación de los paramentos y solera interiores de todos los filtros.
- Rehabilitación de la cubierta del edificio.

2.6.7.1 Sustitución de las placas sobre los canales de reparto

El tránsito peatonal por el perímetro interior del edificio de filtros se realiza sobre unas plataformas ciegas y nervadas de PRFV de 2 metros de luz y 0,60 metros de anchura, las cuales carecen de capacidad suficiente para soportar las cargas con deformaciones aceptables en cuanto a comodidad.

Teniendo en cuenta la cantidad de conducciones que atraviesan los canales, no es posible reforzarlas con perfilería en su parte inferior, por lo que se decide sustituir las placas por otras, también de PRFV, con mayor resistencia a la deformación.

Estas placas serían de rejilla ciega 38+38, de 60+3mm de canto. En el *Anejo nº7 Cálculos estructurales* se justifican las flechas de la nueva placa.

2.6.7.2 Rehabilitación de los paramentos y soleras de los filtros

En el *Anejo nº7 Cálculos estructurales* se incluye el Informe de Ensayos realizado por el Instituto Técnico de Control, en Junio de 2015, para el análisis de los defectos encontrados en los paramentos verticales de los filtros durante la operación de mantenimiento de uno de ellos. Los trabajos de rehabilitación determinados consisten en la reparación de todos los filtros existentes, tanto si están dañados a simple vista como si no, ante la posibilidad de que puedan aparecer defectos también en ellos próximamente.

El proceso constructivo para la reparación de cada uno de los filtros consta de las siguientes etapas:

1. **Vaciado de los filtros**, incluyendo limpieza del falso fondo del filtro. El volumen de carbón activo por filtro es de 208 m³.
2. **Picado y saneado de los paramentos de hormigón**, eliminando selectivamente las zonas sueltas o mal adheridas hasta encontrar material sano.
3. **Regularización e impermeabilización general de los paramentos verticales**.
4. **Restitución del carbón activo al filtro**, incluso colocación y nivelación de la misma por medios manuales. Recolocación de las tapas de acceso al falso fondo.

Las labores de vaciado y restitución del carbón activo en cada filtro se diseñan teniendo en cuenta que los puentes móviles dispuestos teóricamente para ello se encuentran fuera de servicio; incluso para su uso en modo manual sería necesario realizar una serie de modificaciones en los puentes y bombas extractoras que pueden suponer retrasos inasumibles en el desarrollo de las obras.

Por ello y tras valorarse diversas alternativas mediante medios mecánicos y/o manuales, con las limitaciones que se comentan posteriormente, se ha optado por la siguiente metodología de operación:

1. En primer lugar, se determinará aquel filtro nº1 que en el momento de iniciarse esta tarea tenga el carbón activo más saturado.

2. Una vez seleccionado, se procederá a su vaciado a través de camiones cisterna por alguna empresa especializada, que lo trasladará a sus instalaciones para regenerarlo y almacenarlo durante todo el periodo necesario para efectuar las labores de rehabilitación de todos los filtros.
3. Se realizarán las labores de picado, saneado, regularización e impermeabilización de los paramentos verticales de hormigón del filtro recién vaciado, cuya duración total prevista es de una semana.
4. Seguidamente se vaciará el filtro nº2 mediante medios manuales, es decir, operarios que con palas irán depositando el carbón activo en un entramado de cintas de transporte reversibles con destino final el filtro nº1, que a partir de ahora operará como filtro comodín en las labores de vaciado de todos los filtros.
5. Se procederá al mismo tipo de rehabilitación del filtro, tal y como se ha descrito en el paso nº3.
6. De manera similar a como se vació, se restituirá el carbón activo almacenado temporalmente en el filtro comodín.
7. Se repetirá esta secuencia para el resto de filtros nº3...12.
8. Una vez se han rehabilitado todos los filtros, se traerá el carbón activo almacenado temporalmente en las instalaciones de regeneración, y se restituirá al filtro nº1.

2.6.7.3 Sellado de la cubierta

En primer lugar se propone realizar una inspección previa donde se verifique que no existen elementos dañados a sustituir. Posteriormente se procederá a rehabilitar el sistema de impermeabilización de la cubierta con un sistema compuesto por las siguientes capas:

- **Capa de pintura epoxi** de 80 micras de espesor.
- **Capa de poliuretano asfáltico** de 80 micras de espesor.

El acabado deberá ser en un color verde similar al que presenta la cubierta en la actualidad.

Para complementar este sellado se instalará tela metálica tipo de gallinero en todos aquellos espacios por donde ocasionalmente se introducen las aves en el interior del edificio.

2.6.8 Reforma de la tubería de fecales

Se ha previsto también modificar la actual impulsión que parte de la arqueta de fecales de la planta hasta la fosa séptica. Actualmente esta conducción cruza sobre las conducciones que van hacia el bombeo a filtros de carbón activo y el retorno desde estos a la arqueta de salida. Se propone reemplazarla de forma que esta conducción de impulsión cruce bajo las mencionadas tuberías.

Para tal fin y con objeto de no interrumpir el funcionamiento de la conducción a cruzar inferiormente, se propone la ejecución de una perforación horizontal dirigida. Este sistema está pensado para pequeños diámetros y distancias cortas, tal como se nos presenta en nuestro caso, teniendo una longitud de 20 m para una tubería de 125 mm de diámetro. Este tipo de procesos necesita suficiente espacio para colocar el equipo de perforación y los depósitos para el desarenado de los lodos bentónicos. El proceso de ejecución se puede resumir:

- Ejecución de sendas catas a cada extremo de la conducción
- Perforación entre las catas con una cabeza perforadora con capacidad para ser guiada unida a un varillaje desde el pozo de ataque con el objeto de suministrarle los lodos y la energía necesaria para la perforación.
- Ensanche de la perforación ejecutada con un ensanchador que agranda la perforación a un diámetro superior. Este proceso se realiza de manera sucesiva hasta alcanzar el diámetro de 125 mm previsto.
- Colocación del tubo PEAD de la conducción al final del varillaje que atraviesa la perforación y se recoge con el fin de meterla.

Cabe señalar que el sentido de ejecución de la perforación es desde la fosa séptica hacia la arqueta de fecales. Este sentido se adopta por motivos de espacio, disponiendo en el borde de la parcela de la planta más superficie de actuación.

2.6.9 Adecuación del camino de acceso a la E.T.A.P.

A la finalización de las obras, se acondicionarán convenientemente los últimos 600 metros del camino de acceso a la planta mediante una base de zahorra artificial de 30 cm de espesor sobre la que se ejecutarán 15 cm de mezcla bituminosa en caliente (9 cm de base y 6 cm de capa de rodadura).

El trazado de este camino, así como una sección tipo del mismo, se recoge en el *Documento nº2 Planos*.

2.7 Medidas correctoras y de protección ambiental

De cara a minimizar la afección al medio ambiente durante las obras de las actuaciones proyectadas, se ha incluido una serie de medidas que se describen a continuación, además de las derivadas de la tramitación ambiental, que se describen en el apartado 8. *Tramitación ambiental*, del presente documento:

- Retirada de tierra vegetal: Se retirará la tierra vegetal de las zonas afectadas por las obras con anterioridad a su ejecución. Esta tierra vegetal será conservada en cordones no superiores a dos metros hasta su reutilización.
- Extendido de tierra vegetal: Se reutiliza la tierra vegetal retirada en el desbroce en jardinería y acabados de las zonas afectadas por las obras.
- Jalonamiento de obra: Para evitar afección de la obra fuera de la superficie afectada por el proyecto, se dispondrá un cordón de balizamiento reflectante sobre soporte de acero galvanizado.
- Riegos de viales y zonas de obra: Se efectuará riegos con agua en las épocas de mayor sequedad del terreno para evitar la dispersión de partículas volátiles.
- Protección de arbolado: Para evitar herir los ejemplares durante el funcionamiento de la maquinaria, se dispondrá una protección del tronco del árbol mediante tablas hincadas en su perímetro.
- Tala de arbolado: No ha sido posible evitar la afección de 8 ejemplares arbóreos en el diseño de las instalaciones proyectadas. Por este motivo, se abatirán por personal experto, de manera controlada y sin afectar a otros ejemplares ni a las instalaciones existentes.
- Poda de arbolado o arbusto: Se efectuará una poda, por personal experto, de los árboles y arbustos que puedan resultar afectados por las obras para evitar desgarros y heridas producidas durante su ejecución.

Para asegurar el cumplimiento de esas medidas e instaurar las necesarias si se detectan afecciones al medio no contempladas en el proyecto, se incluye el seguimiento ambiental de las obras con la presencia del personal idóneo requerido y la realización de cuantos informes, análisis o estudios, en materia ambiental, sean necesarios.

Todas estas medidas han sido incluidas en el presupuesto general del presente proyecto, en el Capítulo nº6 *Medidas correctoras y de protección ambiental*.

3 CONSIDERACIONES DE OBRA CIVIL

3.1 Normativa utilizada

La normativa aplicada para los cálculos ha sido la siguiente:

- Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).
- Instrucción de Acero Estructural (EAE-11)
- Instrucción para la recepción de cementos (RC-08)
- Código técnico de la edificación (CTE):
 - DB SE Seguridad estructural. Bases de cálculo.
 - DB SE-AE Acciones en la Edificación.
 - DB SE-C Seguridad estructural: Cimientos.
 - DB SE-F Fábrica.
 - DB SE-A Acero
- Eurocódigo 2-3: Proyecto de estructuras de hormigón. Depósitos y estructuras de contención. (UNE EN 1992-3)
- Eurocódigo 1-4: Acciones en estructuras. Silos y tanques. (UNE EN 1991-4)
- ACI 351.3R-04: Foundation of Dynamic Equipment

3.2 Justificación de las acciones consideradas y coeficientes de seguridad

3.2.1 Sismicidad

3.2.1.1 Aplicación de la Norma

La zona de estudio, de acuerdo con la *Norma de Construcción Sismorresistente: Parte general y edificación (NCSE-02)*, presenta una aceleración básica inferior a $0,04 \cdot g$, por lo que no es obligatorio aplicar la acción sísmica en el cálculo.

3.2.2 Acciones térmicas y juntas de dilatación

Por las dimensiones y geometría de la estructura no se han considerado acciones térmicas en el cálculo ni juntas de dilatación.

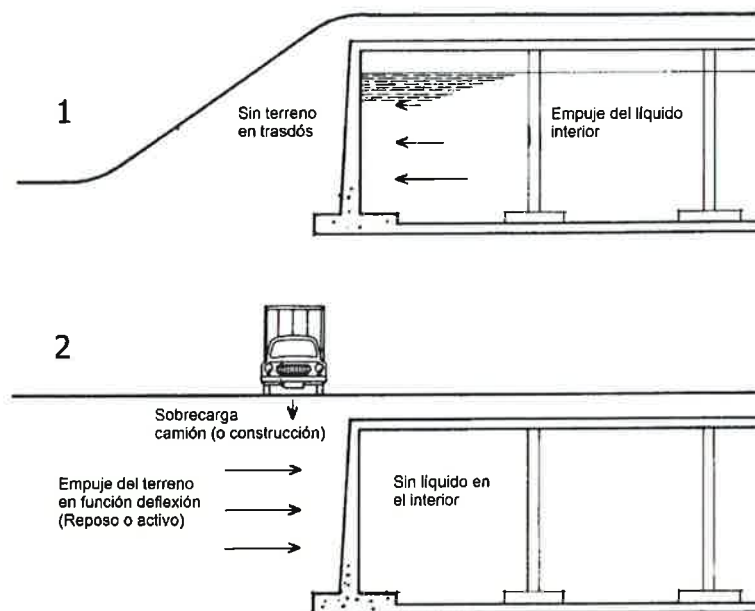
3.2.3 Cálculo de esfuerzos en depósitos

Para el cálculo de los esfuerzos en muros y losas de los depósitos, con los cuales se han dimensionado espesores de hormigón y cuantías de acero, se han realizado las

siguientes comprobaciones geotécnicas: hundimiento, asiento máximo, asiento diferencial máximo y máxima distorsión angular de la cimentación.

Para el cálculo se han adoptado los siguientes esquemas de cálculo (hipótesis de carga):

- Depósito lleno de agua en su interior sin la colaboración de las tierras del trasdós de los muros del depósito.
- Depósito vacío sometido a la acción exterior del terreno, teniendo en cuenta únicamente los esfuerzos producidos por el empuje de las tierras.



En el cálculo de los alzados se ha considerado la actuación de una sobrecarga de 10kN/m^2 junto a la pared de los mismos.

3.2.4 Flotación

Conforme al informe geotécnico G-827-04, incluido en el Anejo 3, únicamente se ha encontrado presencia de agua en la calicata C-3, indicando que no se deberían producir problemas de presencia de agua en excavaciones salvo periodos de lluvias, cuando podría generarse acumulación de pequeñas bolsas de agua en los niveles arenosos.

No será necesario, por lo tanto, realizar cálculos de flotabilidad de las cimentaciones.

3.2.5 Coeficientes de seguridad

Los coeficientes de seguridad utilizados para las comprobaciones de los Estados Límite Últimos del hormigón estructural tal y como establece el artículo 12.1 de la **EHE-08**:

COEFICIENTES DE SEGURIDAD DE ACCIONES EN ELU				
TIPO DE ACCIÓN	PERSISTENTE O TRANSITORIA		ACCIDENTAL (SÍSMICA)	
	EFECTO		EFECTO	
	FAVORABLE	DESFAVORABLE	FAVORABLE	DESFAVORABLE
Permanente	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,35$	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,00$
Agua terreno ⁽¹⁾	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,20_{(1)}$	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,00$
Líquido contenido	$\gamma_Q = 1,00$	$\gamma_G = 1,20_{(1)}$	$\gamma_Q = 1,00$	$\gamma_Q = 1,00$
Variable	$\gamma_Q = 0,00$	$\gamma_Q = 1,50$	$\gamma_Q = 0,00$	$\gamma_Q = 1,00$
NOTAS: (1) DB SE-AE Tabla 4.1 o Eurocódigo 2-4 Artículo 2.3.3				

Los coeficientes de seguridad utilizados para las comprobaciones de los Estados Límite de Servicio tal y como establece el artículo 12.2 de la **EHE-08**:

COEFICIENTES DE SEGURIDAD EN ELS		
TIPO DE ACCIÓN	EFECTO	
	FAVORABLE	DESFAVORABLE
Permanente	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,00$
Líquido (Intradós)	$\gamma_Q = 0,00$	$\gamma_Q = 1,00$
Variable	$\gamma_Q = 0,00$	$\gamma_Q = 1,00$

Los coeficientes de simultaneidad (Ψ) de acuerdo con DB SE y los Eurocódigos: Bases de cálculo (UNE EN 1990) y 1-4 (Acciones en silos y depósitos) son:

TIPO DE ACCIÓN	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Acciones variables del terreno (1)	0,7	0,7	0,7
Líquido (Intradós) (2)	1,0	1,0	1,0
Viento (3)	0,6	0,5	0,0
Nieve ($H \leq 1000$ m) (4)	0,5	0,2	0,0
Sobrecarga (5)	1,0	0,9	0,8

NOTAS: (1) DB SE (CTE) Tabla 4.2
 (2) EN 1991-4
 (3) DB SE (CTE) Tabla 4.2 ó Eurocódigo 1-4. Anexo A. Tabla A1
 (4) DB SE (CTE) Tabla 4.2
 (5) Eurocódigo. Bases de cálculo (UNE EN 1990). Anexo A-1. Tabla A1.1.1 para categoría E (Zonas de almacenamiento e industriales)

3.3 **Materiales**

3.3.1 **Hormigones**

Para la clase de hormigón a utilizar se parte de tres consideraciones:

- Proximidad a la costa y tipo de ambiente
- Agresividad del agua a tratar
- Agresividad del agua freática y del terreno

La planta de tratamiento está situada a más de 5km de la costa, por lo que conforme a la EHE-08 deberá considerarse un ambiente clase IIb.

Las estructuras en contacto con agua a tratar requieren un ambiente IV y agresividad Qb.

Respecto a la agresividad del terreno y del agua freática, conforme se recoge en el Informe Geotécnico, los valores de agresividad son inferiores al Qa para sulfatos y nulos para carbonatos.

Con todas estas consideraciones, se muestra a continuación un resumen de los distintos hormigones en función de los elementos estructurales según EHE-08 y teniendo en cuenta los puntos indicados:

CUADRO DE MATERIALES SEGÚN EHE-08				
HORMIGÓN ARMADO				
ELEMENTO	TIPIFICACIÓN	YC	ACERO	YS
Todos los Elementos	HA-30/P/20/IV+Qb	1,5	B500S	1,15

3.3.2 **Aceros**

CUADRO DE MATERIALES SEGÚN EAE-11 Y DB SE-A						
ACERO ESTRUCTURAL						
ELEMENTO	ACERO	FY (MPa)	FU (MPa)	YM0	YM1	YM2
Acero para armaduras	B500S	500	550			

3.4 Geotecnia

Conforme a lo indicado en el Informe Geotécnico, recogido en el Anejo N°3, el terreno de apoyo estará situado al menos a 2 metros de profundidad, donde se encuentran jabres de compacidad densa.

Se exponen los parámetros mecánicos a tener en cuenta para cimentación:

CAPA	E (MOD. DEFORMACIÓN)	σ_{adm}
Suelo Vegetal	-	-
Jabres	-	3 kp/cm ²
Adamellitas	40 MPa	4-5 kg/cm ²

En lo referente a la excavabilidad del terreno, en los 2,5 primeros metros de profundidad será posible la excavación por medios mecánicos, pero una vez se profundice en las adamellitas se pasará a condiciones de ripabilidad nula, por lo que serán necesarios medios neumáticos o voladuras de pequeña intensidad.

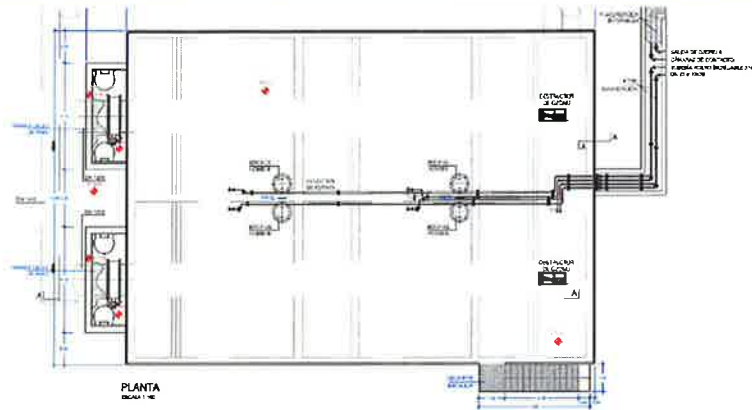
Los taludes utilizados serán de 1H:3V en jabres y hasta 1H:5V en adamellitas, conforme al Informe Geotécnico.

3.5 Ozonización

3.5.1 Cámara de preozonización

3.5.1.1 Geometría

Se diseña una cámara para la preozonización del agua, que consta de un vaso enterrado de 20 metros de longitud y 12,30 m de anchura (medidas interiores), el cual está tapado por un forjado de losa maciza y dividido en dos recorridos paralelos y de idéntica compartimentación.



La cara superior de la losa de cimentación se sitúa 7,25 metros por debajo de la cara superior de la cubierta, la cual a su vez se encuentra 3,26 metros por encima del punto más bajo del terreno circundante (vial). Los muros colgados son de 0,30 metros de espesor. Los muros perimetrales, vertederos y la losa de cimentación tienen 0,35 metros de espesor, y la losa de cubierta tiene un espesor de 0,25 metros.

3.5.1.2 Particularidades de la construcción

Por la presencia de un vial para el paso de camiones hasta los silos de fango para su retirada, el cual no se puede desviar ni cortar su tráfico, se decide realizar la nueva estructura manteniendo los elementos necesarios de la antigua a conveniencia (si el estado de los materiales y la geotecnia lo permiten).

3.5.1.2.1 Proceso constructivo junto a vial

Durante la construcción no es posible eliminar el muro que soporta las tierras, porque ello haría necesario reducir el ancho del vial para colocar taludes de excavación + distancia de seguridad, por lo que para profundizar en la cámara se deberá mantener el muro demoliendo la zapata que lo sostiene, en una anchura inferior a la máxima resistida por el armado horizontal trabajando sin cimentación.

Se decide por lo tanto realizar la demolición y nueva construcción del depósito en las siguientes fases:

- Demolición de la cubierta existente.
- Ejecución de taludes de excavación y demolición del depósito actual (muros y losa) excepto en el muro del vial. Los muros transversales y losa de cimentación se conservarán sin demoler hasta una distancia de 3,35 metros desde el vial. Esto servirá como zapata y contrafuertes para el muro conservado.

- Excavación hasta la nueva cota de cimentación en la zona demolida.
- Excavación por bataches del tramo junto al vial, demoliendo la zapata que lo sostiene por tramos, de forma secuencial, en una anchura inferior a la máxima resistida por el armado horizontal supuesto para el muro.
- Ferrallado y hormigonado de los tramos de muro y zapata excavados por bataches, dejando esperas para la unión con los tramos contiguos y colocación de bandas waterstop para evitar fugas de agua.
- Ferrallado y hormigonado del resto del depósito.

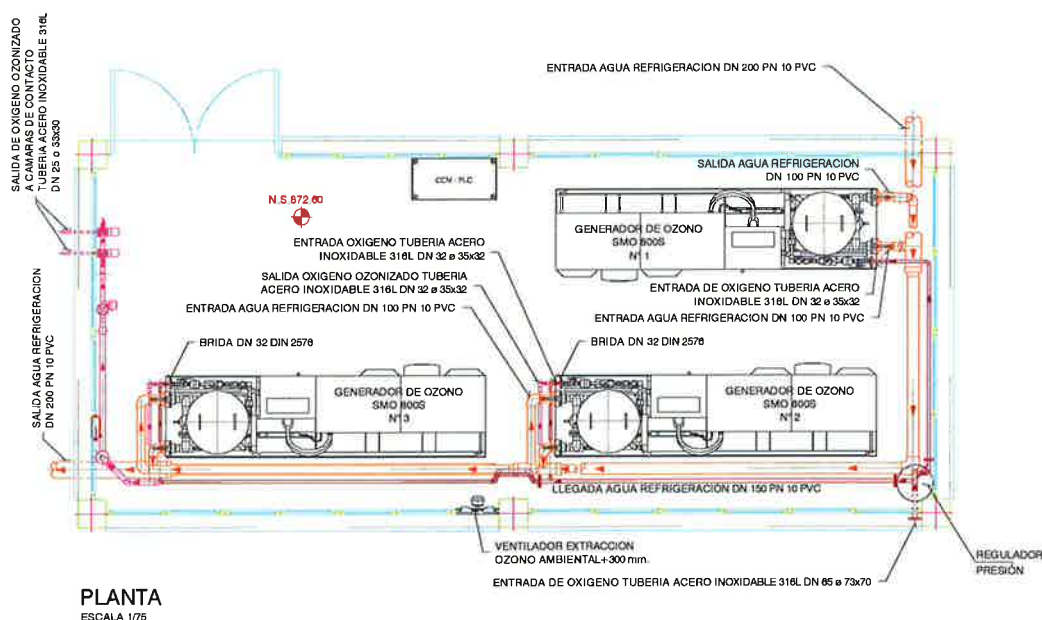
Ejecución de la nueva cubierta, recogiendo también el muro del vial en cabeza, para mejorar sus condiciones de seguridad frente a vuelco.

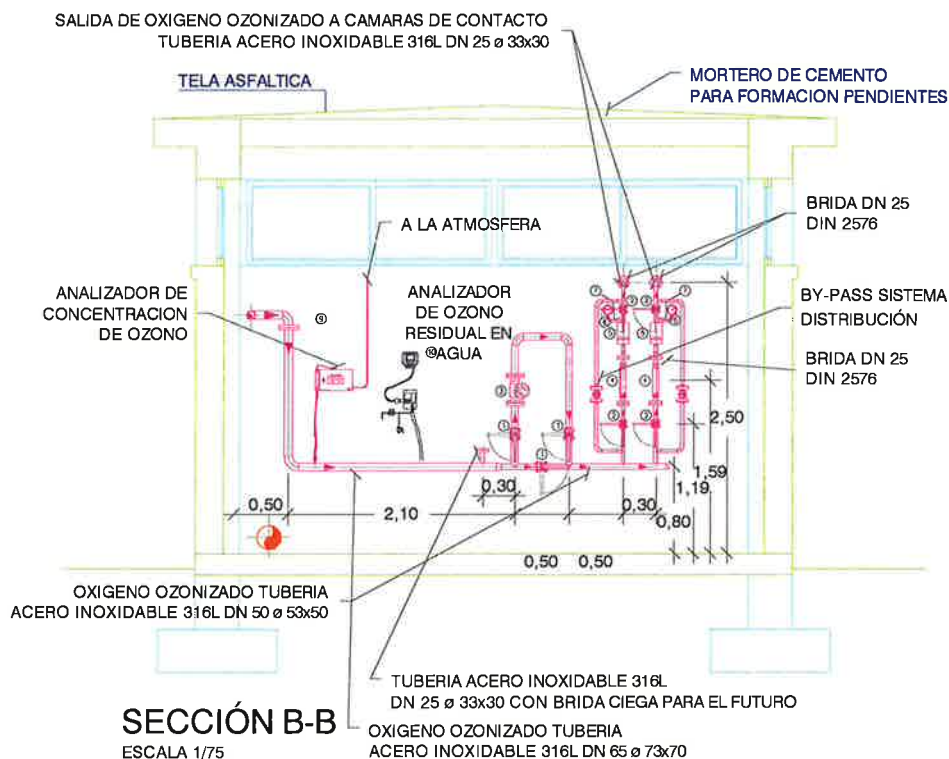
Tras un análisis de diferentes longitudes sin cimentación, se concluye que la distancia máxima resistente es de 2 metros, cuya justificación se puede consultar en el *Anejo nº7 Cálculos estructurales*.

3.5.2 Ampliación del edificio de generación de ozono

3.5.2.1 Geometría

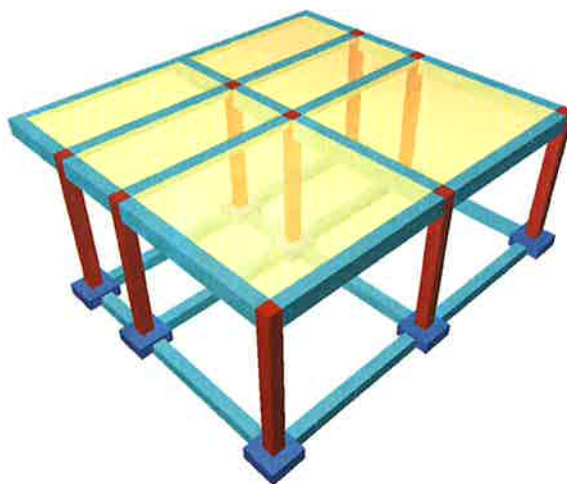
Se diseña una ampliación del edificio para la generación de ozono, el cual en su estado actual consta de dos pórticos de 12 metros de luz separados 5,10 metros entre sí, la cual está tapada por un forjado unidireccional de viguetas de hormigón con mortero de formación de pendientes.





La ampliación del edificio se realiza desde el muro largo, manteniendo la distribución de pilares en la zona de ampliación. La unión se realiza a través del forjado en voladizo y del cerramiento perimetral, alejando los pilares para no interferir con la cimentación actual y permitir la correcta manipulación de los equipos que contiene el edificio.

Se ejecuta un edificio con pórticos de tres pilares y luces de 2,78 y 5,60 metros, respetando la separación entre pórticos del original.



A continuación se presenta un cuadro descriptivo de los elementos que componen la estructura ampliada:

PERFIL	MATERIAL	SECCIÓN
Pilar	HA-30	40X40 cm
Viga	HA-30	80x25 + 40x55 cm (L perimetrales)
Viga	HA-30	40x65 cm (central)
Forjado	HA-30	Unidireccional 20+5
Zapata simple	HA-30	110x110x40

3.5.2.2 Procedimiento Constructivo

La ampliación de la edificación no afectará a la cimentación de la estructura actual, por lo que no será necesario realizar actuaciones especiales en la misma. Se procederá a retirar el cerramiento de la cara a ampliar y se ejecutarán las juntas constructivas correspondientes entre las dos edificaciones.

3.5.3 Cámara de ozonización intermedia

3.5.3.1 Geometría

Se diseña una cámara para la ozonización intermedia, que consta de un vaso enterrado de 25,35 metros de longitud y 13,75 metros de anchura (medidas interiores), el cual está tapado por un forjado de losa maciza y dividido en dos recorridos paralelos y de idéntica compartimentación.

La cara superior de la losa de cimentación se sitúa 6,24 metros por debajo de la cara superior de la cubierta, la cual a su vez se encuentra 0,60 metros por encima del punto más bajo del terreno circundante. El muro medianero es de 0,35 metros de espesor y los colgados de 0,30 y vertederos de 0,30. La losa de cubierta tiene un espesor de 0,25 metros.

El resto de muros y losa de cimentación son existentes.

3.5.3.2 Proceso constructivo

Como se ha indicado antes, la construcción de esta estructura requiere mantener los muros perimetrales de la cámara enterrada. De esta manera se consigue reducir el espacio necesario para la excavación y se agiliza el proceso constructivo.

Para proceder a la demolición del edificio, será necesario tener en cuenta dicho punto, puesto que se deberá llevar especial cuidado en no dañar los muros a mantener.

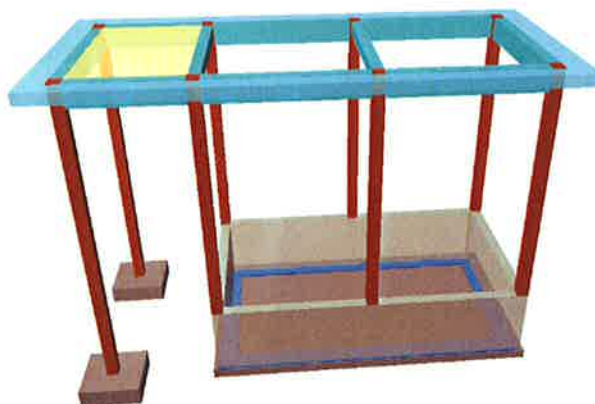
Por otro lado, el acceso a las fachadas del edificio se presenta complicado por la proximidad de las edificaciones cercanas y el poco espacio que queda para el acceso de maquinaria pesada a ciertas fachadas, así como por la presencia de la losa de cubierta de la cámara en el único lado fácilmente accesible.

En el *Anejo nº7 Cálculos estructurales* se describe una propuesta del proceso de demolición.

3.6 Cubierta para edificio de almacenamiento del reactivo coagulante

3.6.1 Geometría

Se diseña un edificio para el almacenamiento de los depósitos del reactivo coagulante, que consta de cuatro pórticos de 4,80 metros de luz, el cual está tapado por un forjado unidireccional en uno de sus tramos y por dos cubiertas practicables de panel sándwich en el resto, ancladas a las vigas de cubierta para soportar las succiones del viento mediante estructura metálica.



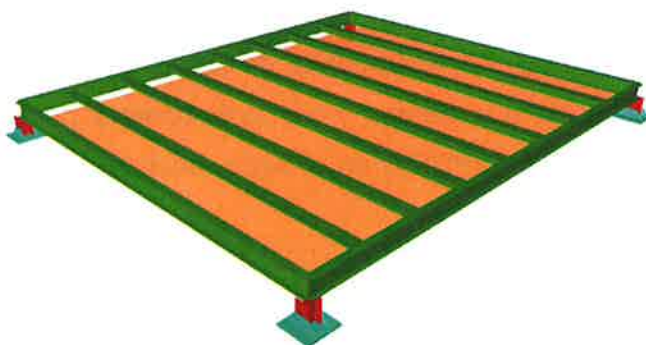
A continuación se presenta un cuadro descriptivo de los elementos que componen la estructura:

PERFIL	MATERIAL	SECCIÓN
Pilar	HA-30	30X30 cm
Viga	HA-30	30x60 cm (perimetrales) 30x30 cm (interiores)
Forjado	HA-30	Unidireccional 20+4 cm

PERFIL	MATERIAL	SECCIÓN
Muro	HA-30	30 cm
Losa	HA-30	25 cm
Zapata	HA-30	160x160x50

En lo que refiere a la cubierta practicable, cada tramo está compuesto por un marco de perfiles IPE-160 y siete perfiles en L130x130x12, los cuales van cubiertos por un panel sándwich de 5mm de espesor que garantiza el aislamiento y la estanqueidad frente a la lluvia.

Puesto que la ligereza de esta estructura no es suficiente por sí sola para soportar las cargas de viento en succión, es necesario disponer de placas de anclaje con cuatro pernos roscados $\varnothing 16$ en las esquinas y pilares de HEB-120.



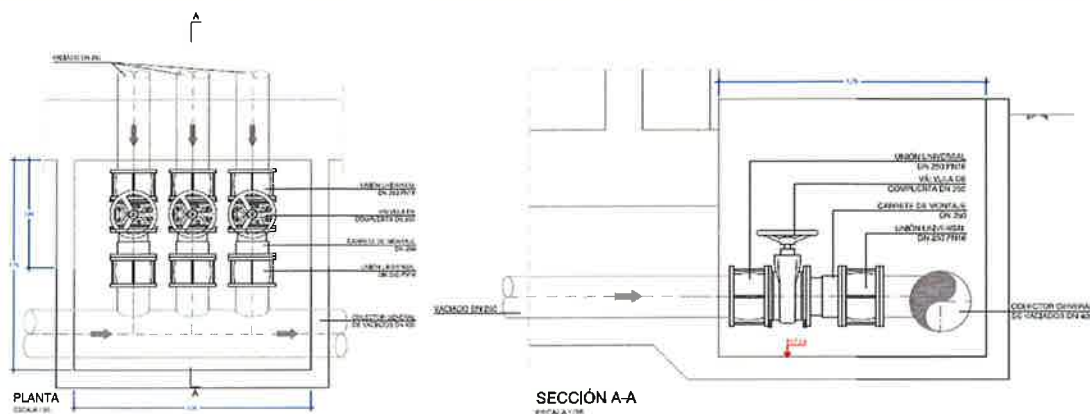
En el *Anejo nº7 Cálculos estructurales* se muestran los resultados del cálculo del edificio.

3.7 Decantadores Pulsator

3.7.1 Geometría

Se diseña una ampliación para la arqueta de salida de los decantadores Pulsator hacia el colector general de vaciados, de tal forma que se puedan introducir las nuevas válvulas y carretes de montaje.

Se desplaza el muro frontal de 2,15m de longitud y 15cm de espesor 0,85m hacia fuera.



3.8 Peróxido de hidrógeno

3.8.1 Geometría

Se diseña un edificio para el almacenamiento de los depósitos del reactivo coagulante, que consta de tres pórticos de 4,30 metros de luz, el cual está tapado por un forjado unidireccional en uno de sus tramos y por una cubierta practicable de poliestireno reforzado con fibra de vidrio (PRFV) en el resto, anclada a las vigas de cubierta para soportar las succiones del viento.



A continuación se presenta un cuadro descriptivo de los elementos que componen la estructura:

PERFIL	MATERIAL	SECCIÓN
Pilar	HA-30	30X30 cm
Viga	HA-30	30x60 cm
Forjado	HA-30	Unidireccional 20+5 cm
Muro	HA-30	30 cm

PERFIL	MATERIAL	SECCIÓN
Losa	HA-30	30 cm
Viga de atado	HA-30	40x40 cm
Zapata	HA-30	120x120x40 cm

En lo que refiere a la cubierta practicable, cada tramo está compuesto por un marco de perfiles IPE-160 y siete perfiles en L130x130x12, los cuales van cubiertos por un panel sándwich de 5mm de espesor que garantiza el aislamiento y la estanqueidad frente a la lluvia.

Puesto que la ligereza de esta estructura no es suficiente por sí sola para soportar las cargas de viento en succión, es necesario disponer de un perno roscado $\varnothing 16$ en las esquinas.

En el *Anejo nº7 Cálculos estructurales* se muestran los resultados del cálculo del edificio.

3.9 Filtros de carbón activo

3.9.1 Cálculo del refuerzo de la pasarela de PRFV

Para evitar las excesivas deformaciones de las placas que componen la pasarela, se sustituirán las placas de PRFV por otras de malla bidireccional 60+3mm.

En el *Anejo nº7 Cálculos estructurales* se muestra la justificación del cálculo.

3.10 Dosificación de Reactivos en el Agua Tratada

3.10.1 Geometría

Se diseña una cubierta para evitar el congelamiento de la torre de neutralización durante los meses fríos, la cual consta de cuatro pórticos de 2,97 metros de luz tapados por un cubierta ligera tipo sándwich a dos aguas, con pendiente de 6,5° aproximadamente.



A continuación se presenta un cuadro descriptivo de los elementos que componen la estructura:

PERFIL	SECCIÓN
Pilar	HEB-100
Viga	IPE-140
Cubierta y cerramiento	Panel sándwich grecado 6cm
Placa de anclaje	20x20x0,8

La estructura se cimienta sobre las placas alveolares que componen el forjado existente, las cuales deberán resistir el peso de la cubierta y la tracción producida por las hipótesis de viento.

En el *Anejo nº7 Cálculos estructurales* se muestran los resultados del cálculo del edificio.

3.11 **Bombeo a Residencia**

3.11.1 Geometría

Se va a ejecutar una bancada de hormigón para soportar el grupo de presión de agua tratada, el cual tiene las siguientes características de acuerdo al fabricante:

- Peso neto grupo: 4,2kN.
- Superficie bancada: 1 m².

3.11.2 Dimensionamiento

Por su poco peso (aprox. 420kg) y dimensiones, el equipo puede ser clasificado como maquinaria vibrante ligera. El cálculo de los esfuerzos que transmite el grupo de presión a la bancada se ha calculado conforme a la normativa "*ACI 350.3R-04 Foundations for Dynamic Equipment*", ante la inexistencia de una normativa en esta temática en nuestro país.

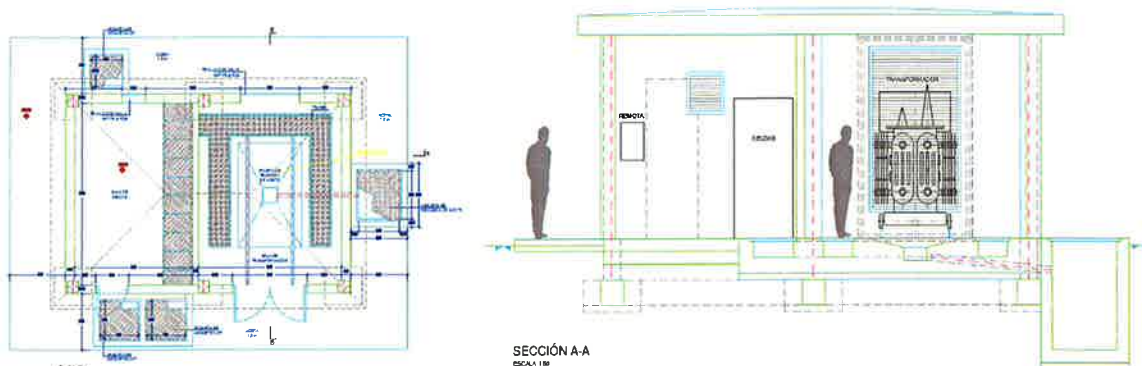
En el cálculo se concluye que disponiendo una bancada de 20cm de espesor sobre la solera existente con un armado superior a 30kg/m² para evitar fisuración por retracción en la bancada será suficiente para soportar las cargas dinámicas transmitidas.

En el *Anejo nº7 Cálculos estructurales* se muestran los resultados del cálculo.

3.12 Centro de Conmutación

3.12.1 Geometría

Se diseña un edificio para albergar el centro de conmutación, que consta de dos pórticos de tres pilares y separación entre ellos de 3,50 y 3,75 metros, separados 5,00 metros entre sí. El conjunto está cubierto por un forjado unidireccional de viguetas de hormigón con mortero de formación de pendientes, situado a 3,50m sobre el nivel de la solera.



A continuación se presenta un cuadro descriptivo de los elementos que componen la estructura ampliada:

PERFIL	MATERIAL	SECCIÓN
Pilar	HA-30	30X30 cm
Viga	HA-30	70x25 + 30x30 cm (L perimetrales)
Forjado	HA-30	Unidireccional 20+5
Zapata simple	HA-30	100x100x40
Viga de atado	HA-30	40x40

En el Anejo nº7 Cálculos estructurales se muestran los resultados del cálculo del edificio.

4 INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y DE CONTROL

4.1 Modificaciones propuestas en la planta

Las modificaciones propuestas en la planta en el área eléctrica se resumen a continuación, indicando su afección a la instalación eléctrica:

1. Adecuación del actual Centro de Seccionamiento (C.S.) de Iberdrola de 20 kV que alimenta la elevadora Santillana III, para el incremento de potencia solicitado y para adaptación a la normativa de Compañía.
2. Construcción de un nuevo Centro de Conmutación 20/15 kV, nuevas líneas de media tensión hasta el apoyo nº 36 y el Centro de Transformación (C.T.) de la elevadora Santillana III, y modificación de la línea soterrada de 15 kV “Navallar” que une los apoyos nº 36 y nº 37 para dotar la planta de un doble suministro de acuerdo con el Plan Sanitario.
3. Modificación del centro de transformación de la elevadora Santillana III para poder alimentar el nuevo centro de conmutación.
4. Modificaciones en la planta como se describe en el resto del proyecto.

Para valorar la afección eléctrica de cada una de estas actuaciones, se han estimado unas potencias de consumo para los nuevos receptores, indicándose para cada caso de qué cuadro eléctrico se proyecta alimentarlas.

En el *Anejo nº 8 Cálculos Eléctricos* se desarrollan todos los cálculos de media y baja tensión.

4.2 Resumen de las actuaciones previstas

Se resumen a continuación las actuaciones previstas sobre las instalaciones eléctricas:

- Las instalaciones correspondientes al coagulante sulfato de alúmina se alimentarán desde el cuadro eléctrico CCM-1LL. Supondrán un incremento de potencia de apenas 7 kW, con lo que tanto el cuadro como la acometida seguirán siendo válidos.
- La instalación del reactivo peróxido de hidrógeno se alimentará desde el CCM-2G. Este cuadro también alimentará a las bombas de refrigeración de los nuevos generadores de ozono, y a un cuadro local del grupo de presión contra incendios. Todo ello supone un incremento de potencia de apenas 3 kW.
- Se instalará un nuevo CCM, denominado “Panel Ampliación Ozonización”, el cual alimentará a los generadores de ozono nuevos y sus auxiliares, así como al equipamiento de las cámaras de preozonización y ozonización intermedia. Este CCM, con un consumo aproximado de 375 kW, se alimentará desde el CGBT nº1, utilizando

en este Cuadro General la misma salida de 1.600 A que actualmente acomete al CCM "Panel Postozonización", que se retirará una vez se reforme el edificio de ozonización intermedia. Con la nueva potencia prevista, el Centro de Transformación nº2, formado por 1+1 transformadores de 2.000 kVA, seguirá siendo válido.

- Por último, en el CCM-3G, asociado a la instalación de fangos, se instalarán las salidas necesarias para alimentar a las dos nuevas bombas de escurridos a espesamiento, y al cuadro local de alumbrado del centro de conmutación con un incremento de potencia de apenas 12 kW. La línea de baja tensión del CCM-3G al cuadro local del centro de conmutación no irá con tierra tendida. Las tierras de los cuadros de baja tensión de dicho centro irán conectadas a la tierra de protección del centro de conmutación.
- En el Centro de Transformación de la Elevadora Santillana III de relación de transformación 20/0,69 kV, se ha comprobado que el CCM Santillana III a 690 V tiene un transformador de 160 kVA 690/400 V para servicios auxiliares. Se ha comprobado así mismo que tiene capacidad suficiente para conectar el nuevo grupo de presión para el bombeo a Residencia, por lo que se modificará dicho CCM Santillana III para añadir esta salida al nuevo cuadro, y se modificará la programación del PLC y HMI para reportar alarma genérica.
- Todas las baterías de condensadores existentes seguirán siendo válidas.
- El centro de seccionamiento del que parte la línea subterránea de media tensión de 20 kV propiedad de CANAL DE ISABEL II GESTIÓN que alimenta la elevadora Santillana III se deberá reformar para adecuarse a la normativa actual de Iberdrola, que exige el teledisparo de la celda de seccionamiento.
- El **nuevo Plan Sanitario** de aplicación a E.T.A.P. establece que estas instalaciones dispondrán, a ser posible, de doble suministro de red además de grupo electrógeno. Actualmente se está alimentando la planta en 15 kV desde la línea proveniente de la minicentral de Navallar. El bombeo de Santillana III, que está en el mismo recinto, tiene una acometida de Iberdrola a 20 kV y otra de Navallar a 15 kV, con una potencia contratada de 2.000 kW. Se ha solicitado a Compañía ampliación de potencia a 2.800 kW y la acometida actual sigue siendo válida, según carta de condiciones de 2.014. Se prevé, pues, un **centro de conmutación** en el recinto con 2 alimentadores: el del Navallar (15 kV, preferente) y el de Iberdrola (20 kV transformados a 15 kV).

Estas actuaciones se detallan en los siguientes apartados.

4.3 Instalación de media tensión

4.3.1 Acometidas eléctricas

4.3.1.1 Instalación actual

Actualmente se alimenta la E.T.A.P. desde una línea de CANAL DE ISABEL II GESTIÓN de 15 kV, proveniente de la minicentral hidroeléctrica de Navallar. Por otro lado, la elevadora Santillana III se alimenta desde una línea de media tensión soterrada de 20 kV que parte de un Centro de Seccionamiento de Iberdrola, y dispone además, de un alimentador de Navallar a 15 kV, siendo manual la conmutación entre ambos.

El apoyo nº 35 y nº 36 reciben la línea de Navallar. El apoyo nº 36 se conecta con el apoyo nº 37 mediante una línea soterrada.

Desde el apoyo nº 37, el cable soterrado pasa a aéreo y alimenta mediante línea aérea el Centro de Transformación C.T. nº 1 de potables y también alimenta soterradamente el C.T. nº 3 de fangos. Desde el C.T. nº 1 la línea regresa al apoyo mediante línea aérea para seguir en aéreo hasta la presa de Santillana.

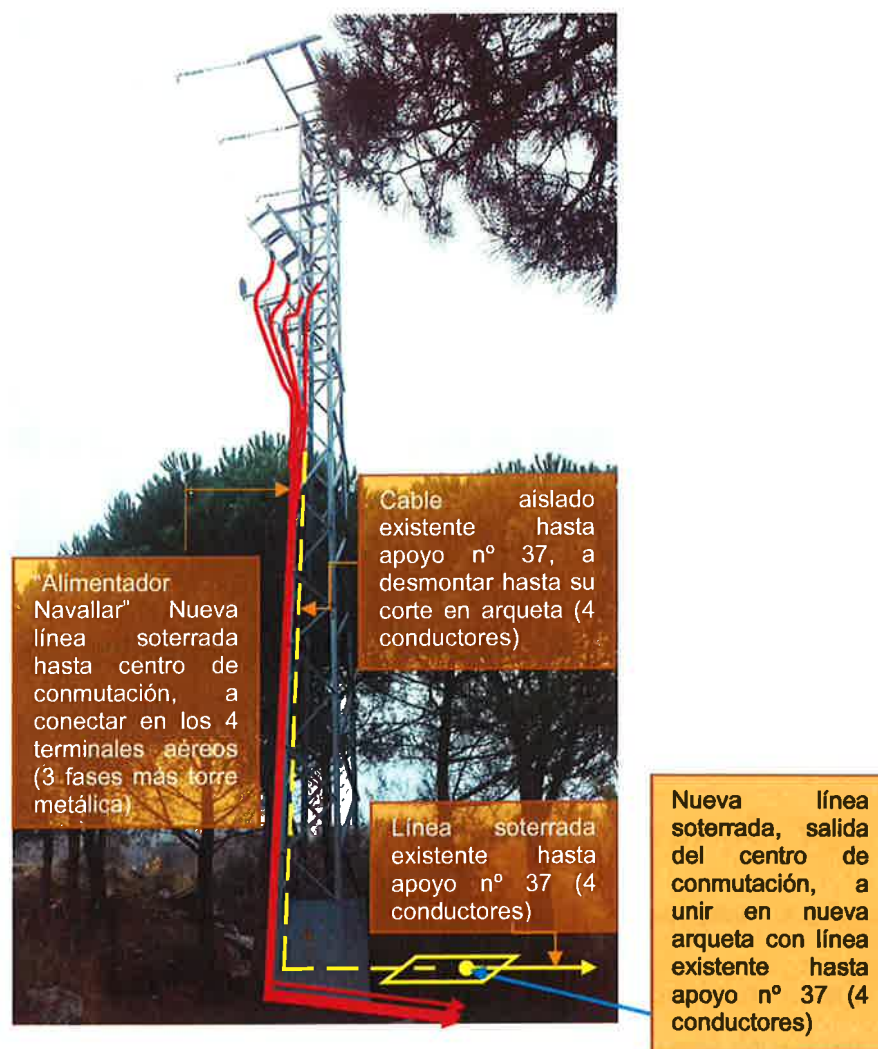


Apoyo nº 37 de la línea de 15 kV "Navallar", propiedad de CANAL DE ISABEL II GESTIÓN

Dentro del recinto de la E.T.A.P. existe un Centro de Transformación "Elevadora Santillana III" con acometida de Iberdrola de 20 kV y de Navallar a 15 kV que alimenta un grupo de bombeo a 690 V, que se utilizará para alimentar un nuevo Centro de Conmutación.

4.3.1.2 Instalación propuesta

Desde el apoyo nº 36 se instalará una línea soterrada con 4 conductores, uno de ellos en reserva dotados de terminales en ambos extremos, HEPRZ1 12/20 kV 4(1x150 mm²) Al de entrada al nuevo centro de conmutación (denominado alimentador de Navallar a 15 kV, que será el alimentador preferente), cercano a dicho apoyo. Se conectará a los terminales aéreos del apoyo nº 36 que quedarán libres. La línea soterrada existente que actualmente une el apoyo nº 36 con el apoyo nº 37 se desconectará de los terminales del apoyo nº 36 y se empalmará a un tramo de línea HEPRZ1 12/20 kV 4(1x150 mm²) Al hasta la celda de salida del centro de conmutación. De esta manera, no se efectuará ningún trabajo en el apoyo nº 37 que seguirá alimentando toda la planta y recibirá tensión de 15 kV desde el centro de conmutación, a partir del alimentador de Navallar o del alimentador de Iberdrola



Apoyo nº 36 de la línea de 15 kV "Navallar"

Tampoco se efectúan trabajos en la acometida de Iberdrola de 20 kV. Sin embargo, desde el Centro de Transformación “Elevadora Santillana III” se construirá una nueva acometida subterránea HEPRZ1 12/20 kV 4(1x150 mm²) Al hasta el nuevo centro de conmutación.

Por su parte, los trabajos a efectuar en la línea de 15 kV (Navallar) son:

- Previamente, se habrá reformado el centro de seccionamiento de Iberdrola (descargo de la línea de 20 kV).
- Construcción completa del centro de conmutación.
- Tendido de líneas desde el centro de conmutación al apoyo nº 36, en tramo subterráneo hasta el centro de conmutación, y tramo aéreo hasta el apoyo. El extremo se dotará de terminales y se dejará una longitud de cable suficiente para la posterior conexión.
- Mediante catas se localizará el tramo subterráneo que une el apoyo nº 36 con el apoyo nº 37. Se abrirá una arqueta para poder cortar y empalmar los cables.
- Tendido de líneas en tramo subterráneo desde el centro de conmutación a la arqueta de empalme. El extremo se dejará cortado y preparado, y se dejará una longitud de cable suficiente para el posterior empalme.
- Descargo de la línea de 15 kV.
- Desmontaje de cables del tramo desde el apoyo nº 36 hasta la arqueta. Corte de cables en la arqueta.
- Empalme en arqueta de los cables de salida del centro de conmutación y la línea subterránea que unen con el apoyo nº 37.
- Conexión de los cables del centro de conmutación a los terminales aéreos del apoyo nº 36.
- Conexión en ambos extremos de los cables que unen el centro de conmutación con el C.T. Santillana III (20kV).
- Puesta en servicio de la línea de 15 kV y de 20 kV.

4.3.2 Centro de seccionamiento 20 kV

4.3.2.1 Instalación actual

Existe un centro de seccionamiento de Iberdrola a 20 kV con acceso desde la Carretera del Canal, junto a las carreteras M-609 y M-611 desde donde parte una línea subterránea de media tensión propiedad de CANAL DE ISABEL II GESTIÓN de aproximadamente 2,3

km hasta la elevadora Santillana III, en recinto de la E.T.A.P. Se trata de un prefabricado de hormigón con identificación CS 903557652 que contiene:

- En la zona de Compañía, una celda de entrada y una de salida, ambas conectadas a las líneas subterráneas que acometen desde el poste actual; una celda de seccionamiento de compañía.
- En la zona Cliente, separada mediante valla metálica, una celda de línea, una celda de protección general mediante interruptor automático, una celda de medida, una celda de salida hacia Santillana III y una celda de transformador de servicios auxiliares para el C.T., además del contador de Compañía.



Centro de seccionamiento actual.

4.3.2.2 Instalación propuesta

Debido al incremento de potencia, Iberdrola requiere la modificación de las celdas para adaptarlas a su normativa actual. Se deberán retirar las tres celdas de línea de entrada, salida y seccionamiento, además de la celda de transformador de servicios auxiliares existente por el poco espacio disponible, e instalar un conjunto 3L+1A para Telemando 3L+1A-SF6-24-TELE según norma Iberdrola. Estará formado por tres celdas de línea motorizadas, una celda de ruptofusible con un pequeño transformador encapsulado de 650 VA para servicios auxiliares de compañía, un armario de control y un armario de comunicaciones. Se sustituirán los transformadores de intensidad (TIs) de la celda de medida debido al incremento de potencia a contratar. También se repondrá la celda de salida a la ETAP para que pueda alojarse en el espacio disponible, una nueva celda de salida que incorporará un pequeño transformador encapsulado de 650 VA para servicios auxiliares de cliente.

Los trabajos a realizar en el centro de seccionamiento se estiman con una duración máxima de 1 día y son independientes de los trabajos de la ampliación de la E.T.A.P. aunque se realizarán antes para dejar preparados los equipos para la conexión, y son los siguientes:

- Descargo de la línea de 20 kV por parte de Iberdrola.
- Desembornar terminales existentes en celdas.
- Desenchufar embarrados de celdas.
- Retirar con grúa el techo del prefabricado.
- Retirar por el techo las celdas 3L existentes y celda de transformador auxiliar.
- Descarga con grúa y montaje de conjunto 3L+A, armario de comunicaciones, sustitución de TIs de la celda de medida y celda de línea con transformador de SSAA de 650 VA
- Colocar techo del prefabricado, embornar terminales de MT en cables y conexión a celdas.
- Labores auxiliares y puesta en servicio.

4.3.3 Centros de transformación

4.3.3.1 Instalación actual



Edificio del Centro de Transformación nº 1.

El Centro de Transformación existente C.T. nº1 (Potables) está situado en edificio acondicionado, frente al edificio de control, y está equipado con una celda de entrada cuyos cables conectan con un apoyo cercano, una celda de salida a la presa de Manzanares el Real cuyos cables conectan también con dicho apoyo, una celda de salida al C.T. nº 2, una celda de protección general, una celda de medida, y tres celdas tipo

interruptor automático de protección de transformador. Los tres transformadores, uno de ellos en reserva, tienen una capacidad de 400 kVA cada uno con refrigeración en aceite, y relación de transformación 15.000-20.000/420 V estando conectados a los terminales de 15.000 V.

El Centro de Transformación existente C.T. nº2 (Reactivos) está situado en edificio acondicionado, frente a ozonización, y está equipado con una celda de entrada cuyos cables conectan con el C.T. nº 1, una celda de protección general, una celda de medida, y dos celdas tipo interruptor automático de protección de transformador. Los dos transformadores, uno de ellos en reserva, tienen una capacidad de 2.000 kVA cada uno con refrigeración en silicona, y relación de transformación 15.000-20.000/420 V estando conectados a los terminales de 15.000 V.



Celdas del Centro de Transformación nº 2.

El Centro de Transformación existente C.T. nº3 (Fangos) está situado en edificio acondicionado, junto a los espesadores de fangos, y está equipado con una celda de entrada cuyos cables conectan con el apoyo nº 37, una celda de protección general, una celda de medida, y dos celdas tipo interruptor automático de protección de transformador. Los dos transformadores con refrigeración en aceite, uno de ellos en reserva, tienen una capacidad de 400 kVA cada uno, y relación de transformación 15.000-20.000/420 V estando conectados a los terminales de 15.000 V.



Celdas del Centro de Transformación nº 3.

Además de estos tres Centros de Transformación de la E.T.A.P., existe actualmente un Centro de Transformación “Elevadora Santillana III” que está equipado con una celda de entrada de la línea de Navallar a 15 kV, una celda de protección general, una celda de medida, una celda de seccionamiento enclavada con una celda de línea de entrada de la línea de IBERDROLA de 20 kV, y cuatro celdas tipo interruptor de protección de los tres transformadores de 1.250 kVA 15-20/0,69 kV en resina y del transformador de servicios auxiliares de 160 kVA 15-20/0,4 kV en resina.



Celdas del C.T. de bombeo “Elevadora Santillana III”.

4.3.3.2 Instalación propuesta

En el cuadro siguiente se resumen las potencias previstas absorbidas por cada uno de los tres Centros de Transformación existentes en la planta, tanto en la situación actual como en la ampliada tras las obras de adecuación previstas, en rojo se indican los cuadros que sufren variación de potencia:

DISTRIBUCIÓN DE POTENCIA SEGÚN C.T.	kW	kW
CUADRO ELÉCTRICO	ACTUAL	AMPLIACIÓN
C.T. Nº 1		
CCM-1G	261,10	268,11
CCM-1R	183,22	183,22
PANEL PREOZONIZACIÓN	426,60	426,60
RESTO RECEPTORES CGBT Nº1	132,80	132,80
TOTAL C.T. Nº 1	1.004	1.011
C.T. Nº 2		
CCM-2G	225,36	228,11
PANEL POSTOZONIZACIÓN	0,00	0,00
PANEL AMPLIACIÓN OZONIZACIÓN	0,00	374,56
RECEPTORES CGBT Nº2	719,48	719,48
BOMBAS AVE	110,00	110,00
RESTO RECEPTORES CGBT Nº2	22,00	22,00
TOTAL C.T. Nº 2	1.077	1.454
C.T. Nº 3		
RECEPTORES CCM-3G	278,30	290,73
RESTO RECEPTORES CCM-3G	18,00	16,00
TOTAL C.T. Nº 3	296	307
POTENCIA TOTAL EN PLANTA	2.377	2.772

Como se puede apreciar, el incremento total de potencia previsto queda en 395 kW, repartido entre los tres (3) centros de transformación de la planta.

Respecto a la "Elevadora Santillana III", el Centro de Transformación se modificará añadiendo una celda de interruptor de la que partirá la línea de 20 kV hasta el Centro de Conmutación. El CCM Santillana se incrementará en apenas 10 kW debido al nuevo grupo de presión para el bombeo a Residencia. De la protección de la acometida del transformador de 160 kVA 15-20/0,4 kV al Cuadro General de Distribución (CGD), se derivará una segunda línea 5x6 mm², de longitud 30 metros, hasta un nuevo cuadro para

la alimentación del grupo de presión de la residencia. Este nuevo cuadro se ubicará junto a las propias bombas, y formará parte del suministro del grupo de presión.

Los toroidales que dan señal al analizador de redes de SSAA se sustituirán por otros de diámetro interior adecuado a la acometida, y se desplazarán aguas arriba de la protección existente. Se preverá el reporte de alarma genérica del grupo de presión al PLC de la elevadora y la modificación de la programación del PLC y HMI.

4.3.4 Nuevo centro de conmutación

4.3.4.1 Instalación propuesta



Situación del nuevo Centro de Conmutación

El nuevo **Centro de Conmutación** será una instalación clasificada de 3ª categoría según RD 337/2014, alojada en un edificio de obra destinado a tal efecto, y se construirá cercano al apoyo n° 35 y n°36. Incluirá:

- una celda de entrada desde el C.T. Elevadora Santillana III a 20 kV,
- una celda de protección general 20 kV,
- una celda de medida 20 kV,
- una celda de línea de salida a 20 kV al transformador,
- un transformador 20/15 kV de 3.000 kVA en éster vegetal orgánico Ecodiseño según Reglamento (UE) N° 48/2.014 Se montará un toroidal homopolar en la tierra del secundario del transformador, conectado al relé de la celda de protección general de dicho transformador
- una celda de línea de entrada a 15 kV motorizada desde el transformador (alimentador IBERDROLA), conmutada con la entrada del alimentador Navallar.

- una celda de línea de entrada desde la línea Navallar (alimentador Navallar a 15 kV)
- una celda de protección general 15 kV,
- una celda de medida 15 kV,
- una celda de línea de entrada motorizada a 15 kV desde el alimentador Navallar, conmutada con la entrada del transformador (alimentador IBERDROLA).
- un controlador de celdas programable que realiza la conmutación automática del alimentador IBERDROLA y el alimentador Navallar, y el deslaster de líneas en falta. Consta de una unidad de transferencia programable con microprocesador, batería y armario de control. Incluirá un selector para seleccionar el alimentador preferente.
- una celda de interruptor automático de salida del centro de conmutación a 15 kV.

Esta celda se conectará a una línea HEPRZ1 12/20 kV 4x(1x150 mm²) AI que se empalmará a la línea soterrada que unía el apoyo nº 36 con el apoyo nº 37.

El centro de conmutación se construirá junto al apoyo nº 35, separada en proyección vertical de la línea aérea proveniente de Navallar, es un lugar de fácil acceso y con una amplia explanación existente.

4.3.4.2 Potencia de transformación necesaria en el centro de conmutación

A continuación se indica la potencia de transformación necesaria en el centro de conmutación tras la ampliación.

En la situación actual, del recuento de la potencia de los maxímetros se obtiene una simultaneidad del 26,7%.

Tras la ampliación, se suman las potencias simultáneas de cada dentro de transformación, a las que se les aplica un coeficiente de simultaneidad total elevado para prever futuras ampliaciones (70% para CT nº 1 y CT nº 2, y 82% para CT nº 3 que es el factor existente) y un factor de potencia global de 0,85 que tiene en cuenta el fallo de las baterías de condensadores. Además se aplica una reserva del 25% de la potencia.

CENTRO DE CONMUTACIÓN		
POTENCIA DE TRANSFORMACIÓN NECESARIA	AMPL.	UD
Potencia eléctrica total absorbida a plena potencia en la ETAP	2.772	kW
Coeficiente de simultaneidad para el consumo nominal*	0,713	
Factor de potencia considerado en el cálculo	0,85	
Potencia aparente total nominal absorbida por el C.T.	2.326	KVA
Reserva adoptada sobre la potencia nominal de consumo	25	%
Potencia total demandada por la instalación (con reserva)	2.907	KVA

CENTRO DE CONMUTACIÓN		
POTENCIA DE TRANSFORMACIÓN NECESARIA	AMPL.	UD
Potencia total de transformación en funcionamiento	3.000	KVA
Potencia de transformación nominal demandada	2.326	KVA
Reserva de potencia sobre la media de consumo	28,98	%
Factor de carga del C. T. en operación nominal	77,53	%

* Según lectura actual de máxímetro

Con estas hipótesis resulta una potencia total demandada con reserva de 2.907 kVA, por lo que instalará 1 transformador de 3.000 kVA.

4.4 Instalación de baja tensión

4.4.1 Instalación actual

El Centro de Transformación C.T. nº1 está conectado al Cuadro General de baja Tensión (C.G.B.T.) nº 1 en ejecución fija, el cual alimenta a distintos cuadros y a través de un cuadro de conmutación red – grupo, al Centro de Control de Motores CCM-1G en ejecución extraíble, que alimenta a distintos receptores y también al CCM-1LL en ejecución fija, situado en la obra de llegada.



CCM-1G, situado frente al edificio de C.T. nº 1

El Centro de Transformación C.T. nº2 está conectado al C.G.B.T. nº 2, el cual alimenta a distintos cuadros y a través de un cuadro de conmutación red – grupo, al Centro de Control de Motores CCM-2G, la sala se encuentra casi completamente ocupada, sin espacio para nuevos cuadros aunque sí existen cubículos libres en CCM-2G.



Edificio de C.T. nº 2 (reactivos)



CGBT-2 y CCM-2G, situado en el edificio de C.T. nº 2

El Centro de Transformación C.T. nº3 está conectado al C.G.B.T. nº 3, el cual alimenta a distintos cuadros y a través de un cuadro de conmutación red – grupo, al Centro de Control de Motores CCM-3G.



CCM-3G, situado junto al edificio de C.T. nº 3

4.4.2 Instalación propuesta

Se resumen a continuación las principales modificaciones a realizar sobre los cuadros eléctricos existentes en la planta para poder dar servicio a los nuevos receptores electromecánicos previstos en las obras de adecuación:

El **Centro de Control de Motores CCM-1LL**, alimentado a su vez desde el CCM-1G, deberá equiparse con las salidas necesarias para los equipos de trasvase y dosificación del coagulante sulfato de alúmina:

- 2 arranques directos de 2,2 kW para las bombas de trasvase.
- 4 arranques directos para los ventiladores extractores.
- 6 variadores de frecuencia de 0,25 kW para las bombas dosificadoras.
- 2 salidas feeder de 5 kW para cuadros locales de fuerza y alumbrado a instalar en los nuevos edificios de reactivo.

Todo este equipamiento supone un incremento de potencia de 13 kW, para una potencia total absorbida por el CCM de 123 kW. El embarrado del CCM está diseñado con una

intensidad nominal de 400 A, por lo que sigue siendo sobradamente válido para este pequeño incremento. Así como su interruptor de acometida, también de 400 A y poder de corte 50 kA.

En el CCM-1LL de ejecución fija existe actualmente espacio para alojar las 14 salidas nuevas, y para alojar a su vez los 6 variadores de frecuencia nuevos de 0,25 kW.



Cubículos libres en CCM-1LL

Como se ha comentado, el CCM-1LL cuelga a su vez del CCM-1G, que a su vez da servicio a más receptores. Este CCM-1G también tiene un embarrado de intensidad nominal 400 A, así como un interruptor de acometida de 400 A y 50 kA. La potencia máxima simultánea prevista para este CCM asciende a 268 kW, por lo que se deduce que para un factor de potencia de 0,97, la capacidad de su embarrado (estimada en 277,53 kW) está prácticamente al límite.

El **Centro de Control de Motores CCM-2G** se equipará tanto con las salidas necesarias para el reactivo peróxido de hidrógeno como para las bombas de refrigeración de los dos nuevos generadores de ozono, y el grupo de presión contra incendios del edificio de peróxido de hidrógeno:

- 1 arranque directo de 1,5 kW para la bomba de trasvase.
- 3 arranques con variador de frecuencia de 0,25 kW para las bombas dosificadoras.
- 1 salida feeder de 3 kW para el cuadro local de fuerza y alumbrado a instalar en el nuevo edificio de reactivo.
- 2 arranques directos para los ventiladores extractores.
- 2 arranques directos de 7,50 kW para las bombas de refrigeración.
- 1 salida feeder de 4 kW para el cuadro local del grupo de presión contra incendios del edificio de peróxido de hidrógeno.

El cuadro local de alumbrado de sulfato de alúmina existente pasa a estar en reserva por lo que se liberan 9 kW. Todo este equipamiento supone un incremento de potencia de 3

kW, para una potencia total absorbida máxima por el CCM de 228 kW. El embarrado del CCM está diseñado con una intensidad nominal de 400 A, por lo que sigue siendo válido para este pequeño incremento. Así como su interruptor de acometida, también de 400 A y poder de corte 50 kA.

En el CCM-2G existen actualmente cubículos libres y espacio libre para alojar las 10 nuevas salidas, y espacio en el armario de variadores para alojar a su vez los 3 variadores de frecuencia nuevos de 0,25 kW.



Cubículos libres en CCM-2G

El **Cuadro General de Distribución CGBT nº2**, asociado al Centro de Transformación nº2, dará servicio al nuevo CCM “Panel Ampliación Ozonización”. Para ello, lo que se hará es utilizar la salida de 1.600 A que actualmente alimenta al CCM “Panel Postozonización”, que está fuera de servicio y que se va a retirar cuando se acometan las reformas necesarias en el edificio de ozonización intermedia. El nuevo **CCM “Panel Ampliación Ozonización”**, se instalará en la ampliación del edificio de generadores de ozono, y tendrá una potencia máxima absorbida de 375 kW. Por tanto, bastará con tarar el interruptor de 1.600 A a una intensidad nominal de 630 A, y tirar una nueva línea de acometida desde el CGBT nº2 a este nuevo CCM.

El CGBT nº2 está ejecutado con un embarrado de capacidad 3.000 A, por lo que sigue quedando sobredimensionado para la demanda prevista.



Interruptor post-ozonización existente

Por último, el **Centro de Control de Motores CCM-3G**, situado en el tratamiento de fangos, se equipará con dos arranques con variador de frecuencia de 2,5 kW para alimentar a las dos nuevas bombas de impulsión de escurridos de la deshidratación a espesamiento, y una salida feeder de 12 kW para el cuadro local en el centro de conmutación, que alimentará también a la fuente de alimentación segura. No se llevará tierra a este cuadro desde CCM-3G, sino que se conectará localmente a la tierra de protección del centro de conmutación. Este incremento de potencia sobre la potencia total absorbida de 291 kW es de apenas 13 kW.



Cubículos libres en CCM-3G

El cuadro es de ejecución extraíble, y tiene potencia disponible de sobra como para asumir el nuevo bombeo. Sin embargo, pese a que el cuadro tiene numerosas celdas libres, la columna de variadores de frecuencia no dispone de espacio suficiente para instalar los dos variadores de 2,20 kW necesarios para las bombas. Por ello, la solución adoptada consiste en utilizar dos de las celdas extraíbles disponibles y alimentar desde ellas a un nuevo cuadro de variadores de frecuencia. Debido a la falta de espacio en la sala eléctrica para cualquier tipo de ampliación, este cuadro se deberá instalar en la sala de deshidratación de fangos, a una distancia de 25 metros, junto al cuadro eléctrico de las decantadoras centrífugas.

4.5 Corrección del factor de potencia

4.5.1 Instalación actual

Actualmente en la planta existe una batería de regulación automática por cada CGBT, se indican y comprueban en los apartados siguientes.

4.5.2 Instalación propuesta

Para validar la capacidad de las distintas baterías de condensadores, se ha considerado en cada caso que se parte de un factor de potencia inicial de 0,80, y que se pretende conseguir un factor de potencia final de 0,97.

Siguiendo este criterio, se justifica que la batería asociada a cada Centro de Transformación continúa siendo válida para la potencia total absorbida en cada caso, considerando un coeficiente de simultaneidad de 0,85 sobre el consumo punta.

4.6 Sistema de control

4.6.1 Introducción

Actualmente la planta cuenta con un sistema de control automático basado en autómatas programables que controlan cada uno distintas áreas de proceso.

Debido a las obras de mejora, se ampliarán las tarjetas de señales en los autómatas existentes que sufren ampliación, y se conectará un nuevo autómata, correspondiente al panel ampliación de ozonización, a la red existente.

En el *Anejo nº 9 Automatismos y control* se desarrollan todos los cálculos relativos al sistema de control.

4.6.2 Instalación existente

La planta cuenta con una instalación de control basada en una red de fibra óptica con configuración tipo anillo que comunica los principales autómatas de control, todos ellos de la marca Allen Bradley:

- *PLC-1*. Es el autómata maestro de la instalación, y se encuentra en el edificio de control.
- *PLC-2*. Situado en el edificio eléctrico que alberga el C.T. Nº2, en la sala de cuadros eléctricos.
- *PLC-3*. Instalado en la sala eléctrica del edificio de fangos, anexo al CCM-3G.
- *PLC-1LL*. Autómata instalado junto al CCM 1LL, que se halla en la caseta sobre las cámaras de mezcla y floculación.

Además, la preozonización dispone de su propio autómata master, que se comunica a través de cable de cobre y protocolo Profibus DP con el PLC-1LL. Cuando tenga lugar la

ampliación, se sustituirá el anterior autómata master por uno nuevo de mayor capacidad, que controlará los procesos de preozonización y postozonización completos. Este nuevo autómata master se integrará en la red de control de la planta. Se aprovecha a su vez esta reforma para mejorar esta integración, que en vez de realizarse vía PLC-1LL tal y como se desarrolla actualmente, se ejecutará mediante una tirada de fibra óptica nueva e independiente hasta el PLC-1.

Aparte, existe un autómata de telecontrol en CT nº 1 para conexión con el centro de control de CYIIG, que se mantendrá igual.

Debido a las obras, se generan las siguientes nuevas señales en los PLCs existentes:

AUTÓMATA PROGRAMABLE		E/D	S/D	E/A	S/A
PLC-1LL	Nuevas señales	62	14	2	6
	Tarjetas a instalar	32 E/D	32 S/D	4 E/A	4 S/A
		2	0	0	2
PLC-2	Nuevas señales	43	10	1	3
	Tarjetas a instalar	32 E/D	32 S/D	4 E/A	4 S/A
		1	0	0	0
PLC-3	Nuevas señales	25	2	2	2
	Tarjetas a instalar	32 E/D	32 S/D	4 E/A	4 S/A
		0	0	0	0

Para el autómata de control PLC-1LL, la CPU dispone de capacidad suficiente para esta ampliación, si bien sí que habrá que ampliar la instalación con los siguientes ítems, necesarios para acoger las nuevas señales previstas (62 Entradas Digitales, 14 Salidas Digitales, 2 Entradas Analógicas, 6 Salidas Analógicas):

- Chasis modular de 7 slots, para lo que se dispone de hueco suficiente en el armario.
- Cable de interconexión de chasis.
- Fuente de alimentación.
- 2 módulos digitales de 32 ED cada uno.
- 2 módulos analógicos de 4 SA cada uno.
- Aparellaje auxiliar (bornas, relés, cables, etc) para ejecutar la interfaz entre las señales y el PLC.

- Para las Salidas Digitales y las Entradas Analógicas no será necesaria tarjeta nueva alguna pues todavía se dispone de reserva suficiente.

El autómata de control PLC-2, sufre un incremento de 43 Entradas Digitales, 10 Salidas Digitales, 1 Entrada Analógica y 3 Salidas Analógicas, que el autómata puede acoger sin más que instalar 1 módulo digital de 32 ED con su correspondiente aparellaje auxiliar, pues para el resto de señales dispone de reservas instaladas.

El PLC-3, se incrementa en: 25 Entradas Digitales, 2 Salidas Digitales, 2 Entradas Analógicas y 2 Salidas Analógicas. Según se ha comprobado, el autómata dispone de capacidad y señales de reserva suficientes para cubrir estas necesidades.

4.7 Instrumentación

Sobre la base de las características de explotación de esta planta, se han seleccionado los equipos que se señalan a continuación:

EQUIPO DE INSTRUMENTACIÓN	Ud.
CCM-1LL (alimentado desde CCM-1G)	
Nueva instalación coag. sulfato alúmina	
CAUDALÍMETRO ELECTROMAGNÉTICO	2
CCM-2G	
Nueva instalación reactivo peróxido hidrógeno	
CAUDALÍMETRO ELECTROMAGNÉTICO	1
CCM PANEL AMPLIACIÓN OZONIZACIÓN	
Generación de ozono - ampliación	
MEDIDOR DE FUGAS DE OZONO	2
MEDIDOR OZONO ALTA CONCENTRACIÓN	1
Cámara de preozonización - reparto de gas	
MEDIDOR DE OZONO DISUELTO	1
CAUDALÍMETRO DE GAS POR LÍNEA	2
CAUDALÍMETRO DE GAS POR CÁMARA	4
Cámara de ozonización intermedia - reparto de gas	
MEDIDOR DE OZONO DISUELTO	1
CAUDALÍMETRO DE GAS POR LÍNEA	2
CAUDALÍMETRO DE GAS POR CÁMARA	4
CCM-3G	
Bombeo escurridos confinados a espesamiento	
MEDIDOR DE NIVEL ULTRASÓNICO	1
BOYAS DE NIVEL	3
CAUDALÍMETRO ELECTROMAGNÉTICO	1

5 PLAN DE OBRA

En el *Anejo nº 13 Plan de Obra*, se incluye un programa orientativo de la ejecución de las obras proyectadas.

El citado plazo de ejecución se ha fijado en diecisiete (17) meses, contados a partir del día siguiente al de la firma del Acta de Comprobación del Replanteo; no obstante, el plazo de ejecución de las obras definitivo será el que se fije en el Contrato.

Además, finalizada la ejecución de las obras tendrá lugar una puesta en marcha de un (1) mes de duración y un plazo de garantía de doce (12) meses.

6 DISPONIBILIDAD DE TERRENOS

Las obras incluidas en el presente proyecto se ejecutan dentro de los límites de la parcela que actualmente ocupa la E.T.A.P. de Santillana, sin necesidad de disponer de nuevos terrenos.

7 MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES DE CANAL ISABEL II GESTIÓN

En los *Anejo nº18 Medidas de prevención y seguridad en las instalaciones de Canal de Isabel II Gestión S.A.* y *Anejo nº19 Señalización corporativa para instalaciones de Canal de Isabel II Gestión S.A.* se incluyen las medidas de prevención y de seguridad, así como la señalización corporativa que el Contratista deberá cumplir e instalar durante la ejecución de las obras, al realizarse éstas dentro de una instalación que pertenece a Canal de Isabel II Gestión.

8 TRAMITACIÓN AMBIENTAL

Con fecha 13/03/2015 la Dirección General de Medio Ambiente del Medio Ambiente de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Comunidad de Madrid **informa favorablemente la actuación**, con el condicionado establecido en informes anteriores:

- Se evitará, en la medida de lo posible, la eliminación de vegetación arbórea, especialmente de encina.
- Se realizarán las obras necesarias en período diurno y en los meses comprendidos entre agosto y marzo.

9 ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

Para dar cumplimiento al Real Decreto 105/2008 de 1 de febrero por el que se regula la producción y demolición de residuos, se incluye un estudio de producción y gestión de residuos en el *Anejo nº16 Gestión de residuos*.

10 DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA

En cumplimiento del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (R.D. 1098/2001 de 12 de Octubre), se manifiesta que el presente proyecto se refiere a una obra completa en el sentido exigido en el artículo 125 del citado Reglamento, ya que comprende todos y cada uno de los elementos precisos para la utilización de las obras, siendo susceptibles de ser entregadas al uso público.

11 CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

De acuerdo con los artículos 25 y 26 del Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, para la ejecución de las obras e instalaciones incluidas en el presente proyecto se requiere la siguiente clasificación:

GRUPO K: Especiales.

SUBGRUPO 8: Estaciones de tratamiento de aguas.

CATEGORÍA: F: cuando la anualidad media exceda de 2.400.000 euros.

12 RESUMEN DE PRESUPUESTOS

1. OBRA CIVIL	2.316.387,48
2. EQUIPOS MECÁNICOS	2.892.953,35
3. EQUIPOS ELÉCTRICOS, CONTROL Y AUTOMATISMOS	798.370,85
4. INSTALACIONES PROVISIONALES PARA MANTENIMIENTO DE LA EXPLOTACIÓN	13.909,20
5. PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN	78.577,41
6. MEDIDAS CORRECTORAS Y DE PROTECCIÓN AMBIENTAL	50.855,75
7. ACTUACIONES IMPREVISTAS	404.980,00
8. REDACCIÓN DE PROYECTOS/INFORMES, VISADOS Y GESTIÓN DE PERMISOS	82.500,00
9. SEGURIDAD Y SALUD	167.842,06
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	6.806.376,10
13,00 % Gastos generales	884.828,89
6,00 % Beneficio industrial	408.382,57
SUMA DE G.G. y B.I.	1.293.211,46
TOTAL PRESUPUESTO BASE LICITACIÓN (SIN IVA)	8.099.587,56

Asciende el presente Presupuesto Base de Licitación (excluido I.V.A.) a la expresada cantidad de ocho millones noventa y nueve mil quinientos ochenta y siete euros con cincuenta y seis céntimos.

13 DOCUMENTOS DE QUE CONSTA EL PRESENTE PROYECTO

Documento nº1: Memoria y anejos

Memoria

- Anejo 1. Características principales del proyecto
- Anejo 2. Estudio de alternativas
- Anejo 3. Geotecnia
- Anejo 4. Topografía
- Anejo 5. Cálculos de proceso
- Anejo 6. Cálculos hidráulicos
- Anejo 7. Cálculos estructurales
- Anejo 8. Cálculos eléctricos
- Anejo 9. Automatismos y control
- Anejo 10. Adecuación de las instalaciones de reactivos a la normativa ITC-APQ-6
- Anejo 11. Estudio de actuaciones de mejora adicionales
- Anejo 12. Estudio de Seguridad y Salud
- Anejo 13. Plan de obra
- Anejo 14. Relaciones del contratista con la Dirección de Obra
- Anejo 15. Control de calidad
- Anejo 16. Gestión de residuos
- Anejo 17. Protección contra incendios
- Anejo 18. Medidas de prevención y seguridad en las instalaciones del Canal de Isabel II Gestión
- Anejo 19. Señalización corporativa para instalaciones de Canal de Isabel II Gestión
- Anejo 20. Autorizaciones administrativas
- Anejo 21. Tramitación ambiental
- Anejo 22. Estudio de interferencias

Anejo 23. Documentación a entregar por el Contratista

DOCUMENTO Nº2. PLANOS

DOCUMENTO Nº3. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

A) Pliego de Prescripciones Técnicas Generales

B) Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares

B.1) Fichas Técnicas Particulares de Equipos Electromecánicos

B.2) Fichas Técnicas Particulares de Equipos Eléctricos

B.3) Fichas Técnicas Particulares de Equipos de Automatización y Control

DOCUMENTO Nº4. PRESUPUESTOS

Mediciones

Cuadro de precios nº1

Cuadro de precios nº2

Presupuestos parciales

Presupuestos generales

14 CONCLUSIÓN

El contenido del presente proyecto se ajusta al contenido del artículo 123 del Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos del Sector Público.

Madrid, Julio de 2016

EL INGENIERO AUTOR
DEL PROYECTO



Fdo: Pablo Hernández
Lehmann

LA DIRECTORA
DEL PROYECTO



Fdo: Guadalupe Oñate
Lorente

VºBº JEFA DE ÁREA DE
PROYECTOS DE
ABASTECIMIENTO



Fdo: Miriam Fernández
Lara

ANEJO N°1
CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

ÍNDICE

1 DATOS GENERALES	1
1.1 Objeto del proyecto	1
1.2 Ámbito geográfico	2
1.3 Condicionantes medioambientales	2
1.4 Puntos de conexión con el exterior	4
1.4.1 Llegada de agua bruta	4
1.4.2 Salida de agua tratada	5
1.4.3 Punto de enganche de energía eléctrica	5
1.4.4 Camino de acceso a la E.T.A.P.	5
1.4.5 Telefonía	5
2 ELEMENTOS PRINCIPALES DEL PROYECTO	6
2.1 Instalaciones existentes	6
2.2 Reformas en las instalaciones existentes	7
2.3 Nuevas instalaciones a realizar	10
2.4 Mantenimiento de la planta en explotación durante la ejecución de las obras	11
3 PRESUPUESTOS	12
3.1 Presupuesto de ejecución material	12
3.2 Presupuesto base de licitación	12
ANEXO 1: SITUACION Y EMPLAZAMIENTO	14
ANEXO 2: IMPLANTACIONES. ESTADO DEFINITIVO	16

1 DATOS GENERALES

1.1 Objeto del proyecto

El objeto del presente proyecto consiste en estudiar diversas alternativas para desarrollar las actuaciones de mejora de las deficiencias detectadas en las instalaciones de la planta, y definir las obras e instalaciones necesarias para cada una de las soluciones adoptadas. Las actuaciones de mejora se enumeran a continuación:

- Ozonización. Mejora de la preozonización hasta alcanzar una dosis máxima de 4 mg O₃/l con un tiempo de contacto suficiente, y reforma de la ozonización intermedia para una dosis de diseño de 1,5 mg O₃/l.
- Coagulante. Adecuación del almacenamiento y dosificación de sulfato de alúmina al Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos, aprobado por el Real Decreto 379/2001.
- Peróxido de hidrógeno. Se propone su dosificación previa a la ozonización intermedia para dotar a la planta de un tratamiento de oxidación avanzada.
- Mejora de la conducción común de purga de fangos decantados y agua sucia de lavado de filtros de arena.
- Separación de los escurridos de la deshidratación, ricos en acrilamidas, del proceso de espesamiento conjunto de fangos decantados y agua de lavado de filtros.
- Decantadores pulsator. Sustitución de las placas tranquilizadoras, ampliación de la arqueta y sustitución de las válvulas de vaciado, y renovación de los pilares de las pasarelas metálicas, los cuales presentan corrosión.
- Filtros de arena. Reparación del falso fondo así como una rehabilitación de los paramentos verticales de doce de los catorce filtros existentes.
- Dosificación de reactivos en el agua tratada. Comprende la adición de nuevos puntos de dosificación, la sustitución de las tuberías a la salida del tratamiento de afino y la mejora de la instalación de neutralización de cloro.
- Reforma del bombeo a la residencia cercana de forma que el agua impulsada reciba el total de los tratamientos disponibles en la planta.

- Bombeo a filtración por carbón activo. Se prevé dotar a las bombas de un revestimiento interior para protegerlas contra las posibles agresiones de la nueva dosificación previa tanto de peróxido de hidrógeno como de ozono.
- Nueva plataforma para la maniobra de camiones con destino a fangos y/o carga de reactivos.
- Filtración por carbón activo. Se prevé la sustitución de las placas de tramex ciego perimetrales a los filtros, la rehabilitación de los paramentos y solera interiores de los filtros, y el sellado y el pintado en color verde de la cubierta del edificio.
- Adecuación del actual Centro de Seccionamiento de Iberdrola de 20 kV que alimenta el C.T. Elevadora Santillana III que también se reforma, para el incremento de potencia solicitado y para su adaptación a la normativa de Compañía.
- Construcción de un nuevo Centro de Conmutación 20/15 kV y nuevas líneas de media tensión para dotar la planta de un doble suministro de acuerdo con el Plan Sanitario.
- Modificaciones en la planta consecuencia de las actuaciones indicadas, que afectan a los cuadros eléctricos y autómatas de control existentes.
- Reforma de la tubería de fecales de la planta.
- Acondicionamiento del camino de acceso tras las obras.

1.2 Ámbito geográfico

La E.T.A.P. de Santillana se localiza en el término municipal de Manzanares El Real. Está ubicada al sur del embalse del mismo nombre a unos 300 m del mismo.

La remodelación de la E.T.A.P. se realizará en el interior de la parcela citada, utilizando la superficie disponible y no ocupada por la planta actual.

1.3 Condicionantes medioambientales

A continuación se realiza un resumen de la tramitación en materia ambiental seguida por el presente proyecto.

03/11/2006 Consulta a la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental de la Consejera de Medio Ambiente y Ordenación del territorio de la Comunidad de Madrid

sobre la necesidad de sometimiento del proyecto "Construcción del tratamiento de afino y otras mejoras en la ETAP de Santillana", a trámite de evaluación ambiental.

14/02/2006 La Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental de la Consejera de Medio Ambiente y Ordenación del territorio **Resuelve la no necesidad de procedimiento de evaluación ambiental** al proyecto "Construcción del tratamiento de afino y otras mejoras en la ETAP de Santillana", cumpliendo los siguientes **condicionantes**:

- se contará con informe favorable del Patronato del Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares.
- se evitará, en la medida de lo posible, la eliminación de vegetación arbórea, especialmente de encina.
- se realizarán las obras necesarias en período diurno y en los meses comprendidos entre agosto y marzo.

01/08/2014 Consulta a la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental de la Consejera de Medio Ambiente y Ordenación del territorio de la Comunidad de Madrid sobre la necesidad de sometimiento del proyecto de construcción Mejoras en la ETAP de Santillana, a trámite de evaluación ambiental.

21/10/14 La Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental de la Consejera de Medio Ambiente y Ordenación del territorio comunica que el proyecto "Mejoras en la ETAP de Santillana", **no precisa someterse a ningún trámite ambiental**.

- Serán de **aplicación las condiciones establecidas en la resolución "caso por caso"** de 14 de febrero de 2006.
- Dado que se ubica en el LIC "Cuenca del Río Manzanares" y en el Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares" **se deberá contar con informe favorable de la Dirección General de Medio Ambiente**, como órgano competente en la gestión de dichos espacios protegidos.

02/02/2015 Consulta a la D. G. de Medio Ambiente, para la obtención de **informe favorable** de dicha Dirección General, como órgano competente en la gestión de los espacios protegidos LIC "Cuenca del Río Manzanares" y en el Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares.

13/03/2015 la D. G. de Medio Ambiente **informa favorablemente la actuación**, con el condicionado establecido en informes anteriores:

- se evitará, en la medida de lo posible, la eliminación de vegetación arbórea, especialmente de encina.
- se realizarán las obras necesarias en período diurno y en los meses comprendidos entre agosto y marzo.

1.4 Puntos de conexión con el exterior

1.4.1 Llegada de agua bruta

En la actualidad, el agua bruta se capta desde el Embalse de Santilla por medio de un obturador que se emplea para destruir la energía residual del embalse contra una piscina de disipación. Esta piscina aporta la cota inicial disponible para la piezométrica de la conducción hacia la E.T.A.P.

El obturador es una realmente una válvula de boya. Es decir, una boya flotante obtura mediante una biela la salida desde la presa. Por tanto la apertura de dicha "válvula" está íntimamente relacionada con el nivel en que flota la boya. Éste nivel tiene que disminuir para que la válvula aumente su apertura y por tanto el nivel disminuye con los dos siguientes factores:

- Cuanto mayor caudal se extrae de la presa, menor nivel.
- Cuanta menos carga residual exista en el embalse, menor nivel, aunque se esté manteniendo constante el caudal extraído.

Además del funcionamiento anteriormente comentado, el obturador tiene la posibilidad de funcionar "en Danaïde" manteniéndose en este caso a nivel constante independizando la cámara de flotación respecto del nivel en la piscina, lo que se consigue estableciendo un caudal continuo de purga en la cámara de flotación y haciendo que el agua entre a dicha cámara por vertido. La diferencia entre la curva de descarga de un vertedero y un orificio es el fundamento de este sistema.

Desde la arqueta en la que se encuentra el obturador, el agua atraviesa unos tamices de algas; y partiendo de ellos, mediante una conducción de hormigón armado de 1,5 metros de diámetro el agua bruta llega a la planta.

1.4.2 Salida de agua tratada

El agua tratada por la planta se transporta por el denominado Canal de Santillana para servir de suministro a diferentes localidades de la Comunidad de Madrid.

1.4.3 Punto de enganche de energía eléctrica

Actualmente se alimenta la E.T.A.P. desde una línea de CANAL DE ISABEL II GESTIÓN de 15 kV, proveniente de la minicentral hidroeléctrica de Navallar. Por otro lado, la elevadora Santillana III, dentro del recinto de la E.T.A.P., se alimenta desde una línea de media tensión soterrada de 20 kV que parte de un Centro de Seccionamiento de Iberdrola.

Durante las obras se adecuará el suministro eléctrico al nuevo Plan Sanitario de aplicación a E.T.A.P. Este establece que estas instalaciones dispondrán, a ser posible, de doble suministro de red además de grupo electrógeno. Actualmente se está alimentando la planta en 15 kV desde la línea proveniente de la minicentral de Navallar. Para alimentar también desde la línea de 20 kV de Iberdrola, se ha solicitado a Compañía ampliación de potencia a 2.800 kW, que implica reformar el Centro de Seccionamiento. Además, se prevé un Centro de Conmutación con 2 alimentadores: el del Navallar (15 kV, preferente) y el de Iberdrola (20 kV transformados a 15 kV).

1.4.4 Camino de acceso a la E.T.A.P.

El acceso actual se efectúa desde la carretera M-607, que une Colmenar Viejo con Soto del Real, utilizando la salida indicada como "*Centro penitenciario / Instalaciones Canal de Isabel II*" y siguiendo las indicaciones de "*Instalaciones Canal de Isabel II*"

1.4.5 Telefonía

La planta dispone de líneas de teléfono operativas, no precisando realizar actuación alguna en este sentido.

2 ELEMENTOS PRINCIPALES DEL PROYECTO

2.1 Instalaciones existentes

La ETAP de Santillana se compone de diferentes elementos ejecutados en distintas fases. Cronológicamente, la evolución de la planta se puede resumir como sigue:

1972	Puesta en servicio
1988	Automatización, construcción de instalaciones para dosificar el dióxido de cloro, permanganato potásico, carbón activo en polvo y sistema de ozonización intermedia.
1999	Renovación del sistema informático y automatización, ampliación de la capacidad de filtración en un 16% y modificación de los puntos de ozonización
2007	Pretratamiento de eliminación de algas mediante sistema de mallas filtrantes en la obra de toma del embalse
2007/2008	Remodelación de instalaciones de decantación, ampliación de la instalación de secado de fangos y nuevo sistema de preozonización a partir de oxígeno líquido. Construcción de etapa de afino mediante filtros de carbón activo.

La capacidad máxima de tratamiento de la planta es de 4 m³/s y las fases del proceso de tratamiento de agua son las siguientes:

- Tamizado de algas mediante filtros de malla en la obra de toma del embalse.
- Preozonización a partir de oxígeno líquido.
- Preoxidación-precloración.
- Coagulación-floculación.
- Sedimentación mediante decantadores tipo Pulsator.
- Filtración rápida sobre arena.
- Ozonización intermedia (fuera de servicio).
- Afino mediante filtración sobre carbón activo.
- Ajuste de pH.
- Desinfección.

Como reactivos, en la actualidad se dispone de los siguientes: ozono y/o permanganato potásico en preoxidación, cloro y/o dióxido de cloro en precloración, sales de aluminio y/o carbón activo en polvo en la fase de coagulación, coadyuvantes de floculación en la fase

de floculación, hidróxido cálcico en la fase de ajuste de pH final, y cloraminas en la fase de desinfección final.

La planta de tratamiento de fangos cuenta con el siguiente proceso:

- Mezcla en dos depósitos de homogeneización de 800 m³.
- Espesamiento por gravedad (dos espesadores de 15,35 m de diámetro) y flotación (dos flotadores de 11,35 m de diámetro).
- Deshidratación mecánica (centrifugado) mediante tres decantadoras centrífugas de capacidad unitaria 25 m³/h.
- Almacenamiento en 3 silos de 50 m³ de capacidad unitaria.

2.2 Reformas en las instalaciones existentes

Una vez ejecutada las obras e instalaciones objeto de este proyecto, la E.T.A.P. seguirá funcionando con elementos existentes, sobre los que se realizarán las siguientes reformas:

Línea de agua

- Ozonización. Demolición de las cámaras de preozonización y del edificio y las cámaras de ozonización intermedia. Construcción de nuevas cámaras con tiempos de retención a caudal máximo (4 m³/s) de 3,96 y 6,06 minutos respectivamente. Ampliación del edificio de generación para albergar los nuevos generadores, capaces de suministrar 19,37 kgO₃/h por unidad
- Decantadores pulsator. Sustitución de las placas tranquilizadoras de acero galvanizado por unas nuevas de PVC y ampliación de la arqueta y sustitución de doce válvulas de vaciado DN250 y renovación de los pilares de las pasarelas metálicas.
- Filtros de arena. Reparación del falso fondo así como una rehabilitación de los paramentos verticales de doce de los catorce filtros existentes.
- Bombeo a filtración por carbón activo. Revestimiento interior de protección anticorrosiva epoxi bicomponente para su protección frente a la nueva dosificación de peróxido de hidrógeno y ozono. Se realizará también la sustitución de juntas, rodamientos y anillos de desgaste.

- Filtración por carbón activo. Se prevé la sustitución de las placas de tramex ciego, la rehabilitación de los paramentos y solera interiores de los filtros, y el sellado de la cubierta del edificio.

Línea de fangos

- Desdoblamiento de la conducción común de purga de fangos decantados y agua sucia de lavado de filtros de arena desde los canales de recogida hasta la arqueta de reparto a depósitos de homogenización mediante una tubería de fundición dúctil para saneamiento PFA 35 DN300.
- Aislamiento de uno de los espesadores de gravedad para recibir el nuevo bombeo de dos (1+1) bombas centrifugas sumergibles de caudal unitario **58,50** m³/h a 7,03 mca procedente de los escurridos de la deshidratación del proceso de espesamiento conjunto de fangos y agua de lavado de filtros. Construcción de la arqueta que alojará las mencionadas bombas.

Dosificación de reactivos

- Dosificación de reactivos en el agua tratada. Adición de nuevos puntos de dosificación y la sustitución de las tuberías a la salida del tratamiento de afino y la mejora de la instalación de neutralización de cloro.

Equipos eléctricos y control

- Reforma del Centro de Seccionamiento 20 kV de Iberdrola existente, que da servicio a la Elevadora Santillana III: retirar las tres celdas de línea de entrada, salida y seccionamiento, además de la celda de transformador de servicios auxiliares existente, instalar un conjunto 3L+1A para Telemando 3L+1A-SF6-24-TELE según norma Iberdrola, formado por tres celdas de línea motorizadas, una celda de ruptofusible con un transformador de 650 VA para servicios auxiliares de compañía, un armario de control y un armario de comunicaciones. También se repondrá la celda de salida a la ETAP para que pueda alojarse en el espacio disponible, una nueva celda de salida que incorporará un transformador de 650 VA para servicios auxiliares de cliente.
- Reforma del Centro de Transformación "Elevadora Santillana III", se modificará añadiendo una celda de interruptor de la que partirá una línea subterránea de 20 kV hasta el Centro de Conmutación. En el CCM Santillana III se añadirá una salida para el grupo de presión de bombeo a Residencia.

- Reforma de las líneas de 15 kV (Navallar) de alimentación a la planta: Tendido de líneas desde el centro de conmutación al apoyo n° 36. Mediante catas se localizará el tramo subterráneo que une el apoyo n° 36 con el apoyo n° 37. Se abrirá una arqueta para poder cortar y empalmar los cables. Tendido de líneas en tramo subterráneo desde el centro de conmutación a la arqueta de empalme. Descargo de la línea de 15 kV. Desmontaje de cables del tramo desde el apoyo n° 36 hasta la arqueta. Corte de cables en la arqueta. Empalme en arqueta de los cables de salida del centro de conmutación y la línea subterránea que unen con el apoyo n° 37. Conexión de los cables del centro de conmutación a los terminales aéreos del apoyo n° 36. Conexión en ambos extremos de los cables que unen el centro de conmutación con el CT Santillana III (20 kV).
- Los Centros de Transformación C.T. n°1 (Potables) situado en edificio acondicionado, frente al edificio de control, C.T. n°2 (Reactivos) situado en edificio acondicionado, frente a ozonización, y C.T. n°3 (Fangos) situado en edificio acondicionado, junto a los espesadores de fangos, siguen siendo válidos. Únicamente se regulará en el Cuadro General de Distribución C.G.B.T. n°2, asociado al C.T. n°2, el interruptor automático de 1.600 A a 630 A. Este interruptor actualmente alimenta al CCM "Panel Postozonización", que está fuera de servicio, y que se va a sustituir por el nuevo CCM "Panel Ampliación Ozonización".
- Ampliación del Centro de Control de Motores CCM-1LL con las salidas necesarias para los equipos de trasvase y dosificación del coagulante sulfato de alúmina. Todo este equipamiento supone un incremento de potencia de únicamente 13 kW, por lo que tanto el embarrado como la acometida del CCM-1LL siguen siendo válidos.
- Ampliación del Centro de Control de Motores CCM-2G con las salidas necesarias para el reactivo peróxido de hidrógeno, para las bombas de refrigeración de los dos nuevos generadores de ozono, y el grupo de presión contra incendios del edificio de peróxido de hidrógeno. Todo este equipamiento supone un incremento de potencia de únicamente 3 kW, por lo que tanto el embarrado como la acometida del CCM-2G también siguen siendo válidos.
- Ampliación del Centro de Control de Motores CCM-3G con las salidas necesarias para dos bombas de impulsión de escurridos de la deshidratación a espesamiento, y un cuadro local en el centro de conmutación. Todo este equipamiento supone un incremento de potencia de únicamente 13 kW, por lo que tanto el embarrado como la acometida del CCM-3G siguen siendo válidos.

- Conexión en las reservas de las tarjetas existentes, nuevas tarjetas de entradas y salidas analógicas y digitales, y programación en el SCADA existente de nuevas señales en los PLCs existentes PLC-1LL, PLC-2, y PLC-3.

Varios

- Reubicación del bombeo a la residencia cercana dentro del edificio del bombeo a Miraflores de la Sierra mediante la instalación de un nuevo grupo de 36 m³/h a una presión manométrica de 7 bar.
- Adecuación de la arqueta de fecales y pluviales de la planta. La actual conducción de fecales que pasa sobre las tuberías de agua de afino se colocará bajo las mismas utilizando una perforación horizontal dirigida.
- Acondicionamiento del camino de acceso tras las obras.

2.3 Nuevas instalaciones a realizar

Línea de agua

- Coagulante. Construcción de un nuevo edificio de almacenamiento y dosificación de sulfato de alúmina, toma de agua de servicios y línea de dosificación
- Peróxido de hidrógeno. Construcción de un nuevo edificio de almacenamiento y dosificación de peróxido de hidrógeno y línea de dosificación.

Equipos eléctricos y control

- Construcción de un nuevo Centro de Conmutación alojado en un edificio de obra cercano al apoyo nº 35 y nº36. Incluirá: una celda de entrada desde el C.T. Elevadora Santillana III a 20 kV, una celda de protección general, una celda de medida, una celda de línea de salida al transformador, un transformador 20/15 kV de 3.000 kVA en éster vegetal orgánico, una celda de línea de entrada motorizada desde el transformador (alimentador IBERDROLA), enclavada con la entrada del alimentador Navallar, una celda de línea de entrada motorizada desde la línea Navallar (alimentador Navallar), enclavada con la celda anterior, un controlador de celdas programable que realiza las conmutaciones del alimentador IBERDROLA y el alimentador Navallar, y el deslastre de líneas en falta, una celda de interruptor

automático de salida del centro de conmutación que se conectará a una línea que se empalmará a la línea soterrada que unía el apoyo nº 36 con el apoyo nº 37.

- Nuevo Centro de Control de Motores “Panel Ampliación Ozonización”, se instalará en la ampliación del edificio de generadores de ozono, y tendrá una potencia máxima absorbida de 375 kW. Por tanto, bastará con tarar el interruptor de 1.600 A del CBGT nº2 a una intensidad nominal de 630 A, y tirar una nueva línea de acometida desde el CBGT nº2 a este nuevo CCM.
- Nuevo PLC “Panel Ampliación ozonización”, y conexión a la red de fibra óptica de control existente.
- Nuevo módulo descentralizado en el centro de conmutación para las señales del cuadro de alarmas asociado a su transformador, interruptores y celdas.

Varios

- Nueva plataforma para la maniobra de camiones con destino a fangos o dosificación de reactivos.

2.4 Mantenimiento de la planta en explotación durante la ejecución de las obras

Las principales interferencias en la ejecución en la planta que requerirán de un corte puntual total serán aquellas relacionadas con la construcción y puesta en funcionamiento de las nuevas cámaras de preozonización y ozonización intermedia. El resto de las actuaciones requerirán paradas puntuales en la dosificación de reactivos o espesamiento o deshidratación de fangos exclusivamente el tiempo necesario para realizar las diferentes conexiones.

Por otra parte, y dada su relevancia, también conviene destacar que la reforma del centro de seccionamiento de 20 kV de Iberdrola, y la conexión y empalme de las nuevas líneas subterráneas de media tensión de la línea de 15 kV de Navallar al centro de Conmutación, se efectuarán en sendas paradas programadas de la planta.

3 PRESUPUESTOS

3.1 Presupuesto de ejecución material

1. OBRA CIVIL	2.316.387,48
2. EQUIPOS MECÁNICOS.....	2.892.953,35
3. EQUIPOS ELÉCTRICOS, CONTROL Y AUTOMATISMOS.....	798.370,85
4. INSTALACIONES PROVISIONALES PARA MANTENIMIENTO DE LA EXPLOTACIÓN....	13.909,20
5. PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN	78.577,41
6. MEDIDAS CORRECTORAS Y DE PROTECCIÓN AMBIENTAL	50.855,75
7. ACTUACIONES IMPREVISTAS	404.980,00
8. REDACCIÓN DE PROYECTOS/INFORMES, VISADOS Y GESTIÓN DE PERMISOS	82.500,00
9. SEGURIDAD Y SALUD	167.842,06
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	6.806.376,10

3.2 Presupuesto base de licitación

TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	6.806.376,10
13,00 % Gastos generales	884.828,89
6,00 % Beneficio industrial	408.382,57
SUMA DE G.G. y B.I.	1.293.211,46
TOTAL PRESUPUESTO BASE LICITACIÓN (SIN IVA)	8.099.587,56

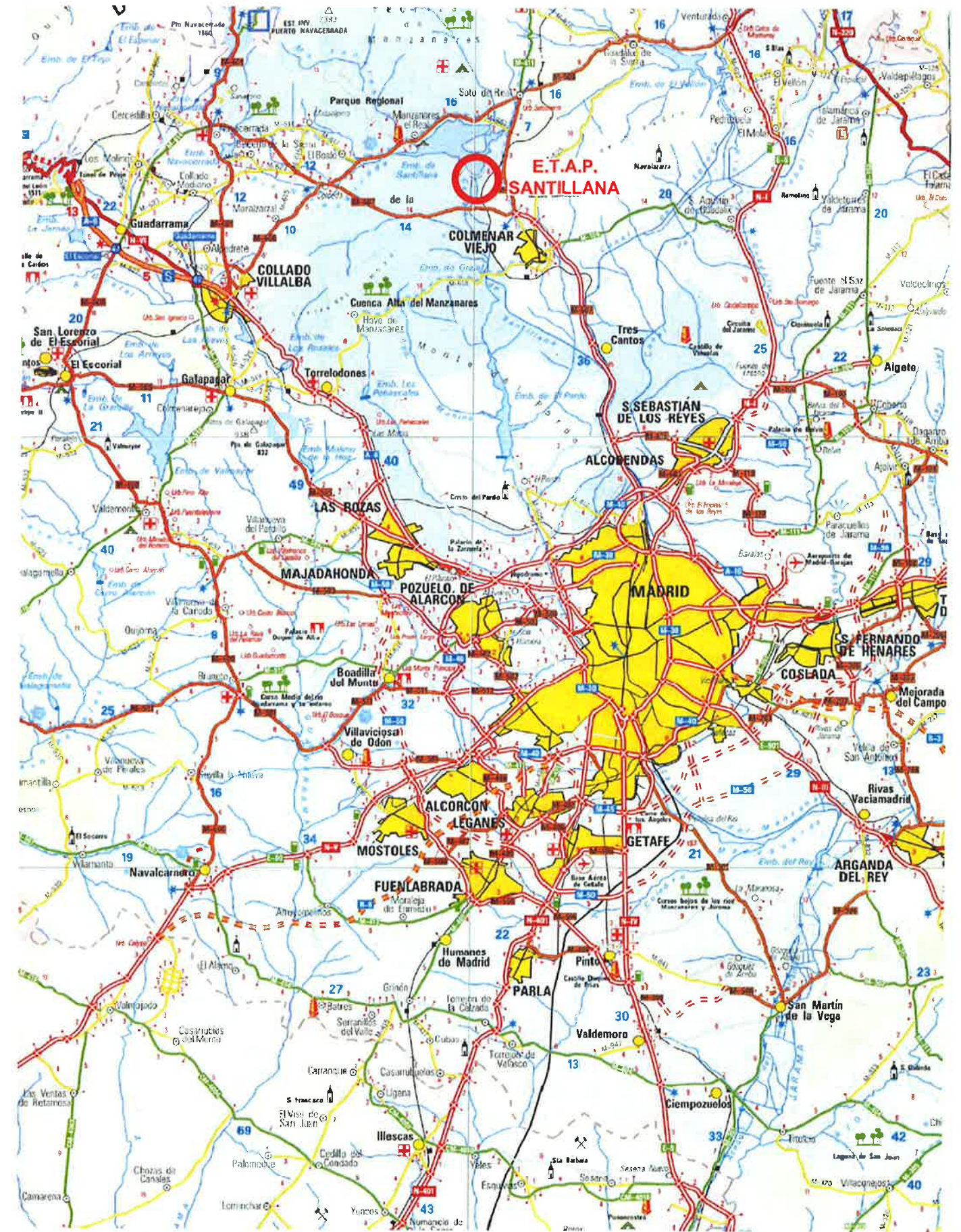
Asciende el presente Presupuesto Base de Licitación (excluido I.V.A.) a la expresada cantidad de ocho millones noventa y nueve mil quinientos ochenta y siete euros con cincuenta y seis céntimos.

CARACTERISTICAS PRINCIPALES

ANEXO 1: SITUACION Y EMPLAZAMIENTO

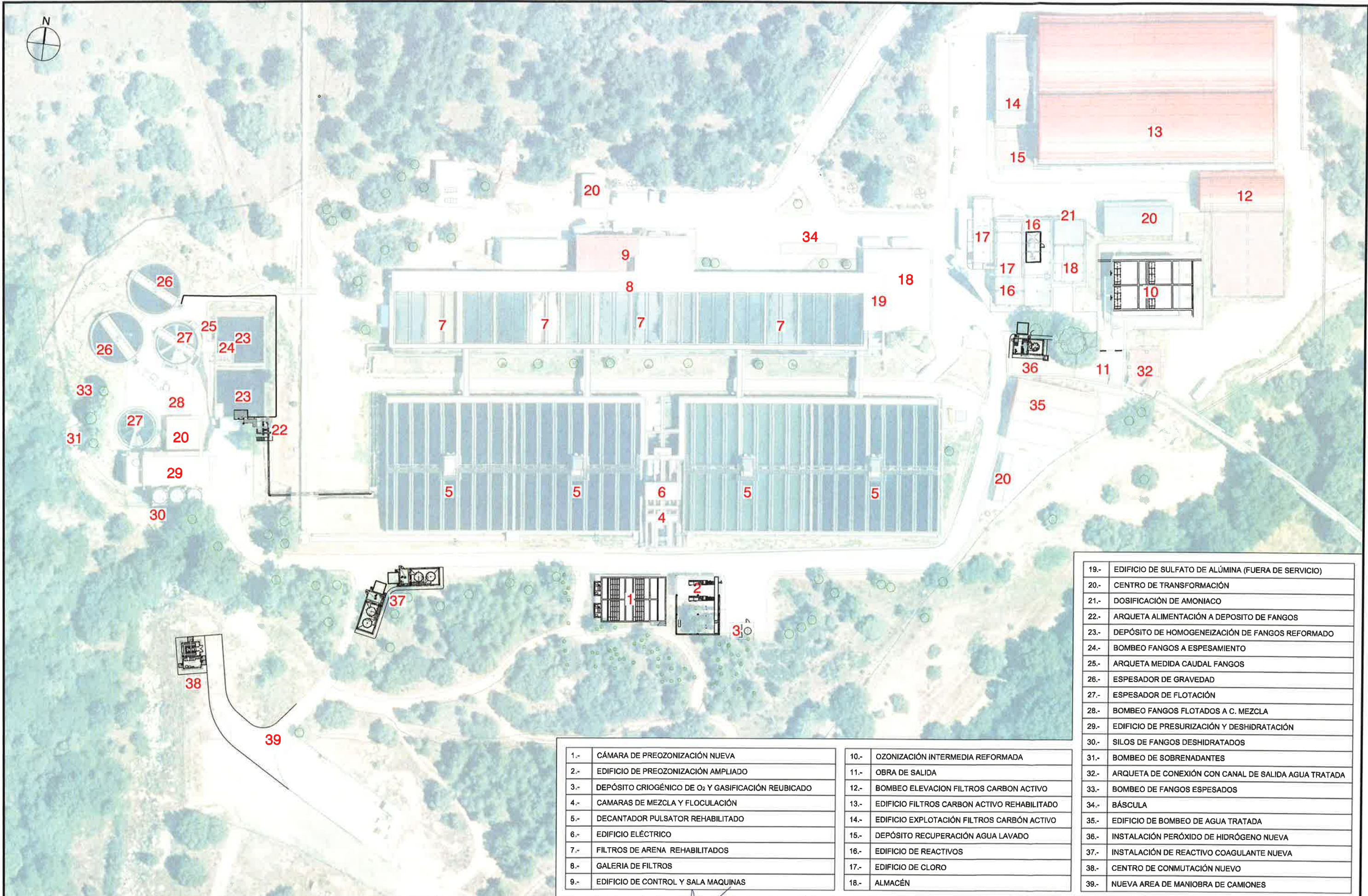


LOCALIZACIÓN EN ESPAÑA
ESCALA 1/10.000.000



LOCALIZACIÓN EN MADRID
ESCALA 1/300.000

ANEXO 2: IMPLANTACIONES. ESTADO DEFINITIVO



ANEJO N°2
ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN	1
2 OZONIZACIÓN	2
2.1 Introducción	2
2.2 Estudio de alternativas	2
2.2.1 Cámara de preozonización	2
2.2.2 Estación de generación de ozono	3
2.2.3 Cámara de ozonización intermedia	4
3 ALMACENAMIENTO Y DOSIFICACIÓN DEL REACTIVO COAGULANTE SULFATO DE ALÚMINA	6
3.1 Introducción	6
3.2 Estudio de alternativas	6
3.2.1 Emplazamiento	6
3.2.2 Estructuración del almacenamiento	7
3.2.3 Tipología del edificio	8
4 DECANTADORES PULSATOR	10
4.1 Introducción	10
4.2 Estudio de alternativas	10
5 FILTROS DE ARENA	12
5.1 Introducción	12
5.2 Estudio de alternativas	12
6 ALMACENAMIENTO Y DOSIFICACIÓN DEL REACTIVO OXIDANTE PERÓXIDO DE HIDRÓGENO	13
6.1 Introducción	13
6.2 Estudio de alternativas	13

6.2.1 Emplazamiento del edificio	13
6.2.2 Tipología del edificio	14
7 DOSIFICACIÓN DE REACTIVOS EN EL AGUA TRATADA	15
7.1 Introducción	15
7.2 Estudio de alternativas	16
8 BOMBEO A RESIDENCIA	17
8.1 Introducción	17
8.2 Estudio de alternativas	17
9 CONDUCCION PRINCIPAL DE RECOGIDA DE FANGOS	19
9.1 Introducción	19
9.2 Estudio de alternativas	20
10 CONFINAMIENTO DE LOS ESCURRIDOS DE LA DESHIDRATACIÓN	22
10.1 Introducción	22
10.2 Estudio de alternativas	22

1 INTRODUCCIÓN

En los siguientes apartados se justifican las alternativas seleccionadas para las distintas actuaciones de mejora objeto de este proyecto en las que se han contemplado diversas posibles soluciones.

2 OZONIZACIÓN

2.1 Introducción

La ozonización en la planta está distribuida en dos puntos: preozonización a la entrada a planta, y ozonización intermedia tras la filtración en arena.

La dosis necesaria de ozono en la etapa de preozonización asciende a un máximo de 4 mgO₃/l para el caudal de diseño de la planta (4 m³/s), el cual no se puede suministrar con la estación de generación de ozono existente, ni con las parrillas de difusores disponibles ni con el destructor de ozono existente. Por tanto, se deberá aumentar la capacidad de la generación de ozono y sustituir o ampliar el equipamiento de la cámara.

El tiempo de retención en la cámara de preozonización es muy escaso, y con las dosis actuales de ozono (inferiores a la máxima de diseño de 4 mg/l) tienen lugar fugas de ozono en la cámara de mezcla posterior. Por ello, es imprescindible aumentar el volumen útil de esta cámara.

La ozonización intermedia, que se encuentra fuera de servicio y con un equipamiento obsoleto y en mal estado, debe ser sustituida por una nueva instalación capaz de suministrar una dosis de 1,5 mgO₃/l para el caudal de diseño de 4 m³/s, con un volumen de contacto tal que el tiempo de retención esté en torno a los 6 minutos.

2.2 Estudio de alternativas

2.2.1 Cámara de preozonización

Se han barajado principalmente dos alternativas con el objeto de aumentar y mejorar la difusión de ozono en la entrada a planta:

1. *Instalar un mezclador estático previo a la cámara de preozonización existente, con el fin de reducir el tiempo de retención necesario.*
2. *Aumentar el volumen de la cámara de preozonización, con el objeto de garantizar un tiempo de retención en la misma en torno a 4 minutos.*

La opción del mezclador estático se ha descartado pues su efecto de mezcla no consigue compensar el tiempo de contacto tan reducido que aporta la cámara actual.

Además, no se tiene la seguridad de que se disponga de un salto piezométrico suficiente como para instalarlo en cabecera de planta.

Por tanto, es la segunda alternativa la que se debe ejecutar para garantizar una correcta dilución del ozono en el agua bruta.

2.2.2 Estación de generación de ozono

Se han considerado principalmente dos alternativas con el objeto de aumentar la capacidad de producción de ozono, y así poder garantizar simultáneamente unas dosis máximas de 4 mg/l en preozonización y 1,5 mg/l en la ozonización intermedia:

1. *Aumentar la capacidad de producción de los generadores existentes.* Los generadores de la marca WEDECO instalados trabajan con una concentración de 148 g/Nm³ y una temperatura del agua de refrigeración de 20 °C. De esta manera, su capacidad de generación de ozono unitaria es la referida 11,87 kg/h. Esta capacidad se puede aumentar hasta 14,40 kg/h por generador bajando la concentración a 100 g/Nm³, manteniendo la temperatura de refrigeración en 20 °C.
2. *Ampliar el número de generadores de ozono existentes.* El edificio que alberga los tres (3) generadores existentes tiene unas dimensiones muy ajustadas, y carece del espacio suficiente para sustituir los generadores de WEDECO existentes por otros modelos de prestaciones superiores. Por ello, habría que ampliar el edificio existente, o ejecutar uno nuevo que pueda albergar una estación de generación de ozono de mayor capacidad.

Con la primera opción, lo único que se alcanzaría es una dosis máxima en preozonización de 3 mg/l para el caudal máximo de diseño de 4 m³/s, todo ello a costa de un aumento considerable en el consumo de oxígeno líquido por disminuir la concentración del ozono.

Por ello, se opta por la segunda alternativa. Aprovechando que la estación actual se tiene que ampliar de todos modos, se opta por ejecutar una estación de generación común para la preozonización y la ozonización intermedia, con lo que se evita una segunda instalación de oxígeno líquido en otro lugar de la planta para dar servicio a la ozonización intermedia.

Como ventaja adicional, la posibilidad de instalar los generadores de ozono para ambas ozonizaciones de manera conjunta, con un colector común desde el que derivar a las distintas cámaras, facilita el control del sistema y flexibiliza la explotación de la planta.

2.2.3 Cámara de ozonización intermedia

Es preciso renovar y poner en marcha la instalación de ozonización intermedia, con el objeto de atajar los problemas que presenta el agua del embalse en determinadas épocas del año. Para ello, es necesario garantizar una dosis de 1,5 mg/l de ozono, que se puede conseguir por varios métodos:

1. *Rehabilitación de los equipos existentes.*
2. *Sustitución de los generadores de ozono y aprovechamiento de la cámara de contacto existente.* Esta opción sólo se puede contemplar si las dimensiones y estado de la cámara de contacto existente son válidas para las nuevas necesidades.
3. *Demolición del edificio y aprovechamiento de la obra civil existente en lo posible.* Se estudia la demolición del edificio existente, y la ejecución de una cámara de contacto nueva aprovechando la obra civil de la existente. En este caso, los nuevos generadores de ozono necesarios se instalarían junto a los existentes de la preozonización.

Se opta por la última alternativa, por varias razones:

- La rehabilitación de la instalación existente no se ha considerado por considerarse una tecnología de producción de ozono obsoleta, y llevar los equipos demasiado tiempo fuera de servicio. Por ello sólo se contempla su sustitución.
- La segunda opción se ha descartado por varios motivos. Por un lado, la instalación de unos generadores de ozono aquí, en exclusiva para la ozonización intermedia, significaría tener que instalar un segundo parque de oxígeno en la planta, con su bahía de carga y descarga, y con las limitaciones estéticas y posiblemente ambientales que la altura del nuevo depósito generaría. Por otro lado, la disposición de las cuatro (4) líneas existentes, por las dimensiones y forma de cada cámara que las constituyen, no es la ideal para garantizar la correcta difusión del ozono para distintos caudales y dosis de trabajo. Además, las dimensiones de los accesos al edificio son muy reducidas para la instalación de los nuevos equipos necesarios para instalar una nueva estación de generación.

Se selecciona la tercera alternativa ya que se ha estudiado una disposición según la cual, aprovechando tanto la solera como los muros de las cámaras existentes, se pueden ejecutar unas nuevas cámaras con una geometría óptima para la instalación de las nuevas parrillas y garantizar así la mejor difusión y mezcla del ozono para todas las condiciones de operación posibles.

3 ALMACENAMIENTO Y DOSIFICACIÓN DEL REACTIVO COAGULANTE SULFATO DE ALÚMINA

3.1 Introducción

El coagulante que actualmente se utiliza en la planta es el sulfato de alúmina. La instalación de almacenamiento correspondiente se halla en el interior del edificio de reactivos anexo a los filtros de arena, y consiste en tres cubas de geometría rectangular.

Dicha instalación no cumple actualmente con el Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos, aprobado por el Real Decreto 379/2001, y en concreto con la Instrucción Técnica Complementaria MIE-APQ-6. Por ello, es necesario ejecutar una nueva instalación de almacenamiento y dosificación de prestaciones similares a las existentes actualmente.

3.2 Estudio de alternativas

3.2.1 Emplazamiento

Se han valorado varias alternativas a la hora de escoger la ubicación de la nueva instalación de almacenamiento:

1. La sustitución de la instalación actual en el propio edificio de reactivos se ha descartado por la dificultad de acondicionar esta zona a la normativa anteriormente señalada, además de por encontrarse excesivamente lejos del punto de dosificación del reactivo.
2. Por ello, se considera que la mejor situación es a lo largo del vial sur de la planta, situado entre la preozonización y la decantación, ya que en este lugar se dispone de espacio libre y está convenientemente cerca del punto de dosificación del coagulante.
3. En este vial, se ha escogido su extremo occidental, pues se pretende aprovechar la bifurcación que ahí presenta dicho vial para facilitar la maniobra de los camiones en las labores de carga de los depósitos, sin bloquear el acceso a la zona de fangos.



Emplazamiento escogido para los edificios de almacenamiento del coagulante.

3.2.2 Estructuración del almacenamiento

La estructuración del almacenamiento se ha estudiado de varias maneras:

- *Un (1) edificio con dos (2) depósitos en su interior, y una sola bahía de carga.* El volumen unitario de cada depósito sería superior a 60 m^3 , lo cual repercutiría en una altura excesiva del depósito, y con ello del edificio.
- *Dos (2) edificios, cada uno de ellos con dos (2) depósitos en su interior y su propia bahía de carga.* El volumen unitario de cada depósito adoptado, 30 m^3 , es más razonable para poder instalar los depósitos dentro de un edificio. Además, de esta manera, se puede alternar distintos reactivos, ya que cada edificio cuenta con su bahía de carga independiente.

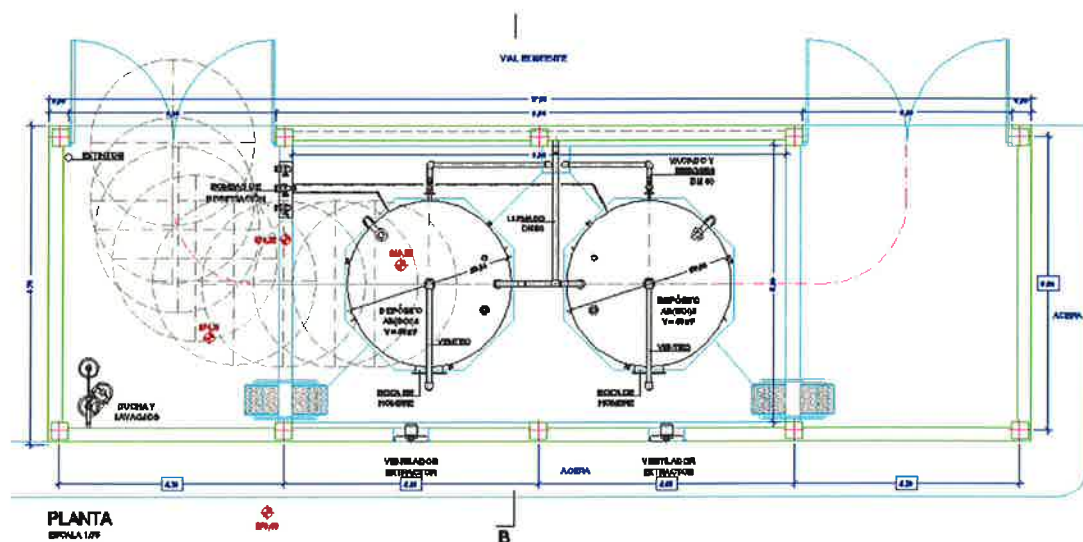
Por estas ventajas, se ha optado finalmente por la segunda alternativa. Dado que los depósitos van a estar ubicados dentro de edificios, sin sufrir los efectos de la radiación

solar, el material propuesto para todos ellos es PRFV, con una vida útil similar al PE en estas condiciones.

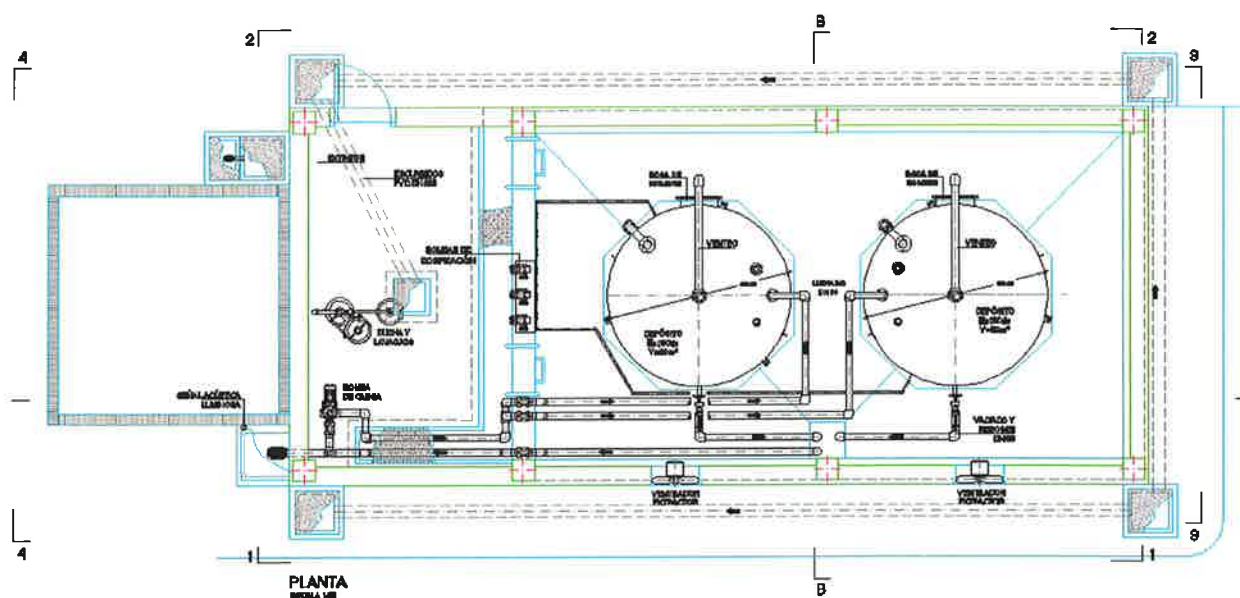
3.2.3 Tipología del edificio

En cuanto a la ejecución del edificio de reactivos, también se han considerado dos opciones:

- *Edificio con cubierta fija y polipasto para la extracción de los depósitos.* La altura libre interior necesaria del edificio en este caso asciende a 9,0 m, imprescindibles para poder maniobrar con el polipasto. Además, el edificio debería tener una longitud total de 16,90 m, y estar dotado de dos accesos lo suficientemente amplios como para sacar los depósitos por ellos.



- *Edificio con cubierta desmontable.* Al no ser necesario un polipasto interior, la altura libre interior del edificio necesaria se reduce a 8,50 m. Como tampoco son necesarios ya los dos accesos al edificio, sino que basta uno solo, más pequeño para el uso exclusivo de los operarios, la longitud interior total del edificio queda en 11,20 m.



Por estas ventajas, se ha optado por ejecutar ambos edificios con cubierta desmontable.

4 DECANTADORES PULSATOR

4.1 Introducción

La etapa de decantación consta de cuatro (4) decantadores tipo Pulsator, todos ellos alineados y situados entre los filtros de arena y el vial sur de la planta.

Los cuatro decantadores tipo Pulsator presentes en la planta presentan las placas tranquilizadoras, situadas en su parte inferior, muy deterioradas por problemas de corrosión. Estas placas, cuando se instalaron originalmente, eran de fibrocemento. Posteriormente fueron sustituidas por otras idénticas, pero ejecutadas en polietileno de alta densidad; sin embargo, la experiencia no fue buena. El último cambio de material que tuvo lugar fue a acero galvanizado. La experiencia tampoco ha sido exitosa, pues aparte de la corrosión evidente a simple vista, las piezas que conforman estas placas son muy pesadas, en torno a 60 kg/ud, por lo que resultan muy difíciles de mover por los operarios, que carecen de medios auxiliares para ello.

4.2 Estudio de alternativas

Se han valorado distintas alternativas para buscar una solución al problema de las placas tranquilizadoras, ya sea por el saneamiento de las piezas existentes como por su sustitución por otras nuevas:

1. *Sanear las placas de acero galvanizado existentes.* Dado el espesor de la chapa, el saneamiento de las piezas incluirá una limpieza y decapado de las mismas, seguido de un nuevo galvanizado. Además, para hacerlas más manejables, habría que cortarlas por la mitad, de manera que resulten piezas de 30 kg. Diversas casas de galvanizado consultadas no han querido garantizar este punto, pues hasta que no estudien las piezas existentes no podrán saber si son capaces de cortarlas por la mitad o no.
2. *Sustituir las placas de acero por otras nuevas de PRFV.* La empresa de aguas Degremont es la propietaria de la patente de este tipo de decantador, y en alguna planta con un problema similar al que tiene lugar aquí, han optado por emplear PRFV (con calidad alimentaria en las resinas) para la instalación de placas nuevas que sustituyan a las existentes. Estas placas las han fijado apoyándolas en unos perfiles L longitudinales.

3. *Sustituir las placas de acero por otras nuevas de PVC.* Se valora la posibilidad de utilizar el PVC denso UV, con una densidad de $1,4 \text{ g/cm}^3$, para fabricar unas nuevas placas de espesor 4 mm, que sustituirían a las existentes. Con esta densidad podrían apoyar directamente sobre los soportes existentes. Este material presenta una vida útil de al menos 10 años, bajo exposición solar directa. Además, es fácilmente taladrable, lo que permitiría su fijación a unos soportes durante su instalación, si se considera preciso.
4. *Sustituir las placas de acero por otras nuevas de otros materiales plásticos.* Se han considerado también otros materiales plásticos diferentes a los anteriores, como el polipropileno PP (descartado por su densidad inferior al agua) y el PVDF (descartado por su elevadísimo precio).

Con el objetivo de adoptar una solución definitiva, se ha escogido como mejor opción la de sustituir las placas de acero galvanizado por unas nuevas de material plástico, en concreto el PVC. Aunque esta solución duplica en precio a la que consiste en galvanizar de nuevo las placas existentes, supone una solución definitiva. Además, este material plástico es igualmente válido que el PRFV, y mucho más económico.

5 FILTROS DE ARENA

5.1 Introducción

La etapa de filtración por arena consta de catorce (14) filtros, todos ellos alineados y situados entre el edificio de control y la decantación, con falsos fondos conformados por placas prefabricadas con toberas difusoras de aire.

Estos filtros presentan defectos y fisuras en los paramentos, debido a varias causas como son la erosión de la arena durante las operaciones de lavado, así como el esfuerzo provocado tanto en toberas como juntas por la proximidad de la salida del aire de lavado. Por ello, es preciso efectuar una reparación del falso fondo de estos filtros, incluyendo la sustitución de todas las toberas por otras nuevas, así como una rehabilitación de los paramentos verticales de los filtros.

5.2 Estudio de alternativas

Las alternativas estudiadas se reducen básicamente a dos, según sea reparar lo existente, o sustituirlo por una nueva tecnología como es la de los falsos fondos:

1. *Reparación de los filtros existentes.* Recientemente se han reparado dos (2) de los catorce (14) filtros existentes en la planta, mediante un procedimiento constructivo propio del personal encargado de la explotación de la planta.
2. *Instalación de falsos fondos en los filtros.* Esta alternativa consistiría en la sustitución completa de los bloques de toberas por falsos fondos. Además, en caso de optarse por esta opción, se debería comprobar la validez de las bombas y soplantes de lavado para las nuevas condiciones de trabajo.

Dada la buena experiencia obtenida hasta la fecha con la mencionada reparación efectuada en dos de los filtros, y a que se ha estimado que la instalación de falsos fondos supondría el triple de coste económico, se opta por extender dicha reparación a los doce (12) filtros restantes.

6 ALMACENAMIENTO Y DOSIFICACIÓN DEL REACTIVO OXIDANTE PERÓXIDO DE HIDRÓGENO

6.1 Introducción

En la actualidad este reactivo no está presente en la planta potabilizadora. Se prevé su instalación con el objetivo de poder aplicar un tratamiento de oxidación avanzada en combinación con el ozono.

Por ello, se debe ejecutar una instalación completa de almacenamiento y dosificación para este reactivo.

6.2 Estudio de alternativas

6.2.1 Emplazamiento del edificio

El emplazamiento de la instalación debe estar en algún lugar convenientemente cerca del punto de dosificación, que será la entrada a la cámara de ozonización intermedia, y que a su vez disponga de espacio suficiente para el suministro del reactivo desde un camión cisterna. Por ello, se ha escogido el lugar de la planta que quedará liberado tras la demolición de la actual caseta del bombeo a Residencia, situada entre el edificio de reactivos y el edificio de bombeo de agua tratada.

En ese espacio, y demoliendo el actual murete perimetral, se ejecutará el nuevo edificio de almacenamiento y dosificación de reactivo, que dispondrá de una cubierta desmontable para posibilitar la sustitución del depósito en cualquier momento que se considere necesario sin afectar al edificio.

La bahía de carga para el camión quedará prolongando el vial, sin llegar a afectar al árbol situado entre el edificio de reactivos y la caseta a demoler.



Emplazamiento escogido para el edificio de almacenamiento del reactivo.

6.2.2 Tipología del edificio

En cuanto a la ejecución del edificio de reactivos, se han considerado dos opciones:

- *Edificio con cubierta fija y polipasto para la extracción de los depósitos.* La altura libre interior necesaria del edificio en este caso asciende a 6,80 m, imprescindibles para poder maniobrar con el polipasto.
- *Edificio con cubierta desmontable.* Al no ser necesario un polipasto interior, la altura libre interior del edificio necesaria se reduce a 5,40 m.

Se ha optado por ejecutar el edificio con cubierta desmontable.

7 DOSIFICACIÓN DE REACTIVOS EN EL AGUA TRATADA

7.1 Introducción

En la actualidad tiene lugar la dosificación del reactivo cloro sobre el agua tratada. La instalación de dosificación dispone de su correspondiente sistema de neutralización de cloro.

La torre de dicho sistema de neutralización se encuentra situada sobre la cubierta del edificio de reactivos, expuesta a las inclemencias meteorológicas, lo cual es especialmente grave en invierno dadas las temperaturas de cristalización del hidróxido sódico según su concentración (12°C (50%); 1°C (30%); -20°C (25%); -34°C (20°C)).



Torre de neutralización sobre la cubierta del edificio.

Por ello se prevé su cubrición mediante un cerramiento alrededor de la mencionada torre para minimizar los problemas provocados por las bajas temperaturas.

7.2 Estudio de alternativas

En cuanto al cerramiento propuesto, se ha diseñado una cubierta ligera a dos aguas formada por perfilera metálica y panel sándwich tanto en paredes como techo.

Esta estructura irá anclada, con placas de anclaje y pernos, directamente a las vigas principales del forjado sobre el que apoya, asegurando de esta manera, y con los arriostramientos pertinentes, su sujeción frente a las acciones de viento. Se disponen todas las medidas necesarias para asegurar la estanqueidad del conjunto frente a las precipitaciones.

Para el manejo de la torre que queda en el interior de la estructura, se han valorado dos alternativas:

- Una estructura simple, diseñada para soportar básicamente los paneles sándwich que la conforman, y que deberá desmontarse completamente en caso de que en alguna ocasión sea necesario retirar la torre.
- Una estructura más compleja, que incluya en su interior un polipasto con el que sea posible izar y extraer la torre sin desmontar dicha estructura.

Se ha optado por la primera alternativa por varias razones. El equipo a cubrir no presenta orejetas de izado con las que sea sencillo poder manejarlo con un polipasto. Si además se quiere diseñar una estructura con polipasto para manejarlo, se introducirían una serie de cargas puntuales considerables en los puntos de apoyo de la estructura, que no son sencillos de compatibilizar con las características del edificio existente (situación de muros, pilares, etc). Ahora mismo el equipo se apoya sobre una bancada en toda su superficie, con lo que la carga que confiere el peso de la torre se encuentra muy repartida.

Por otra parte, el coste económico de la estructura simple es relativamente bajo, y se estima que apenas duplica el coste de su desmontaje.

8 BOMBEO A RESIDENCIA

8.1 Introducción

En una caseta situada junto al vial, y entre los edificios de reactivos y el edificio del bombeo de agua tratada, se halla un pequeño grupo de bombeo de agua tratada, cuyo destino es la Residencia cercana a la planta. El grupo está formado por tres bombas (una de ellas en reserva) de caudal unitario 18 m³/h y altura unitaria 65 mca.



Caseta que alberga el bombeo a la Residencia.

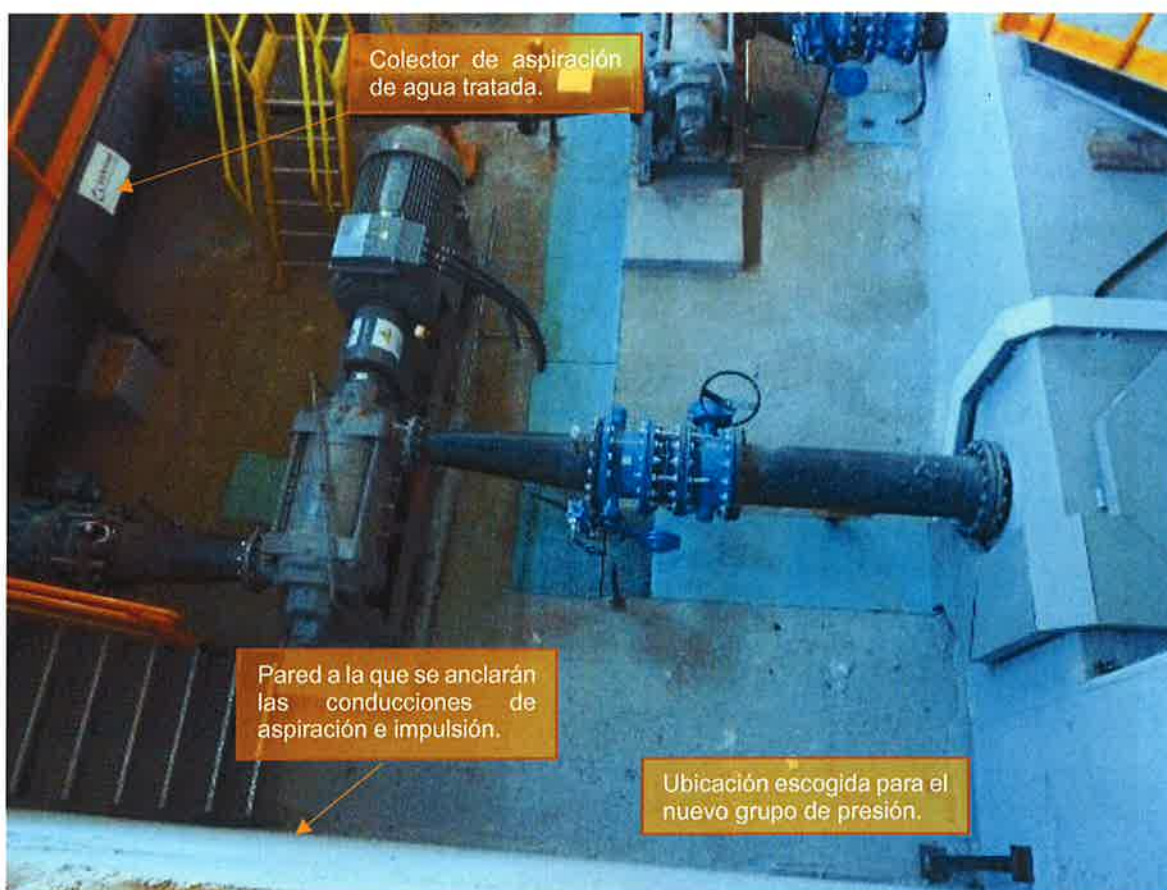
8.2 Estudio de alternativas

Se han valorado distintas alternativas para buscar una nueva ubicación a este bombeo:

1. *Ejecución de un nuevo edificio.* Se valora la posibilidad de construir una nueva caseta, que se situaría al este de la arqueta de restitución.

2. *Instalación del grupo en el edificio de bombeo de agua tratada.* Se estudia su colocación en este edificio de manera que la aspiración se haga desde el colector de agua tratada desde el que aspiran las bombas horizontales actualmente.

Tras comprobar que la segunda opción es posible por disponer de espacio suficiente y sin entorpecer el mantenimiento de los equipos existentes, instalando el equipo en la esquina suroeste del patio de bombas, se ha optado por dicha solución por ser evidentemente mucho más económica.



Vista del patio de bombas, y alternativa escogida para el bombeo a Residencia.

9 CONDUCCION PRINCIPAL DE RECOGIDA DE FANGOS

9.1 Introducción

Actualmente en la planta hay dos fuentes de fangos: la purga de los fangos decantados en los cuatro decantadores Pulsator, y el agua sucia de las operaciones de lavado en los catorce filtros de arena.

Cada una de estas purgas se conduce mediante un canal; en su diseño original, previo a la ejecución de la línea de fangos, al final de cada uno de estos canales existía una obra de vertido al río.



Detalle de ambos canales en este mismo tramo.

Cuando se ejecutó la línea de tratamiento de fangos, esta obra fue reemplazada por una única conducción DN300, que reúne el agua sucia de lavado de filtros con las purgas de fangos de los decantadores, y las conduce hasta la arqueta de reparto a los dos vasos que conforman el depósito de homogeneización de fangos. De hecho, en su

primer tramo la tubería discurre apoyada sobre la solera de lo que era el canal original de vertido al río.



Conducción de purga de fangos, instalada en la obra de vertido original

El problema que presenta esta conducción es que, en momentos en los que se simultanea un lavado de filtros con las purgas de fangos en decantación, la conducción común DN300 entra en carga, elevando excesivamente la lámina en los canales previos y llegando a provocar desbordamientos en los mismos.

9.2 Estudio de alternativas

Se han contemplado dos alternativas para aumentar la capacidad de la conducción de purga, y evitar así que entre en carga:

1. *Sustitución de la conducción existente DN300 por otra de mayor diámetro.*
2. *Duplicación de la conducción existente mediante la instalación de otra del mismo diámetro y en paralelo.*

Finalmente se opta por la segunda alternativa debido a la ventaja que comporta poder mantener en funcionamiento la zona de tratamiento de fangos durante las labores de instalación de la segunda conducción. Además, una vez instalada, esta doble conducción permitirá la conducción por tuberías independientes de las purgas de los fangos del decantador y agua de lavado de los filtros y su almacenamiento en diferentes vasos del depósito si las necesidades de explotación así lo requirieran.

10 CONFINAMIENTO DE LOS ESCURRIDOS DE LA DESHIDRATACIÓN

10.1 Introducción

La deshidratación de los fangos tiene lugar mediante decantadoras centrífugas, instaladas en el interior del único edificio situado en la zona de fangos, ubicada en el lado oeste de la planta. En el proceso de deshidratación se generan escurridos ricos en acrilamidas debido al uso de floculantes en este proceso. Estos escurridos se recogen en un colector común de diámetro DN250, y se conducen al tanque de homogenización en cabecera de la línea de tratamiento de fangos, donde se mezclan con el agua sucia de lavado de filtros y con los fangos purgados en la decantación, antes de impulsarse al espesamiento.

El objetivo es confinar los escurridos provenientes de la deshidratación y tratarlos en un único espesador de gravedad de los dos disponibles en planta, independientemente del resto de la línea de fangos

10.2 Estudio de alternativas

Se han planteado dos opciones para ver dónde interceptar y bombear los escurridos:

- a) *Ejecución de una nueva arqueta de bombeo entre la salida de los escurridos y el tanque de homogeneización.* Esta solución implicaría interceptar el colector de escurridos y derivarlo a una arqueta de nueva ejecución, de difícil ubicación entre el edificio de fangos y el tanque de homogeneización.
- b) *Ejecución de una arqueta interior en el tanque de homogeneización.* Aprovechando que los escurridos ingresan directamente en el primer vaso del tanque de homogeneización, independientemente del resto de fangos, se propone confinar esta llegada mediante una arqueta interior con el tamaño suficiente para albergar las dos bombas que impulsarían estos escurridos directamente al espesador de gravedad seleccionado.

De igual forma, se han valorado dos posibles trazados para la tubería hasta el espesamiento:

- a) Trazado por la zona asfaltada en el interior de la zona de tratamiento de fangos pasando entre el espesador de gravedad junto al tanque de homogeneización y

el espesador de flotación de reciente construcción. Esta alternativa implica el cruce con multitud de tuberías de fangos.

- b) Trazado por la zona verde que rodea el depósito de homogenización cruzando el camino peatonal de acceso a la zona de fangos desde la parte norte.

Se ha adoptado la alternativa de arqueta interior al tanque de homogenización y trazado rodeando el depósito de homogenización debido a que, al no tener cruces con tuberías, no obligará a la interrupción del tratamiento de fangos.

ANEJO N°3
GEOTECNIA

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN	1
2 ESTRATIGRAFÍA	2
3 NIVEL FREÁTICO	3
4 PARÁMETROS MECÁNICOS Y TENSIONES ADMISIBLES	4
5 TALUDES PROVISIONALES	5
ANEXO I. INFORME GEOTÉCNICO	6

1 INTRODUCCIÓN

En el presente Anejo se expone las principales características geotécnicas de los terrenos encontrados en la parcela que influyen en los diferentes aspectos a tener en cuenta en el dimensionado de los distintos aparatos.

Todas las consideraciones aquí recogidas están basadas en el Informe Geotécnico contenido en el *Proyecto de Tratamiento de Afino y Otras Mejoras*, realizado al efecto en Marzo de 2004.

Los trabajos se basan en cinco calicatas y en un ensayo de penetración dinámica tipo Barris, en el cual se han realizado diversos ensayos sobre muestras tomadas.

Conforme al Informe Geotécnico, las diferentes calicatas se han realizado en los siguientes puntos, cuyas cotas aproximadas se exponen a continuación:

CALICATA	UBICACIÓN	COTA
C-1	Edificio Pre-ozonización	872,50
C-2 P-1	Tratamiento Fangos	866,50
C-3	Tratamiento de algas	872,00
C-4		872,50
C-5		874,00

2 ESTRATIGRAFÍA

Con las prospecciones anteriormente citadas se diferencian las siguientes capas de terreno:

- **SUELO VEGETAL:** Suelo vegetal, a veces acompañado por rellenos antrópicos. Están compuestos por restos de la construcción de los distintos elementos. Este nivel se encuentra hasta una profundidad de 0,4/1,0 m según las calicatas. Su punto de mayor espesor se ubica junto a las calicatas C-4 y C-5. Carece de interés geotécnico por lo que no se considera para su cimentación.
- **JABRES:** Producto de la alteración final de la masa granítica, en la cual no se reconoce la estructura primaria de la roca de la que procede. Esta capa se encuentra en toda la parcela, con una potencia superior a 1,2 m. En las calicatas realizadas llega hasta una profundidad máxima de -2,20 m. Terreno clasificado, según los ensayos, como SW-SM o SP-SM. Presenta un contenido en finos variable entre 8,3 y 11,8 %. Presentan nula plasticidad. Se registra un valor N_B en este nivel superior a 30-40 golpes.
- **ADAMELLITAS:** Suelo granítico con grado de alteración III-IV. La roca se encuentra levemente alterada, pero sin que se haya producido la alteración de los feldespatos de la matriz y cuyos núcleos de roca no pueden romperse con la mano. No se ha podido penetrar en la totalidad del desarrollo de la roca. Superficialmente se ha realizado un ensayo de compresión simple con resultado de 11.468 kPa.

3 NIVEL FREÁTICO

En el citado Informe Geotécnico se informa que únicamente se ha detectado presencia de agua en la calicata C-3.

De aquí se concluye que no deben producirse problemas de agua freática en durante la construcción, si bien, debido a la presencia de rocas y arena en los jabres, podrían producirse bolsas de agua durante la época lluviosa.

Esta presencia dependerá de la fracturación de la roca y de la potencia de los suelos de alteración.

4 PARÁMETROS MECÁNICOS Y TENSIONES ADMISIBLES

Se expone un resumen de los parámetros mecánicos y de las tensiones admisibles de los distintos niveles recogidas en el Informe Geotécnico.

CAPA	E (mod. deformación)	σ_{adm}
Nivel 1	-	-
Nivel 2	-	3 kp/cm ²
Nivel 3	40 MPa	4-5 kp/cm ²

El Estudio Geotécnico indica que todos los elementos deben cimentarse a partir del Nivel 2 por presentar la tierra vegetal poca capacidad resistente.

5 TALUDES PROVISIONALES

Se muestra un resumen de los taludes provisionales reflejados en el Informe Geotécnico y que son los empleados en el presente Proyecto.

- Para el nivel de tierra vegetal y jabres, se puede considerar un talud 1H:3V para taludes de menos de 2m. Para mayores desniveles o situaciones con afloramiento agua se recomienda realizar un talud 2H:3V o 1H:1V.
- Para el nivel de adamellitas se pueden realizar taludes temporales con pendientes 1H:5V.

ANEXO I. INFORME GEOTÉCNICO

Referencia : G-827-04

**INFORME GEOTÉCNICO Y TOPOGRÁFICO PARA
LA AMPLIACIÓN DE ETAP DE SANTILLANA EN
MANZANARES DEL REAL (Madrid)**

PETICIONARIO: DHA

ÍNDICE

	<u>Pág.</u>
1. INTRODUCCIÓN Y ALCANCE DEL TRABAJO	1
2. METODOLOGÍA EMPLEADA	2
3. TRABAJOS REALIZADOS.....	4
3.1. PROSPECCIONES DE CAMPO.....	4
3.1.1. Calicatas.....	4
3.1.2. Penetrómetro.....	6
3.2. ENSAYOS DE LABORATORIO.....	6
4. DESCRIPCIÓN DEL TERRENO Y CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA.....	8
4.1. CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL.....	8
4.2. SISMICIDAD	10
4.3. NATURALEZA Y CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA.....	11
4.4. ASPECTOS HIDROGEOLÓGICOS.....	17
5. RECOMENDACIONES DE EXCAVACIÓN Y CIMENTACIÓN.....	18
5.1. EXCAVACIÓN.....	18
5.2. CIMENTACIONES	20
5.2.1. Características mecánicas y tipología.....	20
5.2.2. Cimentación directa como suelo	21
5.2.3. Cimentación directa como roca	22

5.2.4. Condiciones particulares	24
5.2.5. Soleras	27
5.2.6. Otras consideraciones.....	28
6. CONCLUSIONES.....	30

ANEJOS

ANEJO N°1.- PLANO DE SITUACIÓN DE PUNTOS DE RECONOCIMIENTO

ANEJO N°2.- MAPA GEOLÓGICO GENERAL

ANEJO N°3.- CALICATAS

ANEJO N°4.- PENETRÓMETRO

ANEJO N°5.- RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ANEJO N°6.- LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

6.1.- Listado de coordenadas

6.2.- Planos

ANEJO N°7.- SOPORTE INFORMÁTICO

1. INTRODUCCIÓN Y ALCANCE DEL TRABAJO

A solicitud de “DHA”, el Instituto de Control, Asistencia, Ensayos y Sondeos, S.A. (ICAES) ha realizado un reconocimiento geotécnico en las inmediaciones de la Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP) de Santillana situada bajo la presa del mismo nombre en la localidad de la Comunidad de Madrid de Manzanares del Real.

Los trabajos tienen como fin, reconocer el terreno de cimentación de los puntos de ampliación de las instalaciones de dicha planta potabilizadora. Este nuevo equipamiento consiste en la construcción o ampliación de elementos que se reparten en el entorno de las actuales instalaciones.

Por tanto, el área de trabajo se encuentra en las proximidades de las instalaciones actuales, situación que ha impedido la ejecución de calicatas o penetrómetros en algunos puntos previsto en el reconocimiento.

En el presente informe se describen los trabajos realizados y se presentan los resultados obtenidos, basándose en los mismos se dan recomendaciones generales a efectos de excavación y cimentación para las instalaciones en proyecto de acuerdo con la descripción del subsuelo y resultados de los ensayos de campo de los cuales se obtienen, parámetros resistentes del suelo y rocas. Dichas recomendaciones las sometemos a la consideración de la Dirección Facultativa, por ser una interpretación de los resultados obtenidos.

2. METODOLOGÍA EMPLEADA

Para alcanzar el objetivo de este estudio se ha seguido los siguientes pasos:

- Recopilación y análisis de la documentación geológico-geotécnica general disponible relacionada con los terrenos investigados. La revisión de esta documentación permitió una caracterización previa de los terrenos con unas ideas básicas y generales del área de estudio que fue utilizada para la planificación de los trabajos de campo y de este modo obtener el máximo aprovechamiento de estos.
- Reconocimiento de las características resistentes del terreno mediante la ejecución ensayos de penetración dinámica tipo Borros.
- Reconocimiento de los terrenos afectados por la actuación por medio de calicatas mecánicas y toma de muestras alteradas en los suelos y roca más representativos.
- Verificación durante la excavación de las calicatas de la existencia de un nivel freático.
- Estimación y delimitación de la potencia de suelos inadecuados y profundidades del terreno apropiado para el apoyo de la cimentación de los edificios.
- Análisis de los resultados obtenidos y estudio de los condicionantes geotécnicos para el proyecto y la ejecución de las obras en base a los

mismos se dan recomendaciones a efectos de excavación y cimentación.

- Elaboración de las conclusiones y recomendaciones de actuación.

Los resultados y conclusiones de los distintos estudios realizados se reflejan en los apartados siguientes.

3. TRABAJOS REALIZADOS

3.1. PROSPECCIONES DE CAMPO

El reconocimiento efectuado ha consistido en la ejecución de cinco calicatas mecánicas y un único ensayo de penetraciones dinámicas tipo Borros.

Esta investigación, debido a las condiciones de emplazamiento, se ha ajustado en la medida de lo posible al área que ocupará el nuevo equipamiento.

La situación de cada uno de estos puntos de análisis del terreno se encuentra localizados en la planta del Anejo nº 1

3.1.1. Calicatas

Las calicatas se efectuaron mediante la excavación por medios mecánicos. La profundidad alcanzada oscila entre 1,4 a 2,2 m en función de la resistencia y dureza del terreno.

Durante la ejecución de las calicatas se procedió a la inspección por personal técnico del Departamento de Geotecnia, realizándose un levantamiento del perfil estratigráfico de la excavación.

Así mismo, se anotaron datos referidos a la estabilidad de las paredes, presencia o no, de nivel freático y de su profundidad, y excavabilidad y ripabilidad de los materiales.

En las zonas consideradas más representativas de cada calicata se tomó una muestra alterada o bloque de los suelos o rocas para su posterior traslado y análisis en laboratorio.

Las profundidades totales alcanzadas en las calicatas, tipo y profundidades a las que se tomaron las muestras son las siguientes:

CALICATA	PROFUNDIDAD alcanzada (m)	PROFUNDIDAD toma muestra (m)	TIPO
C-1	2,2	2,0 – 2,2	Bolsa
C-2	1,4	1,2 – 1,4	Bolsa
C-3	1,7	1,5 – 1,7	Bolsa
C-4	1,5	1,3 – 1,5	Bloque
C-5	1,8	1,6 – 1,8	Bolsa

Una vez finalizada la testificación del perfil estratigráfico y la toma de muestras, se procedió a tapar la excavación con el material extraído.

Como se ha comentado con anterioridad, estas calicatas se han realizado en las zonas donde se ha podido acceder con los equipos, debido a presencia de diversas instalaciones.

Así la calicata C-1, como se refleja en el Anejo nº1 se ha realizado para la caracterización del terreno de apoyo del edificio de pre-ozonización; la calicata C-2 (junto con el penetrómetro P-1) en el área prevista para el tratamiento de fangos. Y por último las calicatas C-3 a C-5 se excavaron en el área de tratamiento de algas.

Los registros de las calicatas y las fotografías de las mismas se incluyen en el Anejo nº3

3.1.2. Penetrómetro

El ensayo continuo de penetración dinámica se realizó con un penetrómetro automático tipo Borros y consistió en la hincada de una puntaza de sección cuadrada de 40 mm de lado, soportada por un varillaje macizo de 32 mm de diámetro. El golpeo se produjo con una maza de 63,5 kg, con una altura de caída libre de 50 cm

Durante la hincada se anotó el número de golpes aplicados cada 20 cm de penetración (N_B). Los ensayos se dieron por terminados cuando el número de golpes N_B era igual o mayor de 100 (rechazo)

La profundidad alcanzada por este ensayo ha resultado de 1,2 m, obteniéndose un rechazo temprano debido a la naturaleza granítica del terreno de investigación, con lo que se estimó no continuar con este tipo de investigación.

En el Anejo nº4 se recoge en forma de gráfico el resultado de los golpes N_B obtenidos en este único ensayo, en función de la profundidad.

3.2. ENSAYOS DE LABORATORIO

Sobre las diversas muestras de suelos y roca extraídas en cada una de las calicatas se han realizado en el laboratorio de Mecánica del Suelo de ICAES los ensayos necesarios para la identificación, clasificación, estado natural y características mecánicas y químicas.

Sobre estas muestras se han realizado los siguientes ensayos, además de la correspondiente apertura, descripción y preparación de cada muestra:

- 4 Uds. de análisis granulométrico por tamizado, s/UNE-103-101

- 4 Uds. de determinación de los límites de Atterberg, s/UNE-103-103 y 103-104
- 5 Uds. de determinación de la humedad natural, s/UNE-103-300
- 1 Uds. de determinación de la densidad seca
- 4 Uds. de determinación cuantitativa del contenido en sulfatos por medio del Fotocolorímetro
- 1 Uds. de ensayo de compresión simple, s/UNE-103-400

Los resultados de todos los ensayos citados, junto con un cuadro resumen de los mismos se incluyen en los distintos apartados del Anejo nº5 Resultados de ensayos de laboratorio.

4. DESCRIPCIÓN DEL TERRENO Y CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

4.1. CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

Desde el punto de vista geográfico la zona se sitúa el sector central de la Sierra de Guadarrama, en la vertiente Sur.

Los materiales que se localizan en la zona se pueden agrupar en dos conjuntos netamente diferentes. El primero, está constituido por las rocas ígneas y metamórficas pertenecientes al Macizo Hercínico de edades precámbrico-paleozoicas, mientras que el segundo está representado por los sedimentos terciarios y cuaternarios que configuran el relleno de la cuenca alpina del Tajo.

La Orogenia Hercínica es la responsable de los principales eventos tectónicos, metamórficos e ígneos que afectan a los materiales precámbricos. Estos se enclavan dentro de la Zona Galaico-Castellana o también dentro de la Zona Centro-Ibérica.

Este conjunto hercínico perteneciente al Complejo de Guadarrama se caracteriza por:

- Presencia exclusiva de series preordovícicas, compuesta de paraneises, rocas de silicatos cálcicos, anfibolitas y mármoles, sobre neises ocelares diversos.
- Metamorfismo regional intenso.
- Menor presencia de cuerpos granitoides que el Complejo situado al oeste (Complejo de Gredos)
- Estructura interna de pliegues tumbados y cabalgamientos menores.

A su vez, las rocas hercinianas que afloran en la zona se pueden separar esquemáticamente en dos grandes grupos:

- a) Rocas metamórficas en grado medio-alto
- b) Rocas graníticas hercínicas.

El contacto entre las rocas graníticas y las metamórficas suele ser intrusivo, dando lugar a metamorfismo de contacto. En algunos lugares el contacto entre rocas graníticas y metamórficas es mecánico por medio de fracturas.

La tectónica hercínica es polifásica, generando la consiguiente superposición de estructuras. Las primeras etapas representan una tectónica tangencial de carácter dúctil, dando lugar a pliegues vergentes y a cabalgamientos. A éstas se asocian hasta tres esquistosidades penetrativas. Las últimas etapas tienen un carácter más frágil provocando pliegues más abiertos, subverticales y fracturación de conjunto.

Las rocas hercínicas presentes en el área de estudio están formadas por adamellitas. Las **adamellitas** son rocas graníticas de grano medio-grueso y con una relación de pórfidos variable de unos sectores a otros. Esta petrofábrica facilita la meteorización a tonos rojizos, generando morfológicamente zonas alomadas de escaso relieve.

Cubriendo parcial o totalmente este substrato hercínico los niveles superiores está revestido por suelos cuaternarios de origen eluvial que reciben habitualmente el nombre de jabres.

Las características de los distintos litotipos descritos en el apartado general se recogen en el Mapa Geológico General del Anejo nº2

Desde el punto estructural y tectónico en la zona estudiada se reconocen los efectos de las orogenias Alpina y Hercínica. La primera afecta a la mayor parte de los materiales presentes, generando la fracturación del basamento precámbrico-paleozoico en bloques y la adaptación de éstos, ya sea mediante pliegues o fallas de los sedimentos mesozoicos, terciarios e incluso a veces, cuaternarios.

Son los movimientos alpinos los responsables del levantamiento del Sistema Central, durante el Neógeno, el cual constituye un gran horst. Muchas de las fallas que limitan a este horst han rejugado en régimen inverso.

La orogenia Hercínica, de mayor antigüedad es la responsable de los principales eventos tectónicos, metamórficos e ígneos, que hoy se observan en los materiales precámbricos-paleozoicos.

La intensidad de la deformación y del metamorfismo asociados a ella impiden reconocer la posible existencia de deformaciones anteriores.

Este desarrollo tectónico deformacional se aprecia en la estructura de las rocas ígneas, mientras que en los depósitos continentales terciarios y cuaternarios condicionan la génesis y desarrollo morfológico de éstos.

4.2. SISMICIDAD

Desde el punto de vista sísmico y según la normativa sismorresistente actual (NCSE-02 publicada en BOE del 11 de octubre de 2002), el área del embalse de Santillana se encuentra situado en una zona de mínimo riesgo donde las prescripciones de índole general son:

- Clasificación de las construcciones: de normal importancia
- Aceleración sísmica básica: <0.04 g

— Aceleración sísmica de cálculo: <0,06 g

Atendiendo a estas premisas, al área de estudio se considera como de baja peligrosidad y para el tipo de instalación prevista, dicha Norma no es de obligatoria aplicación, según se especifica en el apartado "1.2.3. Criterios de aplicación de esta Norma", página 35902 del citado BOE.

En consecuencia no son necesarias comprobaciones en este sentido; no siendo preciso la aplicación de este factor en el cálculo estructural.

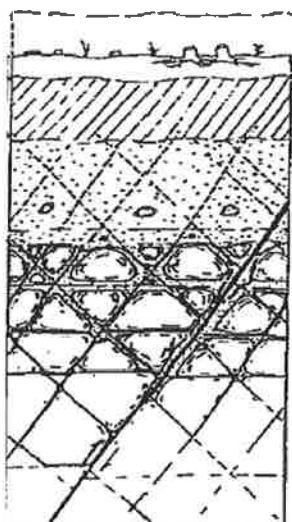
4.3. NATURALEZA Y CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

Sobre la base de la investigación realizada y las observaciones realizadas en taludes y afloramientos en las proximidades del área en estudio, la composición y estructura básica de los terrenos afectados por la construcción de las nuevas instalaciones se trata de adamellitas hercínicas cubiertas por un manto de alteración (jabres) que en las zonas superficiales está completamente transformados en suelos vegetales acompañados por la acumulación de rellenos antrópicos mezclados con jabres y suelos vegetales.

Todo este conjunto, sigue las pautas del perfil típico de meteorización de un macizo granítico. Constituido por niveles de roca diferenciados por su grado de alteración, normalmente decreciente con la profundidad. Y distribuidos de forma irregular tanto en planta con en alzado, ya que la penetración de la meteorización en la roca, en principio homogénea a partir de la superficie, se ve alterada por la presencia de fracturas en la roca que favorecen la penetración localizada de la meteorización producida por los agentes atmosféricos, o por circunstancias topográficas.

Por este motivo, en ocasiones se produce un perfil de meteorización muy irregular, en el que resulta difícil correlacionar los distintos niveles, aún estando éstos relativamente próximos.

Gráficamente esta situación queda representada en la figura adjunta según Deere y Patton (1971)



En la parcela objeto de estudio esta correlación entre distintos puntos de investigación se ha podido realizar con un cierto grado de coherencia, lo cual no implica que estas mismas condiciones se mantengan inalterables al desplazarse a zonas próximas a estos puntos de reconocimientos.

Además, otro factor que dificulta esta correlación es el hecho que en realidad, el aumento del grado de alteración con la profundidad se produce de forma continua, no escalonada, por lo que es complicado establecer los límites entre los niveles caracterizados formalmente por un determinado grado de alteración.

Cada uno de estos estadios del perfil de meteorización se ha ponderado con la escala de meteorización de rocas de D.G. MOYE, que se incluye a continuación, en la cual se define cada uno de los estadios de meteorización caracterizando geotécnicamente a cada uno de estos estadios.

ESCALA DE METEORIZACIÓN (D.G. MOYE)

GRADO DE METEORIZACIÓN	DENOMINACIÓN	CRITERIO DE RECONOCIMIENTO
I	SANA	ROCA NO METEORIZADA, LUSTROSAS LAS MICAS Y FELDESPATOS.
II	SANA CON JUNTAS TEÑIDAS DE ÓXIDO	LAS CARAS DE LAS JUNTAS ESTÁN MANCHADAS DE ÓXIDOS, PERO EL BLOQUE UNITARIO ENTRE JUNTAS MANTIENE EL COLOR LUSTROSO DE LA ROCA.
III	LIGERAMENTE METEORIZADA	CLARAMENTE METEORIZADA A TRAVÉS DE LA PETROFÁBRICA, OBSERVABLE POR MANCHAS DE ÓXIDOS DE HIERRO Y LIGERA DESCOMPOSICIÓN DE LOS FELDESPATOS, PERO LA RESISTENCIA

GRADO DE METEORIZACIÓN	DENOMINACIÓN	CRITERIO DE RECONOCIMIENTO
		ES MUY SIMILAR A LA DE LA ROCA SANA.
IV	MODERADAMENTE METEORIZADA	METEORIZACIÓN ACUSADA DEL CONJUNTO, PERO CON RESISTENCIA TAL QUE TROZOS DE 25 cm ² DE SECCIÓN TRANSVERSAL NO PUEDEN ROMPERSE A MANO. ESTE ES APROXIMADAMENTE EL LÍMITE DE RIPABILIDAD.
V	ALTA METEORIZACIÓN	ROCA INTENSAMENTE METEORIZADA CON ASPECTO DE SUELO QUE PUEDE ROMPERSE Y DESMENUZARSE A MANO, PERO SE PUEDE RECONOCER TODAVÍA LA FÁBRICA DE LA ROCA.
SUELO	RESIDUAL	MATERIAL COMPLETAMENTE DESCOMPUESTO SIN QUE PUEDA RECONOCERSE LA TEXTURA DE LA ROCA.

Basándose en la investigación realizada y en su interpretación, donde se siguen las pautas de alteración descritas con anterioridad; a groso modo el terreno analizado está constituido por la sucesión de tres niveles principales que se desarrollan en profundidad hasta alcanzar la profundidad alcanzada con la investigación.

En orden de aparición desde la superficie actual de la parcela se pueden diferenciar:

- **Suelos vegetales** a veces acompañados por rellenos antrópicos asociados a la construcción de los distintos elementos.
- **Jabre:** Nivel de alteración del substrato granítico.
- **Adamellitas:** Substrato granítico que grado de meteorización III y IV, según la escala expuesta anteriormente.

Acompañando a todo el conjunto rocoso, en el área de actuación se han observado se han localizado intercalaciones de diques aplíticos con tonalidades

grises claras y con grado de meteorización III. Así como inclusiones básicas; gabros de grano grueso y tonalidades grises oscuras.

El nivel más superficial está formado por **tierra vegetal** caracterizada como un nivel de arena marrón oscura algo arcillosa que incorpora a esta matriz gravas y bloques de composición adamellítica, y en algunos casos, esta fracción gruesa está formada por restos y escombros constructivos.

La potencia de este nivel oscila entre 0,4 a 1,0 m, delimitándose los puntos con mayor volumen en las calicatas C-4 y C-5 (tratamiento de algas) de las tres áreas investigadas con calicatas.

Este nivel no se considera geotécnicamente adecuado para el apoyo de la cimentación de los distintos elementos.

En sucesión estratigráfica, bajo la cobertera de suelos vegetales aparece un nivel de suelo residual granítico, este litotipo corresponde a los productos de alteración final de la masa granítica, en el cual no se reconoce la estructura primaria de la roca de la que procede como los **jabres**, propiamente dichos.

Estos se caracterizan como niveles de suelos arenosos ocasionados por la alteración de la masa granítica (adamellitas en este caso) hasta un grado de meteorización V, tal como se indica en la escala de Moye.

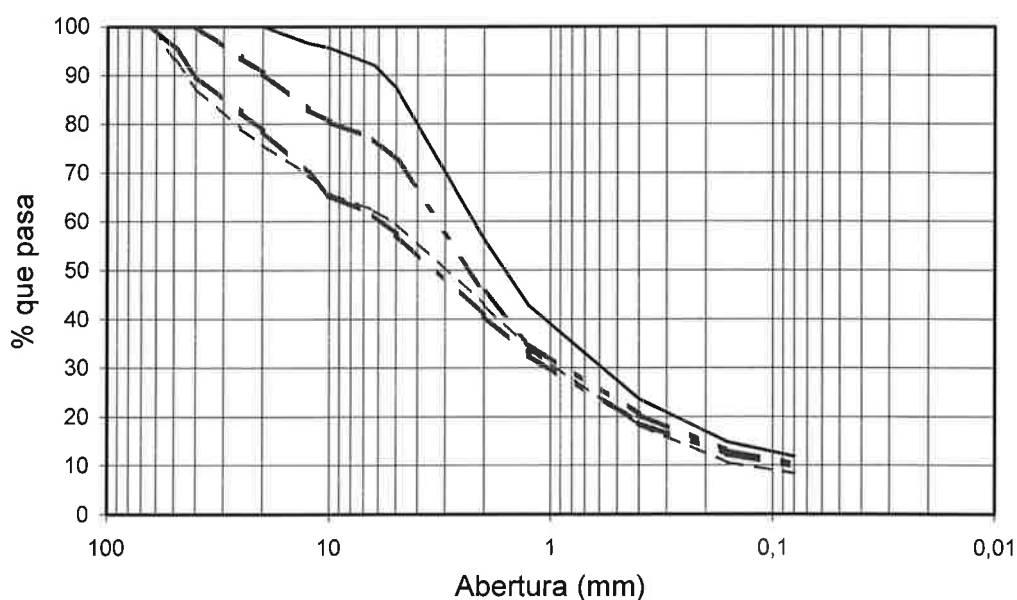
Este nivel se ha detectado hasta una profundidad de 2,2 m en la investigación realizada, aunque su desarrollo puede ser mayor, mezclado con mayor o menor abundancia de conjuntos rocosos.

Está formado por arena marrón anaranjado con un contenido en fracción fina limosa desde indicios a algo, entre las que se intercalan bloques y cantos de adamellitas con un grado de meteorización IV y III más frecuentes con la profundidad.

Presentan una compacidad densa, pasando a registrarse un valor N_B superior a 30-40 golpes.

Geotécnicamente, este litotipo presenta en las muestras analizadas (M-1124, M-1125; M-1127 y M-1130) cernidos en la fracción fina bajos del 8,3 a 11,8%, presentando en términos generales una granulometría muy similar en todas las muestras analizadas tal como se comprueba en la figura 1, quedando esta gráfica distorsionada por los elementos gruesos (tamaño grava) generados

Fig.1.- Comparación de granulometrías



— M-1124 - - - M-1125 — - M-1126 — - M-1130

por núcleos y fragmentos de roca granítica.

La fracción fina no presenta plasticidad por lo que según esta caracterización la clasificación de Casagrande estos suelos se clasifican como limos de plasticidad nula (ML) que pasan a clasificarse como arenas limosas

gradadas o no (tipo SW-SM y SP-SM) dentro de la clasificación del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (USCS)

La humedad natural en esta litofacies es baja debido al carácter arenoso, teniendo un rango de medida entre el 6,6 a 17,5%

Con respecto a las características químicas, en los análisis en contenido en sulfatos solubles las determinaciones realizadas sobre los suelos han determinado un contenido nulo. Siendo por tanto un contenido inferior al límite para un ataque débil (Qa), por lo que no se precisan medidas adicionales respecto al empleo de hormigones que entren en contacto con estos suelos.

De igual forma, en la apertura de las muestras estas fueron sometidas a la acción del CIH en frío, y se ha obtenido una reacción nula en todas las muestra, lo que evidencia que según esta evaluación no se aprecian elementos carbonáticos o margoso en los suelos analizados.

Por de bajo de este nivel alterado se desarrolla el conjunto granítico propiamente dicho. En un primer término bajo los jabres o mezclados con estos se localizan **adamellitas** de grano medio biotíticas con un grado de meteorización entre IV y III, es decir, la roca se encuentra moderadamente alterada, sin que se halla producido la alteración de los feldespatos de la matriz y cuyos núcleos de roca no pueden romperse con la mano.

Este conjunto granítico está constituido por adamellitas biotíticas de grano medio con tonos amarillento debido a la oxidación (alteración) que presenta la matriz en las zonas más degradadas que pasan a coloraciones blanquecinas lechosas en los fragmentos más sanos.

El tipo de investigación no ha permitido penetrar en la totalidad de todo el desarrollo de la roca, por lo que la descripción de estos niveles se ha realizado conjuntamente con las observaciones sobre los afloramientos rocosos.

En estos afloramientos presentan un índice RQD medio con un índice de fracturación también medio; previsiblemente estas condiciones mejorarán con la profundidad.

Sobre un bloque con grado de meteorización III de la calicata C-4 se ha realizado un ensayo de compresión simple cuyo resultado a sido de 1146,8 kp/cm² (11.468 kPa) valor característico de estas rocas que califica esta roca con una resistencia alta.

4.4. ASPECTOS HIDROGEOLÓGICOS

A lo largo de todos los puntos de investigación únicamente se ha detectado presencia de agua en la calicata C-3

Con esta observación, se entienden que no deben producirse problemas relacionados con la presencia de agua durante la excavación de la cimentación. Aunque debido al fuerte contraste de permeabilidad entre los niveles arenosos de jabre con el macizo rocoso, en periodos con pluviosidad se pueden generar pequeños bolsadas de aguas colgadas en estos niveles arenosos que pueden ocasionar flujos temporales e intermitentes de agua a la excavación.

Por tanto, esta incidencia está condicionada por la potencia que presenten los suelos de alteración como del grado de fracturación presenten en el macizo rocoso.

5. RECOMENDACIONES DE EXCAVACIÓN Y CIMENTACIÓN

De acuerdo con el análisis de los datos aportados por la investigación puede sintetizarse que el terreno estudiado está formado por la sucesión de las litofacies:

- Un nivel de suelos vegetales de composición arenosa. La potencia máxima detectada es de un metro.
- Por debajo, se localiza un nivel irregular de jabres de compacidad densa que se desarrolla al menos hasta una profundidad de 2,2 m
- Bajo el jabre, aparecen adamellitas de grano medio con grado de meteorización de IV a III con resistencia a compresión simple elevada.

5.1. EXCAVACIÓN

La excavación que se realice viene impuesta tanto por la construcción, como por la profundidad que se precise alcanzar para el apoyo de la cimentación las distintas estructuras proyectadas.

Dentro del perfil geológico que será afectado por la excavación, naturalmente se distinguen dos situaciones. Por un lado, los niveles de suelos o que tienen un comportamiento asimilable a suelos como son los jabres, en los cuales se podrá realizar la excavación con la utilización de medios mecánicos habituales; en todo caso aplicando, en los niveles más densos de jabres, medios más potentes.

En contrapartida, una vez alcanzado el substrato rocoso, los medios mecánicos tendrán que verse complementados por medios neumáticos o por la

utilización de voladuras de pequeña intensidad con el fin de esponjar el macizo rocoso.

La valoración de la excavabilidad en estas rocas está condicionada por la facilidad de arranque que tenga el macizo rocoso y esta en gran medida, está caracterizada por el grado de diaclasado o fracturación, que presente el macizo.

A las adamellitas graníticas; en principio, se les consideran con ripabilidad nula, es decir no pueden ser excavados directamente por medio de un ripper, sino que para el arranque deberán ser utilizados medios neumáticos potentes, o voladura, que debiliten y faciliten el esponjamiento de la roca.

En las zonas fracturadas o diaclasadas, abiertas por meteorización, la ripabilidad puede considerarse media por lo que para su arranque podrán utilizarse medios mecánicos potentes sin apenas preparación con medios neumáticos o voladuras.

Estas zonas más débiles se estima que aparezcan hasta una profundidad del orden de 1,0 – 2,5 m, con lo cual, una vez superada esta profundidad, la excavación requerirá medios mecánicos o neumáticos contundentes asociados posiblemente con voladura.

En estas condiciones, la excavación temporal sobre las adamellitas con grado de meteorización inferior a III, la pendiente recomendada puede ser subvertical (del orden de 5V:1H) en el caso que el diaclasado sea favorable a la estabilidad (es decir, opuesta en buzamiento a la pendiente del talud)

En este taluzado, como condicionante general, será necesario eliminar o retirar todos aquellos bloques de roca que queden aislados por la fracturación y que puedan desprenderse sobre el foso, o en su defecto instalar elementos de sostenimiento temporal hasta la finalización del muro o los trabajos de cimentación.

En la parte superior donde se excavarán suelos de alteración (jabres) y niveles de suelos vegetales la pendiente recomendada será del orden de 4V:1H a 3V:1H; adaptando la pendiente al grado de compactación que presenten.

De aflorar agua se recomienda utilizar elementos de sostenimiento o aplicar una pendiente inferior a 4V:3H –1V:1H.

5.2. CIMENTACIONES

5.2.1. Características mecánicas y tipología

Según lo expuesto en los anteriores apartados para los apoyos de las distintas estructuras contempladas en proyecto se podrá realizar una cimentación directa sobre roca o jabres compactos, sustrato que en los puntos investigados se alcanza a una profundidad entre 1,5 a 2,5 m

Por debajo de esta profundidad se estima que en la totalidad de la excavación se alcanzará como mínimo roca alterada en grado III con una resistencia alta o jabres de compactidad densa.

Como se ha determinado con la investigación, el perfil del nivel de apoyo de



la cimentación directa es bastante irregular, y dentro de este perfil, como se expresa en la figura 2 se pueden localizar apoyos en los cuales parcialmente se encuentre entre núcleos duros de roca y niveles de jabre con un comportamiento de suelo con

compactidad densa.

Por esta razón se ha considerado oportuno realizar las estimaciones de capacidad de carga de dos formas diferentes, partiendo de dos hipótesis distintas: considerando el sustrato como roca, aunque de media resistencia (adamellitas con grado de meteorización IV), y considerando el sustrato como suelo arenoso denso (jabres), esta última hipótesis planteada desde el lado de la seguridad.

5.2.2. Cimentación directa como suelo

Si se considera que la cimentación se va a efectuar sobre un suelo arenoso denso, se podrán aplicar las expresiones clásicas para la estimación de la carga de hundimiento en suelos incluyendo en el cálculo la estimación del asiento producido por la carga de dicha cimentación.

Una expresión adecuada para suelos arenosos según distintitos autores queda formulada mediante:

$$q_{ad} = \frac{N \cdot s}{12 \cdot 2,54} \cdot \left(\frac{B + 0,3}{B} \right)^2$$

Donde N es el valor N_{30} del ensayo SPT; y s el asiento igual **2,54** cm

Estimando que los jabres densos el valor mínimo de N es igual a 30 y considerando el ancho (B) de zapata más desfavorable (3,0 m), y añadiendo la sobrecarga de tierras, la tensión resultante es algo superior a 3,0 kp/cm² (300 kPa), resultando tensiones algo superiores a medida que se disminuye el ancho de la zapata o si se aumenta el rango del asiento.

5.2.3. Cimentación directa como roca

Como se ha repetido con anterioridad el nivel de apoyo es irregular a lo largo del perfil geológico, y en algunos puntos, cabe la posibilidad que se produzcan situaciones como la de la figura 2, con problemas de rotura de puntas de roca sobre el conjunto de jabres, se plantea la cimentación en roca considerando la situación más desfavorable del macizo, tomado una resistencia mínima y con el macizo rocoso fracturado.

Para la estimación de la capacidad de carga considerando el sustrato como roca, se ha seguido un criterio sencillo, expuesto por Bowles (1988), según el cual la tensión admisible se estima como una fracción de la resistencia a compresión simple de la roca, variable entre 1/3 y 1/10, en función del índice RQD.

De esta forma se tendría que, según las hipótesis establecidas, la tensión admisible en los niveles de adamellitas con grado de meteorización IV y III con un valor del orden de 6 kp/m^2 (600 kPa), aunque en el ensayo que se ha realizado la tensión ha sido muy superior.

Por otra parte, si se considera el sustrato como roca, y aunque ésta sea blanda, se puede contar con un módulo de deformación del orden de 4.000 t/m^2 , que para cargas del orden de 60 t/m^2 producirán asientos inferiores a 2,54 cm

A la vista de todo el desarrollo, considerando que entre los puntos de apoyo se pueden generar situaciones distintas, que pueden inducir a asientos diferenciales de la estructura, a pesar que parte de los apoyos se resuelvan sobre adamellitas algo meteorizadas, se recomienda que la carga admisible no supere el orden de $4,0 \text{ kp/cm}^2$ (400 kPa), con lo que se minimiza los

problemas que puedan ocasionar apoyos irregulares representados en la figura 2

En los puntos donde el apoyo de cimentación se desarrolle sobre jabres de compacidad densa la tensión admisible debe limitarse a $3,0 \text{ kp/cm}^2$ (300 kPa)

Estas estimaciones de capacidad de carga son válidas siempre que con la excavación de saneo se alcance el substrato rocoso de adamellitas o en su defecto un jabre compacto.

Se recomienda que la zapata de apoyo se encastre 0,3 – 0,4 m dentro de la roca o jabre, para evitar el desplazamiento horizontal de la estructura sobre la superficie de apoyo.

El apoyo de todas las zapatas deberá realizarse en la medida de lo posible sobre adamellitas con características mecánicas similares para evitar asientos diferenciales inducidos por comportamientos elásticos heterogéneos.

En relación con este hecho, se aconseja dimensionar el área de las zapatas con una superficie mayor a cuatro veces el área del punto de transmisión de la carga o al menos de 1 m^2 , con los que se palian excentricidades y concentraciones de tensiones que pueden provocar roturas en la roca tipo Rankine o de puntas de roca. Diseñando el elemento estructural con cierta rigidez para que la transmisión de la carga sea uniforme.

Estas recomendaciones de cimentación están orientadas para los elementos que se han de apoyar superficialmente.

En aquellos elementos que por necesidades constructivas en la instalación será necesario realizar una excavación superior a 4-5 m desde la superficie actual (e incluso superior o cercano a 10 m) es de suponer que a esta profundidad se alcance un substrato rocoso de adamellitas con un grado de meteorización bajo (prácticamente sanas) que pueden tener mayor o menor grado de diaclasado.

En estas condiciones se podrá realizar, de igual modo que en los elementos superficiales una cimentación directa sobre las adamellitas. La carga admisible de esta cimentación podrá considerarse de $5,0 \text{ kp/cm}^2$ (500 kPa), siempre y cuando la fracturación y diaclasado que presenten estos granitos no sea muy intensa, siendo factible cuando la separación entre diaclasas sea superior al ancho del elemento de cimentación.

En el caso que el diaclasado intenso y que la separación entre juntas sea próxima, con el fin de no generar roturas tipo Rankine, se recomienda limitar la tensión de esta cimentación a una carga no superior a $4,0 \text{ kp/cm}^2$ (400 kPa), tal como se estimo anteriormente.

5.2.4. Condiciones particulares

Debido a la ubicación de cada una de las nuevas instalaciones, repartidas en el área de estudio, se hace necesario precisar por cada una de ellas los condicionantes particulares con respecto a la cimentación como a la excavación que precise el elemento. Las circunstancias de cada una de estas zonas se indican en los siguientes párrafos:

Para el área destinada al TRATAMIENTO DE FANGOS se han realizado la calicata C-2 y el penetrómetro P-1

Dentro de este complejo para la construcción del depósito de fangos se precisará una excavación de orden de 5 m, de acuerdo con la investigación a esta profundidad se estima que se alcanzará el subtrato rocoso de adamellitas, por lo tanto la tensión de cimentación máxima de este elemento queda limitada a $4,0 - 5,0 \text{ kp/cm}^2$ (400 - 500 kPa) en función del estado de fracturación y diaclasado del macizo rocoso.

En cuanto a la excavación, para alcanzar esta profundidad se precisarán medios neumáticos y/o voladura. En esta excavación se mantendrán las recomendaciones indicadas en el epígrafe de excavación.

Con respecto a los espesadores, estos elementos se apoyarán a una profundidad del orden de 1,5 m bajo la superficie topográfica actual.

En función de la investigación en esta área (C-2 y P-1) a partir de esta profundidad se estima que se habrá alcanzado un nivel de jabres densos con algún núcleo de adamellitas alteradas. De cumplirse esta premisa la tensión máxima de cimentación quedaría limitada a $3,0 \text{ kp/cm}^2$ (300 kPa)

La excavación para estos puntos se podría realizar con medios mecánicos potentes.

Para la investigación del EDIFICIO DE PRE-OZONIZACIÓN se ha realizado la calicata C-2

Este edificio se apoyará superficialmente, por lo que su cimentación deberá realizarse por medio de pozos de cimentación (cimentación semiprofunda) con una profundidad superior a 1,5 – 2,0 m hasta alcanzar un jabre compacto y denso o roca. De alcanzarse este nivel de jabres la tensión de cimentación queda limitada a $3,0 \text{ kp/cm}^2$ (300 kPa)

Como en el caso anterior, la excavación necesaria para la construcción de este edificio podrá realizarse con medios mecánicos.

En la zona de BOMBEO A FILTROS DE CARBÓN ACTIVO, FILTROS DE CARBÓN ACTIVO y EDIFICIO DE REACTIVOS, las distintas instalaciones actuales han impedido el paso de los equipos necesarios para la realización de la investigación, por lo que en estas zonas se ha estimado las características mecánicas en función de las observaciones realizadas en superficie.

A favor de esta estimación se encuentra el hecho que estos elementos precisarán una excavación entre 3 a 10 m para su instalación. Esto significa, que trasladando las verificaciones de otros puntos a esta profundidad la excavación se encuentre con roca con un grado de meteorización bajo, o en su defecto un jabre compacto.

Bajo estas circunstancias se considera adecuado limitar la carga admisible de la cimentación a una tensión no superior a $3,0 \text{ kp/cm}^2$ (300 kPa)

En cuanto a la excavación, una vez atravesados los metros superficiales con medios de excavación mecánicos, la progresión en profundidad requerirá medios neumáticos y voladura, hasta alcanzar la cota prevista de cimentación.

Por último, para el área de TRATAMIENTO DE ALGAS se han excavado las calicatas C-3, C-4 y C-5 según se refleja en el plano del Anejo nº1

Este elemento precisará una excavación del orden de 5 m desde la superficie topográfica actual. En función de esta profundidad, es de suponer que a esta cota, se alcanzará un substrato granítico poco alterado, por lo que la tensión máxima quedaría limitada a $4,0 \text{ kp/cm}^2$ (400 kPa)

Con respecto a la excavación, una vez sobrepasado el 1,5 a 2,0 m de profundidad con medios mecánicos, la profundización precisará medios neumáticos y voladura.

5.2.5. Soleras

En la construcción de las soleras se pueden diferenciar dos zonas. Por un lado las soleras que se ejecuten casi en su totalidad sobre roca, y las soleras bajo las cuales se encontrarán mayoritariamente jabres o suelos vegetales.

En el primer caso una vez realizado la limpieza se podría apoyar, directamente la solera aunque se aconseja regular el apoyo con un relleno que uniformice la superficie de apoyo de la solera.

En el segundo caso, la sustitución de todo el conjunto de suelos vegetales y rellenos puede no resultar económico, por lo que se aconseja eliminar parte de estos, escarificar y compactar la base y realizar la sustitución con un relleno controlado.

Esta sustitución con el fin de evitar daños en la solera, se recomienda realizarla por un relleno tipo terraplén construido por un material clasificado que cumpla como mínimo las prescripciones de suelo adecuado que marca el PG-3 Orden FOM/1382/2002, es decir:

- Contenido nulo de elementos de tamaño superior a 10 cm.
- Contenido de finos inferior al 35%.
- Límite líquido menor de 40%.
- Densidad máxima del ensayo Proctor Normal no inferior a 1,75 t/m³.

- Índice C.B.R. superior a 5 con un hinchamiento en el ensayo inferior al 2%.
- Contenido de materia orgánica inferior al 1%.

Este material deberá ser colocado en tongadas de 30 cm de espesor, hasta alcanzar la cota de proyecto con un mínimo de 60 cm de saneo; y compactado hasta alcanzar una densidad "in situ" igual o superior al 95% de la máxima del ensayo Proctor Modificado.

Previamente a su colocación, la explanada resultante de la sustitución de terreno deberá ser escarificada y compactada con los medios más energéticos que se disponga en la obra, con el fin de mejorar su capacidad portante.

En las zonas donde se alcance jabres limpios de restos vegetales y de compacidad densa, el apoyo de la solera se podrá realizar sobre el mismo, por lo que no se considera necesaria su sustitución, aunque se recomienda escarificar y compactar unos 20 cm para regularizar la superficie sobre la que se ejecutará la solera. Retirando los bloques o elementos más groseros.

5.2.6. Otras consideraciones

De acuerdo con el análisis en contenido en sulfatos solubles, los suelos que albergarán la cimentación no contienen dicha sustancia; no siendo necesarias medidas especiales de protección en el uso de los hormigones con respecto a esta condición.

Desde el punto de vista constructivo ante la condición de profundizar en algunos puntos la cimentación hasta una profundidad adecuada caben dos posibles soluciones:

- La construcción de pozos de cimentación rellenos con hormigón en masa la altura correspondiente entre el nivel de apoyo necesario y la parte inferior de la zapata proyectada.
- O la construcción de la zapata en el fondo de la excavación, relleno posteriormente con un material inerte, e impermeabilizando convenientemente la zona superior del relleno, a fin de evitar el acceso de agua. Este sellado podrá realizarse mediante un tapón de arcilla, compactado, de un espesor mínimo de 20 cm, o mediante hormigón pobre.

6. CONCLUSIONES

Las conclusiones recogidas a lo largo de este informe se resumen en los siguientes puntos:

- La estructura básica del terreno analizado está formada por un sustrato granítico adamellítico cubierto por un espesor variable de jabres (suelos de alteración) y suelos vegetales.
- Los niveles de suelos y jabres serán excavables con medios mecánicos convencionales, pasando a medios más potentes, neumáticos e incluso voladora en los tramos que sea preciso la excavación sobre granitos adamellíticos.
- Se consideran válidos pendientes subverticales en los taludes temporales sobre adamellitas con grado de meteorización inferior a III que pasarían a 4V:1H o 3V:1H en los tramos de jabre compacto.
- La cimentación de las estructuras podrá resolverse por una cimentación directa con zapatas limitando la tensión a $4,0 \text{ kp/cm}^2$ (400 kPa) cuando se apoye sobre roca algo alterada y a $3,0 \text{ kp/cm}^2$ (300 kPa) cuando se desarrolle sobre jabres de compacidad densa.

Este documento corresponde a un reconocimiento puntual, por lo que la aplicación de las recomendaciones formuladas tendrán validez si durante la realización de los trabajos de excavación y cimentación, confirman las características de los suelos y rocas indicados en los apartados anteriores.

Este informe consta de 31 páginas numeradas y selladas, además de sus correspondientes Anejos, dicho informe contiene la exposición de los resultados obtenidos en este laboratorio por lo que ICAES, responde únicamente de dichos resultados.

Móstoles, 2 de marzo de 2004

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

JEFE DEL DEPARTAMENTO
DE GEOTECNIA

Jesús Fco. Rodríguez de Guzmán

José Luis Blázquez Povedano

Geólogo

Ingeniero T. Obras Públicas

POR ICAES

DIRECTOR-GERENTE

Víctor Manuel García del Monte

ANEJO Nº 1.

PLANO DE SITUACIÓN DE PUNTOS DE RECONOCIMIENTO



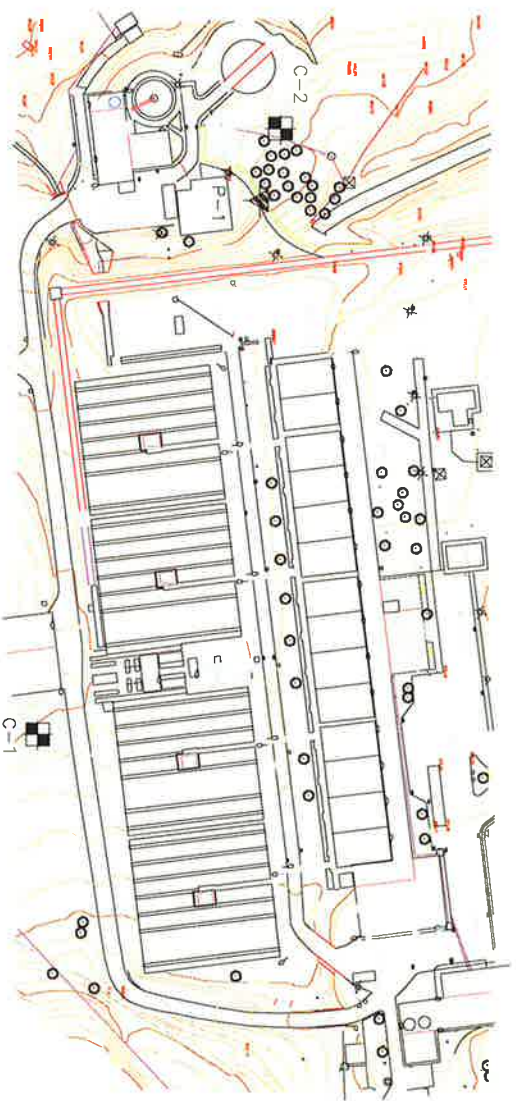
LEYENDA



Calicata



Penetrómetro

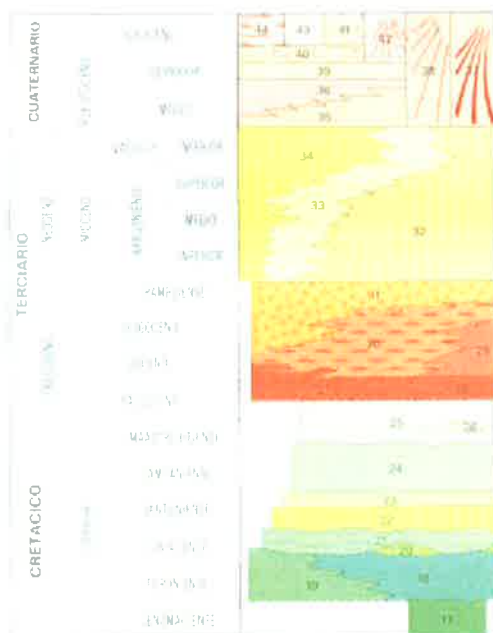


OBRA: Informe Geotécnico para ampliación de ETAP de Santillana (Manzanares del Real)	ESCALA aprox.: 1/500
PLANO: Plano de situación aproximada de puntos de reconocimiento	PETICIONARIO: DHA REF: G-827-04

ANEJO N° 2.-

MAPA GEOLÓGICO GENERAL

LEYENDA

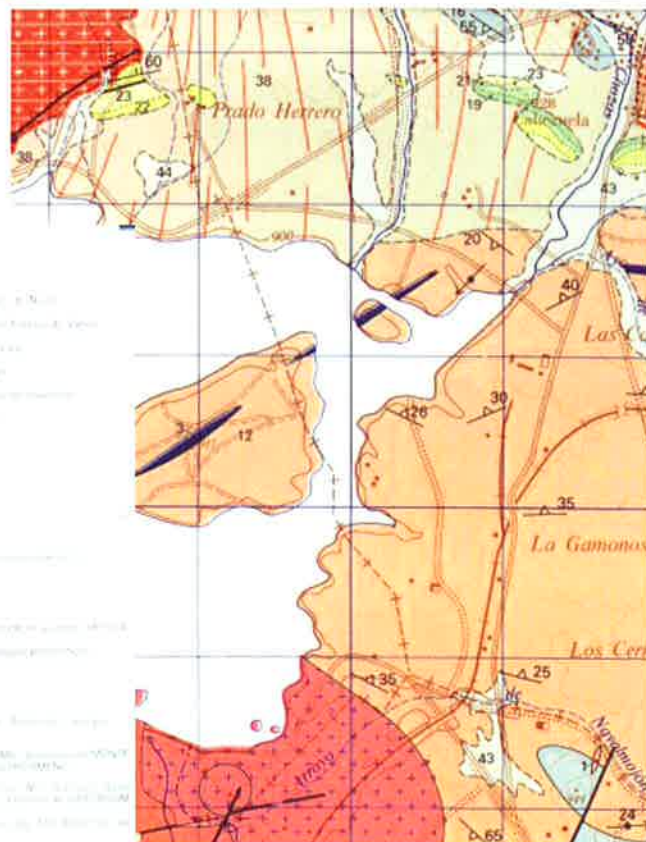


ROCAS METAMORFICAS PARADERIVADAS

PRE-ORDOVICICO

ROCAS IGNEAS PREHERCINICAS

ROCAS GRANITICAS HERCINICAS



ÁREA DE ESTUDIO

Fuente: Mapa Geológico de España Hoja 509 Torrelaguna



OBRA: **Informe Geotécnico y Topográfico para ampliación de ETAP de Santillana (Manzanares del Real)**

PETICIONARIO: **DHA**

PLANO: **Mapa geológico general**

REF: **G-827-04**

FECHA: **Marzo/04**

ESCALA: **1/50.000**

ANEJO N° 3.-

CALICATAS

 ICAES Instituto de Control, Asistencia, Ensayos y Sondeos, S.A.	OBRA :	Informe Geotécnico y Topográfico para ampliación ETAP de Santillana en Manzanares del Real (Madrid)	Peticionario:	DHA	Fecha:	04-feb-04
			Referencia :	G-827-04	CALICATA :	C- 1
	Supervisor :	David Muñoz Moreno	Localización:	Ver plano adjunto		

PROFUNDIDAD	AGUA	LITOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	TIPO MUESTRA Y PROFUNDIDAD	CLASIFICACIÓN USCS	(%) QUE PASA		LÍMITES ATTERBERG			DENSIDAD (g/cm ³)	SULFATOS (%)	COMPRESIÓN SIMPLE (kg/cm ²)
						< 0,08 mm	< 4,76 mm	HUMEDAD NATURAL (%)					
								LL	LP	W			

0,4		TIERRA VEGETAL: ARENA MARRÓN OSCURA ALGO ARCILLOSA Y GRAVA ADAMELLÍTICA											
1		JABRE Y NÚCLEOS DE ADAMELLITAS ARENA MARRÓN ANARANJADA CON ALGO DE LIMO Y CANTOS DECIMÉTRICOS DE ADAMELLITAS CON GRADO DE METEORIZACIÓN IV A III											
2		Los cantos de adamellitas son más frecuentes en profundidad +											
2,2		Arena arcósica media y gruesa											
		Final calicata a 2,2 m											



MUESTRAS:



MB Muestra en bolsa
MS Muestra en saco
B Bloque

G.M.: Grado de meteorización
E/M: Relación Esqueleto/Matriz

Estabilidad:	Paredes estables
Excavabilidad:	Fondo difícilmente ripable
Nivel freático:	Seco

 ICAES Instituto de Control, Asistencia, Ensayos y Sondeos, S.A.	OBRA :	Informe Geotécnico y Topográfico para ampliación ETAP de Santillana en Manzanares del Real (Madrid)		Peticionario:	DHA	Fecha:	04-feb-04
				Referencia :	G-827-04	CALICATA :	
	Supervisor :	David Muñoz Moreno		Localización:	Ver plano adjunto		C- 2

PROFUNDIDAD	AGUA	LITOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	TIPO MUESTRA Y PROFUNDIDAD	CLASIFICACIÓN USCS	(%) QUE PASA		LÍMITES ATTERBERG			DENSIDAD (g/cm³)	SULFATOS (%)	COMPRESIÓN SIMPLE (kg/cm²)
						< 0,08 mm	< 4,76 mm	HUMEDAD NATURAL (%)					
								LL	LP	W			

0,6	K K K K K K K K	TIERRA VEGETAL: ARENA MARRÓN OSCURA ALGO ARCILLOSA Y GRAVA ADAMELLÍTICA											
1,4		JABRE Y NÚCLEOS DE ADAMELLITAS ARENA MARRÓN ANARANJADA CON INDICIOS DE LIMO Y CANTOS DECIMÉTRICOS DE ADAMELLITAS CON GRADO DE METEORIZACIÓN IV A III Arena arcósica gruesa y media	1,2	SP-SM	8,3	59,6	NP	NP	6,6			NC	
		Final calicata a 1,4 m	1,4										



MUESTRAS:



MB Muestra en bolsa
MS Muestra en saco
B Bloque

G.M.: Grado de meteorización
E/M: Relación Esqueleto/Matriz

Estabilidad:	Paredes estables
Excavabilidad:	Fondo difícilmente ripable
Nivel freático:	Seco

 ICAES Instituto de Control, Asistencia, Ensayos y Sondeos, S.A.	OBRA :	Informe Geotécnico y Topográfico para ampliación ETAP de Santillana en Manzanares del Real (Madrid)	Peticionario:	DHA	Fecha:	04-feb-04
			Referencia :	G-827-04	CALICATA :	
	Supervisor :	David Muñoz Moreno	Localización:	Ver plano adjunto	C- 3	

PROFUNDIDAD	AGUA	LITOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	TIPO MUESTRA Y PROFUNDIDAD	CLASIFICACIÓN USCS	(%) QUE PASA		LÍMITES ATTERBERG			DENSIDAD (g/cm³)	SULFATOS (%)	COMPRESIÓN SIMPLE (kg/cm²)
						< 0,08 mm	< 4,75 mm	HUMEDAD NATURAL (%)					
								LL	LP	W			
0,9		TIERRA VEGETAL: ARENA MARRÓN OSCURA ALGO ARCILLOSA Y GRAVA ADAMELLÍTICA											
1,4 m		JABRE Y NÚCLEOS DE ADAMELLITAS ARENA MARRÓN ANARANJADA CON INDICIOS DE LIMO Y BLOQUES DECIMÉTRICOS DE ADAMELLITAS CON GRADO DE METEORIZACIÓN IV A III											
1,7		Arena arcósica media y gruesa		1,5	SW-SM	10,2	72,6	NP	NP	17,5		NC	
		Final calicata a 1,7 m		1,7									



MUESTRAS:

	MB	Muestra en bolsa	G.M. :	Grado de meteorización
	MS	Muestra en saco	E/M :	Relación Esqueleto/Matriz
	B	Bloque		

Estabilidad:	Paredes estables hasta 1,4 m
Excavabilidad:	Fondo difícilmente ripable
Nivel freático:	Se detecta agua a 1,4 m

 ICAES Instituto de Control, Asistencia, Ensayos y Sondeos, S.A.	OBRA :	Informe Geotécnico y Topográfico para ampliación ETAP de Santillana en Manzanares del Real (Madrid)	Peticionario:	DHA	Fecha:	04-feb-04
			Referencia :	G-827-04	CALICATA :	
	Supervisor :	David Muñoz Moreno	Localización:	Ver plano adjunto	C- 4	

PROFUNDIDAD	AGUA	LITOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	TIPO MUESTRA Y PROFUNDIDAD	CLASIFICACIÓN USCS	(%) QUE PASA		LÍMITES ATTERBERG			DENSIDAD (g/cm³)	SULFATOS (%)	COMPRESIÓN SIMPLE (kg/cm²)
						< 0,08 mm	< 4/76 mm	HUMEDAD NATURAL (%)					
								LL	LP	W			

0													
1	1,0		TIERRA VEGETAL: ARENA MARRÓN OSCURA ALGO ARCILLOSA Y GRAVA ADAMELLÍTICA Arena arcósica media a gruesa con cantos centimétricos adamellíticos										
1,5			JABRE Y NÚCLEOS DE ADAMELLITAS ARENA MARRÓN ANARANJADA CON INDICIOS DE LIMO Y BLOQUES MÉTRICOS DE ADAMELLITAS CON GRADO DE METEORIZACIÓN IV A III Arena arcósica media y gruesa	1,3							0,5	2,59	1146,8
2			Final calicata a 1,5 m	1,5									



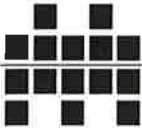
MUESTRAS:



MB Muestra en bolsa
MS Muestra en saco
B Bloque

G.M. : Grado de meteorización
E/M : Relación Esqueleto/Matriz

Estabilidad:	Paredes estables
Excavabilidad:	Fondo difícilmente ripable
Nivel freático:	Seco

 ICAES Instituto de Control, Asistencia, Ensayos y Sondeos, S.A.	OBRA :	Informe Geotécnico y Topográfico para ampliación ETAP de Santillana en Manzanares del Real (Madrid)	Peticionario:	DHA	Fecha:	04-feb-04
			Referencia :	G-827-04	CALICATA :	
	Supervisor :	David Muñoz Moreno	Localización:	Ver plano adjunto	C- 5	

PROFUNDIDAD	AGUA	LITOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	TIPO MUESTRA Y PROFUNDIDAD	CLASIFICACIÓN USCS	(%) QUE PASA		LÍMITES ATTERBERG			DENSIDAD (g/cm³)	SULFATOS (%)	COMPRESIÓN SIMPLE (kg/cm²)
						< 0,08 mm	< 4,75 mm	HUMEDAD NATURAL (%)					
								LL	LP	W			
0													
1	1,0		TIERRA VEGETAL: ARENA MARRÓN OSCURA ALGO ARCILLOSA Y GRAVA ADAMELLÍTICA Arena arcósica media a gruesa con cantos centimétricos adamellíticos y de escombros										
1,8			JABRE Y NÚCLEOS DE ADAMELLITAS ARENA MARRÓN ANARANJADA CON INDICIOS DE LIMO Y CANTOS CENTIMÉTRICOS DE ADAMELLITAS CON GRADO DE METEORIZACIÓN IV A III Arena arcósica media y gruesa	1,6	SW-SM	9,8	57,4	NP	NP	8,1		NC	
2			Final calicata a 1,8 m	1,8									



MUESTRAS:



MB Muestra en bolsa
MS Muestra en saco
B Bloque

G.M. : Grado de meteorización
E/M : Relación Esqueleto/Matriz

Estabilidad:	Paredes estables
Excavabilidad:	Fondo difícilmente ripable
Nivel freático:	Seco

ANEJO N° 4.-

PENETRÓMETRO

Nº ACTA:	CODIGO OBRA:	EXPEDIENTE:	MUESTRA:	FECHA DE ACTA:
I	1297	827	.2004/1123	01/03/2004

ST02153

Ensayo de penetración dinámica BORROS

ACTA DE RESULTADOS

Obra: Informe Geotécnico y Topográfico para la ampliación de E.T.A.P. de Santillana (Canal de Isabel II) Manzanares del Real (Madrid)
Peticionario: DHA
Fecha eny: 04/02/2004 Operador: Lucas Gómez

DESTINATARIO:

DHA
Zurbano 92, 2ª Planta
28003 Madrid

Penetrómetro:

P- 1

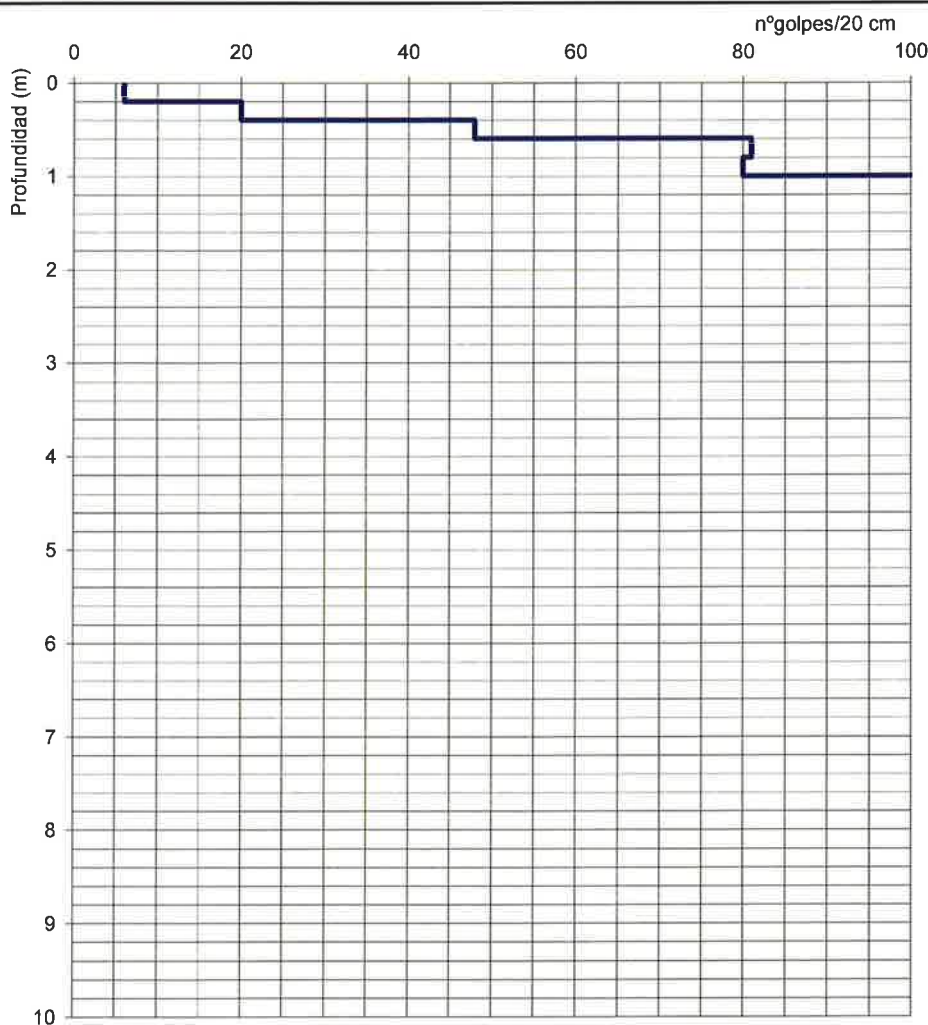
MATERIAL: Penetrómetro dinámico

PROCEDENCIA: Según plano adjunto

REFERENCIA:

G-827-04

RESULTADO DEL ENSAYO



Profundad	Nº	Profundad	Nº
0.2	6	5.2	--
0.4	20	5.4	--
0.6	48	5.6	--
0.8	81	5.8	--
1.0	80	6.0	--
1.2	150	6.2	--
1.4	--	6.4	--
1.6	--	6.6	--
1.8	--	6.8	--
2.0	--	7.0	--
2.2	--	7.2	--
2.4	--	7.4	--
2.6	--	7.6	--
2.8	--	7.8	--
3.0	--	8.0	--
3.2	--	8.2	--
3.4	--	8.4	--
3.6	--	8.6	--
3.8	--	8.8	--
4.0	--	9.0	--
4.2	--	9.2	--
4.4	--	9.4	--
4.6	--	9.6	--
4.8	--	9.8	--
5.0	--	10.0	--

Peso de la maza 63,5 kg Altura de caída: 0,50 m
Diámetro varilla: 32,0 mm
Superficie puntaza: 16,0 cm² Peso varillaje: 6,3 kg/m

RESPONSABLE AREA

Vº Bº DIRECTOR

José Luis Blázquez Povedano

Jose Manuel Turón Mayor

LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID EN LAS ÁREAS HA(Control de hormigón en masa o armado y sus materiales constituyentes), SE(Ensayos laboratorio mecánica de suelos), ST(Tomas muestras inalteradas, ensayos y pruebas in situ de suelos), SV(Suelos, áridos, mezclas bituminosas y materiales constituyentes), AP (Ensayos de laboratorio de perfiles y barras de acero) Y AS (Control "in situ" de la ejecución de soldadura de elementos estructurales) S/REAL DECRETO 1230/89

Prohibida la reproducción parcial sin la aprobación por escrito del LABORATORIO ICAES

ANEJO N° 5.-

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

IIICO Y TOPOGRÁFICO PARA LA AMPLIACIÓN DE LANA EN MANZANARES DEL REAL (Madrid)

DATOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE MUESTRAS DE CALICATAS

GRANULOMETRÍA		LÍMITES ATTERBERG			HUMEDAD	DENSIDAD	DENSIDAD	CONTENIDO	COMPRESIÓN	CLASIFICACIONES	
(%)		LL	LP	IP		SECA	APARENTE	SULFATOS	SIMPLE	Casagrande	U.S.C.S
<0,08 mm	<4,76 mm				(%)	(g/cm³)	(g/cm³)	(%)	(kp/cm²)		
11,8	87,4	NP	NP	---	9,0	---	---	NC	---	ML	SW-SM
8,3	59,6	NP	NP	---	6,6	---	---	NC	---	ML	SP-SM
10,2	72,6	NP	NP	---	17,5	---	---	NC	---	ML	SW-SM
---	---	---	---	---	0,5	2,59	2,60	---	1146,8	ROCA	
9,8	57,4	NP	NP	---	8,1	---	---	NC	---	ML	SW-SM

Peticionario: DHA





C/ Puerto de Cotos, 17 Pol. Ind "Las Nieves"
(28935) Móstoles, Madrid
Tel.: 916 658 045 - FAX: 916 658 043

Nº ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2	1297	827	.2004/1124	01/03/2004

SE01010

Apertura y descripción de muestra

DESTINATARIO

Archivo del laboratorio

ACTA DE RESULTADOS

Obra: Informe Geotécnico y Topográfico para la ampliación de E.T.A.P. de Santillana (Canal de Isabel II), Manzanares del Real (Madrid)

Peticionario: DHA

Inicio/Fin de ensayos: 09/02/2004 / 09/02/2004 Operador: Alfredo Muñoz

MATERIAL: Muestra alterada

PROCEDENCIA: C-1, profundidad de 2.0 a 2.2 m

REFERENCIA:
G-827-04

RESULTADOS DEL ENSAYO

APERTURA Y DESCRIPCIÓN DE MUESTRA

Longitud	mm	
Diámetro	mm	
Descripción		Jabre con granito
Color		Marrón anaranjado
Reacción CIH		Nula
Resist. Micropenetración	kp/cm ²	

Página 1/1

RESPONSABLE DE AREA

Copias enviadas a:
DHA

Vº Bº DIRECTOR,

José Luis Blázquez Povedano

Jose Manuel Turón Mayor

LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID EN LAS AREAS HA (Control de hormigón en masa o armado y sus materiales constituyentes), SE (Control de laboratorio mecánica del suelo), ST (Tomas de muestras inalteradas, ensayos y pruebas "in situ" de suelos), SV (Suelos, áridos, mezclas bituminosas y sus materiales constituyentes), AP (Control de laboratorio de perfiles y barras de acero) Y AS (Control "in situ" de la ejecución de soldadura de elementos estructurales) S/REAL DECRETO 1230/89

SE01071

Analisis granulométrico por tamizado en suelos UNE 103-101

ACTA DE RESULTADOS

Obra:

Informe Geotécnico y Topográfico para la ampliación de E.T.A.P. de

Santillana (Canal de Isabel II) Manzanares del Real (Madrid)

Peticionario:

DHA

Fecha: 09/02/2004 / 10/02/2004 Operador: Alfredo Muñoz

DESTINATARIO:

DHA

Zurbano 92, 2ª Planta

28003 Madrid

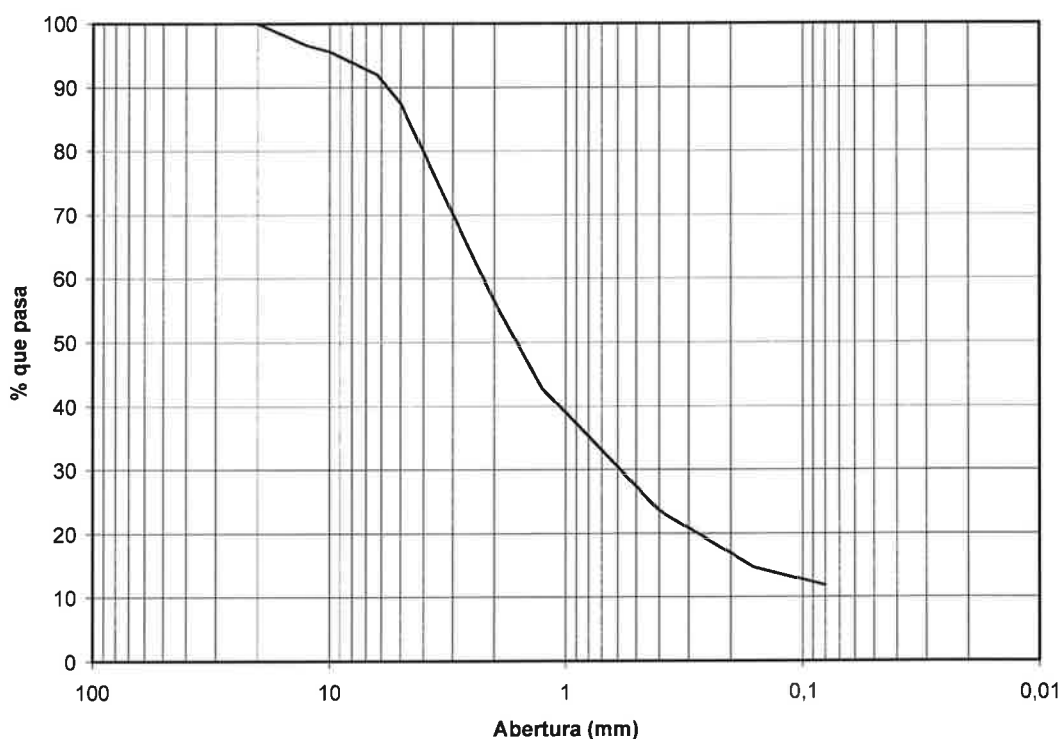
REFERENCIA:

G-827-04

MATERIAL: Muestra alterada

PROCEDENCIA: C-1, profundidad de 2.0 a 2.2 m

RESULTADO DEL ENSAYO



MUESTRA TOTAL
ENSAYADA (gr.) :

500

TAMICES PASA

U.N.E.

%

80	100
63	100
50	100
40	100
25	100
20	100
12,5	96,6
10	95,6
6,3	92,0
5	87,4
2	56,4
1,25	42,8
0,40	23,6
0,16	14,8
0,08	11,8

LÍMITE LÍQUIDO (%): **NP**

% GRAVA : 12,6

LÍMITE PLÁSTICO (%): **NP**

% ARENA GRUESA: 31,0

ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%): - -

% ARENA MEDIA: 32,8

% ARENA FINA: 11.8

% TOTAL ARENA: 75,6

CLASIFICACIÓN U.S.C.S.: SW-SM

% FINOS : 11,8

RESPONSIBLE AREA

Vº Bº DIRECTOR

José Luis Blázquez Povedano

Jose Manuel Turón Mayor

LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID EN ÁREAS HA(Control hormigón en masa o armado y materiales constituyentes), SE (Ensayos de laboratorio mecánica de suelos), ST (Tomas muestras inalteradas, ensayos y pruebas in situ de suelos), SV (Suelos, áridos, mezclas bituminosas y materiales constituyentes), AP (Ensayos laboratorio de perfiles y barras de acero) Y AS (Control in situ de la ejecución de soldadura de elementos estructurales) S/REAL DECRETO 1230/89

Nº ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
4	1297	827	.2004/1124	01/03/2004

SE01081, SE01030, SE03030

Determinación de los límites de Atterberg.
Determinación de la humedad natural
Determinación del contenido de sulfatos solubles por Fotocolorimetría

DESTINATARIO

DHA
Zurbano 92, 2ª Planta
28003-Madrid
MADRID

ACTA DE RESULTADOS

Obra: Informe Geotécnico y Topográfico para la ampliación de E.T.A.P. de Santillana (Canal de Isabel II), Manzanares del Real (Madrid)

Peticionario: DHA

Inicio/Fin de ensayos: 10/02/2004 / 10/02/2004 Operador: Alfredo Muñoz, Alfredo Muñoz, Alfredo Muñoz

MATERIAL: Muestra alterada

PROCEDENCIA: C-1, profundidad de 2.0 a 2.2 m

REFERENCIA:
G-827-04

RESULTADOS DEL ENSAYO

DETERMINACIÓN LÍMITES DE ATTERBERG UNE 103-103 y 103-104

Límite Líquido	%	NO PLÁSTICO
Límite Plástico	%	NO PLÁSTICO
Índice de Plasticidad	%	--

HUMEDAD NATURAL UNE 103-300

Humedad	%	9
---------	---	---

CONTENIDO EN SULFATOS SOLUBLES POR FOTOCOLORIMETRÍA

Contenido	%	No contiene
-----------	---	-------------

Página 1/1

RESPONSABLE DE AREA

Copias enviadas a:
DHA

Vº Bº DIRECTOR,

José Luis Blázquez Povedano

Jose Manuel Turón Mayor

LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID EN LAS AREAS HA (Control de hormigón en masa o armado y sus materiales constituyentes), SE (Control de laboratorio mecánica del suelo), ST (Tomas de muestras inalteradas, ensayos y pruebas "in situ" de suelos), SV (Suelos, áridos, mezclas bituminosas y sus materiales constituyentes), AP (Control de laboratorio de perfiles y barras de acero) Y AS (Control "in situ" de la ejecución de soldadura de elementos estructurales) S/REAL DECRETO 1230/89



C/ Puerto de Cotos, 17 Pol. Ind "Las Nieves"
(28935) Móstoles, Madrid
Tel.: 916 658 045 - FAX: 916 658 043

Nº ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
5	1297	827	.2004/1125	01/03/2004

SE01010

Apertura y descripción de muestra

DESTINATARIO

DHA
Zurbano 92, 2ª Planta
28003-Madrid
MADRID

ACTA DE RESULTADOS

Obra: Informe Geotécnico y Topográfico para la ampliación de E.T.A.P. de Santillana (Canal de Isabel II), Manzanares del Real (Madrid)

Peticionario: DHA

Inicio/Fin de ensayos: 09/02/2004 / 09/02/2004 Operador: Alfredo Muñoz

MATERIAL: Muestra alterada

PROCEDENCIA: C-2, profundidad de 1.2 a 1.4 m

REFERENCIA:
G-827-04

RESULTADOS DEL ENSAYO

APERTURA Y DESCRIPCIÓN DE MUESTRA

Longitud	mm	
Diámetro	mm	
Descripción		Jabre con granito
Color		Marrón anaranjado
Reacción CIH		Nula
Resist. Micropenetración	kp/cm²	

Página 1/1

RESPONSABLE DE AREA

Copias enviadas a:

DHA

Vº Bº DIRECTOR,

José Luis Blázquez Povedano

Jose Manuel Turón Mayor

LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID EN LAS AREAS HA (Control de hormigón en masa o armado y sus materiales constituyentes), SE (Control de laboratorio mecánica del suelo), ST (Tomas de muestras inalteradas, ensayos y pruebas "in situ" de suelos), SV (Suelos, áridos, mezclas bituminosas y sus materiales constituyentes), AP (Control de laboratorio de perfiles y barras de acero) Y AS (Control "in situ" de la ejecución de soldadura de elementos estructurales) S/REAL DECRETO 1230/89

C/ Puerto de Cotos, 17. Pol. Ind. "Las Nieves"
(28935) Móstoles. Madrid
Tél: 916 658 045 - Fax: 916 658 047

Nº ACTA:	CÓDIGO OBRA:	EXPEDIENTE:	MUESTRA:	FECHA DE ACTA:
6	1297	827	.2004/1125	01/03/2004

SE01071

Análisis granulométrico por tamizado en suelos UNE 103-101

ACTA DE RESULTADOS

Obra:

Informe Geotécnico y Topográfico para la ampliación de E.T.A.P. de

Santillana (Canal de Isabel II) Manzanares del Real (Madrid)

Peticionario:

DHA

Fecha: 09/02/2004 / 10/02/2004 Operador: Alfredo Muñoz

DESTINATARIO:

DHA

Zurbano 92, 2ª Planta

28003 Madrid

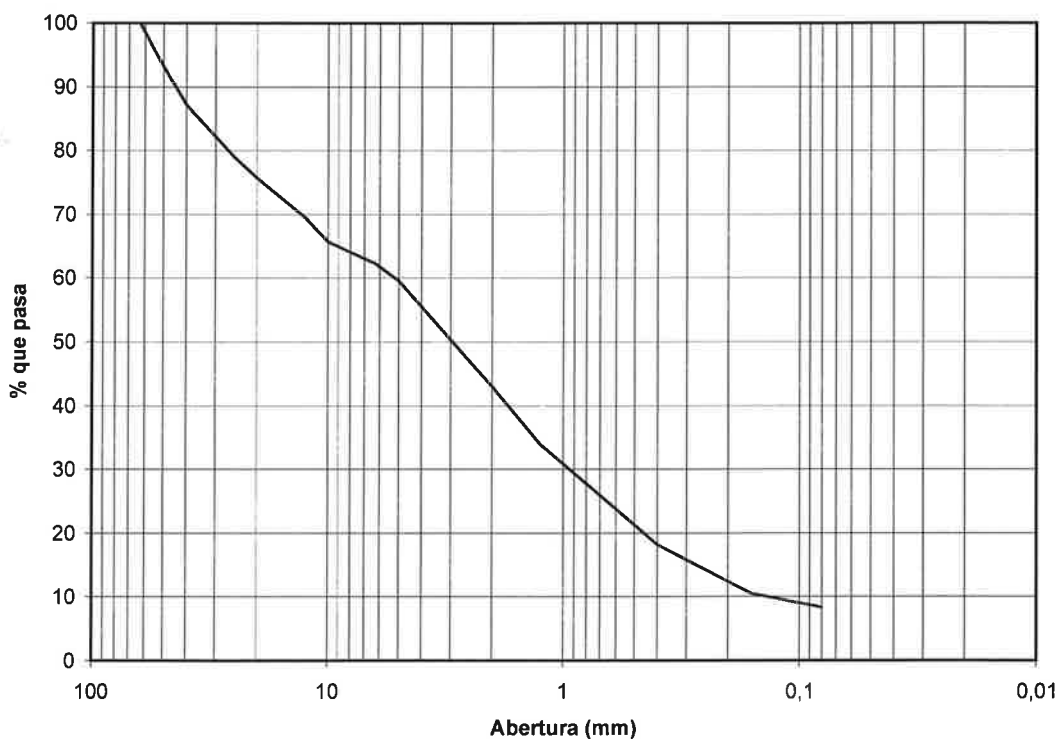
MATERIAL: Muestra alterada

PROCEDENCIA: C-2, profundidad de 1.2 a 1.4 m

REFERENCIA:

G-827-04

RESULTADO DEL ENSAYO



MUESTRA TOTAL
ENSAYADA (gr.):

16961

TAMICES	PASA
U.N.E.	%

80	100
63	100
50	93,2
40	87,2
25	79,0
20	75,7
12,5	69,5
10	65,7
6,3	62,2
5	59,6
2	42,9
1,25	34,0
0,40	18,2
0,16	10,5
0,08	8,3

LÍMITE LÍQUIDO (%): NP

% GRAVA: 40,4

LÍMITE PLÁSTICO (%): NP

% ARENA GRUESA: 16,6

ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%): - -

% ARENA MEDIA: 24,8

% ARENA FINA: 9,9

% TOTAL ARENA: 51,3

CLASIFICACIÓN U.S.C.S.: SP-SM

% FINOS: 8,3

RESPONSABLE AREA

Vº Bº DIRECTOR

José Luis Blázquez Povedano

Jose Manuel Turón Mayor

LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID EN ÁREAS HA(Control hormigón en masa o armado y materiales constituyentes), SE (Ensayos de laboratorio mecánica de suelos), ST (Tomas muestras inalteradas, ensayos y pruebas in situ de suelos), SV (Suelos, áridos, mezclas bituminosas y materiales constituyentes), AP (Ensayos laboratorio de perfiles y barras de acero) Y AS (Control in situ de la ejecución de soldadura de elementos estructurales) S/REAL DECRETO 1230/89



C/ Puerto de Cotos, 17 Pol. Ind "Las Nieves"
(28935) Móstoles, Madrid
Tel.: 916 658 045 - FAX: 916 658 043

Nº ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
7	1297	827	.2004/1125	01/03/2004

SE01081, SE01030, SE03030

Determinación de los límites de Atterberg.
Determinación de la humedad natural
Determinación del contenido de sulfatos solubles por Fotocolorimetría

DESTINATARIO

Archivo del laboratorio

ACTA DE RESULTADOS

Obra: Informe Geotécnico y Topográfico para la ampliación de E.T.A.P. de Santillana (Canal de Isabel II), Manzanares del Real (Madrid)

Peticionario: DHA

Inicio/Fin de ensayos: 10/02/2004 / 10/02/2004 Operador: Alfredo Muñoz, Alfredo Muñoz, Alfredo Muñoz

MATERIAL: Muestra alterada

PROCEDENCIA: C-2, profundidad de 1.2 a 1.4 m

REFERENCIA:
G-827-04

RESULTADOS DEL ENSAYO

DETERMINACIÓN LÍMITES DE ATTERBERG UNE 103-103 y 103-104

Límite Líquido	%	NO PLÁSTICO
Límite Plástico	%	NO PLÁSTICO
Índice de Plasticidad	%	--

HUMEDAD NATURAL UNE 103-300

Humedad	%	6.6
---------	---	-----

CONTENIDO EN SULFATOS SOLUBLES POR FOTOCOLORIMETRÍA

Contenido	%	No contiene
-----------	---	-------------

Página 1/1

RESPONSABLE DE AREA

Copias enviadas a:

DHA

Vº Bº DIRECTOR,

José Luis Blázquez Povedano

Jose Manuel Turón Mayor

LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID EN LAS AREAS HA (Control de hormigón en masa o armado y sus materiales constituyentes), SE (Control de laboratorio mecánica del suelo), ST (Tomas de muestras inalteradas, ensayos y pruebas "in situ" de suelos), SV (Suelos, áridos, mezclas bituminosas y sus materiales constituyentes), AP (Control de laboratorio de perfiles y barras de acero) Y AS (Control "in situ" de la ejecución de soldadura de elementos estructurales) S/REAL DECRETO 1230/89

Nº ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
8	1297	827	2004/1126	01/03/2004

SE01010

Apertura y descripción de muestra

DESTINATARIO

Archivo del laboratorio

ACTA DE RESULTADOS

Obra: Informe Geotécnico y Topográfico para la ampliación de E.T.A.P. de Santillana (Canal de Isabel II), Manzanares del Real (Madrid)

Peticionario: DHA

Inicio/Fin de ensayos: 09/02/2004 / 09/02/2004 Operador: Alfredo Muñoz

MATERIAL: Muestra alterada

PROCEDENCIA: C-3, profundidad de 1.5 a 1.7 m

REFERENCIA:
G-827-04

RESULTADOS DEL ENSAYO

APERTURA Y DESCRIPCIÓN DE MUESTRA		
Longitud	mm	
Diámetro	mm	
Descripción		Jabre con granito
Color		Marrón anaranjado
Reacción CIH		Nula
Resist. Micropenetración	kp/cm ²	

Página 1/1

RESPONSABLE DE AREA

Copias enviadas a:
DHA

Vº Bº DIRECTOR,

José Luis Blázquez Povedano

Jose Manuel Turón Mayor

LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID EN LAS AREAS HA (Control de hormigón en masa o armado y sus materiales constituyentes), SE (Control de laboratorio mecánica del suelo), ST (Tomas de muestras inalteradas, ensayos y pruebas "in situ" de suelos), SV (Suelos, áridos, mezclas bituminosas y sus materiales constituyentes), AP (Control de laboratorio de perfiles y barras de acero) Y AS (Control "in situ" de la ejecución de soldadura de elementos estructurales) S/REAL DECRETO 1230/89

C/ Puerto de Cotos, 17. Pol. Ind. "Las Nieves"
(28935) Móstoles. Madrid
Tél: 916 658 045 - Fax: 916 658 041

Nº ACTA:	CÓDIGO OBRA:	EXPEDIENTE:	MUESTRA:	FECHA DE ACTA:
9	1297	827	.2004/1126	01/03/2004

SE01071

Analisis granulométrico por tamizado en suelos UNE 103-101

ACTA DE RESULTADOS

Obra:

Informe Geotécnico y Topográfico para la ampliación de E.T.A.P. de

Santillana (Canal de Isabel II) Manzanares del Real (Madrid)

Peticionario:

DHA

Fecha: 09/02/2004 / 10/02/2004 Operador: Alfredo Muñoz

DESTINATARIO:

DHA

Zurbano 92, 2ª Planta

28003 Madrid

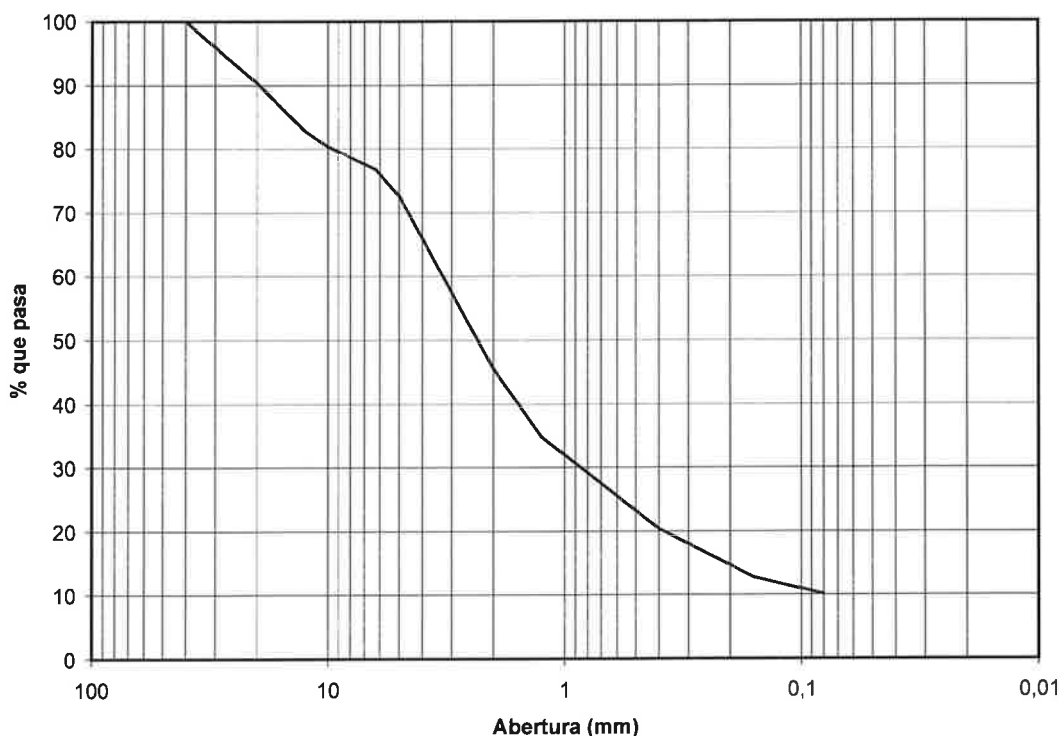
MATERIAL: Muestra alterada

PROCEDENCIA: C-3, profundidad de 1.5 a 1.7 m

REFERENCIA:

G-827-04

RESULTADO DEL ENSAYO



MUESTRA TOTAL
ENSAYADA (gr.) :

8358

TAMICES	PASA
U.N.E.	%

80	100
63	100
50	100
40	100
25	93,5
20	90,4
12,5	82,8
10	80,3
6,3	76,8
5	72,6
2	45,5
1,25	34,8
0,40	20,4
0,16	12,8
0,08	10,2

LÍMITE LÍQUIDO (%): NP

% GRAVA : 27,4

LÍMITE PLÁSTICO (%): NP

% ARENA GRUESA: 27,0

ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%): --

% ARENA MEDIA : 25,2

% ARENA FINA : 10,2

% TOTAL ARENA : 62,4

CLASIFICACIÓN U.S.C.S.: SW-SM

% FINOS : 10,2

RESPONSABLE AREA

Vº Bº DIRECTOR

José Luis Blázquez Povedano

Jose Manuel Turón Mayor

LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID EN ÁREAS HA(Control hormigón en masa o armado y materiales constituyentes), SE (Ensayos de laboratorio mecánica de suelos), ST (Tomas muestras inalteradas, ensayos y pruebas in situ de suelos), SV (Suelos, áridos, mezclas bituminosas y materiales constituyentes), AP (Ensayos laboratorio de perfiles y barras de acero) Y AS (Control in situ de la ejecución de soldadura de elementos estructurales) S/REAL DECRETO 1230/89



C/ Puerto de Cotos, 17 Pol. Ind "Las Nieves"
(28935) Móstoles, Madrid
Tel.: 916 658 045 - FAX: 916 658 043

Nº ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
10	1297	827	.2004/1126	01/03/2004

SE01081, SE01030, SE03030

Determinación de los límites de Atterberg.
Determinación de la humedad natural
Determinación del contenido de sulfatos solubles por Fotocolorimetría

ACTA DE RESULTADOS

Obra: Informe Geotécnico y Topográfico para la ampliación de E.T.A.P. de Santillana (Canal de Isabel II), Manzanares del Real (Madrid)

Peticionario: DHA

Inicio/Fin de ensayos: 10/02/2004 / 10/02/2004 Operador: Alfredo Muñoz, Alfredo Muñoz, Alfredo Muñoz

DESTINATARIO

Archivo del laboratorio

MATERIAL: Muestra alterada

PROCEDENCIA: C-3, profundidad de 1.5 a 1.7 m

REFERENCIA:
G-827-04

RESULTADOS DEL ENSAYO

DETERMINACIÓN LÍMITES DE ATTERBERG UNE 103-103 y 103-104

Límite Líquido	%	NO PLÁSTICO
Límite Plástico	%	NO PLÁSTICO
Índice de Plasticidad	%	--

HUMEDAD NATURAL UNE 103-300

Humedad	%	17.5
---------	---	------

CONTENIDO EN SULFATOS SOLUBLES POR FOTOCOLORIMETRÍA

Contenido	%	No contiene
-----------	---	-------------

Página 1/1

RESPONSABLE DE AREA

Copias enviadas a:
DHA

Vº Bº DIRECTOR,

José Luis Blázquez Povedano

Jose Manuel Turón Mayor

LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID EN LAS AREAS HA (Control de hormigón en masa o armado y sus materiales constituyentes), SE (Control de laboratorio mecánica del suelo), ST (Tomas de muestras inalteradas, ensayos y pruebas "in situ" de suelos), SV (Suelos, áridos, mezclas bituminosas y sus materiales constituyentes), AP (Control de laboratorio de perfiles y barras de acero) Y AS (Control "in situ" de la ejecución de soldadura de elementos estructurales) S/REAL DECRETO 1230/89



C/ Puerto de Cotos, 17 Pol. Ind "Las Nieves"
(28935) Móstoles, Madrid
Tel.: 916 658 045 - FAX: 916 658 043

Nº ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
11	1297	827	.2004/1127	01/03/2004

SE01010

Apertura y descripción de muestra

DESTINATARIO

Archivo del laboratorio

ACTA DE RESULTADOS

Obra: Informe Geotécnico y Topográfico para la ampliación de E.T.A.P. de Santillana (Canal de Isabel II), Manzanares del Real (Madrid)

Peticionario: DHA

Inicio/Fin de ensayos: 09/02/2004 / 09/02/2004 Operador: Alfredo Muñoz

MATERIAL: Bloque parafinado

PROCEDENCIA: C-4, profundidad de 1.3 a 1.5 m

REFERENCIA:
G-827-04

RESULTADOS DEL ENSAYO

APERTURA Y DESCRIPCIÓN DE MUESTRA

Longitud	mm	
Diámetro	mm	
Descripción		Granito
Color		Gris lechoso
Reacción CIH		Nula
Resist. Micropenetración	kp/cm ²	>5

Página 1/1

RESPONSABLE DE AREA

Copias enviadas a:
DHA

Vº Bº DIRECTOR,

José Luis Blázquez Povedano

Jose Manuel Turón Mayor

LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID EN LAS AREAS HA (Control de hormigón en masa o armado y sus materiales constituyentes), SE (Control de laboratorio mecánica del suelo), ST (Tomas de muestras inalteradas, ensayos y pruebas "in situ" de suelos), SV (Suelos, áridos, mezclas bituminosas y sus materiales constituyentes), AP (Ensayos de laboratorio de perfiles y barras de acero) Y AS (Control "in situ" de la ejecución de soldadura de elementos estructurales) S/REAL DECRETO 1230/89



C/ Puerto de Cotos, 17 Pol. Ind "Las Nieves"
(28935) Móstoles, Madrid
Tel.: 916 658 045 - FAX: 916 658 043

Nº ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
12	1297	827	.2004/1127	01/03/2004

SE01030, SE01040

Determinación de la humedad natural
Determinación de la densidad aparente

DESTINATARIO

Archivo del laboratorio

ACTA DE RESULTADOS

Obra: Informe Geotécnico y Topográfico para la ampliación de E.T.A.P. de Santillana (Canal de Isabel II), Manzanares del Real (Madrid)

Peticionario: DHA

Inicio/Fin de ensayos: 10/02/2004 / 10/02/2004 Operador: Alfredo Muñoz, Alfredo Muñoz

MATERIAL: Bloque parafinado

PROCEDENCIA: C-4, profundidad de 1.3 a 1.5 m

REFERENCIA:
G-827-04

RESULTADOS DEL ENSAYO

HUMEDAD NATURAL UNE 103-300		
Humedad	%	0.5

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD APARENTE UNE 103-301		
Densidad seca	g/cm ³	2.59
Densidad aparente	g/cm ³	2.60

Página 1/1

RESPONSABLE DE AREA

Copias enviadas a:
DHA

Vº Bº DIRECTOR,

José Luis Blázquez Povedano

Jose Manuel Turón Mayor

LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID EN LAS AREAS HA (Control de hormigón en masa o armado y sus materiales constituyentes), SE (Control de laboratorio mecánica del suelo), ST (Tomas de muestras inalteradas, ensayos y pruebas "in situ" de suelos), SV (Suelos, áridos, mezclas bituminosas y sus materiales constituyentes), AP (Control de laboratorio de perfiles y barras de acero) Y AS (Control "in situ" de la ejecución de soldadura de elementos estructurales) S/REAL DECRETO 1230/89

C/ Puerto de Cotos, 17. Pol. Ind. "Las Nieves"
(28935) Móstoles. Madrid
Tél: 916 658 045 - Fax: 916 658 046

Nº ACTA:	CÓDIGO OBRA:	EXPEDIENTE:	MUESTRA:	FECHA DE ACTA:
13	1297	827	.2004/1127	01/03/2004

SE02021

ENSAYO DE ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE EN ROCA UNE 103-400

ACTA DE RESULTADOS

Obra:

Informe Geotécnico y Topográfico para la ampliación de E.T.A.P. de

Santillana (Canal de Isabel II) Manzanares del Real (Madrid)

Peticionario:

DHA

Fecha: 09/02/2004 / 10/02/2004 Operador: Alfredo Muñoz

DESTINATARIO:

DHA

Zurbano 92, 2ª Planta

28003 Madrid

MATERIAL: Bloque parafinado

PROCEDENCIA: C-4, profundidad de 1.3 a 1.5 m

REFERENCIA:

G-827-04

RESULTADO DEL ENSAYO

DIMENSIONES

Diámetro (cm) : 5,35

Altura (cm) : 10,8

Resistencia

compresión

simple (kp/cm²):

1146,80

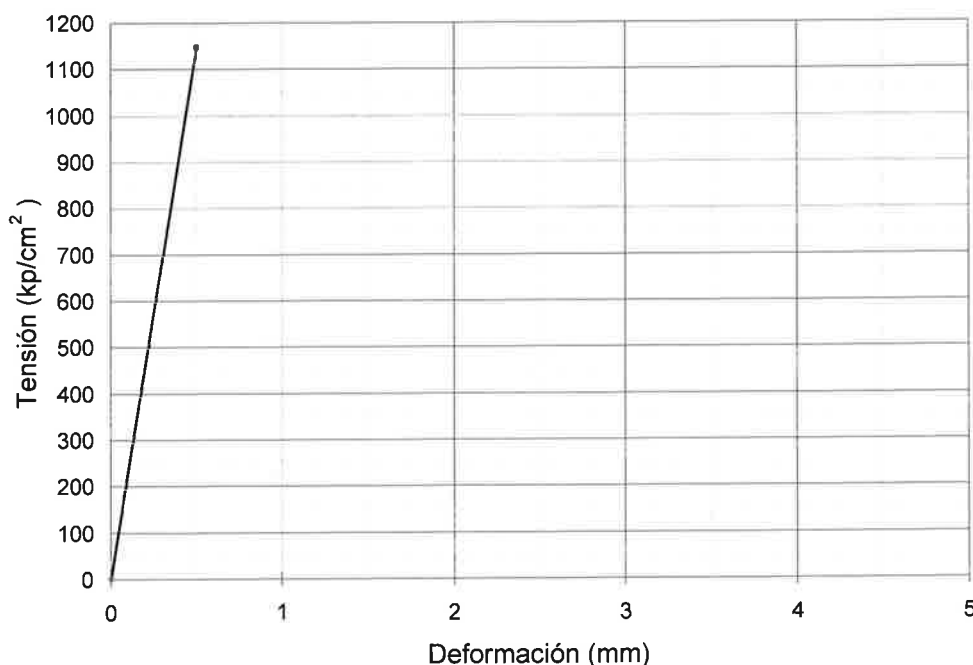
Humedad (%): 0,5

Densidad seca (g/cm³): 2,59

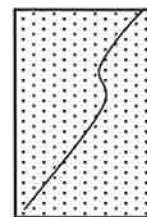
Densidad aparente (g/cm³): 2,60

Carga en rotura (kp): 25900,0

Deformación en rotura (mm): 0,5



FORMA ROTURA



RESPONSABLE AREA

Vº Bº DIRECTOR

José Luis Blázquez Povedano

Jose Manuel Turón Mayor

LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID EN ÁREAS HA (Control hormigón en masa o armado y materiales constituyentes), SE (Ensayos de laboratorio mecánica de suelos), ST (Tomas muestras inalteradas, ensayos y pruebas in situ de suelos), SV (Suelos, áridos, mezclas bituminosas y materiales constituyentes), AP (Ensayos laboratorio de perfiles y barras de acero) Y AS (Control in situ de la ejecución de soldadura de elementos estructurales) S/REAL DECRETO 1230/89

Prohibida la reproducción parcial sin la aprobación por escrito del LABORATORIO ICAES

Números de Inscripción en el Registro Nacional del Mº de Fomento: BOE : 03099AP01, 030100AS01, 03041HA01, 03042SE01, 03060ST01, 03043SV01

Nº ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
14	1297	827	.2004/1130	01/03/2004

SE01010

Apertura y descripción de muestra

DESTINATARIO

Archivo del laboratorio

ACTA DE RESULTADOS

Obra: Informe Geotécnico y Topográfico para la ampliación de E.T.A.P. de Santillana (Canal de Isabel II), Manzanares del Real (Madrid)

Peticionario: DHA

Inicio/Fin de ensayos: 09/02/2004 / 09/02/2004 Operador: Alfredo Muñoz

MATERIAL: Muestra alterada

PROCEDENCIA: C-5, profundidad de 1.6 a 1.8 m

REFERENCIA:
G-827-04

RESULTADOS DEL ENSAYO

APERTURA Y DESCRIPCIÓN DE MUESTRA

Longitud	mm	
Diámetro	mm	
Descripción		Jabre con granito
Color		Marrón anaranjado
Reacción CIH		Nula
Resist. Micropenetración	kp/cm ²	

Página 1/1

RESPONSABLE DE AREA

Copias enviadas a:
DHA

Vº Bº DIRECTOR,

José Luis Blázquez Povedano

Jose Manuel Turón Mayor

LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID EN LAS AREAS HA (Control de hormigón en masa o armado y sus materiales constituyentes), SE (Control de laboratorio mecánica del suelo), ST (Tomas de muestras inalteradas, ensayos y pruebas "in situ" de suelos), SV (Suelos, áridos, mezclas bituminosas y sus materiales constituyentes), AP (Control de laboratorio de perfiles y barras de acero) Y AS (Control "in situ" de la ejecución de soldadura de elementos estructurales) S/REAL DECRETO 1230/89

C/ Puerto de Cotos, 17. Pol. Ind. "Las Nieves"
(28935) Móstoles. Madrid
Tél: 916 658 045 - Fax: 916 658 046

Nº ACTA:	CÓDIGO OBRA:	EXPEDIENTE:	MUESTRA:	FECHA DE ACTA:
15	1297	827	.2004/1130	01/03/2004

SE01071

Analisis granulométrico por tamizado en suelos UNE 103-101

ACTA DE RESULTADOS

Obra:

Informe Geotécnico y Topográfico para la ampliación de E.T.A.P. de

Santillana (Canal de Isabel II) Manzanares del Real (Madrid)

Peticionario:

DHA

Fecha: 09/02/2004 / 10/02/2004 Operador: Alfredo Muñoz

DESTINATARIO:

DHA

Zurbano 92, 2ª Planta

28003 Madrid

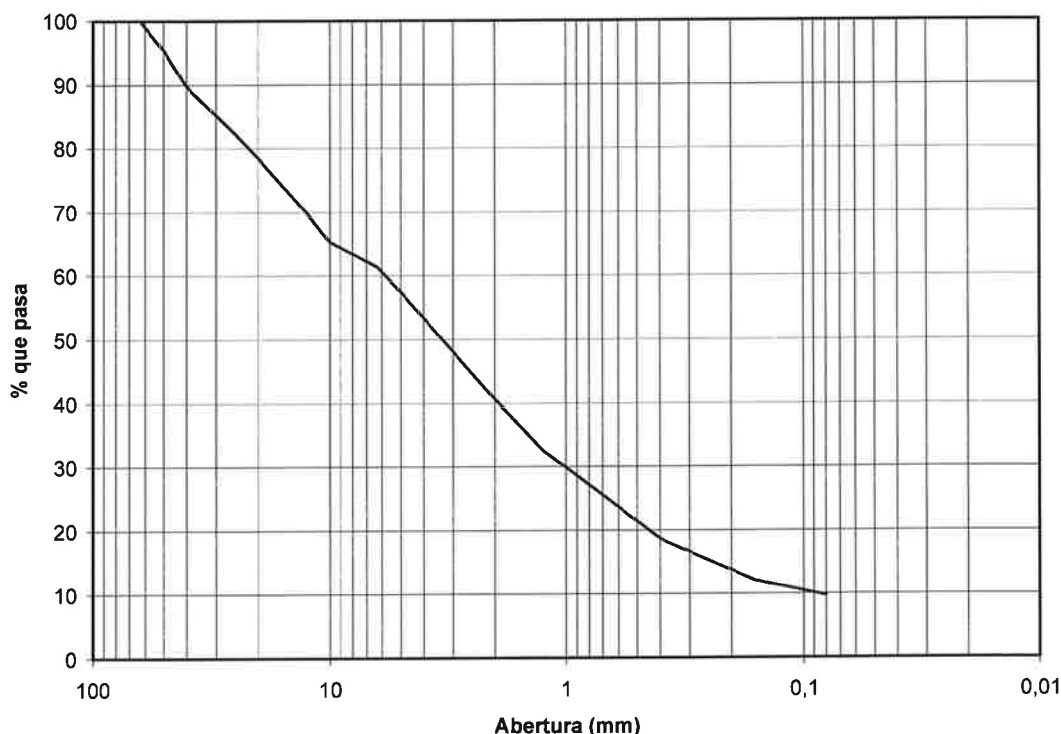
MATERIAL: Muestra alterada

PROCEDENCIA: C-5, profundidad de 1.6 a 1.8 m

REFERENCIA:

G-827-04

RESULTADO DEL ENSAYO



MUESTRA TOTAL
ENSAYADA (gr.):

18455

TAMICES PASA

U.N.E. %

80	100
63	100
50	95,5
40	89,8
25	82,3
20	78,5
12,5	69,9
10	65,2
6,3	61,3
5	57,4
2	40,7
1,25	32,6
0,40	18,7
0,16	12,2
0,08	9,8

LÍMITE LÍQUIDO (%): NP

% GRAVA : 42,6

LÍMITE PLÁSTICO (%): NP

% ARENA GRUESA: 16,7

ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%): --

% ARENA MEDIA : 22,0

% ARENA FINA : 8,9

% TOTAL ARENA : 47,6

CLASIFICACIÓN U.S.C.S.: SW-SM

% FINOS : 9,8

RESPONSABLE AREA

Vº Bº DIRECTOR

José Luis Blázquez Povedano

Jose Manuel Turón Mayor

LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID EN ÁREAS HA(Control hormigón en masa o armado y materiales constituyentes), SE (Ensayos de laboratorio mecánica de suelos), ST (Tomas muestras inalteradas, ensayos y pruebas in situ de suelos), SV (Suelos, áridos, mezclas bituminosas y materiales constituyentes), AP (Ensayos laboratorio de perfiles y barras de acero) Y AS (Control in situ de la ejecución de soldadura de elementos estructurales) S/REAL DECRETO 1230/89



C/ Puerto de Cotos, 17 Pol. Ind "Las Nieves"
(28935) Móstoles, Madrid
Tel.: 916 658 045 - FAX: 916 658 043

Nº ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
16	1297	827	.2004/1130	01/03/2004

SE01081, SE01030, SE03030

Determinación de los límites de Atterberg.
Determinación de la humedad natural
Determinación del contenido de sulfatos solubles por Fotocolorimetría

ACTA DE RESULTADOS

Obra: Informe Geotécnico y Topográfico para la ampliación de E.T.A.P. de Santillana (Canal de Isabel II), Manzanares del Real (Madrid)

Peticionario: DHA

Inicio/Fin de ensayos: 10/02/2004 / 10/02/2004 Operador: Alfredo Muñoz, Alfredo Muñoz, Alfredo Muñoz

DESTINATARIO

Archivo del laboratorio

MATERIAL: Muestra alterada

PROCEDENCIA: C-5, profundidad de 1.6 a 1.8 m

REFERENCIA:
G-827-04

RESULTADOS DEL ENSAYO

DETERMINACIÓN LÍMITES DE ATTERBERG UNE 103-103 y 103-104

Límite Líquido	%	NO PLÁSTICO
Límite Plástico	%	NO PLÁSTICO
Índice de Plasticidad	%	- -

HUMEDAD NATURAL UNE 103-300

Humedad	%	8.1
---------	---	-----

CONTENIDO EN SULFATOS SOLUBLES POR FOTOCOLORIMETRÍA

Contenido	%	No contiene
-----------	---	-------------

Página 1/1

RESPONSABLE DE AREA

Copias enviadas a:
DHA

Vº Bº DIRECTOR,

José Luis Blázquez Povedano

Jose Manuel Turón Mayor

LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID EN LAS AREAS HA (Control de hormigón en masa o armado y sus materiales constituyentes), SE (Control de laboratorio mecánica del suelo), ST (Tomas de muestras inalteradas, ensayos y pruebas "in situ" de suelos), SV (Suelos, áridos, mezclas bituminosas y sus materiales constituyentes), AP (Control de laboratorio de perfiles y barras de acero) Y AS (Control "in situ" de la ejecución de soldadura de elementos estructurales) S/REAL DECRETO 1230/89

ANEJO N°4
TOPOGRAFÍA

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN	1
2 SISTEMA DE REFERENCIA	2
3 RED DE BASES TOPOGRÁFICAS	3
4 LEVANTAMIENTO TAQUIMÉTRICO	4
APÉNDICE 1. SISTEMA DE REFERENCIA. RESEÑA DE LA ESTACIÓN DE REFERENCIA GNSS.	6
APÉNDICE 2. RED DE BASES TOPOGRÁFICAS. GRÁFICO DE SITUACIÓN	8
APÉNDICE 3. RED DE BASES TOPOGRÁFICAS. LISTADO DE COORDENADAS.	10
APÉNDICE 4. RED DE BASES TOPOGRÁFICAS. RESEÑAS.	12
APÉNDICE 5. RED DE BASES TOPOGRÁFICAS. REPORTE DE LÍNEAS - BASE.	18
APÉNDICE 6. LEVANTAMIENTO TAQUIMÉTRICO. LISTADO DE COORDENADAS	23
APÉNDICE 7. PLANOS	34

1 INTRODUCCIÓN

Se han realizado dos levantamientos topográficos para el presente proyecto. La presente memoria describe la metodología empleada en la realización de los trabajos topográficos de la segunda etapa de los mismos.

Este trabajo se ha desarrollado de acuerdo a las siguientes fases:

- Enlace al Sistema de Referencia.
- Red de Bases Topográficas.
- Levantamiento Taquimétrico.

2 SISTEMA DE REFERENCIA

En el desarrollo de los trabajos se ha utilizado el Sistema de Referencia Europeo (ETRS89) constituido por:

- **Elipsoide GRS 1980**
 - Longitud del Semieje mayor del elipsoide (a) = 6.378.137 metros
 - Coeficiente de aplanamiento (α) = 1:298,257222101
- **Orígenes de coordenadas geodésicas:**
 - Latitudes, referidas al Ecuador, positivas al Norte del mismo.
 - Longitudes referidas al Meridiano de Greenwich, consideradas positivas al Este y negativas al Oeste de dicho Meridiano.

Para realizar el enlace al sistema de referencia ETRS89, se ha empleado las estaciones de referencia permanente "IB_El Molar (MOLA) y Guadarrama (GDRM)"

Las coordenadas ETRS89 que se han empleado son:

NOMBRE	LATITUD	LONGITUD	ALTURA ELIPSOIDAL	X	Y
MOLA	40° 44' 7.209925184"	-3° 34' 54.5767264572"	885.123	450872.133	4509540.314
GDRM	40° 39' 51.28768"	-4° 05' 21.7901"	1013.684	407916.768	4502056.809

En su apéndice correspondiente, "Apéndice 1" se adjunta las reseñas de las Estaciones de Referencia utilizadas.

La altimetría se ha referido al nivel medio del mar en Alicante, enlazando con la Red de Nivelación de Alta Precisión (R.N.A.P) mediante la aplicación del modelo del geoide EGM08-REDNAP.

3 RED DE BASES TOPOGRÁFICAS

La Red de Bases Topográficas implantada consta de un total de cuatro bases (BR-01, BR-02, BR-03, BR-04), quedando materializadas en el terreno mediante clavos de acero o señales prefabricadas tipo feno.

Las observaciones de las bases se ha realizado mediante técnicas GNSS, contando para su ejecución con equipos LEICA System 1.200, compuestos por receptores de doble frecuencia que trabajan con observables de código P y unidades de control portátil.

El método de observación utilizado ha sido el diferencial mediante observaciones en tiempo real, desde la estación temporal "V01", enlazada a su vez, por el método estático con la antena "IB_El Molar y Guadarrama"

Los tiempos de observación han sido determinados por el número y geometría (GDOP) de los satélites operativos, las perturbaciones de la ionosfera y fundamentalmente por la longitud de las líneas-base.

Sobre el terreno se ha creado un fichero de datos para cada base de replanteo observada, con su numeración definitiva, introduciendo los datos propios del punto.

El proceso de datos para el cálculo de las líneas-base y resolución de ambigüedades, se ha realizado mediante el software Geo-Office de la casa LEICA, obteniendo a partir de las observaciones GNSS, las coordenadas de todos los puntos en el sistema ETRS89.

Para la obtención de cotas ortométricas se ha empleado la rejilla del IGN en formato NTV2, con el modelo del geoide EGM08-REDNAP de reciente publicación.

Se adjuntan los siguientes datos:

- Gráfico de situación de la Red de Bases Topográficas (Apéndice 2)
- Listado de coordenadas de la Red de Bases Topográficas (Apéndice 3)
- Reseñas de la Red de Bases Topográficas (Apéndice 4)
- Reporte de líneas – base (Apéndice 5)

4 LEVANTAMIENTO TAQUIMÉTRICO

El levantamiento taquimétrico de la zona de trabajo se ha obtenido a escala 1:500, tomándose todos los datos que permitan definir con precisión los elementos situados en la zona objeto del levantamiento.

La toma de la nube de puntos se ha realizado por el método de radiación utilizando idéntico instrumental y metodología a la empleada en la observación de las bases.

El proceso de datos para el cálculo de las coordenadas del levantamiento se ha realizado con el software LEICA Geo Office, obteniendo a partir de las observaciones GNSS, las coordenadas de todos los puntos en el sistema ETRS89.

Para la obtención de cotas ortométricas se ha empleado la rejilla del IGN en formato NTV2, con el modelo del geoide EGM08-REDNAP de reciente publicación.

Una vez obtenidas las coordenadas X, Y, Z de la nube de puntos se han transportado a un fichero DXF, para su posterior edición con AutoCAD.

El listado de coordenadas del levantamiento se detalla en el “Apéndice 6”

El listado de códigos utilizados en la elaboración de los planos han sido los siguientes:

NOMBRE	COLOR	SÍMBOLO
Alumbrado_Farola	Color_2	FAR
Arqueta	Color_8	
Barandilla	Color_2	
Bionda	Color_252	
Bordillo	Color_21	
Camino	Color_7	
Canaleta	Color_4	
Carretera	Color_1	
Codigos	Color_7	
Construccion	Color_1	

NOMBRE	COLOR	SÍMBOLO
Cota	Color_7	
Cota_oculta	Color_1	
Curva_Maestra	Color_16	
Curva_Normal	Color_31	
Curva_textos	Color_16	
Edificacion	Color_1	
Electricidad_TorreElectrica	Color_1	
Escaleras	Color_2	
Jardin_Arbol	Color_3	ARB
Losas	Color_7	
Marquesina	Color_252	
Mobiliario_Bolardo	Color_8	BOL
Muro	Color_10	
Obra_Drenaje	Color_1	
Punto	Color_7	
Saneamiento_RegAlcantarillado	Color_4	ALC
Saneamiento_Sumidero	Color_4	SUM
Talud	Color_61	
Textos	Color_7	
Tubos	Color_5	
Valla	Color_50	
Varios_Registro	Color_8	RVA

**APÉNDICE 1. SISTEMA DE REFERENCIA. RESEÑA DE LA ESTACIÓN DE
REFERENCIA GNSS.**

Estacion IB_ELMOLAR (MOLA)

Nombre: IB_ELMOLAR
Código: MOLA
Número de IERS DOMES:
Descripción:
Latitud: 40° 44' 7.209925184" N
Longitud: 3° 34' 54.5767264572" W
Altura: 885.123586989008m
Fecha Creación: 10/03/2009
Tipo de Receptor: LEICA GMX902GG
No. Serie de Receptor:
Sistema de Satélites: Solo GPS
Tipo de Antena: AX1202 GG
No. Serie de Antena:
Punto de Referencia Antena:
Radio de Cobertura: 30km
Máscara de Elevación: 10 °
Tasa de Registro: 1s
Comentario:
Dirección IP del Servidor de Estaciones:
Disponibilidad de fichero: IB_ELMOLAR

Estacion GUADARRAMA (GDRM)

Nombre: GUADARRAMA
Código: GDRM
Número de IERS DOMES:
Descripción:
Latitud: 40° 39' 51.28768" N
Longitud: 4° 5' 21.7901" W
Altura: 1013.68430983368m
Fecha Creación: 22/01/2009
Tipo de Receptor: LEICA GMX902GG
No. Serie de Receptor:
Sistema de Satélites: GPS y GLONASS
Tipo de Antena: AX1202 GG
No. Serie de Antena:
Punto de Referencia Antena:
Radio de Cobertura: 30km
Máscara de Elevación: 10 °
Tasa de Registro: 1s
Comentario:
Dirección IP del Servidor de Estaciones:
Disponibilidad de fichero: GUADARRAMA

APÉNDICE 2. RED DE BASES TOPOGRÁFICAS. GRÁFICO DE SITUACIÓN



APÉNDICE 3. RED DE BASES TOPOGRÁFICAS. LISTADO DE COORDENADAS.

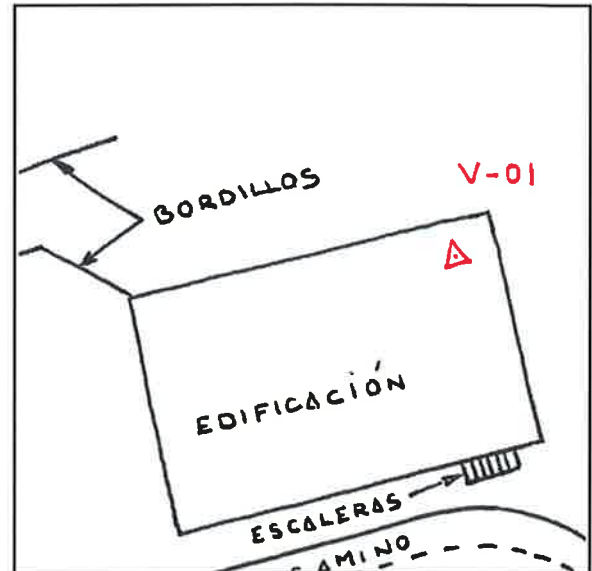
NUM	X	Y	Z
BR-01	430978.784	4506027.212	872.208
BR-02	430955.598	4506025.703	872.122
BR-03	430856.528	4506036.864	864.276
BR-04	430835.208	4506057.686	864.837

APÉNDICE 4. RED DE BASES TOPOGRÁFICAS. RESEÑAS.

X (ETRS89): 430975.494
Y (ETRS89): 4506019.886
Z: 875.457
K: 0.99965864

SITUACIÓN: Sobre tejado de edificación de estación depuradora.

SEÑAL: Clavo de acero y pintura



FOTOGRAFÍA



X (ETRS89): 430978.784

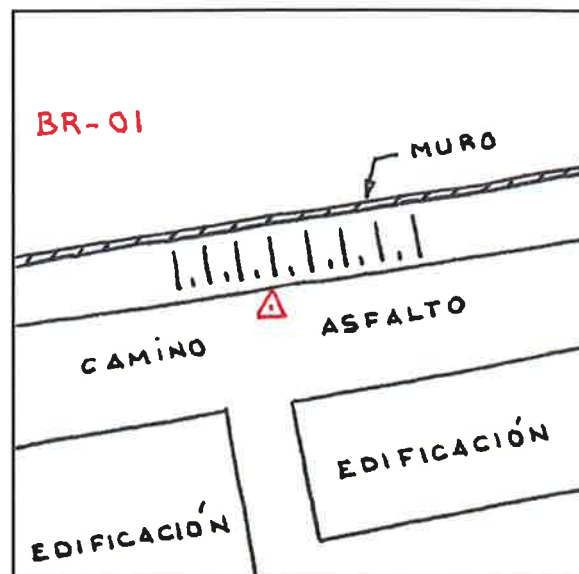
Y (ETRS89): 4506027.212

Z: 872.208

K: 0.99965863

SITUACIÓN: En camino asfaltado, junto a muro de estación depuradora.

SEÑAL: Clavo de acero y pintura



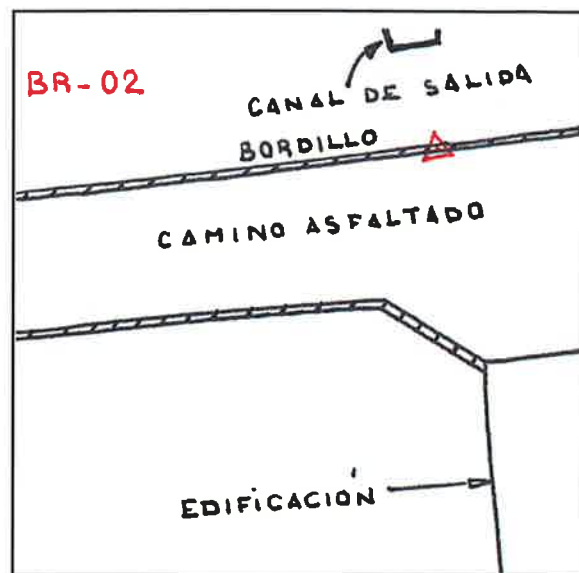
FOTOGRAFÍA



X (ETRS89): 430955.598
Y (ETRS89): 4506025.703
Z: 872.122
K: 0.99965867

SITUACIÓN: En bordillo de camino asfaltado situado dentro de estación depuradora.

SEÑAL: Clavo de acero y pintura



FOTOGRAFÍA

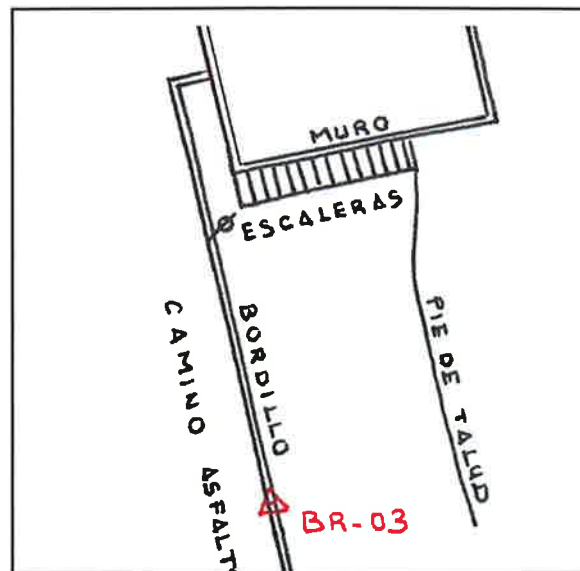


X (ETRS89):	430856.528
Y (ETRS89):	4506036.864
Z:	864.276

K: 0.99965884

SITUACIÓN: En bordillo de camino asfaltado situado dentro de estación depuradora, próximo a escaleras.

SEÑAL: Clavo de acero y pintura



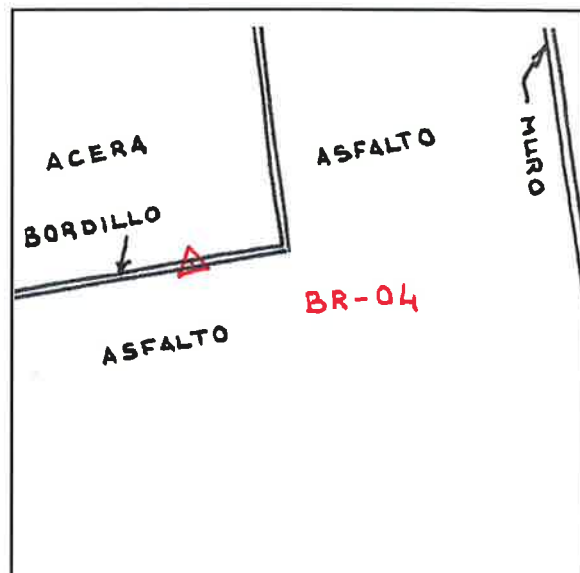
FOTOGRAFÍA



X (ETRS89):	430835.208
Y (ETRS89):	4506057.686
Z:	864.837
K:	0.99965887

SITUACIÓN: En bordillo de acera, junto al asfalto y frente a muro de estación depuradora.

SEÑAL: Clavo de acero y pintura



FOTOGRAFÍA



APÉNDICE 5. RED DE BASES TOPOGRÁFICAS. REPORTE DE LÍNEAS - BASE.



Resumen de procesamiento CYII-ETAP SANTILLANA TAQUIMETRICO

Información del proyecto

Nombre del proyecto: CYII-ETAP SANTILLANA TAQUIMETRICO
 Fecha de creación: 03/18/2015 14:14:33
 Huso horario: 1h 00'
 Sistema de coordenadas: UTM REGENTE HUSO 30
 Programa de aplicación: LEICA Geo Office 5.0
 Fecha y hora de inicio: 03/17/2015 11:29:44
 Fecha y hora de término: 03/17/2015 14:18:59
 Puntos ocupados manualmente: 2
 Kernel de procesamiento: PSI-Pro 2.0
 Procesado: 03/30/2015 12:50:44

Parámetros de procesamiento

Parámetros	Selección
Ángulo de elevación:	15°
Tipo de efemérides:	Transmitidas
Tipo de solución:	Automático
Tipo GNSS:	Automático
Frecuencia:	Automático
Fijar ambigüedades hasta:	80 km
Duración mínima para solución flotante (estático):	5' 00"
Intervalo de muestreo:	Usar todas
Modelo troposférico:	Hopfield
Modelo ionosférico:	Automático
Emplear modelo estocástico:	Sí
Dist. mínima:	8 km
Actividad ionosférica:	Automático

Inf. general de línea base

Guadarrama - V-1	Referencia: Guadarrama	Móvil: V-1
Tipo de receptor / N/S:	LEICAGMX902GG / -	GX1230GG / 470160
Tipo de antena / N/S:	AX1202 GG / -	AX1202 GG Pillar / -
Altura de antena:	0.00000 m	1.67000 m
Coordenadas:		
Latitud:	40° 39' 51.28768" N	40° 42' 07.90790" N
Longitud:	4° 05' 21.79010" W	3° 49' 01.40755" W
Alt. Elip.:	1013.68431 m	927.74005 m
Tipo de solución:	Phase: all fix	
Tipo GNSS:	GPS	
Frecuencia:	Sin ionosfera (L3)	
Ambigüedad:	Sí	
Intervalo de observación:	03/17/2015 11:29:44 - 03/17/2015 14:18:59	
Duración:	2h 49' 15"	

Calidad: Desv. Est. Lat: 0.00015 m Desv. Est. Lon: 0.00012 m Desv. Est. Alt.: 0.00034 m
Q Posic.: 0.00019 m Desv. Est. geom.: 0.00012 m

Vector de línea base: DLat: 0° 02' 16.62023" DLon: 0° 16' 20.38255" DAlt: -85.94426 m
Geométrica: 23407.99133 m

DOPs (mín-máx): GDOP: 2.0 - 5.1 HDOP: 0.9 - 1.9 VDOP: 1.4 - 3.7
PDOP: 1.7 - 4.1

El Molar - V-1

Tipo de receptor / N/S:
Tipo de antena / N/S:
Altura de antena:

Referencia: El Molar

LEICAGMX902GG / -
AX1202 GG / -
0.00000 m

Móvil: V-1

GX1230GG / 470160
AX1202 GG Pillar / -
1.67000 m

Coordenadas:

Latitud: 40° 44' 07.20993" N
Longitud: 3° 34' 54.57673" W
Alt Elip.: 885.12359 m

40° 42' 07.90808" N
3° 49' 01.40748" W
927.75674 m

Tipo de solución:
Tipo GNSS:
Frecuencia:
Ambigüedad:
Intervalo de observación:
Duración:

Phase: all fix
GPS
Sin ionosfera (L3)
Sí
03/17/2015 11:29:44 - 03/17/2015 14:18:59
2h 49' 15"

Calidad: Desv. Est. Lat: 0.00017 m Desv. Est. Lon: 0.00013 m Desv. Est. Alt.: 0.00039 m
Q Posic.: 0.00021 m Desv. Est. geom.: 0.00014 m

Vector de línea base: DLat: -0° 01' 59.30185" DLon: -0° 14' 06.83076" DAlt: 42.63315 m
Geométrica: 20215.79769 m

DOPs (mín-máx): GDOP: 2.0 - 5.1 HDOP: 0.9 - 1.9 VDOP: 1.4 - 3.7
PDOP: 1.7 - 4.1



Informe de Libreta de campo

03/30/2015 12:55:07

Información del trabajo

Nombre del trabajo: CYII-ETAP
Creado: 03/17/2015 11:22:31
Huso horario: 1h 00'
Sistema de coordenadas: WGS 1984
Programa de aplicación: LEICA Geo Office 5.0
Versión de Firmware: 5.10
Límite promedio (Posición): 0.07500 m
Límite promedio (Altura): 0.07500 m

Información sist. coordenadas

Sistema de coordenadas: WGS 1984
Creado: -
Nombre de la transformación: -
Tipo de transformación: -
Tipo de altura: -
Residuales: -
Elipsolde local: -
Proyección: -
Modelo de geoide: -
Modelo CSCS: -

Coordenadas GPS

Línea base	Referencia: V01	Móvil: BR01
Tipo de antena / N/S:	AX1202 Pillar / -	AX1202 Pole / -
Altura de antena:	1.69920 m	2.10000 m
Coordenadas WGS 84:		
Latitud:	40° 42' 07.90230" N	40° 42' 08.14086" N
Longitud:	3° 49' 01.38477" W	3° 49' 01.24750" W
Alt. Elip.:	931.37646 m	928.12748 m
Intervalo de observación:	03/17/2015 12:27:41 - 03/17/2015 12:27:41	
Duración:	0"	
Calidad:	Desv. Est. Lat: 0.00375 m Q Posic.: 0.00484 m	Desv. Est. Lon: 0.00307 m Desv. Est. geom.: 0.00593 m
Vector de línea base:	DLat: 0° 00' 00.23856" Geométrica: 8.66666 m	DLon: 0° 00' 00.13726" DAit: -3.24898 m
DOPs:	GDOP: 3.1 PDOP: 2.6	HDOP: 1.1 VDOP: 2.3
Línea base	Referencia: V01	Móvil: BR02
Tipo de antena / N/S:	AX1202 Pillar / -	AX1202 Pole / -
Altura de antena:	1.69920 m	2.10000 m
Coordenadas WGS 84:		

Latitud:	40° 42' 07.90230" N	40° 42' 08.08494" N
Longitud:	3° 49' 01.38477" W	3° 49' 02.23482" W
Alt. Elip.:	931.37646 m	928.04218 m
Intervalo de observación:	03/17/2015 12:35:26 - 03/17/2015 12:35:26	
Duración:	0"	
Calidad:	Desv. Est. Lat: 0.00398 m Q Posic.: 0.00540 m	Desv. Est. Lon: 0.00365 m Desv. Est. geom.: 0.00419 m
Vector de línea base:	DLat: 0° 00' 00.18264" DLon: -0° 00' 00.85005" DAlt: -3.33427 m Geométrica: 21.00489 m	
DOPs:	GDOP: 2.2 PDOP: 1.9	HDOP: 1.1 VDOP: 1.6
Línea base	Referencia: V01	Móvil: BR03
Tipo de antena / N/S:	AX1202 Pillar / -	AX1202 Pole / -
Altura de antena:	1.69920 m	2.10000 m
Coordenadas WGS 84:		
Latitud:	40° 42' 07.90230" N	40° 42' 08.41695" N
Longitud:	3° 49' 01.38477" W	3° 49' 06.46064" W
Alt. Elip.:	931.37646 m	920.20052 m
Intervalo de observación:	03/17/2015 13:19:30 - 03/17/2015 13:19:30	
Duración:	0"	
Calidad:	Desv. Est. Lat: 0.00852 m Q Posic.: 0.01092 m	Desv. Est. Lon: 0.00683 m Desv. Est. geom.: 0.00714 m
Vector de línea base:	DLat: 0° 00' 00.51465" DLon: -0° 00' 05.07587" DAlt: -11.17594 m Geométrica: 120.74841 m	
DOPs:	GDOP: 2.9 PDOP: 2.5	HDOP: 1.3 VDOP: 2.1
Línea base	Referencia: V01	Móvil: BR04
Tipo de antena / N/S:	AX1202 Pillar / -	AX1202 Pole / -
Altura de antena:	1.69920 m	2.10000 m
Coordenadas WGS 84:		
Latitud:	40° 42' 07.90230" N	40° 42' 09.08571" N
Longitud:	3° 49' 01.38477" W	3° 49' 07.37735" W
Alt. Elip.:	931.37646 m	920.76409 m
Intervalo de observación:	03/17/2015 13:20:10 - 03/17/2015 13:20:10	
Duración:	0"	
Calidad:	Desv. Est. Lat: 0.00441 m Q Posic.: 0.00582 m	Desv. Est. Lon: 0.00379 m Desv. Est. geom.: 0.00380 m
Vector de línea base:	DLat: 0° 00' 01.18342" DLon: -0° 00' 05.99258" DAlt: -10.61237 m Geométrica: 145.74706 m	
DOPs:	GDOP: 2.8 PDOP: 2.4	HDOP: 1.3 VDOP: 2.0

APÉNDICE 6. LEVANTAMIENTO TAQUIMÉTRICO. LISTADO DE COORDENADAS

NUM	X	Y	Z
1	430975.494	4506019.886	875.457
2	430980.070	4506021.630	876.384
3	430980.853	4506015.429	876.362
4	430987.651	4506029.294	871.776
5	430987.696	4506029.459	871.938
6	430987.708	4506029.683	871.343
7	430987.700	4506030.234	871.328
8	430987.530	4506030.274	871.224
9	430986.912	4506034.139	871.356
10	431003.516	4506036.065	870.492
11	431004.233	4506032.675	870.486
12	431004.303	4506032.026	870.585
13	431004.382	4506031.881	871.113
14	431004.324	4506031.959	870.990
15	431019.054	4506034.010	870.273
16	431019.056	4506034.219	870.410
17	431019.022	4506034.332	870.044
18	431018.866	4506034.946	869.969
19	431018.521	4506037.831	869.893
20	431035.923	4506039.849	869.030
21	431036.177	4506037.594	869.106
22	431036.309	4506036.985	869.230
23	431036.340	4506036.822	869.462
24	431036.351	4506036.668	869.325
25	431052.611	4506039.157	868.249
26	431052.648	4506039.312	868.348
27	431052.427	4506039.400	868.088
28	431052.277	4506040.000	868.022
29	431051.962	4506041.702	868.066
30	431053.288	4506041.896	868.199
31	431054.549	4506042.012	868.139

NUM	X	Y	Z
32	431054.400	4506043.168	868.261
33	431053.150	4506043.120	868.298
34	431053.865	4506042.810	869.200
35	431054.502	4506040.204	868.167
36	431054.434	4506040.351	868.318
37	431054.425	4506040.454	868.021
38	431054.036	4506040.989	867.968
39	431056.393	4506043.374	868.042
40	431056.216	4506043.393	868.196
41	431056.081	4506043.459	868.136
42	431055.425	4506043.579	867.990
43	431054.435	4506043.581	868.209
44	431052.908	4506056.039	868.706
45	431057.459	4506055.934	868.055
46	431058.044	4506055.870	867.981
47	431059.226	4506055.831	868.004
48	431059.170	4506055.857	868.100
49	431059.339	4506055.854	867.972
50	431060.754	4506063.503	868.199
51	431060.616	4506063.552	868.353
52	431060.568	4506063.569	868.191
53	431058.967	4506063.653	868.134
54	431058.306	4506063.684	868.154
55	431055.867	4506063.624	868.703
56	431055.362	4506056.119	868.568
57	431055.356	4506070.889	868.803
58	431059.202	4506070.739	868.383
59	431059.838	4506070.725	868.395
60	431061.543	4506070.508	868.491
61	431061.580	4506070.523	868.635
62	431061.743	4506070.537	868.511

NUM	X	Y	Z
63	431062.093	4506075.791	868.832
64	431061.749	4506077.045	868.841
65	431060.742	4506077.990	868.803
66	431060.721	4506077.722	868.795
67	431060.161	4506077.925	868.756
68	431058.057	4506079.483	869.099
69	431058.514	4506077.021	869.095
70	431054.412	4506076.194	869.128
71	431053.888	4506078.635	869.156
72	431054.729	4506076.910	869.295
73	431058.316	4506074.505	868.752
74	431055.356	4506073.628	868.775
75	431060.578	4506082.438	868.785
76	431061.086	4506082.270	868.774
77	431061.089	4506081.934	868.915
78	431061.991	4506082.345	869.134
79	431062.457	4506083.519	869.338
80	431062.708	4506087.536	869.550
81	431062.575	4506087.603	869.468
82	431062.139	4506092.028	869.541
83	431061.700	4506096.073	869.592
84	431062.086	4506096.228	869.670
85	431061.328	4506098.357	869.754
86	431059.933	4506100.664	869.758
87	431057.980	4506103.454	869.835
88	431061.983	4506096.604	869.671
89	431056.340	4506097.628	869.968
90	431056.687	4506095.496	869.651
91	431060.961	4506095.760	869.344
92	431061.709	4506093.963	868.583
93	431056.294	4506092.333	868.528

NUM	X	Y	Z
94	431061.485	4506092.830	868.570
95	431061.979	4506093.002	868.542
96	431061.627	4506090.705	868.662
97	431062.072	4506090.785	868.912
98	431057.219	4506091.074	868.463
99	431055.851	4506088.842	868.788
100	431055.740	4506088.300	868.830
101	431058.554	4506087.820	868.780
102	431058.377	4506087.340	868.875
103	431060.973	4506085.621	868.748
104	431060.783	4506084.507	868.730
105	431061.353	4506088.238	868.846
106	431062.000	4506088.213	868.875
107	431059.545	4506088.897	868.759
108	431059.284	4506089.390	868.760
109	431058.658	4506089.103	868.757
110	431058.909	4506088.559	868.753
111	431058.116	4506088.688	868.776
112	431058.181	4506088.474	868.780
113	431057.913	4506088.424	868.776
114	431057.872	4506088.622	868.779
115	431057.385	4506047.337	867.966
116	431009.001	4506027.026	870.758
117	431007.052	4506024.815	870.972
118	431006.455	4506022.163	871.064
119	431007.287	4506015.909	871.085
120	431008.209	4506009.051	871.121
121	431004.118	4506008.508	871.246
122	430996.379	4506007.512	871.616
123	430996.345	4506007.409	871.654
124	430995.461	4506014.132	871.553

NUM	X	Y	Z
125	430995.291	4506014.227	871.537
126	430993.341	4506013.961	871.541
127	430992.519	4506013.877	871.367
128	430994.960	4506017.428	871.497
129	430993.892	4506016.991	871.672
130	431001.325	4506016.209	871.282
131	430994.268	4506023.002	871.551
132	430993.684	4506023.919	871.547
133	430992.701	4506024.207	871.558
134	430980.515	4506022.778	872.065
135	430980.639	4506022.785	872.018
136	430980.485	4506023.218	872.076
137	430979.345	4506023.044	872.086
138	430979.430	4506022.194	872.087
139	430979.741	4506021.622	872.033
140	430981.462	4506004.081	872.857
141	430978.784	4506027.212	872.208
142	430979.129	4506008.415	875.503
143	430977.477	4506021.438	875.492
144	430957.216	4506018.980	875.486
145	430958.601	4506007.838	875.490
146	430967.646	4506006.962	875.506
147	430955.598	4506025.703	872.122
148	430954.172	4506029.998	871.480
149	430965.543	4506033.277	873.038
150	430965.641	4506033.326	872.653
151	430959.399	4506026.051	872.229
152	430959.098	4506028.483	872.163
153	430959.053	4506030.161	871.495
154	430956.864	4506030.129	871.514
155	430956.821	4506029.259	871.606

NUM	X	Y	Z
156	430954.953	4506029.025	871.752
157	430954.950	4506029.948	871.480
158	430954.405	4506028.051	872.051
159	430954.767	4506025.604	872.099
160	430943.750	4506024.471	871.690
161	430943.665	4506026.574	871.583
162	430943.476	4506028.428	871.543
163	430890.364	4505993.940	869.921
164	430886.996	4505994.404	869.750
165	430886.399	4505979.037	869.951
166	430883.058	4505980.819	869.939
167	430884.552	4505984.147	869.994
168	430888.456	4505985.348	869.964
169	430880.090	4505976.991	869.672
170	430883.769	4505974.632	869.737
171	430878.475	4505966.822	868.915
172	430871.895	4505967.022	868.533
173	430871.579	4505959.059	868.319
174	430877.214	4505948.098	867.800
175	430881.658	4505945.417	867.778
176	430892.367	4505939.547	867.946
177	430899.840	4505935.432	868.067
178	430905.041	4505947.862	868.208
179	430904.690	4505949.101	868.424
180	430893.849	4505954.015	868.014
181	430885.958	4505958.291	867.865
182	430879.498	4505962.135	868.356
183	430879.763	4505962.576	868.435
184	430876.976	4505963.661	868.561
185	430876.902	4505964.341	868.616
186	430876.413	4505959.055	868.197

NUM	X	Y	Z
187	430882.701	4505952.584	867.834
188	430894.018	4505946.258	867.988
189	430899.843	4505935.412	867.494
190	430897.799	4505930.346	867.329
191	430895.889	4505925.958	867.489
192	430886.472	4505929.531	867.395
193	430888.377	4505934.713	867.090
194	430891.444	4505939.904	867.546
195	430883.614	4505944.194	867.373
196	430881.389	4505938.995	867.294
197	430878.893	4505932.193	867.542
198	430865.752	4505935.233	867.470
199	430868.212	4505942.918	867.539
200	430877.160	4505948.031	867.463
201	430873.601	4505953.179	868.031
202	430865.205	4505955.825	867.900
203	430862.589	4505951.587	867.926
204	430854.474	4505944.316	867.607
205	430848.318	4505939.205	866.857
206	430845.486	4505957.016	867.609
207	430853.890	4505961.545	867.784
208	430861.432	4505966.320	867.488
209	430867.238	4505971.132	867.473
210	430864.171	4505961.732	867.798
211	430858.710	4505957.406	867.919
212	430853.666	4505949.908	867.753
213	430857.813	4505941.404	867.468
214	430865.396	4505944.759	867.715
215	430868.173	4505964.211	868.000
216	430870.949	4505970.250	868.899
217	430868.683	4505974.695	868.844

NUM	X	Y	Z
218	430866.784	4505972.866	867.578
219	430868.259	4505969.631	867.617
220	430864.177	4505969.928	867.328
221	430860.881	4505977.479	867.123
222	430861.834	4505977.562	867.094
223	430860.785	4505978.374	867.110
224	430861.752	4505978.456	867.196
225	430864.211	4505976.202	867.227
226	430863.114	4505982.149	867.625
227	430863.099	4505982.106	867.631
228	430860.106	4505981.136	867.323
229	430854.575	4505984.811	867.211
230	430853.450	4505989.254	867.192
231	430849.983	4505992.362	866.971
232	430846.191	4505993.019	866.873
233	430844.711	4505992.276	867.011
234	430844.415	4505992.282	866.863
235	430842.226	4505989.354	866.615
236	430840.947	4505998.050	868.016
237	430844.115	4505997.197	868.041
238	430848.341	4505995.259	867.819
239	430852.509	4505993.320	867.968
240	430855.791	4505993.587	869.280
241	430858.203	4505990.381	869.429
242	430863.271	4505987.535	869.295
243	430865.361	4505983.864	869.305
244	430867.855	4505986.596	869.379
245	430870.672	4505984.489	869.442
246	430873.971	4505976.646	869.436
247	430870.958	4505977.803	869.324
248	430871.408	4505986.417	869.585

NUM	X	Y	Z
249	430868.071	4505989.574	869.748
250	430863.626	4505991.273	869.784
251	430864.563	4505995.536	869.750
252	430856.845	4505995.779	869.394
253	430859.764	4505996.591	869.835
254	430861.390	4505999.125	869.475
255	430860.733	4506001.940	869.298
256	430860.730	4506001.936	869.293
257	430862.152	4506003.881	869.615
258	430862.939	4506003.831	869.624
259	430857.615	4506031.204	864.319
260	430856.528	4506036.864	864.276
261	430835.208	4506057.686	864.837
262	430850.022	4506052.052	864.913
263	430843.498	4506050.837	864.160
264	430845.434	4506047.573	866.851
265	430844.904	4506051.117	867.211
266	430845.011	4506050.451	864.050
267	430850.986	4506048.343	866.876
268	430850.514	4506051.900	867.238
269	430852.886	4506048.730	864.178
270	430855.216	4506052.334	864.144
271	430855.610	4506049.429	864.355
272	430855.720	4506048.506	864.357
273	430855.359	4506051.387	864.326
274	430855.072	4506051.344	864.202
275	430855.617	4506046.159	864.296
276	430855.759	4506047.823	864.459
277	430855.651	4506047.536	864.487
278	430857.955	4506048.798	865.934
279	430857.853	4506049.707	865.905

NUM	X	Y	Z
280	430858.428	4506048.863	865.905
281	430858.345	4506049.768	865.859
282	430860.176	4506049.989	865.859
283	430859.830	4506053.080	865.784
284	430857.988	4506052.950	865.555
285	430857.927	4506047.182	865.843
286	430858.704	4506043.186	865.812
287	430862.654	4506044.163	866.037
288	430862.610	4506048.128	866.085
289	430863.535	4506049.415	866.233
290	430862.985	4506049.401	866.127
291	430862.941	4506050.224	866.244
292	430861.978	4506050.587	866.189
293	430862.149	4506049.417	866.193
294	430860.971	4506049.245	866.198
295	430860.787	4506050.440	866.169
296	430862.082	4506052.665	865.916
297	430860.827	4506056.778	865.788
298	430860.939	4506059.940	866.094
299	430861.663	4506062.498	866.785
300	430862.688	4506067.273	867.360
301	430860.591	4506068.274	867.352
302	430860.493	4506065.400	866.982
303	430860.050	4506061.229	866.258
304	430859.371	4506058.994	865.756
305	430857.284	4506058.586	865.563
306	430862.164	4506072.202	867.923
307	430860.348	4506072.171	867.768
308	430862.084	4506078.021	868.275
309	430859.728	4506077.812	867.835
310	430862.029	4506084.104	868.904

NUM	X	Y	Z
311	430858.786	4506082.630	867.994
312	430855.978	4506080.832	865.942
313	430856.338	4506075.624	865.830
314	430856.749	4506070.194	865.759
315	430857.766	4506066.374	865.713
316	430856.297	4506066.859	865.467
317	430856.088	4506068.543	865.581
318	430854.559	4506080.705	865.726
319	430854.330	4506082.562	865.467
320	430847.869	4506081.800	865.557
321	430839.899	4506080.861	865.625
322	430854.517	4506081.030	865.424
323	430855.960	4506081.125	865.447
324	430855.846	4506082.292	865.416
325	430854.855	4506082.238	865.408
326	430854.552	4506083.164	865.539
327	430848.192	4506082.928	865.722
328	430839.686	4506081.750	865.827
329	430855.611	4506084.411	867.104
330	430854.649	4506084.341	867.110
331	430855.544	4506085.459	867.087
332	430853.620	4506086.496	867.123
333	430854.042	4506084.283	867.126
334	430852.856	4506085.603	867.090
335	430849.560	4506086.623	867.172
336	430849.534	4506085.676	867.169
337	430844.066	4506086.066	867.240
338	430841.589	4506086.164	867.144
339	430844.466	4506085.179	867.252
340	430841.713	4506084.898	867.150
341	430837.770	4506085.790	867.047

NUM	X	Y	Z
342	430838.110	4506084.533	867.047
343	430837.446	4506084.096	866.954
344	430837.184	4506083.588	866.842
345	430837.651	4506079.192	865.943
346	430840.024	4506079.500	865.355
347	430839.083	4506079.402	865.473
348	430829.671	4506085.013	866.573
349	430829.179	4506083.095	866.342
350	430828.407	4506081.606	866.079
351	430830.011	4506080.862	866.078
352	430830.732	4506082.358	866.325
353	430829.346	4506084.589	866.899
354	430828.807	4506084.842	866.145
355	430829.031	4506089.171	866.403
356	430833.053	4506089.518	866.964
357	430840.459	4506090.744	867.100
358	430843.821	4506091.634	867.446
359	430848.156	4506092.989	868.075
360	430843.623	4506087.296	867.289
361	430849.045	4506089.159	868.160
362	430848.472	4506090.150	868.140
363	430852.106	4506091.005	868.734
364	430852.073	4506092.271	868.748
365	430857.226	4506089.322	869.120
366	430857.220	4506090.551	869.134
367	430853.408	4506090.230	868.761
368	430852.911	4506090.541	868.715
369	430852.102	4506090.064	868.771
370	430852.491	4506089.559	868.771
371	431024.881	4506097.086	872.892
372	431065.960	4506135.883	874.221

NUM	X	Y	Z
373	431073.737	4506136.834	874.134
374	431076.856	4506112.233	874.099
375	431069.042	4506111.275	874.161
376	431067.624	4506122.749	874.200
377	431072.721	4506123.472	874.186
378	431071.051	4506135.763	874.161
379	431067.863	4506135.395	874.206
380	431067.794	4506136.147	874.177
381	431067.178	4506136.090	874.189
382	431067.259	4506135.315	874.217
383	431066.065	4506135.160	874.213
384	431069.054	4506130.909	874.213
385	431067.818	4506130.890	874.224
386	431067.866	4506129.819	874.229
387	431069.063	4506129.872	874.215
388	431069.690	4506129.421	874.252
389	431069.749	4506128.883	874.242
390	431067.795	4506129.186	874.236
391	431067.511	4506128.066	874.242
392	431067.584	4506126.229	874.301
393	431068.194	4506125.844	874.191
394	431070.060	4506126.065	874.200
395	431070.003	4506126.607	874.192
396	431070.514	4506124.975	874.199
397	431070.639	4506124.102	874.202
398	431069.047	4506123.909	874.196
399	430980.556	4506021.322	872.278
400	430980.588	4506019.780	872.263
401	430980.322	4506017.254	872.263
402	430979.717	4506017.181	872.256
403	430979.802	4506016.580	872.259

NUM	X	Y	Z
404	430977.985	4506016.314	872.280
405	430978.095	4506015.486	872.284
406	430978.362	4506015.803	872.286
407	430981.213	4506015.895	872.277
408	430986.179	4506016.452	871.971
409	430988.527	4506016.731	871.650
410	430992.103	4506017.191	870.969
411	430993.553	4506017.377	871.060
412	430990.569	4506013.563	871.548
413	430989.605	4506011.749	871.579
414	430989.188	4506011.632	871.788
415	430990.430	4506007.506	871.604
416	430989.586	4506006.935	872.236
417	430991.373	4506006.706	871.586
418	430991.126	4506006.195	871.684
419	430990.065	4506005.581	872.172
420	430988.600	4506005.957	872.464
421	430992.494	4506005.526	871.744
422	430992.983	4506004.249	872.107
423	430996.726	4506005.381	871.544
424	431008.848	4506007.431	870.672
425	431010.611	4506001.118	870.443
426	431005.824	4505999.980	870.672
427	431010.795	4505996.661	870.341
428	431011.737	4505991.477	870.101
429	431004.169	4505992.620	870.673
430	431004.239	4505996.959	870.726
431	431000.032	4505992.687	871.153
432	431002.688	4505989.495	870.727
433	431006.688	4505991.440	870.660
434	431002.272	4505992.044	870.911

NUM	X	Y	Z
435	431000.934	4505996.198	871.120
436	430995.504	4505992.967	871.466
437	430994.357	4505992.500	872.020
438	430996.629	4505995.665	872.020
439	430996.099	4505997.518	872.224
440	431001.852	4505999.243	871.182
441	431000.800	4506001.580	871.217
442	431003.260	4506003.484	871.067
443	431003.063	4506006.592	871.153
444	430997.713	4506004.282	871.671
445	430998.782	4506001.733	871.692
446	430997.567	4506003.982	871.787
447	430994.970	4506004.072	871.865
448	430995.132	4505999.594	872.400
449	430990.321	4506004.589	872.305
450	430988.702	4506007.385	872.386
451	430986.820	4506010.568	872.324
452	430987.006	4506013.615	872.057
453	430997.843	4505998.269	871.978
454	430992.474	4505992.780	871.977
455	430989.591	4505991.996	872.232
456	430989.446	4505999.257	872.144
457	430987.253	4505997.860	872.206
458	430983.497	4506001.744	872.285
459	430984.940	4506003.398	872.270
460	430978.092	4506006.455	872.985
461	430977.475	4506004.349	873.157
462	430970.751	4506003.810	873.844
463	430970.404	4506005.977	873.663
464	430961.254	4506002.566	874.155
465	430961.724	4506000.587	874.453

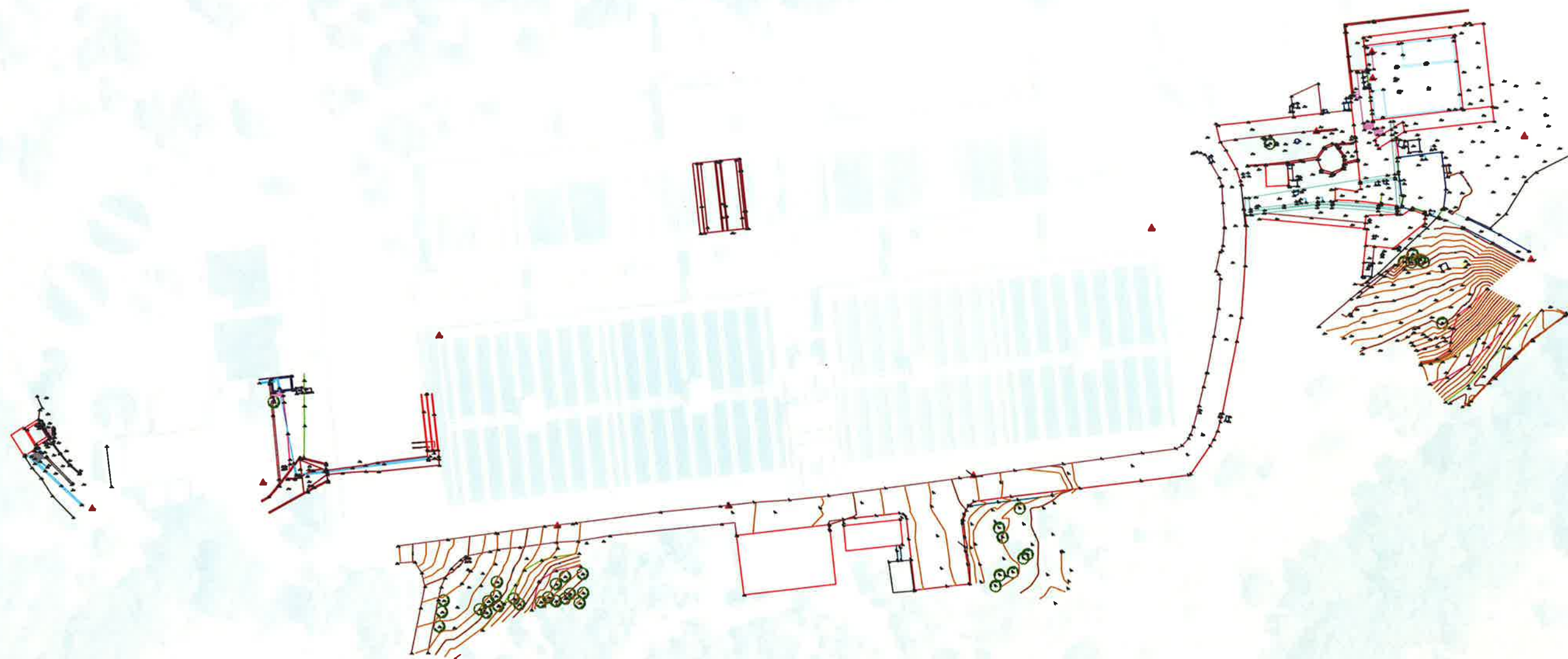
NUM	X	Y	Z
466	430956.218	4506000.222	874.471
467	430956.619	4506002.289	874.234
468	430951.017	4506000.720	874.202
469	430947.588	4506001.871	874.008
470	430948.155	4505999.950	874.222
471	430950.567	4505999.440	874.673
472	430959.490	4506004.120	874.237
473	430960.677	4506004.937	874.005
474	430964.546	4506005.152	873.866
475	430970.646	4506001.236	874.217
476	430972.669	4506002.496	873.899
477	430974.132	4506004.071	873.555
478	430973.608	4506000.670	874.001
479	430976.071	4505999.498	873.897
480	430977.514	4506000.470	873.550
481	430978.102	4505997.724	873.596
482	430978.092	4505997.704	873.600
483	430978.257	4505995.559	873.742
484	430981.276	4505998.386	873.140
485	430979.710	4505993.505	873.657
486	430982.296	4505995.508	873.284
487	430980.146	4505991.361	873.686
488	430982.772	4505991.954	873.309
489	430984.936	4505992.481	872.896
490	430986.059	4505995.856	872.439
491	430989.085	4505993.807	872.293
492	430974.767	4505992.517	874.595
493	430974.625	4505996.060	874.318
494	430971.957	4505992.162	874.940
495	430971.078	4505995.805	874.731
496	430968.166	4505996.555	874.999

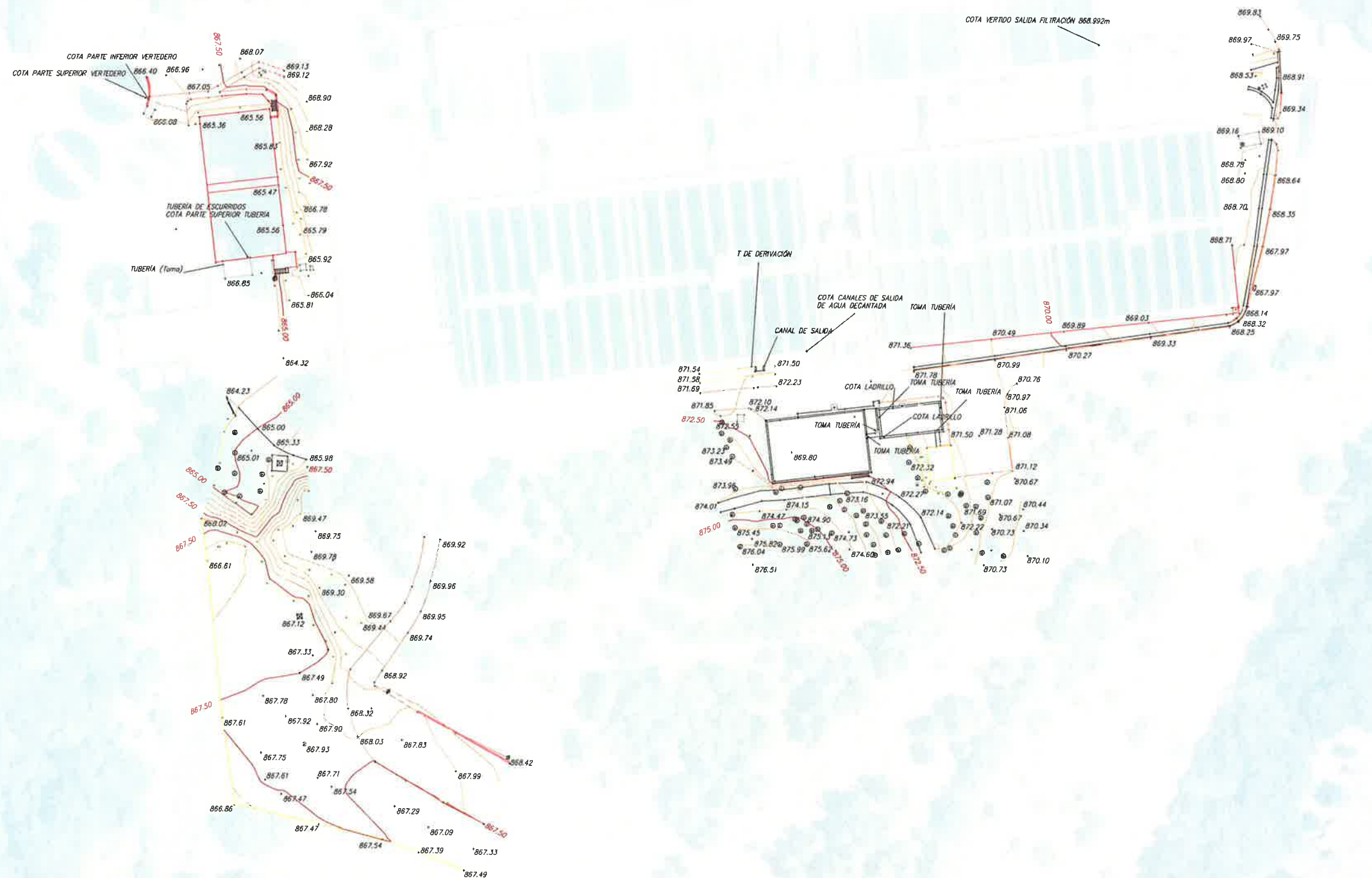
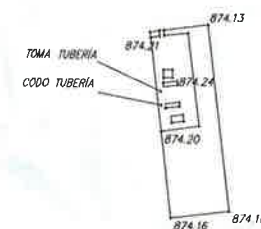
NUM	X	Y	Z
497	430966.979	4505996.284	875.133
498	430965.946	4505997.629	875.049
499	430965.306	4505998.990	874.905
500	430963.525	4505998.646	875.140
501	430963.913	4505998.328	875.141
502	430964.676	4505996.244	875.332
503	430966.001	4505993.495	875.618
504	430960.442	4505993.367	875.994
505	430960.487	4505997.228	875.364
506	430958.995	4506005.983	873.858
507	430969.247	4506007.252	873.618
508	430979.065	4506008.539	872.805
509	430978.578	4506008.417	872.968
510	430978.694	4506007.621	872.940
511	430975.118	4506007.160	875.537
512	430981.606	4506015.833	875.029
513	430977.419	4506021.284	872.264
514	430992.894	4506022.869	871.836
515	430983.364	4506021.688	872.344
516	430983.361	4506021.691	875.793
517	430985.277	4506022.198	872.188
518	430973.502	4506021.440	872.314
519	430971.292	4506021.751	872.402
520	430963.805	4506020.419	872.351
521	430963.901	4506019.667	872.355
522	430957.368	4506018.885	872.204
523	430954.242	4506021.216	872.139
524	430951.434	4506020.006	872.078
525	430951.414	4506018.572	872.089
526	430952.764	4506020.009	872.087
527	430962.699	4506012.396	869.797

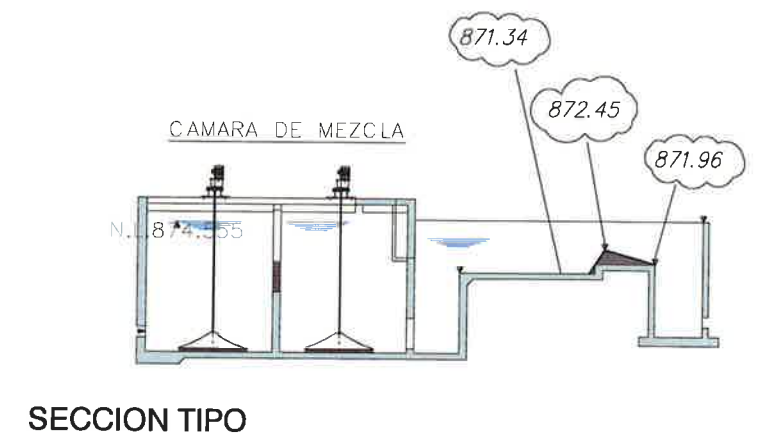
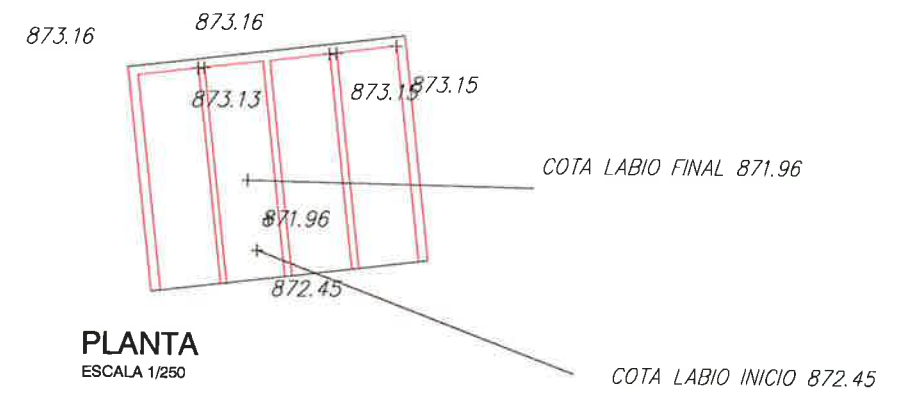
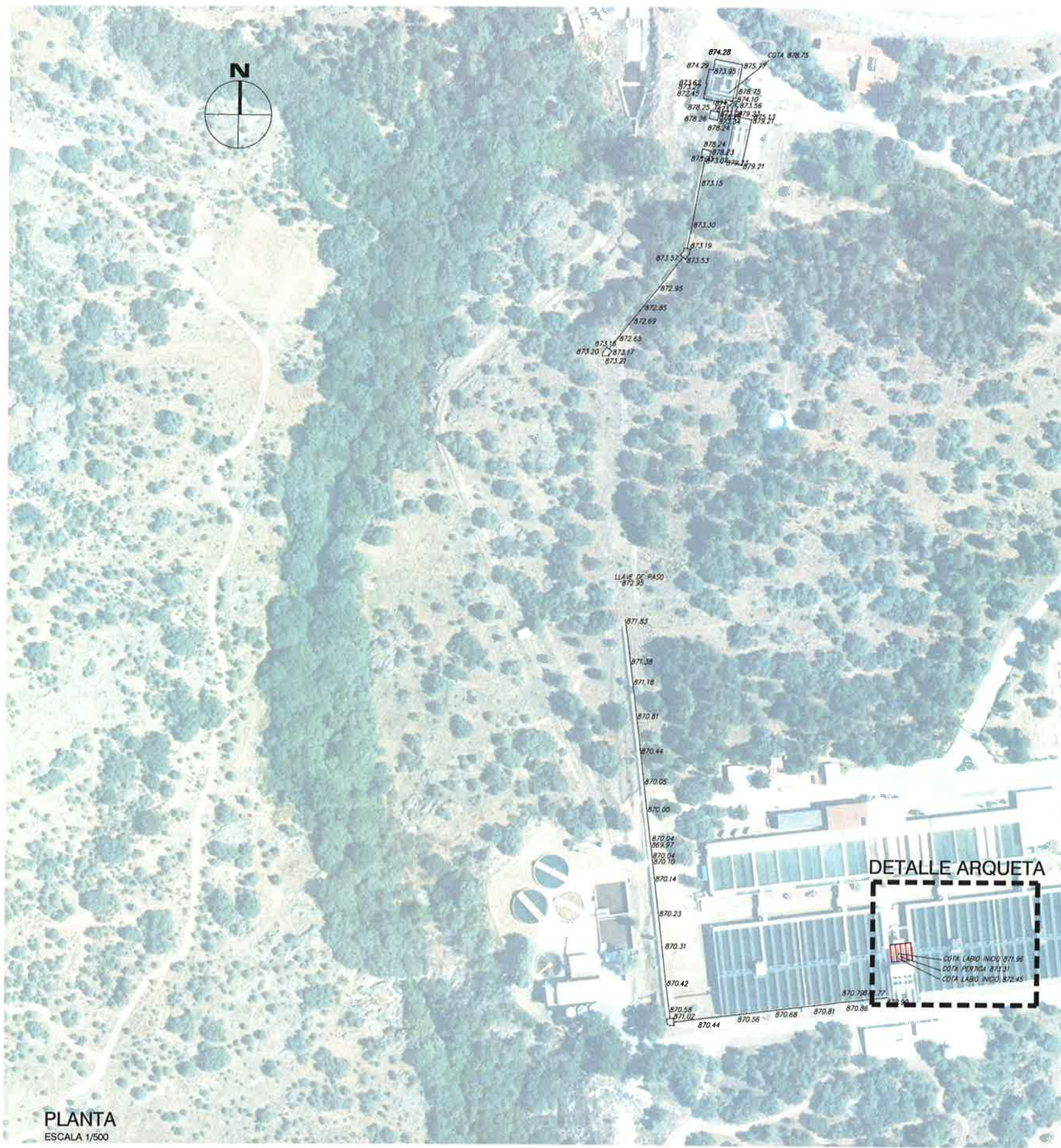
NUM	X	Y	Z
528	430967.465	4506007.440	869.829
529	430959.334	4506006.417	874.054
530	430953.767	4506021.373	872.097
531	430946.685	4506020.805	871.852
532	430953.986	4506015.749	872.410
533	430954.761	4506008.552	873.474
534	430959.060	4505997.197	875.397
535	430954.693	4505994.489	875.823
536	430954.996	4505989.170	876.508
537	430952.240	4505992.846	876.039
538	430951.158	4505996.742	875.449
539	430950.415	4505999.382	874.565
540	430951.130	4506004.771	873.961
541	430955.598	4506025.703	872.517
542	430950.411	4506011.416	873.489
543	430949.162	4506013.273	873.234
544	430949.887	4506014.810	873.188
545	430948.144	4506016.180	872.848
546	430948.188	4506018.451	872.547
547	430947.896	4506019.767	871.944
548	430845.949	4506023.144	864.250
549	430845.994	4506022.819	864.225
550	430846.286	4506021.944	864.236
551	430847.286	4506019.859	864.445
552	430847.780	4506019.252	864.496
553	430848.434	4506020.926	864.533
554	430852.375	4506016.582	865.004
555	430855.766	4506013.203	865.329
556	430859.785	4506011.165	865.728
557	430862.425	4506010.343	865.977
558	430858.598	4506009.886	865.755

NUM	X	Y	Z
559	430858.627	4506010.965	865.744
560	430855.417	4506011.168	865.732

APÉNDICE 7. PLANOS







DETALLE ARQUETA

DETALLE ARQUETA

ANEJO N°5
CÁLCULOS DE PROCESO

ÍNDICE

1 OZONIZACIÓN	1
1.1 Cámara de preozonización	1
1.2 Estación de generación de ozono	4
1.3 Cámara de ozonización intermedia	7
2 ALMACENAMIENTO Y DOSIFICACIÓN DEL SULFATO DE ALÚMINA	9
3 DECANTADORES PULSATOR	12
4 FILTROS DE ARENA	13
5 ALMACENAMIENTO Y DOSIFICACIÓN DE PERÓXIDO DE HIDRÓGENO	15
6 CONDUCCIÓN PRINCIPAL DE RECOGIDA DE FANGOS	18
7 CONFINAMIENTO DE LOS ESCURRIDOS DE LA DESHIDRATACIÓN	20

1 OZONIZACIÓN

1.1 Cámara de preozonización

A continuación se muestran los cálculos justificativos de las dimensiones y equipamiento de la nueva cámara de preozonización, teniendo en cuenta que se ha diseñado para una dosis máxima de 4 mgO₃/l y un tiempo de retención de 4 minutos a caudal máximo.

A su vez, se han considerado tres escenarios posibles, variando el caudal de tratamiento entre un máximo de 4.000 l/s y un mínimo de 2.000 l/s, y teniendo en cuenta que únicamente para el caudal máximo será necesario trabajar con una concentración de ozono de 129 g/Nm³. Para caudales inferiores se podrá operar con una concentración de 148 g/Nm³, con lo que el ratio de consumo específico de oxígeno líquido mejora ostensiblemente.

ESTACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE SANTILLANA (MADRID)				
CÁLCULO DE LA PREOZONIZACIÓN		ESCENARIO 1	ESCENARIO 2	ESCENARIO 3
DESCRIPCION	UNIDAD	VALORES	VALORES	VALORES
Caudal Medio de Tratamiento Caudales de Diseño	[l/s]	4.000	3.000	2.000
	[m ³ /h]	14.400	10.800	7.200
	[m ³ /día]	345.600	259.200	172.800
CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL TRATAMIENTO				
Características del tratamiento				
Punto de dosificación	[-]	Cámara de preozonización	Cámara de preozonización	Cámara de preozonización
Características del reactivo				
Denominación del reactivo	[-]	Ozono	Ozono	Ozono
Formulación	[-]	O ₃	O ₃	O ₃
Apariencia	[-]	Gas incoloro	Gas incoloro	Gas incoloro
Forma prevista del suministro	[-]	O ₂ líquido	O ₂ líquido	O ₂ líquido
Densidad del reactivo comercial	[kg/l]	1,141	1,141	1,141
Clasificación como producto tóxico y peligroso	[-]	No contemplado	No contemplado	No contemplado
Clasificación como producto químico	[-]	No contemplado	No contemplado	No contemplado
Características de la dosificación				
Forma de dosificación	[-]	Difusión	Difusión	Difusión
Dosis real de reactivo puro				
Dosis real máxima	[mg/l]	4,0	4,0	4,0
Consumo horario de reactivo puro				
Consumo máximo	[kg/h]	57,60	43,20	28,80
Consumo horario de reactivo comercial				
Consumo máximo	[kg/h]	576,00	432,00	288,00

CÁLCULOS DE PROCESO

CÁLCULO DE LA PREOZONIZACIÓN		ESCENARIO 1	ESCENARIO 2	ESCENARIO 3
DESCRIPCION	UNIDAD	VALORES	VALORES	VALORES
CÁMARAS DE DOSIFICACIÓN				
Parámetros de diseño				
Tiempo de retención	[min]	4	4	4
Volumen total necesario	[m ³]	960	720	480
Número de líneas	[ud]	2	2	2
Volumen necesario por línea	[m ³]	480	360	240
Geometría de cada línea				
<i>Cámara n°1 de rotura de carga y tranquilización</i>				
Número de cámaras por línea	[ud]	1	1	1
Longitud útil	[m]	1,50	1,50	1,50
Anchura útil	[m]	6,00	6,00	6,00
Altura media de lámina	[m]	6,00	6,00	6,00
Volumen útil	[m ³]	54	54	54
<i>Cámara n°2 de contacto (con difusión de ozono)</i>				
Número de cámaras por línea	[ud]	1	1	1
Longitud útil	[m]	4,60	4,60	4,60
Anchura útil	[m]	6,00	6,00	6,00
Altura de lámina	[m]	6,00	6,00	6,00
Volumen útil	[m ³]	166	166	166
<i>Cámara n°3 intermedia (sin difusión de ozono)</i>				
Número de cámaras por línea	[ud]	1	1	1
Velocidad ascensional	[m/s]	0,5	0,5	0,5
Superficie necesaria	[m ²]	4,00	3,00	2,00
Longitud útil mínima necesaria	[m]	0,67	0,50	0,33
Longitud útil adoptada	[m]	2,00	2,00	2,00
Anchura útil	[m]	6,00	6,00	6,00
Altura de lámina	[m]	6,00	6,00	6,00
Volumen útil	[m ³]	72	72	72
<i>Cámara n°4 de contacto (con difusión de ozono)</i>				
Número de cámaras por línea	[ud]	1	1	1
Longitud útil	[m]	4,60	4,60	4,60
Anchura útil	[m]	6,00	6,00	6,00
Altura de lámina	[m]	6,00	6,00	6,00
Volumen útil	[m ³]	166	166	166
<i>Cámara n°5 final (sin difusión de ozono)</i>				
Número de cámaras por línea	[ud]	1	1	1
Velocidad ascensional	[m/s]	0,5	0,5	0,5
Superficie necesaria	[m ²]	4,00	3,00	2,00
Longitud útil mínima necesaria	[m]	0,67	0,50	0,33
Longitud útil adoptada	[m]	2,00	2,00	2,00
Anchura útil	[m]	6,00	6,00	6,00
Altura de lámina	[m]	6,00	6,00	6,00
Volumen útil	[m ³]	72	72	72
Total				
Volumen total adoptado por línea	[m ³]	529	529	529
Volumen total de contacto útil adoptado por línea	[m ³]	475	475	475
Volumen total de contacto útil adoptado	[m ³]	950	950	950
Tiempo de retención resultante	[min]	3,96	5,28	7,92

CÁLCULOS DE PROCESO

CÁLCULO DE LA PREOZONIZACIÓN		ESCENARIO 1	ESCENARIO 2	ESCENARIO 3
DESCRIPCION	UNIDAD	VALORES	VALORES	VALORES
DOSIFICACIÓN DEL OZONO				
Difusión del ozono				
Capacidad total de generación requerida	[kg/h]	57,60	43,20	28,80
Concentración del ozono	[g/Nm ³]	129	148	148
Caudal total de ozono inyectado	[Nm ³ /h]	447	292	195
Caudal de ozono inyectado por línea	[Nm ³ /h]	223	146	97
Tipo de difusor	[-]	Cerámico	Cerámico	Cerámico
Caudal de ozono máximo por difusor	[Nm ³ /h]	3,0	3,0	3,0
Cámara de contacto n°1				
Porcentaje de ozono inyectado por cámara	[%]	50	50	50
Caudal de ozono inyectado por cámara	[Nm ³ /h]	112	73	49
Nº de difusores mínimo por cámara	[ud]	37	24	16
Nº de difusores adoptados por cámara	[ud]	58	58	58
Caudal de ozono medio por difusor	[Nm ³ /h]	1,92	1,26	0,84
Cámara de contacto n°2				
Porcentaje de ozono inyectado por cámara	[%]	50	50	50
Caudal de ozono inyectado por cámara	[Nm ³ /h]	112	73	49
Nº de difusores mínimo por cámara	[ud]	37	24	16
Nº de difusores adoptados por cámara	[ud]	58	58	58
Caudal de ozono medio por difusor	[Nm ³ /h]	1,92	1,26	0,84
Destrucción del ozono				
Tipo de destructor	[-]	Reactor catalítico	Reactor catalítico	Reactor catalítico
Nº de destructores existentes (a cubrir)	[ud]	1	1	1
Nº de destructores nuevos a instalar	[ud]	1	1	1
Nº de destructores adoptados	[ud]	2	2	2
Capacidad mínima por destructor necesaria	[Nm ³ /h]	223	146	97
Capacidad por destructor adoptada	[Nm ³ /h]	260	260	260

1.2 Estación de generación de ozono

Se muestran a continuación los puntos de funcionamiento de la nueva estación de generación de ozono, considerando siempre las dosis máximas tanto en preozonización como en la ozonización intermedia; y para tres caudales, entre un máximo de 4 m³/s y un mínimo de 3 m³/s.

Conviene destacar cómo para las dosis máximas de diseño, y para el caudal máximo de tratamiento de la planta, la concentración de trabajo requerida debe ser inferior a los 148 g/Nm³ con los que habitualmente operará la planta. Se aprecia en los cálculos que para un caudal de 3,5 m³/s, la concentración de trabajo todavía es de 148 g/Nm³.

ESTACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE SANTILLANA (MADRID)				
DOSIFICACIÓN DE REACTIVO - Ozono		ESCENARIO 1	ESCENARIO 2	ESCENARIO 3
DESCRIPCION	UNIDAD	VALORES	VALORES	VALORES
Caudales de Diseño				
Caudal Medio de Tratamiento	[l/s]	4.000	3.500	3.000
	[m ³ /h]	14.400	12.600	10.800
	[m ³ /día]	345.600	302.400	259.200
CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL TRATAMIENTO				
Características del reactivo				
Denominación del reactivo	[-]	Ozono	Ozono	Ozono
Formulación	[-]	O ₃	O ₃	O ₃
Apariencia	[-]	Gas incoloro	Gas incoloro	Gas incoloro
Forma prevista del suministro	[-]	O ₂ líquido	O ₂ líquido	O ₂ líquido
Densidad del reactivo comercial	[kg/l]	1,141	1,141	1,141
Clasificación como producto tóxico y peligroso	[-]	No contemplado	No contemplado	No contemplado
Clasificación como producto químico	[-]	No contemplado	No contemplado	No contemplado
Características de la dosificación				
Forma de dosificación	[-]	Difusión	Difusión	Difusión
Dosis real de reactivo puro				
Dosis máxima en preozonización	[mg/l]	4,0	4,0	4,0
Dosis máxima en ozonización intermedia	[mg/l]	1,5	1,5	1,5
Dosis máxima simultánea	[mg/l]	5,5	5,5	5,5
Consumo horario de reactivo puro				
Consumo máximo	[kg/h]	79,20	69,30	59,40
GENERACIÓN Y ALMACENAMIENTO DEL REACTIVO				
Generación del ozono				
Capacidad total de generación requerida	[kgO ₃ /h]	79,20	69,30	59,40
Concentración de trabajo	[gO ₃ /Nm ³]	129	148	148
Temperatura máxima del agua de refrigeración	[°C]	20	20	20
Nº de generadores de ozono existentes	[ud]	3	3	3
Nº de generadores de ozono existentes en funcionamiento	[ud]	3	3	2
Capacidad unitaria de generación para las condiciones de contorno	[kg/h]	12,48	11,87	11,87
Nº de generadores de ozono nuevos	[ud]	2	2	2
Nº de generadores de ozono nuevos en funcionamiento	[ud]	2	2	2
Capacidad unitaria de generación para las condiciones de contorno	[kg/h]	19,37	18,30	18,30
Capacidad total de generación disponible	[kg/h]	76,18	72,21	60,34
Almacenamiento del reactivo comercial				
Caudal horario de ozono requerido	[kgO ₃ /h]	79,20	69,30	59,40
Caudal diario de ozono requerido	[kgO ₃ /día]	1.901	1.663	1.426
Concentración de ozono de trabajo	[gO ₃ /Nm ³]	129	148	148
Concentración volumétrica de ozono de trabajo	[%]	9,00	10,34	10,34
Caudal diario de oxígeno requerido	[kgO ₂ /día]	21.555	16.632	14.256
Volumen diario de oxígeno requerido	[lO ₂ /día]	18.891	14.577	12.494
Nº de depósitos de almacenamiento adoptados	[ud]	1	1	1
Capacidad unitaria de almacenamiento	[l]	35.000	35.000	35.000
Capacidad total de almacenamiento	[l]	35.000	35.000	35.000
Autonomía real a dosis máxima	[días]	1,85	2,40	2,80

Afinando estos cálculos, se puede determinar el caudal exacto máximo que puede tratar la planta, garantizando unas dosis máximas tanto en preozonización como en la ozonización intermedia, y trabajando con una concentración de $148 \text{ gO}_3/\text{Nm}^3$, asciende a 3.647 l/s :

ESTACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE SANTILLANA (MADRID)		
DOSIFICACIÓN DE REACTIVO - Ozono		
DESCRIPCION	UNIDAD	VALORES
Caudales de Diseño		
Caudal Medio de Tratamiento	[l/s]	3.647
	[m ³ /h]	13.129
	[m ³ /día]	315.098
CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL TRATAMIENTO		
Características del reactivo		
Denominación del reactivo	[-]	Ozono
Formulación	[-]	O ₃
Apariencia	[-]	Gas incoloro
Forma prevista del suministro	[-]	O ₂ líquido
Densidad del reactivo comercial	[kg/l]	1,141
Clasificación como producto tóxico y peligroso	[-]	No contemplado
Clasificación como producto químico	[-]	No contemplado
Características de la dosificación		
Forma de dosificación	[-]	Difusión
Dosis real de reactivo puro		
Dosis máxima en preozonización	[mg/l]	4,0
Dosis máxima en ozonización intermedia	[mg/l]	1,5
Dosis máxima simultánea	[mg/l]	5,5
Consumo horario de reactivo puro		
Consumo máximo	[kg/h]	72,21
GENERACIÓN Y ALMACENAMIENTO DEL REACTIVO		
Generación del ozono		
Capacidad total de generación requerida	[kgO ₃ /h]	72,21
Concentración de trabajo	[gO ₃ /Nm ³]	148
Temperatura máxima del agua de refrigeración	[°C]	20
Nº de generadores de ozono existentes	[ud]	3
Nº de generadores de ozono existentes en funcionamiento	[ud]	3
Capacidad unitaria de generación para las condiciones de contorno	[kg/h]	11,87
Nº de generadores de ozono nuevos	[ud]	2
Nº de generadores de ozono nuevos en funcionamiento	[ud]	2
Capacidad unitaria de generación para las condiciones de contorno	[kg/h]	18,30
Capacidad total de generación disponible	[kg/h]	72,21

Por último, seguidamente se muestra el dimensionamiento de los bombes de refrigeración, teniendo en cuenta que se amplía la instalación existente para los generadores de ozono ya instalados:

DOSIFICACIÓN DE REACTIVO - Ozono		ESCENARIO 1	ESCENARIO 2	ESCENARIO 3
DESCRIPCION	UNIDAD	VALORES	VALORES	VALORES
REFRIGERACIÓN DE LOS GENERADORES				
Refrigeración de los generadores de ozono				
Temperatura máxima del agua de refrigeración	[°C]	20	20	20
Número de generadores de ozono existentes en funcionamiento	[ud]	3	3	2
Caudal de agua de refrigeración necesaria por generador existente	[m³/h]	18,00	18,00	18,00
Número de generadores de ozono nuevos en funcionamiento	[ud]	2	2	2
Caudal de agua de refrigeración necesaria por generador nuevo	[m³/h]	28,60	28,60	28,60
Caudal de agua de refrigeración necesaria en total	[m³/h]	111,20	111,20	93,20
Presión de diseño aproximada del agua de refrigeración	[bar]	2,5	2,5	2,5
Contenido máximo de hierro	[mg/l]	0,3	0,3	0,3
Contenido máximo de manganeso	[mg/l]	0,05	0,05	0,05
Contenido máximo de cloruros	[mg/l]	100	100	100
Contenido máximo de sólidos en suspensión	[mg/l]	1	1	1
Conductividad máxima	[microS/cm]	600	600	600
Bombeo de refrigeración				
Tipo de bomba	[-]	Centrífuga horizontal	Centrífuga horizontal	Centrífuga horizontal
Número de bombas existentes	[ud]	4	4	4
Número de bombas existentes en funcionamiento	[ud]	3	3	3
Caudal unitario de impulsión	[m³/h]	23,80	23,80	23,80
Altura manométrica de impulsión	[mca]	31,98	31,98	31,98
Número de bombas de nueva instalación	[ud]	2	2	2
Número de bombas de nueva instalación en funcionamiento	[ud]	1	1	1
Caudal unitario de impulsión	[m³/h]	40,60	40,60	40,60
Altura manométrica de impulsión	[mca]	31,99	31,99	31,99
Caudal total de agua de refrigeración impulsada	[m³/h]	112,00	112,00	112,00

Es decir, al bombeo compuesto por 4(3+1) bombas centrífugas horizontales de caudal unitario 23,80 m³/h y altura manométrica 31,98 m.c.a. se le añaden 2(1+1) nuevas bombas del mismo tipo, de caudal unitario 40,60 m³/h y altura manométrica 31,99 m.c.a., condiciones de trabajo que se justifican en el *Anejo nº6 Cálculos hidráulicos*. Con ellas, el caudal total de agua de refrigeración impulsado, que se conduce por una misma tubería hasta el edificio que alberga los generadores de ozono, satisface en todos los escenarios el caudal de refrigeración total necesario.

1.3 Cámara de ozonización intermedia

En este apartado se muestran los cálculos justificativos de las dimensiones y equipamiento de la nueva cámara de ozonización intermedia, teniendo en cuenta que se ha diseñado para una dosis máxima de 1,5 mgO₃/l y un tiempo de retención de 6 minutos.

De manera análoga a como se ha hecho con la cámara de preozonización, se han considerado tres escenarios posibles, variando el caudal de tratamiento entre un máximo de 4.000 l/s y un mínimo de 2.000 l/s, y teniendo en cuenta que únicamente para el caudal máximo será necesario trabajar con una concentración de ozono de 129 g/Nm³.

ESTACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE SANTILLANA (MADRID)				
CÁLCULO DE OZONIZACIÓN INTERMEDIA		ESCENARIO 1	ESCENARIO 2	ESCENARIO 3
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALORES	VALORES	VALORES
Caudales de Diseño				
Caudal Medio de Tratamiento	[l/s]	4.000	3.000	2.000
	[m ³ /h]	14.400	10.800	7.200
	[m ³ /día]	345.600	259.200	172.800
CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL TRATAMIENTO				
Características del tratamiento				
Punto de dosificación	[-]	Cámara de ozonización intermedia	Cámara de ozonización intermedia	Cámara de ozonización intermedia
Características del reactivo				
Denominación del reactivo	[-]	Ozono	Ozono	Ozono
Formulación	[-]	O ₃	O ₃	O ₃
Apariencia	[-]	Gas incoloro	Gas incoloro	Gas incoloro
Forma prevista del suministro	[-]	O ₂ líquido	O ₂ líquido	O ₂ líquido
Densidad del reactivo comercial	[kg/l]	1,141	1,141	1,141
Clasificación como producto tóxico y peligroso	[-]	No contemplado	No contemplado	No contemplado
Clasificación como producto químico	[-]	No contemplado	No contemplado	No contemplado
Características de la dosificación				
Forma de dosificación	[-]	Difusión	Difusión	Difusión
Dosis real de reactivo puro				
Dosis real máxima	[mg/l]	1,5	1,5	1,5
Consumo horario de reactivo puro				
Consumo máximo	[kg/h]	21,60	16,20	10,80
Consumo horario de reactivo comercial				
Consumo máximo	[kg/h]	216,00	162,00	108,00

CÁLCULOS DE PROCESO

CÁLCULO DE OZONIZACIÓN INTERMEDIA		ESCENARIO 1	ESCENARIO 2	ESCENARIO 3
DESCRIPCION	UNIDAD	VALORES	VALORES	VALORES
CÁMARAS DE DOSIFICACIÓN				
Parámetros de diseño				
Tiempo de retención	[min]	6	6	6
Volumen total necesario	[m ³]	1.440	1.080	720
Número de líneas ejecutadas	[ud]	2	2	2
Número de líneas en funcionamiento	[ud]	2	2	1
Volumen necesario por línea	[m ³]	720	540	720
Geometría de cada línea				
<i>Cámara n°1 de contacto (con difusión de ozono)</i>				
Número de cámaras por línea	[ud]	1	1	1
Longitud útil	[m]	7,00	7,00	7,00
Anchura útil	[m]	6,70	6,70	6,70
Altura de lámina	[m]	5,04	5,04	5,04
Volumen útil	[m ³]	236	236	236
<i>Cámara n°2 intermedia (sin difusión de ozono)</i>				
Número de cámaras por línea	[ud]	1	1	1
Velocidad ascensional	[m/s]	0,5	0,5	0,5
Superficie necesaria	[m ²]	4,00	3,00	4,00
Longitud útil mínima necesaria	[m]	0,60	0,45	0,60
Longitud útil adoptada	[m]	2,05	2,05	2,05
Anchura útil	[m]	6,70	6,70	6,70
Altura de lámina	[m]	5,04	5,04	5,04
Volumen útil	[m ³]	69	69	69
<i>Cámara n°3 de contacto (con difusión de ozono)</i>				
Número de cámaras por línea	[ud]	1	1	1
Longitud útil	[m]	7,05	7,05	7,05
Anchura útil	[m]	6,70	6,70	6,70
Altura de lámina	[m]	5,04	5,04	5,04
Volumen útil	[m ³]	238	238	238
<i>Cámara n°4 final (sin difusión de ozono)</i>				
Número de cámaras por línea	[ud]	1	1	1
Longitud útil	[m]	5,45	5,45	5,45
Anchura útil	[m]	6,70	6,70	6,70
Altura de lámina	[m]	5,04	5,04	5,04
Volumen útil	[m ³]	184	184	184
Total				
Volumen total de contacto útil adoptado por línea	[m ³]	728	728	728
Volumen total de contacto útil adoptado	[m ³]	1.455	1.455	728
Tiempo de retención resultante	[min]	6,06	8,09	6,06
DOSIFICACIÓN DEL OZONO				
Difusión del ozono				
Capacidad total de generación requerida	[kg/h]	21,60	16,20	10,80
Concentración del ozono	[g/Nm ³]	129	148	148
Caudal total de ozono inyectado	[Nm ³ /h]	167	109	73
Caudal de ozono inyectado por línea	[Nm ³ /h]	84	55	73
Tipo de difusor	[-]	Cerámico	Cerámico	Cerámico
Caudal de ozono máximo por difusor	[Nm ³ /h]	3,0	3,0	3,0
<i>Cámara de contacto n°1</i>				
Porcentaje de ozono inyectado por cámara	[%]	50	50	50
Caudal de ozono inyectado por cámara	[Nm ³ /h]	42	27	36
Nº de difusores mínimo por cámara	[ud]	14	9	12
Nº de difusores adoptados por cámara	[ud]	23	23	23
Caudal de ozono medio por difusor	[Nm ³ /h]	1,82	1,19	1,59
<i>Cámara de contacto n°2</i>				
Porcentaje de ozono inyectado por cámara	[%]	50	50	50
Caudal de ozono inyectado por cámara	[Nm ³ /h]	42	27	36
Nº de difusores mínimo por cámara	[ud]	14	9	12
Nº de difusores adoptados por cámara	[ud]	23	23	23
Caudal de ozono medio por difusor	[Nm ³ /h]	1,82	1,19	1,59
Destrucción del ozono				
Tipo de destructor	[-]	Reactor catalítico	Reactor catalítico	Reactor catalítico
Nº de destructores adoptados	[ud]	2	2	2
Capacidad mínima por destructor necesaria	[Nm ³ /h]	84	55	36
Capacidad por destructor adoptada	[Nm ³ /h]	115	115	115

2 ALMACENAMIENTO Y DOSIFICACIÓN DEL SULFATO DE ALÚMINA

A continuación se muestran los cálculos justificativos de las instalaciones de almacenamiento y dosificación del reactivo coagulante sulfato de alúmina, teniendo en cuenta que se ha fijado un almacenamiento mínimo de una semana a caudal máximo.

Se han contemplado tres posibles escenarios, con unas dosis de reactivo mínima, media y máxima, tanto para el caudal máximo como para el medio y mínimo de tratamiento de la planta. De esta manera se comprueba que la instalación de almacenamiento y dosificación propuesta es válida en cualquiera de las situaciones posibles.

ESTACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE SANTILLANA (MADRID)				
INSTALACIÓN DE SULFATO DE ALÚMINA		ESCENARIO 1	ESCENARIO 2	ESCENARIO 3
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALORES	VALORES	VALORES
Caudales de Diseño				
Caudal Mínimo de Tratamiento	[l/s]	2.000	2.000	2.000
	[m³/h]	7.200	7.200	7.200
	[m³/día]	172.800	172.800	172.800
Caudal Medio de Tratamiento	[l/s]	3.000	3.000	3.000
	[m³/h]	10.800	10.800	10.800
	[m³/día]	259.200	259.200	259.200
Caudal Máximo de Tratamiento	[l/s]	4.000	4.000	4.000
	[m³/h]	14.400	14.400	14.400
	[m³/día]	345.600	345.600	345.600
CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL TRATAMIENTO				
Características del tratamiento				
Objetivo de la dosificación	[-]	Coagulación	Coagulación	Coagulación
Punto de dosificación	[-]	Cámara de mezcla	Cámara de mezcla	Cámaras de mezcla
Características del reactivo				
Denominación del reactivo	[-]	Sulfato de alúmina	Sulfato de alúmina	Sulfato de alúmina
Formulación	[-]	Al ₂ (SO ₄) ₃ ·14H ₂ O	Al ₂ (SO ₄) ₃ ·14H ₂ O	Al ₂ (SO ₄) ₃ ·14H ₂ O
Apariencia	[-]	Líquido claro	Líquido claro	Líquido claro
Forma prevista del suministro	[-]	Camión cisterna	Camión cisterna	Camión cisterna
Densidad del reactivo comercial	[kg/l]	1,324	1,324	1,324
Concentración del reactivo comercial	[%]	48,5	48,5	48,5
Clasificación como producto tóxico y peligroso	[-]	Corrosivo	Corrosivo	Corrosivo
Clasificación como producto químico	[-]	ITC-APQ-6	ITC-APQ-6	ITC-APQ-6
Características de la dosificación (a Caudal Mínimo)				
Forma de dosificación	[-]	Volumétrica	Volumétrica	Volumétrica
Dosis real media de reactivo puro	[mg/l]	9,70	19,40	29,10
Consumo medio horario de reactivo puro	[kg/h]	69,84	139,68	209,52
Consumo medio horario de reactivo comercial	[l/h]	108,76	217,52	326,28
Dosis real media de reactivo comercial	[mg/l]	20	40	60
Características de la dosificación (a Caudal Medio)				
Forma de dosificación	[-]	Volumétrica	Volumétrica	Volumétrica
Dosis real media de reactivo puro	[mg/l]	9,70	19,40	29,10
Consumo medio horario de reactivo puro	[kg/h]	104,76	209,52	314,28
Consumo medio horario de reactivo comercial	[l/h]	163,14	326,28	489,43
Dosis real media de reactivo comercial	[mg/l]	20	40	60
Características de la dosificación (a Caudal Máximo)				
Forma de dosificación	[-]	Volumétrica	Volumétrica	Volumétrica
Dosis real media de reactivo puro	[mg/l]	9,70	19,40	29,10
Consumo medio horario de reactivo puro	[kg/h]	139,68	279,36	419,04
Consumo medio horario de reactivo comercial	[l/h]	217,52	435,05	652,57
Dosis real media de reactivo comercial	[mg/l]	20	40	60

INSTALACIÓN DE SULFATO DE ALÚMINA		ESCENARIO 1	ESCENARIO 2	ESCENARIO 3
DESCRIPCION	UNIDAD	VALORES	VALORES	VALORES
ALMACENAMIENTO DEL REACTIVO				
Trasiego del reactivo comercial				
Forma de trasiego escogida	[-]	Bomba centrífuga	Bomba centrífuga	Bomba centrífuga
Unidades de trasiego instaladas	[Ud]	2	2	2
Caudal adoptado por unidad de trasiego	[m ³ /h]	28,80	28,80	28,80
Altura manométrica de impulsión	[mca]	6,63	6,63	6,63
Características del depósito seleccionado				
Nº de depósitos de almacenamiento adoptados	[ud]	4	4	4
Capacidad unitaria de almacenamiento	[l]	30.000	30.000	30.000
Diámetro interior de cada depósito	[mm]	2.500	2.500	2.500
Altura total de cada depósito	[mm]	6.594	6.594	6.594
Material de ejecución del depósito	[-]	PRFV	PRFV	PRFV
Almacenamiento del reactivo comercial (a Caudal Mínimo)				
Autonomía requerida	[días]	15	15	15
Consumo medio de reactivo comercial	[l/h]	108,76	217,52	326,28
Capacidad necesaria de almacenamiento	[l]	39.154	78.308	117.462
Capacidad adoptada de almacenamiento	[l]	120.000	120.000	120.000
Autonomía real de almacenamiento según dosis	[días]	45,97	22,99	15,32
Almacenamiento del reactivo comercial (a Caudal Medio)				
Autonomía requerida a dosis media	[días]	10	10	10
Consumo medio de reactivo comercial	[l/h]	163,14	326,28	489,43
Capacidad necesaria de almacenamiento	[l]	39.154	78.308	117.462
Capacidad adoptada de almacenamiento	[l]	120.000	120.000	120.000
Autonomía real de almacenamiento según dosis	[días]	30,65	15,32	10,22
Almacenamiento del reactivo comercial (a Caudal Máximo)				
Autonomía requerida a dosis media	[días]	7	7	7
Consumo medio de reactivo comercial	[l/h]	217,52	435,05	652,57
Capacidad necesaria de almacenamiento	[l]	36.544	73.088	109.631
Capacidad adoptada de almacenamiento	[l]	120.000	120.000	120.000
Autonomía real de almacenamiento según dosis	[días]	22,99	11,49	7,66
INSTALACIÓN DE SULFATO DE ALÚMINA		ESCENARIO 1	ESCENARIO 2	ESCENARIO 3
DESCRIPCION	UNIDAD	VALORES	VALORES	VALORES
DOSIFICACIÓN DEL REACTIVO				
Dosificación del reactivo comercial (a Caudal Mínimo)				
Tipo de bomba dosificadora	[-]	Peristáltica	Peristáltica	Peristáltica
Regulación	[-]	Variador de frecuencia	Variador de frecuencia	Variador de frecuencia
Unidades de dosificación instaladas	[Ud]	6	6	6
Unidades de dosificación en funcionamiento	[Ud]	4	4	4
Unidades de dosificación en reserva	[Ud]	2	2	2
Caudal unitario necesario por bomba	[l/h]	27	54	82
Caudal adoptado por bomba	[l/h]	17 a 170	17 a 170	17 a 170
Rango de dosificación	[%]	10% a 100%	10% a 100%	10% a 100%
Dosificación del reactivo comercial (a Caudal Medio)				
Tipo de bomba dosificadora	[-]	Peristáltica	Peristáltica	Peristáltica
Regulación	[-]	Variador de frecuencia	Variador de frecuencia	Variador de frecuencia
Unidades de dosificación instaladas	[Ud]	6	6	6
Unidades de dosificación en funcionamiento	[Ud]	4	4	4
Unidades de dosificación en reserva	[Ud]	2	2	2
Caudal unitario necesario por bomba	[l/h]	41	82	122
Caudal adoptado por bomba	[l/h]	17 a 170	17 a 170	17 a 170
Rango de dosificación	[%]	10% a 100%	10% a 100%	10% a 100%
Dosificación del reactivo comercial (a Caudal Máximo)				
Tipo de bomba dosificadora	[-]	Peristáltica	Peristáltica	Peristáltica
Regulación	[-]	Variador de frecuencia	Variador de frecuencia	Variador de frecuencia
Unidades de dosificación instaladas	[Ud]	6	6	6
Unidades de dosificación en funcionamiento	[Ud]	4	4	4
Unidades de dosificación en reserva	[Ud]	2	2	2
Caudal unitario necesario por bomba	[l/h]	54	109	163
Caudal adoptado por bomba	[l/h]	17 a 170	17 a 170	17 a 170
Rango de dosificación	[%]	10% a 100%	10% a 100%	10% a 100%

Se concluye que cada bomba dosificadora deberá operar en un rango de caudal entre 17 y 170 l/h, que se ajusta perfectamente a los caudales unitarios mínimo (27 l/h) y máximo (163 l/h) necesarios.

3 DECANTADORES PULSATOR

A continuación se muestran los cálculos justificativos de comprobación del funcionamiento de la instalación de decantación. Se han contemplado tres posibles escenarios, con el objeto de determinar el mínimo número de decantadores a poner en marcha en función del caudal total de tratamiento.

ESTACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE SANTILLANA (MADRID)				
DECANTACIÓN		ESCENARIO 1	ESCENARIO 2	ESCENARIO 3
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	ACTUAL	ACTUAL	FUTURO
Caudales de Diseño				
Caudal Medio de Tratamiento	[l/s]	4.000	3.000	2.000
	[m³/h]	14.400	10.800	7.200
	[m³/día]	345.600	259.200	172.800
CÁLCULO DE LA DECANTACIÓN				
Diseño de la decantación				
Tipo de decantadores		Pulsator	Pulsator	Pulsator
Número de decantadores existentes	[Ud]	4	4	4
Número de decantadores en funcionamiento	[Ud]	4	3	2
Cálculo de la superficie				
Velocidad ascensional a caudal medio	[m³/m²/h]	3,00	3,00	3,00
Superficie total necesaria a caudal medio	[m²]	4.800	3.600	2.400
Longitud interior existente por decantador	[m]	36,50	36,50	36,50
Anchura interior existente por decantador	[m]	36,00	36,00	36,00
Superficie útil total de decantación adoptada	[m²]	5.256	3.942	2.628
Cálculo del volumen				
Tiempo de retención a caudal medio	[h]	1,00	1,00	1,00
Volumen total a caudal medio	[m³]	14.400	10.800	7.200
Altura de la lámina de agua	[m]	4,20	4,20	4,20
Anchura del canal interior de reparto de agua	[m]	5,50	5,50	5,50
Longitud inferior útil por decantador	[m]	31,00	31,00	31,00
Volumen útil por decantador	[m³]	4.687	4.687	4.687
Volumen total real de decantación adoptado	[m³]	18.749	14.062	9.374
COMPROBACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO				
Salida del agua clarificada				
Tipo de salida	[-]	Canales perpendiculares con orificios	Canales perpendiculares con orificios	Canales perpendiculares con orificios
Número de canales por decantador	[Ud]	8	8	8
Longitud de cada canal	[m]	36,50	36,50	36,50
Longitud total de vertedero por decantador	[m]	584	584	584
Pendiente de cada canal	[%]	0,2	0,2	0,2
Anchura útil de cada canal	[mm]	600	600	600
Caudal por canal	[m³/h]	450	450	450
Altura lámina de agua en cada canal	[mm]	234,2	234,2	234,2
Altura útil de cada canal	[mm]	500	500	500
Resguardo	[mm]	350	350	350
Altura total de cada canal	[mm]	850	850	850
Parámetros de funcionamiento				
Velocidad ascensional a caudal medio	[m³/m²/h]	2,74	2,74	2,74
Tiempo de retención a caudal medio	[h]	1,30	1,30	1,30
Carga hidráulica sobre vertedero	[m³/h/m]	6,16	6,16	6,16

4 FILTROS DE ARENA

Seguidamente se muestran los cálculos justificativos del funcionamiento de la instalación de filtración en arena, incluyendo el sistema de lavado. Se han aplicado los mismos parámetros de diseño con que este proceso fue diseñado originalmente.

Se han contemplado tres posibles escenarios, con el objeto de determinar el mínimo número de filtros a poner en marcha en función del caudal total de tratamiento.

ESTACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE SANTILLANA (MADRID)				
FILTROS DE ARENA		ESCENARIO 1	ESCENARIO 2	ESCENARIO 3
DESCRIPCION	UNIDAD	VALORES	VALORES	VALORES
Caudales de Diseño				
Caudal Medio de Tratamiento	[l/s]	4.000	3.000	2.000
	[m ³ /h]	14.400	10.800	7.200
	[m ³ /día]	345.600	259.200	172.800
CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL TRATAMIENTO				
Tipo de filtración	[-]	Abierta-gravedad	Abierta-gravedad	Abierta-gravedad
Número total de filtros existentes	[Ud]	14	14	14
Número total de filtros en funcionamiento	[Ud]	12	9	6
Número total de filtros a reparar	[Ud]	12	12	12
Parámetros de diseño				
Tiempo de contacto	[min]	1,0	1,0	1,0
Velocidad de filtración	[m ³ /m ² /h]	9,6	9,6	9,6
Volumen total necesario de arena	[m ³]	240	180	120
Superficie total de filtración necesaria	[m ²]	1.500	1.125	750
CÁLCULO DE LA FILTRACIÓN				
Dimensiones de los filtros				
Superficie necesaria total	[m ²]	1.500	1.125	750
Superficie necesaria unitaria	[m ²]	125,0	125,0	125,0
Dimensiones de la zona de filtración				
Longitud útil	[m]	15,36	15,36	15,36
Anchura útil	[m]	8,14	8,14	8,14
Superficie adoptada unitaria	[m ²]	125,03	125,03	125,03
Superficie adoptada total	[m ²]	1.500	1.125	750
Altura hidráulica sobre lecho	[m]	1,20	1,20	1,20
Características del lecho filtrante				
Tipo	[-]	Monocapa	Monocapa	Monocapa
Material	[-]	Arena silícea	Arena silícea	Arena silícea
Espesor capa arena silícea	[m]	1,20	1,20	1,20
Volumen de arena por filtro	[m ³]	150,04	150,04	150,04
Volumen total de arena existente	[m ³]	1.800	1.350	900
Características del falso fondo (a reparar)				
Tipo de elementos de paso	[-]	Boquillas	Boquillas	Boquillas
Material de la tobera y el casquillo	[-]	ABS	ABS	ABS
Material de la junta	[-]	Caucho atóxico	Caucho atóxico	Caucho atóxico
Placas en anchura	[Ud]	8,00	8,00	8,00
Anchura de la placa (incluye pp de juntas)	[m]	1,018	1,018	1,018
Placas en longitud	[Ud]	15,00	15,00	15,00
Longitud de la placa (incluye pp de juntas)	[m]	1,024	1,024	1,024
Densidad	[Ud/placa]	56	56	56
Densidad	[Ud/m ²]	53,75	53,75	53,75
Nº de boquillas por filtro	[Ud]	6.720	6.720	6.720
Nº de boquillas totales existentes	[Ud]	80.640	60.480	40.320
Nº de boquillas totales a renovar	[Ud]	80.640	80.640	80.640

CÁLCULO DEL LAVADO DE FILTROS				
Parámetros de diseño				
Tipo de lavado	[-]	Aire y agua	Aire y agua	Aire y agua
Número de filtros a lavar simultáneamente	[Ud]	1	1	1
Esponjamiento (con aire)				
Velocidad de aire de esponjamiento	[m ³ /m ² /h]	55	55	55
Velocidad de agua de esponjamiento	[m ³ /m ² /h]	0	0	0
Duración	[min]	1	1	1
Lavado (con agua y aire)				
Velocidad de aire de lavado	[m ³ /m ² /h]	55	55	55
Velocidad de agua de lavado	[m ³ /m ² /h]	6,5	6,5	6,5
Duración	[min]	3	3	3
Aclarado (con agua)				
Velocidad de aire de aclarado	[m ³ /m ² /h]	0	0	0
Velocidad de agua de aclarado	[m ³ /m ² /h]	13	13	13
Duración aclarado	[min]	5	5	5
Parámetros de funcionamiento				
Esponjamiento				
Caudal de aire de esponjamiento	[m ³ /h]	6.877	6.877	6.877
Caudal de agua de esponjamiento	[m ³ /h]	0	0	0
Lavado				
Caudal de aire de lavado	[m ³ /h]	6.877	6.877	6.877
Caudal de agua de lavado	[m ³ /h]	813	813	813
Aclarado				
Caudal de aire de aclarado	[m ³ /h]	0	0	0
Caudal de agua de aclarado	[m ³ /h]	1.625	1.625	1.625
Impulsión de aire de lavado				
Tipo de compresores de aire	[-]	Soplantes	Soplantes	Soplantes
Unidades instaladas	[Ud]	2	2	2
Unidades en funcionamiento	[Ud]	1	1	1
Unidades en reserva	[Ud]	1	1	1
Caudal de impulsión total	[Nm ³ /h]	6.877	6.877	6.877
Caudal unitario teórico	[Nm ³ /h]	6.877	6.877	6.877
Caudal unitario existente	[Nm ³ /h]	6.880	6.880	6.880
Altura de carga	[mca]	3,20	3,20	3,20
Bombeo de agua de lavado				
Tipo de bombas	[-]	Centrífuga horizontal	Centrífuga horizontal	Centrífuga horizontal
Unidades instaladas	[Ud]	2	2	2
Unidades en funcionamiento	[Ud]	1	1	1
Unidades en reserva	[Ud]	1	1	1
Caudal de impulsión total	[m ³ /h]	1.625	1.625	1.625
Caudal unitario teórico	[m ³ /h]	1.625	1.625	1.625
Caudal unitario existente	[m ³ /h]	1.630	1.630	1.630
Altura de carga	[mca]	7,50	7,50	7,50
Generación de agua sucia de lavado				
Esponjamiento	[m ³ /lavado]	0	0	0
Lavado	[m ³ /lavado]	41	41	41
Aclarado	[m ³ /lavado]	135	135	135
Total de agua sucia generada	[m ³ /lavado]	176	176	176
Parámetros de funcionamiento				
Velocidad de filtración				
Caudal nominal	[m ³ /m ² /h]	9,60	9,60	9,60
Caudal nominal + recuperación agua lavado	[m ³ /m ² /h]	9,66	9,68	9,72
Caudal nominal c/lavado simultáneo	[m ³ /m ² /h]	10,47	10,80	11,52
Caudal nominal c/lavado simultáneo y 1 filtro off	[m ³ /m ² /h]	11,52	12,34	14,40
Caudal nominal c/lavado simultáneo y 2 filtros off	[m ³ /m ² /h]	12,80	14,40	19,20

5 ALMACENAMIENTO Y DOSIFICACIÓN DE PERÓXIDO DE HIDRÓGENO

La dosis de peróxido de hidrógeno se estima en la mitad de la dosis prevista de ozono en la cámara de ozonización intermedia. Como esta dosis media de ozono es de 1,5 mg/l, la dosis media de peróxido de hidrógeno es 0,75 mg/l.

Se adjuntan los cálculos justificativos de la instalación de almacenamiento y dosificación, teniendo en cuenta que se ha fijado un tiempo de almacenamiento mínimo de quince días a dosis media y caudal máximo. Se han contemplado varios escenarios, con unas dosis de reactivo mínima, media y máxima, tanto para el caudal máximo como para el medio y mínimo de tratamiento de la planta.

ESTACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE SANTILLANA (MADRID)				
INSTALACIÓN DE PERÓXIDO DE HIDRÓGENO		ESCENARIO 1	ESCENARIO 2	ESCENARIO 3
DESCRIPCION	UNIDAD	VALORES	VALORES	VALORES
Caudales de Diseño				
Caudal Mínimo de Tratamiento	[l/s]	2.000	2.000	2.000
	[m ³ /h]	7.200	7.200	7.200
	[m ³ /día]	172.800	172.800	172.800
Caudal Medio de Tratamiento	[l/s]	3.000	3.000	3.000
	[m ³ /h]	10.800	10.800	10.800
	[m ³ /día]	259.200	259.200	259.200
Caudal Máximo de Tratamiento	[l/s]	4.000	4.000	4.000
	[m ³ /h]	14.400	14.400	14.400
	[m ³ /día]	345.600	345.600	345.600
CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL TRATAMIENTO				
Características del tratamiento				
Objetivo de la dosificación	[-]	Oxidación avanzada	Oxidación avanzada	Oxidación avanzada
Punto de dosificación	[-]	Cámara de ozonización intermedia	Cámara de ozonización intermedia	Cámara de ozonización intermedia
Características del reactivo				
Denominación del reactivo	[-]	Peróxido de hidrógeno	Peróxido de hidrógeno	Peróxido de hidrógeno
Formulación	[-]	H ₂ O ₂	H ₂ O ₂	H ₂ O ₂
Apariencia	[-]	Líquido incoloro	Líquido incoloro	Líquido incoloro
Forma prevista del suministro	[-]	Camión cisterna	Camión cisterna	Camión cisterna
Densidad del reactivo comercial	[kg/l]	1,132	1,132	1,132
Concentración del reactivo comercial	[%]	35	35	35
Clasificación como producto tóxico y peligroso	[-]	Corrosivo	Corrosivo	Corrosivo
Clasificación como producto químico	[-]	ITC-APQ-6	ITC-APQ-6	ITC-APQ-6
Características de la dosificación (a Caudal Mínimo)				
Forma de dosificación	[-]	Volumétrica	Volumétrica	Volumétrica
Dosis real media de reactivo puro	[mg/l]	0,50	0,75	1,00
Consumo medio de reactivo puro	[kg/h]	3,60	5,40	7,20
Consumo medio de reactivo comercial	[l/h]	9,09	13,63	18,17
Características de la dosificación (a Caudal Medio)				
Forma de dosificación	[-]	Volumétrica	Volumétrica	Volumétrica
Dosis real media de reactivo puro	[mg/l]	0,50	0,75	1,00
Consumo medio de reactivo puro	[kg/h]	5,40	8,10	10,80
Consumo medio de reactivo comercial	[l/h]	13,63	20,44	27,26
Características de la dosificación (a Caudal Máximo)				
Forma de dosificación	[-]	Volumétrica	Volumétrica	Volumétrica
Dosis real media de reactivo puro	[mg/l]	0,50	0,75	1,00
Consumo medio de reactivo puro	[kg/h]	7,20	10,80	14,40
Consumo medio de reactivo comercial	[l/h]	18,17	27,26	36,35

INSTALACIÓN DE PERÓXIDO DE HIDRÓGENO		ESCENARIO 1	ESCENARIO 2	ESCENARIO 3
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALORES	VALORES	VALORES
ALMACENAMIENTO DEL REACTIVO				
Trasiego del reactivo comercial				
Forma de trasiego escogida	[-]	Bomba centrífuga	Bomba centrífuga	Bomba centrífuga
Unidades de trasiego instaladas	[Ud]	1	1	1
Caudal adoptado por unidad de trasiego	[m ³ /h]	28,80	28,80	28,80
Altura manométrica de impulsión	[mca]	5,35	5,35	5,35
Características del depósito seleccionado				
Nº de depósitos de almacenamiento adoptados	[ud]	1	1	1
Capacidad unitaria de almacenamiento	[l]	10.000	10.000	10.000
Diámetro interior de cada depósito	[mm]	2.000	2.000	2.000
Altura total de cada depósito	[mm]	3.440	3.440	3.440
Material de ejecución del depósito	[-]	PEAD	PEAD	PEAD
Almacenamiento del reactivo comercial (a Caudal Mínimo)				
Autonomía requerida	[días]	20	20	20
Consumo medio de reactivo comercial	[l/h]	9,09	13,63	18,17
Capacidad necesaria de almacenamiento	[l]	4.361	6.542	8.723
Capacidad adoptada de almacenamiento	[l]	10.000	10.000	10.000
Autonomía real de almacenamiento según dosis	[días]	45,86	30,57	22,93
Almacenamiento del reactivo comercial (a Caudal Medio)				
Autonomía requerida a dosis media	[días]	15	15	15
Consumo medio de reactivo comercial	[l/h]	13,63	20,44	27,26
Capacidad necesaria de almacenamiento	[l]	4.907	7.360	9.813
Capacidad adoptada de almacenamiento	[l]	10.000	10.000	10.000
Autonomía real de almacenamiento según dosis	[días]	30,57	20,38	15,29
Almacenamiento del reactivo comercial (a Caudal Máximo)				
Autonomía requerida a dosis media	[días]	10	10	10
Consumo medio de reactivo comercial	[l/h]	18,17	27,26	36,35
Capacidad necesaria de almacenamiento	[l]	4.361	6.542	8.723
Capacidad adoptada de almacenamiento	[l]	10.000	10.000	10.000
Autonomía real de almacenamiento según dosis	[días]	22,93	15,29	11,46
INSTALACIÓN DE PERÓXIDO DE HIDRÓGENO		ESCENARIO 1	ESCENARIO 2	ESCENARIO 3
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALORES	VALORES	VALORES
DOSIFICACIÓN DEL REACTIVO				
Dosificación del reactivo comercial (a Caudal Mínimo)				
Tipo de bomba dosificadora	[-]	Peristáltica	Peristáltica	Peristáltica
Regulación	[-]	Variador de frecuencia	Variador de frecuencia	Variador de frecuencia
Unidades de dosificación instaladas	[Ud]	3	3	3
Unidades de dosificación en reserva	[Ud]	1	1	1
Caudal unitario necesario por bomba	[l/h]	5	7	9
Caudal adoptado por bomba	[l/h]	2 a 20	2 a 20	2 a 20
Rango de dosificación	[%]	10% a 100%	10% a 100%	10% a 100%
Dosificación del reactivo comercial (a Caudal Medio)				
Tipo de bomba dosificadora	[-]	Peristáltica	Peristáltica	Peristáltica
Regulación	[-]	Variador de frecuencia	Variador de frecuencia	Variador de frecuencia
Unidades de dosificación instaladas	[Ud]	3	3	3
Unidades de dosificación en reserva	[Ud]	1	1	1
Caudal unitario necesario por bomba	[l/h]	7	10	14
Caudal adoptado por bomba	[l/h]	2 a 20	2 a 20	2 a 20
Rango de dosificación	[%]	10% a 100%	10% a 100%	10% a 100%
Dosificación del reactivo comercial (a Caudal Máximo)				
Tipo de bomba dosificadora	[-]	Peristáltica	Peristáltica	Peristáltica
Regulación	[-]	Variador de frecuencia	Variador de frecuencia	Variador de frecuencia
Unidades de dosificación instaladas	[Ud]	3	3	3
Unidades de dosificación en reserva	[Ud]	1	1	1
Caudal unitario necesario por bomba	[l/h]	9	14	18
Caudal adoptado por unidad de dosificación	[l/h]	2 a 20	2 a 20	2 a 20
Rango de dosificación	[%]	10% a 100%	10% a 100%	10% a 100%

Se concluye que cada bomba dosificadora deberá operar en un rango de caudal entre 2 y 20 l/h, que se ajusta perfectamente a los caudales unitarios mínimo (5 l/h) y máximo (18 l/h) necesarios.

6 CONDUCCIÓN PRINCIPAL DE RECOGIDA DE FANGOS

Se ha realizado una estimación del caudal máximo de fangos que se puede dar de manera simultánea, cuando coincida la purga de fangos decantados (que tiene lugar de forma temporizada) con el envío del agua sucia de lavado de filtros a la línea de fangos. Se han contemplado tres posibles escenarios, siempre para el caudal máximo de tratamiento de la planta, variando la dosis de sulfato de alúmina entre sus valores mínimo, medio y máximo con el que se suele dosificar.

ESTACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE SANTILLANA (MADRID)				
CONDUCCIÓN COMÚN DE FANGOS		ESCENARIO 1	ESCENARIO 2	ESCENARIO 3
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	ACTUAL	ACTUAL	FUTURO
Caudales de Diseño				
Caudal Máximo de Tratamiento	[l/s]	4.000	4.000	4.000
	[m³/h]	14.400	14.400	14.400
	[m³/día]	345.600	345.600	345.600
PURGA DE FANGOS EN LA DECONTACIÓN				
Diseño de la decantación				
Tipo de decantadores		Pulsator	Pulsator	Pulsator
Número de decantadores existentes	[Ud]	4	4	4
Número de decantadores en funcionamiento	[Ud]	4	4	4
Cálculo de los fangos decantados				
Concentración máxima de SST en el agua bruta	[mg/l]	10	10	10
Dosis de coagulante sulfato de alúmina	[mg/l]	9,70	19,40	29,10
Rendimiento de eliminación de SST	[%]	90	90	90
Concentración de SST en el agua decantada	[mg/l]	1	1	1
Fangos diarios decantados	[kgSST/día]	4.585	6.060	7.535
Estimación de la purga de fangos				
Concentración del fango decantado	[kgSST/m³]	4,00	4,00	4,00
Caudal diario de fangos purgados	[m³/día]	1.146	1.515	1.884
Tipo de purga	[-]	Temporizada	Temporizada	Temporizada
Número de válvulas de purga por decantador	[ud]	6	6	6
Número de válvulas de purga totales	[ud]	24	24	24
Temporización entre purgas	[min]	40	40	40
Número de purgas diarias por válvula	[ud]	36	36	36
Número de purgas diarias totales	[ud]	864	864	864
Duración de cada purga	[min]	1	1	1
Duración efectiva total de la purga diaria	[min]	864	864	864
Caudal hidráulico diario a línea de fangos	[m³/día]	1.146	1.515	1.884
Porcentaje sobre caudal diario total de fangos	[%]	23%	29%	34%
Porcentaje sobre peso de fangos totales generados	[%]	86%	89%	91%
Caudal hidráulico máximo a línea de fangos	[m³/min]	1,33	1,75	2,18

CÁLCULOS DE PROCESO

PURGA DE FANGOS EN EL LAVADO DE FILTROS DE ARENA				
Diseño del lavado de filtros				
Número de filtros lavados	[Ud]	1	1	1
Carrera prevista del ciclo de lavado por filtro	[h]	24	24	24
Número total de filtros existentes	[Ud]	14	14	14
Número total de filtros en funcionamiento	[Ud]	12	12	12
Número de filtros lavados al día	[Ud]	12	12	12
Generación de agua sucia por lavado				
Fase de lavado				
Duración	[min]	3	3	3
Agua sucia generada	[m ³ /lavado]	41	41	41
Fase de aclarado				
Duración	[min]	5	5	5
Agua sucia generada	[m ³ /lavado]	135	135	135
Total				
Duración	[min]	8	8	8
Agua sucia generada	[m ³ /lavado]	176	176	176
Caudal hidráulico diario a línea de fangos	[m ³ /día]	3.738	3.738	3.738
Porcentaje sobre caudal diario total a línea de fangos	[%]	77%	71%	66%
Concentración de fango en el agua sucia	[kgSST/m ³]	0,20	0,20	0,20
Fangos diarios purgados en el agua sucia	[kgSST/día]	747,68	747,68	747,68
Porcentaje sobre peso de fangos totales generados	[%]	14%	11%	9%
Caudal hidráulico máximo a línea de fangos	[m ³ /min]	22,01	22,01	22,01
CONDUCCIÓN COMÚN DE FANGOS				
Caudal hidráulico máximo a línea de fangos en total	[m ³ /min]	23,34	23,76	24,19

7 CONFINAMIENTO DE LOS ESCURRIDOS DE LA DESHIDRATACIÓN

A continuación se muestran los cálculos justificativos de la validez del espesador de gravedad existente para tratar los escurridos generados a lo largo del día.

Se han considerado tres escenarios, de 8 horas/día cada uno de ellos, y con la distribución de la generación de escurridos según el ritmo de trabajo habitual, obtenido a partir de los datos de explotación (tanto en caudales como en concentraciones de entrada y salida).

Con ello se calcula en primer lugar las bombas a instalar en la nueva arqueta interior del tanque de homogeneización, que estarán reguladas por variadores de frecuencia para poder adaptarse a los distintos puntos de funcionamiento previstos, que se justifican a continuación:

ESTACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE				
SANTILLANA (MADRID)				
ESPESAMIENTO POR GRAVEDAD DE LOS ESCURRIDOS DE LA DESHIDRATACIÓN		MAÑANA	TARDE	NOCHE
DESCRIPCION	UNIDAD	DISEÑO	DISEÑO	DISEÑO
Caudales de Diseño				
FANGOS ENTRANTES A LA DESHIDRATACIÓN				
Caudal medio diario a centrífugas	[m ³ /día]		1.200	
Concentración lodos entrantes	[kgSST/m ³]		5,50	
Concentración lodos entrantes	[%]		0,55%	
SST entrantes	[kg SST/día]		6.600	
Porcentaje correspondiente a este periodo	[%]	40	35	25
Duración de este periodo	[h/día]	8	8	8
Caudal horario máximo de entrada	[m ³ /h]	60,00	52,50	37,50
Carga de SST horaria máximo de entrada	[kgSST/h]	330	289	206
ESCURRIDOS GENERADOS EN LA DESHIDRATACIÓN				
Concentración de salida de la deshidratación	[%]	14%	14%	14%
Caudal horario de fangos deshidratados	[m ³ /h]	2,36	2,06	1,47
Caudal horario de escurridos	[m ³ /h]	57,64	50,44	36,03
Rendimiento estimado de separación de sólidos	[%]	95%	95%	95%
Carga de fangos en los escurridos	[kgSST/h]	16,50	14,44	10,31
Concentración de los escurridos	[g/l]	0,29	0,29	0,29
CÁLCULO DEL BOMBEO DE ESCURRIDOS				
Lugar de instalación del bombeo	[-]	Tanque de homogeneización	Tanque de homogeneización	Tanque de homogeneización
Tipo de bombas	[-]	Centrífuga	Centrífuga	Centrífuga
Tipo de instalación	[-]	Sumergible	Sumergible	Sumergible
Regulación	[-]	Variador de frecuencia	Variador de frecuencia	Variador de frecuencia
Destino de los escurridos	[-]	Espesador grav.	Espesador grav.	Espesador grav.
Número de bombas a instalar	[Ud]	2	2	2
Número de bombas en funcionamiento	[Ud]	1	1	1
Número de bombas en reserva	[Ud]	1	1	1
Caudal horario total a impulsar	[m ³ /h]	57,64	50,44	36,03
Caudal horario unitario necesario	[m ³ /h]	57,64	50,44	36,03
Caudal horario unitario adoptado	[m ³ /h]	58,50	51,00	36,50
Altura manométrica de impulsión	[m.c.a.]	7,03	7,03	7,03
Rendimiento hidráulico en el punto de trabajo	[%]	66,30	64,05	54,20
Frecuencia en el punto de trabajo	[Hz]	50,00	48,64	46,87

Por último se estudia la validez del espesador de gravedad existente, comprobando la idoneidad de los parámetros de funcionamiento:

CÁLCULO DE COMPROBACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DEL ESPESADOR		MAÑANA	TARDE	NOCHE
DESCRIPCION	UNIDAD	DISEÑO	DISEÑO	DISEÑO
Parámetros de diseño				
Carga de sólidos	[kg SS/(m ² ·h)]	1,25	1,25	1,25
Carga hidráulica	[m ³ /(m ² ·h)]	0,40	0,40	0,40
Tiempo de retención hidráulica (durante cada periodo)	[h]	8	8	8
Parámetros de funcionamiento				
Caudal de entrada a espesamiento	[m ³ /h]	57,64	50,44	36,03
Concentración de entrada a espesamiento	[%]	0,03%	0,03%	0,03%
Cálculo de los espesadores				
Número de unidades existentes	[ud]	1	1	1
Número de unidades en funcionamiento	[ud]	1	1	1
Cálculo de la superficie				
Superficie mínima total por carga hidráulica	[m ²]	144,11	126,09	90,07
Superficie mínima total por carga de sólidos	[m ²]	13,20	11,55	8,25
Superficie mínima unitaria necesaria	[m ²]	144,11	126,09	90,07
Diámetro interior mínimo necesario por espesador	[m]	13,55	12,67	10,71
Diámetro interior unitario del espesador existente	[m]	13,80	13,80	13,80
Diámetro inferior de la poceta de fangos del espesador	[m]	1,00	1,00	1,00
Superficie total disponible de espesamiento	[m ²]	149,6	149,6	149,6
Superficie unitaria disponible por espesador	[m ²]	149,6	149,6	149,6
Cálculo del volumen				
Volumen total necesario por tiempo de retención	[m ³]	461	404	288
Volumen mínimo unitario por espesador	[m ³]	461	404	288
Altura recta útil de cada espesador existente	[m]	3,75	3,75	3,75
Resguardo del espesador	[m]	0,50	0,50	0,50
Altura cónica del espesador	[m]	0,65	0,65	0,65
Volumen total disponible del espesador existente	[m ³]	596	596	596
Volumen total disponible de espesamiento	[m ³]	596	596	596
Comprobación de los parámetros de diseño				
Carga de sólidos	[kg SS/(m ² ·h)]	0,11	0,10	0,07
Carga hidráulica	[m ³ /(m ² ·h)]	0,39	0,34	0,24
Tiempo de retención (proporcional diario)	[horas]	31,0	35,4	49,6

ANEJO N°6
CÁLCULOS HIDRÁULICOS

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. BASE TEÓRICA PARA EL DISEÑO DE LAS LÍNEAS DE LA ETAP	2
2.1. FORMULACIÓN EMPLEADA. CÁLCULO LÍNEA DE AGUA	2
2.1.1. Pérdidas en conducciones	2
2.1.2. Pérdidas localizadas	8
2.1.3. Vertederos	11
2.2. Formulación empleada. Cálculo conducciones de agua de lavado o fangos	13
3. OZONIZACIÓN	15
3.1. Preozonización	15
3.2. Ozonización intermedia	30
3.3. Bombeo de refrigeración	34
4. BOMBEO A RESIDENCIA	39
4.1. Cálculo hidráulico	39
4.1.1. Datos de partida	39
4.1.2. Resultados obtenidos	42
4.1.3. Resumen de resultados	43
4.2. Cálculo del golpe de ariete	43
4.2.1. Datos de partida e hipótesis	43
4.2.2. Cálculo del golpe de ariete	44
4.2.3. Análisis de resultados y conclusiones	48
5. CONDUCCIÓN PRINCIPAL DE RECOGIDA DE FANGOS	49
6. CONFINAMIENTO DE LOS ESCURRIDOS DE LA DESHIDRATACIÓN	53
7. DOSIFICACIÓN DE SULFATO DE ALUMINA	56

8. DOSIFICACIÓN DE PERÓXIDO DE HIDRÓGENO

63

1. INTRODUCCIÓN

El objeto de este anejo es justificar el dimensionamiento de los diferentes elementos hidráulicos objeto de renovación o mejora de la ETAP de Santillana manteniendo en lo posible los elementos preexistentes.

2. BASE TEÓRICA PARA EL DISEÑO DE LAS LÍNEAS DE LA ETAP

El dimensionamiento hidráulico consiste en la determinación de las variables hidráulicas principales en el conjunto del sistema. Como datos de partida contamos con las variables y dimensiones adoptadas (ya referidas en el anejo funcional) y las variables de cálculo propuestas (coeficientes de rugosidad, coeficientes de pérdidas...). Los resultados a obtener con estos datos pueden resumirse en datos de niveles y velocidades de comprobación.

2.1. FORMULACIÓN EMPLEADA. CÁLCULO LÍNEA DE AGUA

La formulación empleada puede ser resumida en las siguientes categorías:

- Pérdidas en conducciones.
- Pérdidas localizadas.
- Vertederos.

2.1.1. Pérdidas en conducciones

LÁMINA LIBRE: CANALES.

Para conducciones en lámina libre el flujo queda caracterizado por el número de Reynolds que calcula la importancia relativa de las fuerzas de inercia respecto de las de viscosidad.

$$Re = \frac{V \cdot R_h}{\nu / 4}$$

Siendo:

- ν = velocidad.
- R_h = radio hidráulico.
- ν = coeficiente de viscosidad cinemática.

El número de Froude es otro número característico del flujo en lámina libre:

$$Fr = \frac{V^2}{g \cdot h}$$

Siendo:

- ν = velocidad (m/s).
- h = calado del agua (m)

- g = Aceleración de la gravedad (m/s^2).

Según el número de Froude el régimen puede ser rápido o lento, tendiendo siempre hacia régimen uniforme cuando $Fr < 1$ y variando desde régimen uniforme cuando $Fr > 1$ (control aguas abajo). El régimen uniforme se produce cuando no varían pendiente, rugosidad, caudal, y sección. Las variaciones en cualquiera de los elementos anteriores definen un nuevo estado en que la tendencia hacia un nuevo régimen uniforme se produce a través de curvas de remanso que pueden obtenerse por integración desde un punto de control en que el número de Froude sea 1, en este punto se verifica la relación biunívoca entre calado y caudal.

Para calcular las pérdidas en un canal abierto se utilizará la formulación empleada por Manning-Strickler:

$$I = \frac{n^2 \cdot v^2}{R_H^{4/3}}$$

Siendo:

- n = Coeficiente de rugosidad, según tabla adjunta.
- v = Velocidad media (m/s)
- R_H = Radio hidráulico.

TIPO DE CONDUCTO	1/N
Canales con revestimiento de hormigón burdo	53-57
Hormigón liso	60-80
Buen revestimiento enlucido bruñido	80-90
Galería de hormigón bruñido	90-95
Galerías, fondo y bóveda de hormigón comprimido, laterales de	55
Galerías fondo y laterales con revestimiento y bóveda sin revestimiento	85-90
Canales viejos con depósitos o vegetación	35-52
Canales en tierra	30-40

Coeficiente de rugosidad de Manning

El calado en los canales se calcula suponiendo régimen uniforme, dado que no existe en ningún punto un régimen distinto al régimen lento (salvo en el caso de existir canal Khafagi-

Venturi y en los vertederos). En el caso que nos ocupa, no existe canal Khafagi-Venturi. Respecto a los vertederos, el caso es más sencillo puesto que la pérdida de carga es la correspondiente al término de velocidad de Bernoulli. El control se produce aguas abajo en todos los puntos excepto en los mencionados.

En flujo uniforme, la sección mojada y la velocidad son constantes en los sucesivos perfiles, y las pérdidas de carga por rozamiento se compensan con la pendiente.

Usando la fórmula de Manning-Strickler, que relacionan la velocidad, el radio hidráulico y la pendiente, puede calcularse uno de estos valores conociendo los otros dos, es decir, tres de los cuatro parámetros siguientes: caudal, sección mojada, perímetro mojado y pendiente, lo que en nuestro caso quiere decir que, proponiendo distintos anchos de canal, obtendremos los diferentes calados.

El calado exacto es un término de escasa utilidad y debe hallarse con las curvas de remanso integradas desde un punto de control en el cual el calado se corresponde biunívocamente con el caudal. El error producido al realizar el cálculo con régimen uniforme en lugar de la integración de las curvas de remanso es inferior a un 5%, valor insignificante teniendo en cuenta los resguardos habitualmente adoptados.

El cálculo de la velocidad es de fundamental importancia para evitar tanto sedimentaciones como problemas de erosionabilidad en el hormigón. Como velocidades límite se toman 0,5 m/s para la mínima y 2,0 m/s para la máxima.

Por norma general, las pendientes de los canales en este tipo de instalaciones varían entre 3 m/km (0,3 %) y 50 m/km (5 %), de manera que se respete el criterio de velocidades anteriormente mencionado.

LÁMINA LIBRE: TUBERÍA A SECCIÓN PARCIALMENTE LLENA.

Para el caso de tuberías a sección parcialmente llena, puede utilizarse la fórmula de Colebrook-White basada en la teoría de Prandtl-Karman sobre turbulencias y la ecuación de Darcy-Weirsbach, desarrollada para el caso de tuberías llenas, quedando:

$$Q = \frac{\pi \cdot D^2}{4 \cdot 10^6} \cdot \left(-2 \cdot \log \left(\frac{2.51 \cdot 10^6 \cdot \nu}{D \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot J \cdot D}} + \frac{K}{3.71 \cdot D} \right) \right) \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot J \cdot D}$$

Siendo:

- Q = Caudal (l/s)
- D = Diámetro interior (mm)
- ν = viscosidad cinemática (m²/s), dependiente de la temperatura y el tipo y cantidad de materia en suspensión. Usualmente se toma $\nu = 1,31 \times 10^{-6}$ m²/s
- J: Pérdida de carga (m/km)
- K: Rugosidad absoluta de la superficie interior, equivalente a la de Nikuradse (mm), en función de la siguiente tabla:

TIPO (CONDUCCIONES AGUA SUCIA)	RUGOSIDAD EQUIVALENTE KA (MM)
Fundición revestida centrifugada	0,500
Acero sin revestir	0,080
Hormigón en tubería o túneles rugosos con revestimiento de hormigón	1,500
PEAD: Polietileno de alta densidad	0,200
PRFV: Poliéster reforzado con fibra de vidrio	0,300
Materiales plásticos, PVC	0,200

Estos valores corresponden a tuberías nuevas. En los valores del cuadro anterior ya está contado el efecto de las juntas.

A la expresión anterior, se le aplicarán los coeficientes de corrección siguientes, para valorar el hecho de que la tubería no va completamente llena:

a) Relación de caudales:

$$\frac{Q}{Q_p} = \frac{(2\beta - \sin 2\beta)^{1,625}}{9,69(\beta + \gamma \sin \beta)^{0,625}}$$

b) Relación de velocidades medias:

$$\frac{V}{V_p} = \left[\frac{2\beta - \sin 2\beta}{2(\beta + \gamma \sin \beta)} \right]^{0,625}$$

Siendo:

- Q = Caudal a sección llena (l/s)
- Q_p = Caudal a sección parcialmente llena (l/s)
- V = velocidad media a sección llena (m/s)
- V_p = velocidad media a sección parcialmente llena (m/s)
- 2 β = arco de la sección mojada (rad)

- Y = coeficiente experimental de Thorman dado por las siguientes expresiones, en función del parámetro $\eta = h/d$, para tener en cuenta el rozamiento entre el líquido y el aire del interior del conducto:

- Para $\eta \leq 0,5$; $Y = 0$
- Para $\eta > 0,5$;

$$\gamma = \frac{\eta - 0.5}{3} + \frac{20(\eta - 0.5)^3}{3}$$

Partiendo de dos de los cuatro valores de Q, D, V, J, se obtienen los valores de las otras dos. Posteriormente, a partir de uno de los tres valores de las relaciones Q'/Q, h/d, V'/V se obtienen los valores de las otras dos. En el caso que nos ocupa, generalmente procederemos de manera que podamos calcular la velocidad de circulación y la altura de la lámina de agua.

Las velocidades en este caso, pueden estar comprendidas entre 0,5 y 5 m/s.

Por norma general, las pendientes estarán comprendidas entre 3 m/km (0,3 %) y 100 m/km (10 %).

CONDUCCIONES EN PRESIÓN: TUBERÍA A SECCIÓN LLENA.

Como se ha mencionado anteriormente, en canalizaciones a presión (sección llena) puede utilizarse la fórmula de Colebrook-White basada en la teoría de Prandtl-Karman sobre turbulencias y la ecuación de Darcy-Weirsbach, desarrollada para el caso de tuberías llenas, quedando:

- ✓ Colebrook y White

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \cdot \log \left(\frac{k_a}{3.71 \cdot D} + \frac{2.51}{Re \cdot \sqrt{\lambda}} \right)$$

Siendo:

- λ = factor de fricción de Darcy-Weisbach (adimensional)
- k_a = rugosidad absoluta equivalente (m)
- Re = N° Reynolds, $v \cdot D/\nu$
- D = Diámetro interior (m)

✓ Darcy-Weisbach

$$I = \frac{\lambda V^2}{D 2g}$$

Siendo:

- I = Pérdida de carga (m/m)
- λ = factor de fricción de Darcy-Weisbach
- V = velocidad media (m/s)
- D = Diámetro interior (m)
- g = aceleración de la gravedad (usualmente 9,81 m/s²)
- Re = N° Reynolds, $v \cdot D/\nu$

Eliminando λ entre las ecuaciones de Colebrook-White y la de Darcy-Weisbach, se obtiene:

$$Q = \frac{\pi \cdot D^2}{4 \cdot 10^6} \cdot \left(-2 \cdot \log \left(\frac{2.51 \cdot 10^6 \cdot \nu}{D \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot J \cdot D}} + \frac{K}{3.71 \cdot D} \right) \right) \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot J \cdot D}$$

Siendo:

- Q = Caudal l/s
- D = Diámetro interior (m)
- ν viscosidad cinemática (m²/s)
- J: Pérdida de carga (m/m)
- K: Rugosidad absoluta de la superficie interior, equivalente a la de Nikuradse (mm), en función de la siguiente tabla:

TIPO (CONDUCCIONES AGUA SUCIA)	RUGOSIDAD EQUIVALENTE KA (MM)
Fundición revestida centrifugada	0,500
Acero sin revestir	0,080
Hormigón en tubería o túneles rugosos con revestimiento de hormigón	1,500
PEAD: Polietileno de alta densidad	0,200
PRFV: Poliéster reforzado con fibra de vidrio	0,300
Materiales plásticos, PVC	0,200

Las características fundamentales de estas fórmulas para tuberías son:

La fórmula de Colebrook es la más completa y correcta en todos los casos, aunque no se aplica a conducciones sin presión.

Las fórmulas simplificadas (Manning, Hazen Williams y Meyer Peter) permiten una flexibilidad elevada a la hora de dimensionar, mientras que la fórmula de Colebrook puede emplearse para afinar la cota piezométrica, sobre todo cuando nos encontramos con tuberías de diámetro pequeño y con longitudes elevadas en las que una pequeña desviación en la pérdida unitaria puede dar lugar a errores importantes.

2.1.2. Pérdidas localizadas

Pueden calcularse como un porcentaje del término de velocidad o como una longitud de conducción equivalente; en nuestro cálculo hemos optado por el primer caso, con los siguientes coeficientes de pérdida localizada:

$$\Delta h = K \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

Compuertas

K=0,3

Curvas

Se toma el coeficiente K, en función de la siguiente tabla:

R/D	1	1,50	2	3	4
22,5°	0,11	0,1	0,09	0,08	0,08
45°	0,19	0,17	0,16	0,15	0,15
60°	0,25	0,22	0,21	0,2	0,19
90°	0,33	0,29	0,27	0,26	0,26
135°	0,41	0,36	0,35	0,35	0,35
180°	0,48	0,43	0,42	0,42	0,42

Codos en ángulo

Se toma el coeficiente k, en función de la siguiente tabla:

ÁNGULO	22,5°	30°	45°	60°	75°	90°
K	0,17	0,20	0,40	0,70	1,00	1,50

Ensanchamiento brusco ($D_1 < D_2$)

$$K = \left(\frac{D_1^2}{D_2^2} - 1 \right)^2 \text{ Siendo } v=v_1$$

Para entrada a depósito o arqueta:

$$K=1,0$$

Ensanchamiento gradual ($D_1 < D_2$)

$$K = \lambda \left(\frac{D_1^2}{D_2^2} - 1 \right)^2 \text{ Siendo } v=v_1$$

Se toma el coeficiente λ , en función de la siguiente tabla:

ÁNGUL	6°	10°	15°	20°	30°	40°	50°	60°
λ	0,17	0,20	0,40	0,70	1,00	0,90	1	1,10

$$\text{Con } \theta = 2 \times \arccos \left(\frac{D_2 - D_1}{2L} \right)$$

Estrechamiento brusco ($D_1 > D_2$)

Se toma el coeficiente k , en función de la siguiente tabla:

D1/D2	1.2	1.4	1.6	1.8	2	2.5	3	4	5
K	0.08	0.17	0.26	0.34	0.37	0.41	0.43	0.45	0.46

Siendo $v=v_2$

Para la salida de un depósito o arqueta:

- $K=0,5$ en arista viva
- $K=1$ en tubería entrante en el depósito
- $K=0,05$ en salida abocinada

Estrechamiento gradual ($D_1 > D_2$)

$$K=0,04$$

Empalmes y derivaciones

- Empalme a 90°: $K=1$
- Unión a 45°: $K=0,5$
- Derivación a 45°: $K=1$
- Derivación a 90°: $K=1,8$
- Derivación en T: $K=1,3$

Entrada al elemento de recogida en decantadores

$K=4,5$.

Válvulas

Como norma general, se toman los coeficientes propuestos por el fabricante. Caso de no disponer de dichos datos se considera que las válvulas trabajan en general, completamente abiertas, aplicando por ello los siguientes coeficientes.

- Válvulas de compuerta: 0,12
- Válvulas de grifo macho: 0,3
- Válvula de retención: 1,5

Rejas

En este caso, el coeficiente K se divide en tres términos:

$$K = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$$

Siendo:

- K_1 , Atascamiento, $K_1 = 1$ para reja limpia

- $K_1 = (100/C)^2$, con C comprendido entre el 60 y el 90%, en función del porcentaje de sección de paso que subsiste en el atascamiento máximo tolerado.

- K_2 , forma de la sección horizontal de los barrotes,

- $K_2 = 0,74$ barrotes circulares
- $K_2 = 1$ barrotes rectangulares, longitud = 5 veces la anchura.
- $K_2 = 0,76$ barrotes ovalados, longitud = 5 veces la anchura
- $K_2 = 0,37$ barrotes divergentes, longitud = 5 veces la anchura

- K_3 , sección de paso entre barrotes, según la tabla siguiente:

	E/(E+D)									
$\frac{z}{4} \left(\frac{2}{e} + \frac{1}{h} \right)$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
0,0	245	51,50	18,20	8,25	4,00	2,00	0,97	0,42	0,13	0,00
0,2	230	4,80	17,40	7,70	3,75	1,87	0,91	0,40	0,13	0,01
0,4	221	4,60	16,60	7,40	3,60	1,80	0,88	0,39	0,13	0,01
0,6	199	4,20	1,50	6,60	3,20	1,60	0,80	0,36	0,13	0,01
0,8	164	3,40	12,20	5,50	2,70	1,34	0,66	0,31	0,12	0,02
1,0	149	3,10	11,10	5,00	2,40	1,20	0,91	0,29	0,11	0,02
1,4	137	28,40	10,30	4,60	2,25	1,15	0,58	0,28	0,11	0,03
2,0	134	27,40	99,00	4,40	2,20	1,13	0,58	0,28	0,12	0,04
3,0	132	27,50	10,00	4,50	2,24	1,17	0,61	0,31	0,15	0,05

donde:

- e = espacio entre barrotes.
- d = anchura de los barrotes.
- z = espesor de los barrotes.
- h = altura sumergida de los barrotes, vertical y oblicua.

Todas ellas en la misma unidad.

El dimensionamiento se realiza para obtener velocidades entre 0,6 m/s y 1,0 m/s.

2.1.3. Vertederos

Se emplea la fórmula general de vertedero en pared delgada

$$Q = \frac{2}{3} \cdot \mu \cdot L \cdot h \cdot \sqrt{2gh}$$

Para el coeficiente de caudal de vertedero se usan alternativamente los siguientes, en función de las limitaciones señaladas:

Fórmula de Bazin

$$\frac{2}{3}\mu = \left(0.405 + \frac{0.003}{h}\right) \left(1 + 0.55 \frac{h^2}{(h+p)^2}\right)$$

Condiciones de aplicación:

- p comprendida entre 0,2 y 2 m.
- h comprendida entre 0,10 y 0,60 m

Fórmula de la Société d'Ingénieurs et Architectes (S.I.A.)

$$\mu = 0,410 \left[1 + \frac{1}{1000 h + 1,6}\right] \left[1 + 0,5 \frac{h^2}{(h+p)^2}\right]$$

Condiciones de aplicación:

- p superior a h.
- h comprendida entre 0,025 y 0,80 m

Siendo:

- μ = Coeficiente de caudal del vertedero.
- L = Longitud del umbral de vertido (m)
- h = Altura de lámina (m), medida a una distancia de 5 h.
- g = Aceleración de la gravedad (m/s²)
- p = Altura de la pala (m)

Tras el vertedero se dejará un resguardo mínimo de 10 cm.

Vertederos sumergidos:

En el caso de que la lámina de aguas abajo del vertedero este por encima de la cota del labio de vertedero, la fórmula anterior ya no es válida, ya que la carga sobre umbral se ve afectada por las condiciones aguas abajo impuestas.

Así pues, en estos casos se utiliza la fórmula de Villemont, la cual calcula el caudal en condiciones de sumersión.

$$Q = Q_0 \left[1 - \left(\frac{h_2}{h_1}\right)^n\right]^{0,385}$$

Siendo:

- Q_0 : Caudal en lámina libre bajo la carga sobre umbral h_1 .

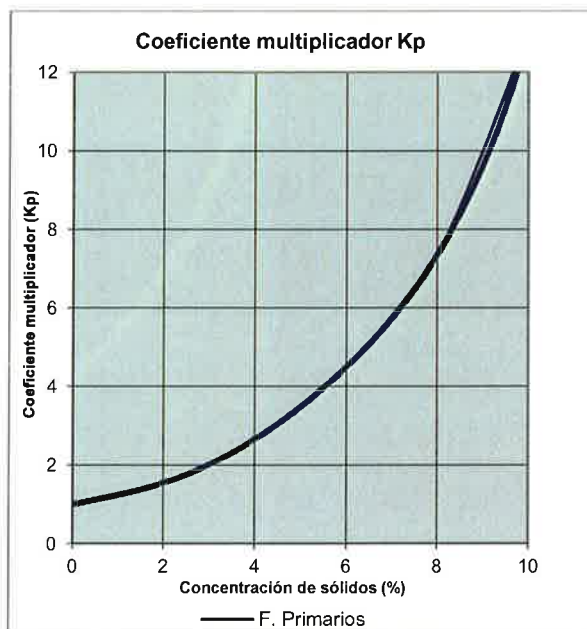
- h_2 : Altura del nivel aguas abajo sobre la cresta.
- n : exponente del tipo de vertedero, con lámina libre.

2.2. Formulación empleada. Cálculo conducciones de agua de lavado o fangos

El manejo de los fangos requiere la consideración de las peculiaridades propias de este líquido. Así, no deben utilizarse diámetros inferiores a $\Phi 150$ mm en conducciones muy largas. Debe dimensionarse para velocidad de 1 m/s, evitándose sedimentaciones en las conducciones, no bajando de los 0,6 m/s, ni subiendo de los 2,0 m/s.

Las pérdidas de carga dependen de la naturaleza del fango y de la velocidad del flujo. Las pérdidas de carga para transporte de fangos pueden ser las de la pérdida de agua limpia multiplicada por un coeficiente de 1,1 a 1,2; con los fangos espesados las pérdidas pueden ser las de agua limpia multiplicadas por un coeficiente de 2,0 a 4,0.

El citado coeficiente multiplicador, en conducciones, con velocidad de circulación de 1,8 m/s a 2,4 m/s, pueden ser de 1,1; entre 1,5 m/s y 1,8 m/s puede ser de 1,25; para velocidades menores a 1,5 m/s suele recomendarse el empleo del siguiente gráfico para obtener el coeficiente multiplicador, K_p , aplicado a la pérdida con circulación de agua limpia.



Para los fangos espesados, el coeficiente multiplicador varía en función de la concentración según la siguiente tabla:

CONCENTRACIÓN FANGO (MG/L)	20000	30000	35000	40000	50000
Coeficiente	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00

3. OZONIZACIÓN

Se adjuntan a continuación los diferentes cálculos realizados para el diseño de la ozonización

3.1. Preozonización

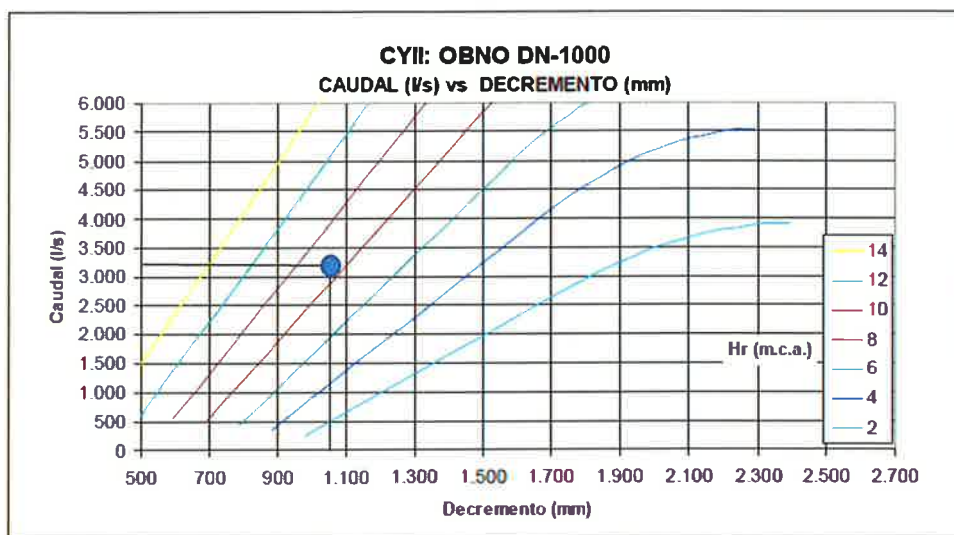
El agua bruta entra en la preozonización directamente desde el embalse de Santillana. Se realizaron varios estudios hidráulicos y una importante modificación en la obra de toma durante la instalación de los tamices para algas con el fin de mantener el suficiente nivel de agua en la entrada de las cámaras de preozonización y permitir el funcionamiento de la planta al caudal máximo de diseño ($4 \text{ m}^3/\text{s}$). En la actualidad el vertedero del obturador de la obra de toma tiene la cota 878,75 y el vertedero Neyrpic de reparto a decantadores pulsator la cota 872,45, con lo que la nueva cámara de preozonización tendrá forzosamente que encajar entre ambos niveles. Además de este funcionamiento del obturador a lámina prácticamente fija para caudales cercanos al máximo de tratamiento (denominado funcionamiento en “*Danaide*”), el obturador puede funcionar de forma *standard*, estando en este caso la cota de lámina regulada por la curva Caudal/Decremento del obturador.

Con todo lo anterior, se ha procedido a calcular la cámara de preozonización desde aguas abajo (reparto a decantadores pulsator) comprobando que la cota máxima piezométrica no supera el nivel 878,75 en el vertedero del obturador de la obra de toma. Se ha obtenido del cálculo hidráulico a máximo caudal de tratamiento una cota máxima de entrada en la preozonización de 874,42 que además cumple con los dos requisitos necesarios para el correcto funcionamiento de la preozonización: al menos 50 cm de resguardo en la cámara de rotura de carga previa y 30 cm de resguardo aguas abajo del vertedero de salida de preozonización.

Además, y como comprobación, se ha incluido el cálculo desde la nueva preozonización hasta la arqueta del obturador de la obra de toma para el caso de funcionamiento *standard* y unas condiciones medias (embalse sensiblemente lleno) de funcionamiento definidas durante la reforma del obturador para H_r (carga estática menos pérdidas de carga en la conducción hasta el obturador) = 9 m, encontrándose que el caudal máximo en este caso es de $3,17 \text{ m}^3/\text{s}$. La cota máxima estática disponible en el embalse H_s son 14,29 mca.

A continuación se adjuntan los cálculos justificativos:

	F. Standard	F. Danaide	
Cota vertedero en obturador obra de toma	878,75	878,75	m
Descenso obturador de acuerdo a gráfica EINAR	1,050	N/A	m
Cota máxima en obturador obra toma	877,700	878,750	m
Cota de funcionamiento en obturador obra de toma	877,688	878,747	m
¿Cumple en funcionamiento standard?	SI	N/A	



Curva Caudal / Decremento del obturador

a) Colector a tamices de algas

Salida de obturador, cámara de by-pass, válvula de mariposa (1500). Entrada a tamices (1700)

Colector hormigón DN1500:

Colector de hormigón	11400	14400	m ³ /h
Caudal en conducción	3166,7	4000,0	l/s
Nº de Colectores en funcionamiento:	1	1	Ud
Caudal por colector (mínimo/máximo):	3166,7 11400,0	4000,0 14400,0	l/s m ³ /h

Perdidas de carga continuas (Colector de hormigón):

Material Tubería:	Hormigón	ka =	
		1	mm

		F. Standard	F. Danaide	
Abastecimiento				
Diámetro propuesto:		1500	1500	mm
Diámetro interno resultante:		1500	1500	mm
Velocidad resultante:		1,79	2,26	m/s
Pérdida de carga Unitaria:		1,96	3,12	m/km
Longitud Tubería:		14,00	14,00	m
Pérdida de carga total en la Tubería:		0,03	0,04	mca
<u>Pérdidas localizadas (Colector de hormigón):</u>				
Nº y tipo de codos, pérdida de carga:				
Codo a 45º	0	0,00	0,00	mca
Codo a 90º	1	0,05	0,08	mca
Nº y Tipo de Válvulas, pérdida de carga:				
De Mariposa:	Apertura:	90º	90º	
	Cantidad:	1	1	
	Pérdida:	0,04	0,07	mca
De Compuerta:	Apertura:	100,0%	100,0%	
	Cantidad:	0	0	
	Pérdida:	0,00	0,00	mca
De Clapeta o bola (no retorno):	Cantidad:	0	0	Ud.
	Pérdida:	0,00	0,00	mca
Entrada deposito/arqueta	2	0,33	0,52	mca
Salida deposito/arqueta	2	0,16	0,26	mca
Pérdidas localizadas:		0,58	0,93	mca
Colector de hormigón. Pérdidas totales :		0,61	0,97	mca
<u>Colector hormigón DN1700:</u>				
Colector de hormigón		11400	14400	m3/h
Caudal en conducción		3166,7	4000,0	l/s
Nº de Colectores en funcionamiento:		1	1	Ud

	F. Standard	F. Danaide	
Caudal por colector (mínimo/máximo):	3166,7 11400,0	4000,0 14400,0	l/s m3/h
Pérdidas de carga continuas (Colector de hormigón):			
Material Tubería:	Hormigón Abastecimiento	ka = 1	mm
Diámetro propuesto:	1700	1700	mm
Diámetro interno resultante:	1700	1700	mm
Velocidad resultante:	1,40	1,76	m/s
Pérdida de carga Unitaria:	1,02	1,63	m/km
Longitud Tubería:	8,00	8,00	m
Pérdida de carga total en la Tubería:	0,01	0,01	mca
Pérdidas localizadas (Colector de hormigón):			
Nº y tipo de codos, pérdida de carga:			
Codo a 45º	0	0,00	0,00 mca
Codo a 90º	0	0,00	0,00 mca
Nº y Tipo de Válvulas, pérdida de carga:			
De Mariposa:	Apertura: 90º Cantidad: 0 Pérdida: 0,00	90º 0 0,00	mca
De Compuerta:	Apertura: 100,0% Cantidad: 0 Pérdida: 0,00	100,0% 0 0,00	mca
De Clapeta o bola (no retorno):	Cantidad: 0 Pérdida: 0,00	0 0,00	Ud. mca
Entrada deposito/arqueta	1	0,10	0,16 mca
Salida deposito/arqueta	1	0,05	0,08 mca
Pérdidas localizadas:	0,15	0,24	mca
Colector de hormigón. Pérdidas totales :	0,16	0,25	mca
Pérdida de carga entre obturador y tamices de algas	0,77	1,22	mca

	F. Standard	F. Danaide	
Cotas			
Cota en canal de reparto a tamices	876,921	877,522	m
Cota máxima en obturador	877,688	878,747	m

b) Pérdidas de carga en tamices de algas

Caudal por tamiz	1,0556	1,3333	m ³ /s
Anchura libre del tamiz:	0,980	0,980	m
Inclinación	40,000	40,000	°
Superficie de paso bruta:	4,726	5,603	m ²
Coefficiente de paso:	0,660	0,660	
Superficie de paso neta:	3,119	3,698	m ²
Velocidad de paso por el tamiz:	0,338	0,361	m/s
Fórmula de pérdidas de carga indicada por JC France para los tamices:			
DH [m.c.a.] = $2 \cdot 10^{-5} \cdot (I \cdot r \text{ [g/cm}^3] \cdot V^2 \text{ [cm/s]} + R \cdot m \text{ [Poises]} \cdot V \text{ [cm/s]})$			
Malla empleada:	TM 130 x 123 - 100 mm de paso		
Coefficiente de la malla I:	5,3	5,3	
Coefficiente de la malla R:	11864	11864	
Densidad del agua	1,000	1,000	g/cm ³
Viscosidad cinemática	0,01550	0,01550	Poises
Pérdidas en tamiz limpio:	0,246	0,270	m
Mayoración por ensuciamiento:	1,100	1,100	
Pérdidas en tamiz sucio:	0,270	0,297	m
Cota delante del tamiz:	876,921	877,522	m
Altura de agua disponible.	3,371	3,972	m

<u>Vertedero de salida de tamices</u>	V libre	V sumergido	
Caudal total	3166,7	4000,0	l/s
Numero de tamices	-	3	
Caudal por tamiz	-	1333,3	l/s
Cd	-	0,6	
Anchura unitaria por canal	-	1,2	m
Carga sobre vertedero aguas arriba	-	1,08	

	<u>F. Standard</u>	<u>F. Danaide</u>	
Carga sobre vertedero aguas abajo	-	0,92 0,92 VERDADERO	
Caudal total	3166,7	-	l/s
Numero de tamices	3	-	
Caudal por tamiz	1.055,6	-	l/s
Pala:	2,60	-	m
Carga sobre umbral:	0,50	-	m
Coeficiente de vertedero (S.I.A.):	0,416	-	-
Caudal evacuado por ml de vertedero:	651,9	-	l/s
Longitud unitaria de vertedero:	1,20	-	m
Caudal evacuado por vertedero	782,3	-	l/s
<u>Cotas</u>			
Cota de lámina aguas abajo vertedero salida tamices de algas	876,042	877,075	m
Diferencia con vertedero de salida de tamices de algas	-0,108	0,925	
Tipo de vertedero	V libre	V sumergido	
Cota de solera tamices de algas (existente)	873,550	873,550	m
Cota de vertedero tamices de algas (existente)	876,150	876,150	m
Cota de lámina aguas arriba vertedero de salida tamices algas	876,650	877,225	m
Calado aguas arriba del vertedero	3,100	3,675	m

c) Colector de tamices de algas a preozonización

Colector de 1700 desde los tamices a torre de by-pass, colector de 1500 hasta la ETAP, colector de 1500 en acero hasta la cámara de preonización. Entradas en acero diámetro 1200

Colector hormigón DN1700:

	F. Standard	F. Danaide	
Colector de hormigón	11400	14400	m3/h
Caudal	3166,7	4000,0	l/s
Nº de Colectores en funcionamiento:	1	1	Ud
Caudal por colector (mínimo/máximo):	3166,7 11400,0	4000,0 14400,0	l/s m3/h
Pérdidas de carga continuas (Colector de hormigón):			
Material Tubería:	Hormigón	ka = 1	mm
Diámetro propuesto:	1700	1700	mm
Diámetro interno resultante:	1700	1700	mm
Velocidad resultante:	1,40	1,76	m/s
Pérdida de carga Unitaria:	1,02	1,63	m/km
Longitud Tubería:	8,00	8,00	m
Pérdida de carga total en la Tubería:	0,01	0,01	mca
Pérdidas localizadas (Colector de hormigón):			
Nº y tipo de codos, pérdida de carga:			
Codo a 45º	0	0,00	0,00 mca
Codo a 90º	0	0,00	0,00 mca
Nº y Tipo de Válvulas, pérdida de carga:			
De Mariposa:	Apertura: 90º Cantidad: 0 Pérdida: 0,00	90º 0 0,00	0,00 mca
De Compuerta:	Apertura: 100,0% Cantidad: 0 Pérdida: 0,00	100,0% 0 0,00	0,00 mca
De Clapeta o bola (no retorno):	Cantidad: 0 Pérdida: 0,00	0 0,00	0 Ud. 0,00 mca
Entrada deposito/arqueta	1	0,10	0,16 mca
Salida deposito/arqueta	1	0,05	0,08 mca

		<u>F. Standard</u>	<u>F. Danaide</u>	
Pérdidas localizadas:		0,15	0,24	mca
Colector de hormigón.				
Pérdidas totales :		0,16	0,25	mca
Colector hormigón DN1500:				
Colector de hormigón		11400	14400	m3/h
Caudal en conducción		3166,7	4000,0	l/s
Nº de Colectores en funcionamiento:		1	1	Ud
Caudal por colector (mínimo/máximo):		3166,7 11400,0	4000,0 14400,0	l/s m3/h
Pérdidas de carga continuas (Colector de hormigón):				
Material Tubería:	Hormigón Abastecimiento		ka = 1	mm
Diámetro propuesto:		1500	1500	mm
Diámetro interno resultante:		1500	1500	mm
Velocidad resultante:		1,79	2,26	m/s
Pérdida de carga Unitaria:		1,96	3,12	m/km
Longitud Tubería:		465,00	465,00	m
Pérdida de carga total en la Tubería:		0,91	1,45	mca
Pérdidas localizadas (Colector de hormigón):				
Nº y tipo de codos, pérdida de carga:				
Codo a 45º	2	0,05	0,08	mca
Codo a 90º	1	0,05	0,08	mca
Nº y Tipo de Válvulas, pérdida de carga:				
De Mariposa:	Apertura:	90º	90º	
	Cantidad:	0	0	
	Pérdida:	0,00	0,00	mca
De Compuerta:	Apertura:	100,0%	100,0%	
	Cantidad:	0	0	
	Pérdida:	0,00	0,00	mca

		F. Standard	F. Danaide	
De Clapeta o bola (no retorno):	Cantidad:	0	0	Ud.
	Pérdida:	0,00	0,00	mca
Entrada deposito/arqueta	0	0,00	0,00	mca
Salida deposito/arqueta	1	0,08	0,13	mca
Pérdidas localizadas:		0,18	0,29	mca
Colector de hormigón.				
Pérdidas totales :		1,10	1,75	mca

Colector acero DN1500:

Colector de acero	11400	14400	m3/h
Caudal en conducción	3166,7	4000,0	l/s
Nº de Colectores en funcionamiento:	1	1	Ud
Caudal por colector (mínimo/máximo):	3166,7 11400,0	4000,0 14400,0	l/s m3/h

Pérdidas de carga continuas (Colector de acero):

	Acero sin revestimiento	ka =	
Material Tubería:	Abastecimiento	0,08	mm
Diámetro propuesto:		1500	mm
Diámetro interno resultante:		1510	mm
Velocidad resultante:		1,77	2,23 m/s
Pérdida de carga Unitaria:		1,24	1,95 m/km
Longitud Tubería:		50,00	50,00 m
Pérdida de carga total en la Tubería:		0,06	0,10 mca

Pérdidas localizadas (Colector de acero):

Nº y tipo de codos, pérdida de carga:

Codo a 45º	0	0,00	0,00	mca
Codo a 90º	1	0,05	0,08	mca

Nº y Tipo de Válvulas, pérdida de carga:

	F. Standard	F. Danaide	
De Mariposa:	Apertura: 90º	90º	
	Cantidad: 0	0	
	Pérdida: 0,00	0,00	mca
De Compuerta:	Apertura: 100,0%	100,0%	
	Cantidad: 0	0	
	Pérdida: 0,00	0,00	mca
De Clapeta o bola (no retorno):	Cantidad: 0	0	Ud.
	Pérdida: 0,00	0,00	mca
Entrada deposito/arqueta	0	0,00	0,00 mca
Salida deposito/arqueta	0	0,00	0,00 mca
Derivación en T	1	0,17	0,28 mca
Pérdidas localizadas:	0,22	0,35	mca
Colector de acero. Pérdidas totales :	0,28	0,45	mca
Colector acero DN1200:			
Colector de acero	11400	14400	m3/h
Caudal en conducción	3166,7	4000,0	l/s
Nº de Colectores en funcionamiento:	2	2	Ud
Caudal por colector (mínimo/máximo):	1583,3 5700,0	2000,0 7200,0	l/s m3/h
Pérdidas de carga continuas (Colector de acero):			
		ka =	
Material Tubería:	Acero sin revestimiento	0,08	mm
	Abastecimiento		
Diámetro propuesto:	1200	1200	mm
Diámetro interno resultante:	1205	1205	mm
Velocidad resultante:	1,39	1,75	m/s
Pérdida de carga Unitaria:	1,02	1,60	m/km
Longitud Tubería:	5,00	5,00	m
Pérdida de carga total en la Tubería:	0,01	0,01	mca
Pérdidas localizadas (Colector de acero):			

		F. Standard	F. Danaide	
Nº y tipo de codos, pérdida de carga:				
Codo a 45º	0	0,00	0,00	mca
Codo a 90º	0	0,00	0,00	mca
Nº y Tipo de Válvulas, pérdida de carga:				
De Mariposa:	Apertura: 90º	90º		
	Cantidad: 1	1		
	Pérdida: 0,03	0,04		mca
De Compuerta:	Apertura: 100,0%	100,0%		
	Cantidad: 0	0		
	Pérdida: 0,00	0,00		mca
De Clapeta o bola (no retorno):	Cantidad: 0	0		Ud.
	Pérdida: 0,00	0,00		mca
Entrada deposito/arqueta	1	0,10	0,16	mca
Salida deposito/arqueta	0	0,00	0,00	mca
Derivación en T	0	0,00	0,00	mca
	Pérdidas localizadas:	0,12	0,20	mca
	Colector de acero. Pérdidas totales :	0,13	0,21	mca
Perdida total en colectores desde preozono a tamices		1,67	2,65	mca
Cotas				
Cota de lámina en entrada preozonización		874,376	874,422	m
Cota de lámina aguas abajo vertedero salida tamices de algas		876,042	877,075	m

d) PREOZONIZACIÓN

Caudal máximo: 4000 l/s a través de dos cámaras de 6 m de ancho

Salida de cámara de tranquilización / reparto

Vertedero de Salida de cámara de tranquilización / reparto

Caudal total Salida de cámara de tranquilización / reparto	3166,7	4000,0	l/s
Nº de vertederos	2	2	
Caudales por partición	1.583,3	2.000,0	l/s

	<u>F. Standard</u>	<u>F. Danaide</u>	
Pala:	6,00	6,00	m
Carga sobre umbral:	0,28	0,32	m
Coefficiente de vertedero (S.I.A.):	0,412	0,412	-
Caudal evacuado por ml de vertedero:	263,8	333,3	l/s
Longitud unitaria de vertedero adoptada:	6,00	6,00	m
Caudal total aliviado :	1.583,0	1.999,6	l/s
<u>Paso inferior a cámara intermedia</u>			
Caudal total a cámara intermedia	3166,7	4000,00	l/s
Nº de pasos	2	2	
Caudales por partición	1.583,3	2000,00	l/s
Sección paso	6,00	6,00	m2
velocidad de paso	0,26	0,33	m/s
Pérdida de carga	0,01	0,01	m
<u>Vertedero sumergido a 4º compartimento</u>			
Caudal	1588,33	2000,00	l/s
Longitud	6	6	m
Carga aguas arriba	0,55	0,55	m
Carga aguas bajo	0,525	0,505	m
Pérdida de carga	0,025	0,045	m
<u>Paso inferior a 5º compartimento</u>			
Caudal total a cámara final	3166,7	4000,00	l/s
Nº de pasos	2	2	
Caudales por partición	1.583,3	2000,00	l/s
Sección paso	6,00	6,00	m2
velocidad de paso	0,26	0,33	m/s

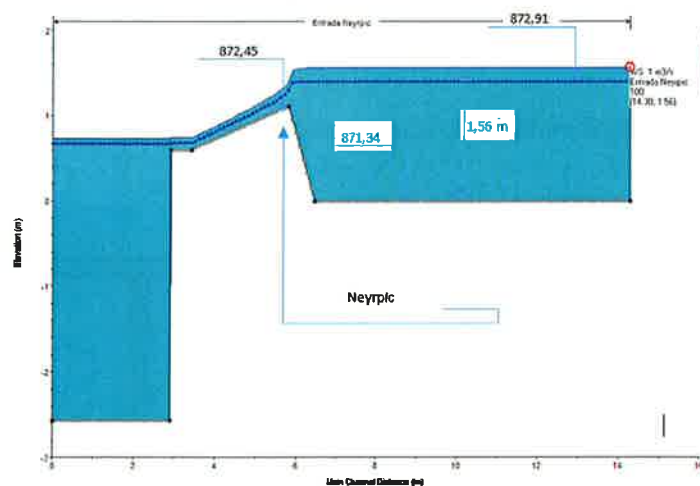
	<u>F. Standard</u>	<u>F. Danaide</u>	
Pérdida de carga	0,01	0,01	m
<u>Salida pre ozonización</u>			
Vertedero de Salida pre ozonización			
Caudal total	3166,7	4000,0	l/s
Nº de vertederos	2	2	
Caudales por partición	1.583,3	2.000,0	l/s
Pala:	6,00	6,00	m
Carga sobre umbral:	0,28	0,32	m
Coefficiente de vertedero (S.I.A.):	0,412	0,412	-
Caudal evacuado por ml de vertedero:	263,8	333,3	l/s
Longitud unitaria de vertedero adoptada:	6,00	6,00	m
Caudal total aliviado :	1.583,0	2.000	l/s
Cotas			
Cota de lámina cámara salida de Ozono	-	873,309	m
Cota de vertedero de salida	873,629	873,629	m
Reguardo entre la cámara de salida y vertedero (min 0,30)	-	0,320	m
Cota de lámina en cámara final de ozono	873,629	873,951	m
Cota de lámina en cámara de contacto 2	873,635	873,960	m
Cota de lámina en cámara intermedia	873,659	874,005	m
Cota de lámina en cámara de contacto 1	873,666	874,015	m
Cota de vertedero en entrada de ozono	874,100	874,100	m
Resguardo entre cámara de rotura y cámara de contacto 1	0,435	0,085	m
Cota de lámina en rotura de carga	874,376	874,422	m

e) Colector a cámara de
mezcla

	F. Standard	F. Danaide	
Colector a cámara de mezcla			
Colector a cámara de mezcla	11400	14400	m3/h
Caudal en conducción	3166,7	4000,0	l/s
Nº de Colectores en funcionamiento:	1	1	Ud
Caudal por colector (mínimo/máximo):	3166,7 11400,0	4000,0 14400,0	l/s m3/h
Perdidas de carga continuas (Colector a cámara de mezcla):			
		ka =	
Material Tubería:	Acero sin revestimiento	0,08	mm
Diámetro propuesto:	1500	1500	mm
Diámetro interno resultante:	1510	1510	mm
Velocidad resultante:	1,77	2,23	m/s
Pérdida de carga Unitaria:	1,24	1,95	m/km
Longitud Tubería:	9,00	9,00	m
Pérdida de carga total en la Tubería:	0,01	0,02	mca
Pérdidas localizadas (Colector a cámara de mezcla):			
Nº y tipo de codos, pérdida de carga:			
Codo a 45º	0	0,00	0,00 mca
Codo a 90º	0	0,00	0,00 mca
Nº y Tipo de Válvulas, pérdida de carga:			
De Mariposa:	Apertura: 90º Cantidad: 0 Pérdida: 0,00	90º 0 0,00	mca
De Compuerta:	Apertura: 100,0% Cantidad: 0 Pérdida: 0,00	100,0% 0 0,00	mca
De Clapeta o bola (no retorno):	Cantidad: 0 Pérdida: 0,00	0 0,00	Ud. mca
Entrada deposito/arqueta	1	0,16	0,25 mca
Salida deposito/arqueta	1	0,08	0,13 mca

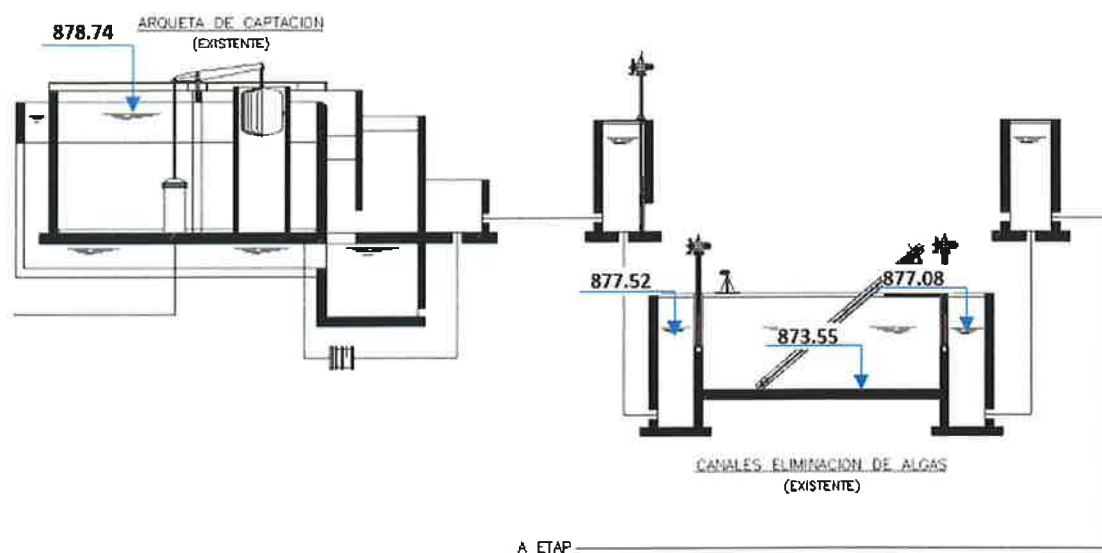
	<u>F. Standard</u>	<u>F. Danaide</u>	
Pérdidas localizadas:	0,24	0,38	mca
Colector a cámara de mezcla.			
Pérdidas totales :	0,25	0,40	mca

f) Neyrpic a decantación pulsator

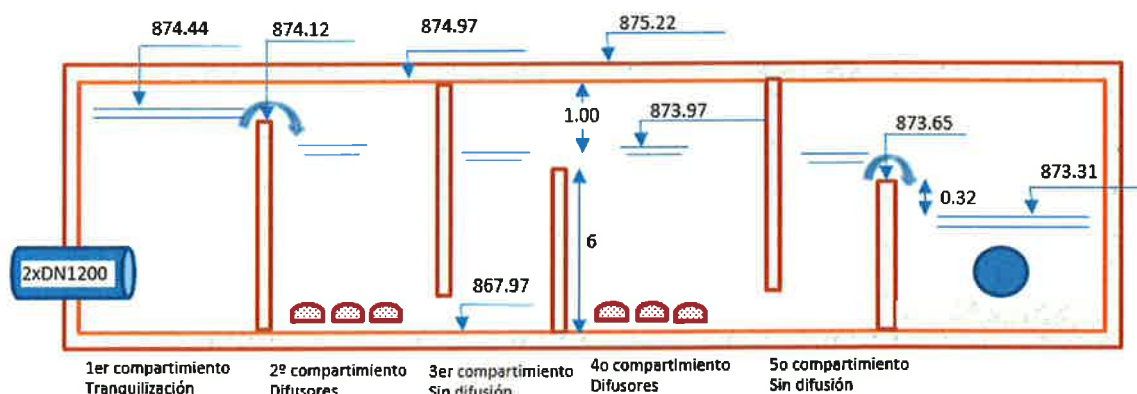


Cotas

Cota de vertedero Neyrpic	=	872,450	m
Carga sobre vertedero de acuerdo a modelo	=	0,460	m
Cota de lámina en cámara de mezcla	=	872,910	m



Perfil hidráulico obras existentes para $Q=4 \text{ m}^3/\text{s}$



Perfil hidráulico nueva cámara de preozonización para $Q=4 \text{ m}^3/\text{s}$

3.2. Ozonización intermedia

En el diseño de la ozonización intermedia se mantiene la actual cota del vertedero de salida de ozonización (867,50) con el fin de no alterar la línea piezométrica actual de la planta (aguas arriba de la ozonización intermedia se encuentra el vertedero de salida de agua filtrada (869,00) y aguas abajo el vertedero de la arqueta de salida, con lo que no es posible modificar la lámina actual)

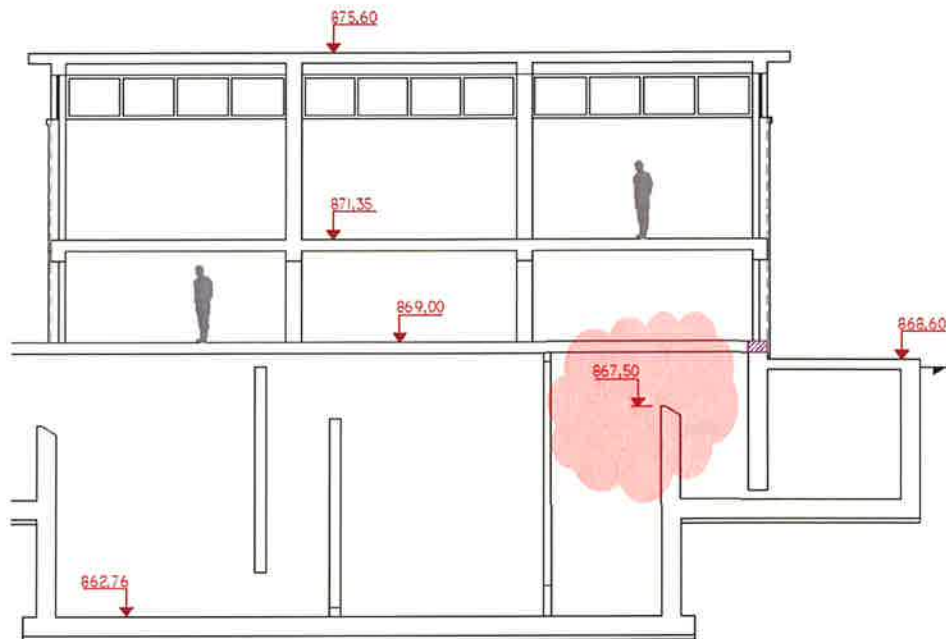


Figura: Cámaras actuales y vertedero de salida

A continuación se adjuntan los cálculos de la cámara:

OZONIZACIÓN INTERMEDIA

Pérdida en compuerta de entrada

Caudal total a zona intermedia	4000,00	l/s
Nº de pasos	2	
Caudales por partición	2000,00	l/s
Sección paso	1,44	m2
velocidad de paso	1,39	m/s
Pérdida de carga	0,18	m

Paso a cámara intermedia

Caudal total a zona intermedia	4000,00	l/s
Nº de pasos	2	
Caudales por partición	2000,00	l/s

Sección paso	8,04	m ²
velocidad de paso	0,25	m/s
Pérdida de carga	0,01	m

Vertedero sumergido

Caudal	2000,00	l/s
Longitud	6,7	m
Carga aguas arriba	0,6	m
Carga aguas bajo	0,574	m
Pérdida de carga	0,026	m

Paso a cámara final

Caudal total a zona aerobia	4000,00	l/s
Nº de pasos	2	
Caudales por partición	2000,00	l/s
Sección paso	6,00	m ²
velocidad de paso	0,33	m/s
Pérdida de carga	0,01	m

Salida ozonización intermedia

Vertedero de Salida ozonización intermedia

Caudal total en ozonización	4000,0	l/s
Nº de vertederos	2	
Caudales por partición	2.000,0	l/s
Pala:	4,74	m
Carga sobre umbral:	0,30	m
Coeficiente de vertedero (S.I.A.):	0,412	-
Caudal evacuado por ml de vertedero:	298,5	l/s
Longitud unitaria de vertedero adoptada:	6,70	m

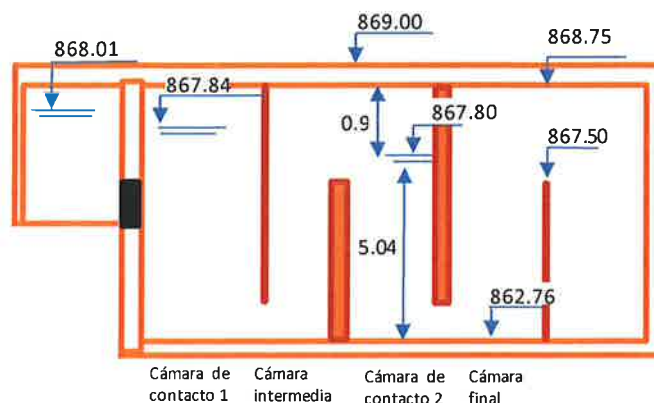
Caudal total aliviado : 2.000 l/s

Cotas existentes:

Cota superior de solera existente	862,76	m
Cota de vertedero	867,50	m

Cotas adoptadas:

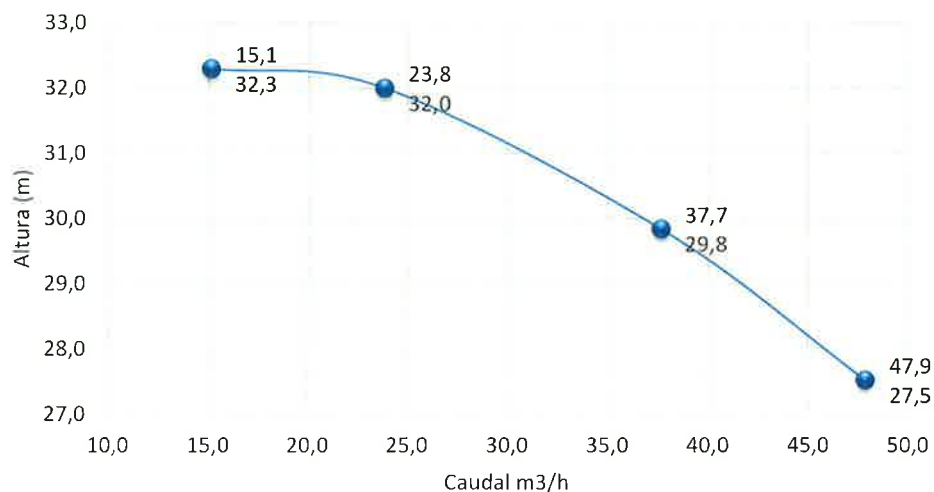
Cota de lámina salida de Ozono	867,80	m
Cota de vertedero de salida	867,50	m
Cota de lámina en cámara final de ozono	867,80	m
Cota de lámina en cámara de contacto 2	867,80	m
Cota de lámina en cámara intermedia	867,83	m
Cota de lámina en cámara de contacto 1	867,84	m
Cota previa a ozonización	868,01	m
Cota inferior losa	868,75	m
Cota superior losa	869,00	m
Reguardo cámara de contacto 1	0,91	m
Reguardo cámara de contacto 2	0,95	m
Calado en cámara de contacto 1	5,08	m
Calado en cámara de contacto 2	5,04	m



3.3. Bombeo de refrigeración

Se adjuntan a continuación los cálculos justificativos de la ampliación del bombeo de refrigeración de la central de generación de ozono realizados a partir de la curva de funcionamiento de las cuatro bombas actualmente instaladas:

Curva del bombeo de refrigeración existente



Con lo que se ha calculado las necesidades de los nuevos grupos de bombeo de forma que todas las bombas impulsen a una conducción común.

Colector de agua de refrigeración. Estado reformado

Impulsión individual

Aspiración e impulsión	40,6	m3/h
Caudal en conducción	11,3	l/s
Nº de Colectores en funcionamiento:	1	Ud
Caudal por colector (mínimo/máximo):	11,3 40,6	l/s m3/h

Pérdidas de carga continuas (Aspiración e impulsión):

	Acero sin revestimiento	ka =	
Material Tubería:	0,08	mm	
Diámetro propuesto:	100	mm	
Diámetro interno resultante:	107	mm	
Velocidad resultante:	1,26	m/s	
Pérdida de carga Unitaria:	15,93	m/km	
Longitud Tubería:	6,00	m	
Pérdida de carga total en la Tubería:	0,10	mca	

Pérdidas localizadas (Aspiración e impulsión):

Nº y tipo de codos, pérdida de carga:

Codo a 45º	0	0,00	mca
Codo a 90º	1	0,02	mca

Nº y Tipo de Válvulas, pérdida de carga:

De Mariposa:	Apertura: 90º		
	Cantidad: 0		
	Pérdida: 0,00	mca	
De Compuerta:	Apertura: 100,0%		
	Cantidad: 1		
	Pérdida: 0,01	mca	
De Clapeta o bola (no retorno):	Cantidad: 1	Ud.	
	Pérdida: 0,00	mca	
Pérdida en ensanchamiento gradual	1	0,66	mca
Diámetro salida:	50	mm	
Longitud del tramo:	100	mm	

Empalme a 90º	1	0,08	mca
Pérdidas localizadas:		0,78	mca
Aspiración e impulsión. Pérdidas totales :		0,87	mca

Impulsión común

Impulsión común	112	m3/h
Caudal en conducción	31,1	l/s
Nº de Colectores en funcionamiento:	1	Ud
Caudal por colector (mínimo/máximo):	31,1 112,0	l/s m3/h

Pérdidas de carga continuas (Impulsión común):

Material Tubería:	PE100 PN6	ka =	
	Abastecimiento	0,01	mm
Diámetro propuesto:		200	mm
Diámetro interno resultante:		185	mm
Velocidad resultante:		1,16	m/s
Pérdida de carga Unitaria:		6,14	m/km
Longitud Tubería:		185,00	m
Pérdida de carga total en la Tubería:		1,14	mca

Pérdidas localizadas (Impulsión común):

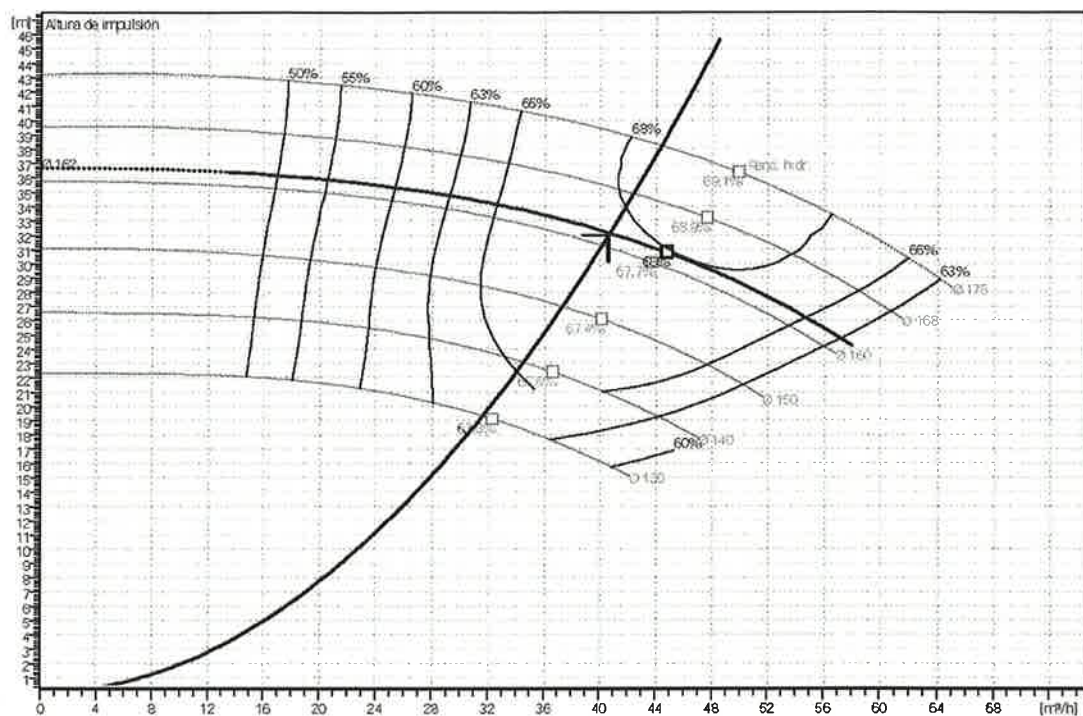
Nº y tipo de codos, pérdida de carga:

Codo a 45º	0	0,00	mca
Codo a 90º	5	0,10	mca

Nº y Tipo de Válvulas, pérdida de carga:

Descarga	1	0,07	mca
Pérdidas localizadas:		0,18	mca

Impulsión común. Pérdidas totales :	1,32	mca
Cotas		
Cota máxima en ozonizador	874,5	m
Cota mínima en ozonización intermedia	865,8	m
Pérdidas de carga en conducción	2,19	m
Presión máxima admisible	35	mca
Presión mínima necesaria	18,95	mca
Presión mínima adoptada	21,10	m
Altura del bombeo adoptada para esa presión	31,99	m
Caudal de los grupos de bombeo existentes para esa presión	23,8	m3/h
Caudal total de los grupos existentes	71,4	m3/h
Caudal total necesario	112	m3/h
Caudal del nuevo grupo (+1 en reserva)	40,6	m3/h
Altura nuevo grupo	31,99	mca



Curva de la bomba adoptada

4. BOMBEO A RESIDENCIA

4.1. Cálculo hidráulico

El bombeo propuesto a la residencia está compuesto por un grupo de presión a 70 m.c.a. con 2+1 bombas de 18 m³/h. La simulación del funcionamiento del grupo se ha realizado utilizando el programa de cálculo de redes a presión EPANET desarrollado por la U.S. EPA.

c

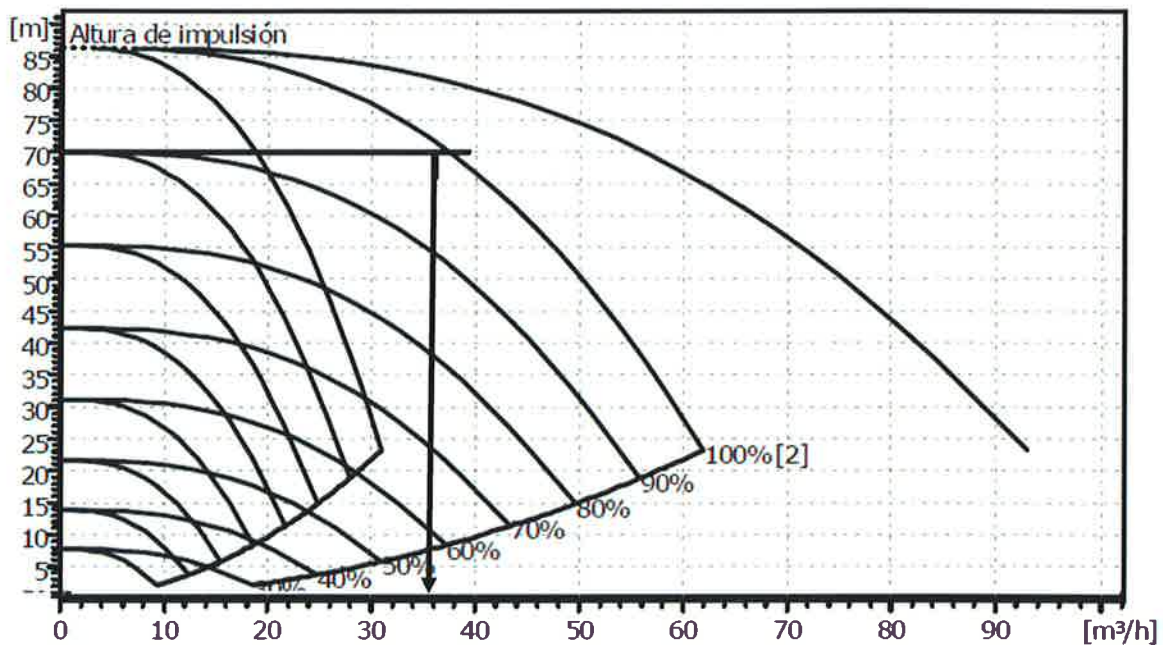


Figura: Curva del grupo de presión seleccionado

4.1.1. Datos de partida

El listado de nodos y tuberías utilizado es el siguiente.

[JUNCTIONS]

;ID	Elev	Demand	Pattern
J11	874	0	;
J08	889	0	;
F15	889	2.6	;
J03	868	0	;
J06	874	0	;
J07	882	0	;

J09	896	0	;
F12	878	2.6	;
J05	874	0	;
J02	868	0	;
F10	897	2.6	;
F14	873	2.2	;
J04	868	0	;
J13	874	0	;
J01	868	0	;
J00	868	0	;

[RESERVOIRS]

;ID	Head	Pattern
ETAP	868	;

[PIPES]

;ID	Node1	Node2	Length	Diameter	Roughness	MinorLoss	Status
P010	J06	J11	6.047	86	0.2	0	Open ;
P014	J08	F15	43.19	31	0.01	0	Open ;
P006	J06	J07	332.5	86	0.2	0	Open ;
P011	J11	F12	237.7	38.4	0.01	0	Open ;
P005	J05	J06	18.21	86	0.2	0	Open ;
P002	J02	J03	5.992	86	0.2	0	Open ;
P009	J09	F10	41.75	38.4	0.01	0	Open ;
P008	J08	J09	365.2	86	0.2	0	Open ;
P007	J07	J08	154.5	86	1	0	Open ;
P004	J04	J05	181.9	86	0.2	0	Open ;
P003	J03	J04	8.313	86	0.2	0	Open ;
P012	J05	J13	11.60	38.4	0.01	0	Open ;
P013	J13	F14	69.04	38.4	0.01	0	Open ;
P001	J01	J02	45	86	0.2	0	Open ;
P00	J00	J01	15	85	0.08	0	Open ;

[PUMPS]

;ID	Node1	Node2	Parameters
BOMBA1	ETAP	J00	HEAD C1 ;
BOMBA2	ETAP	J00	HEAD C1 ;



Figura. Esquema de la red existente

4.1.2. Resultados obtenidos

Se adjuntan a continuación los resultados obtenidos de la simulación de la red existente con el nuevo grupo de presión a instalar:

```
*****
*           E P A N E T           *
*   Hydraulic and Water Quality   *
*   Analysis for Pipe Networks    *
*   Version 2.0                   *
*****
```

Link - Node Table:

Link ID	Start Node	End Node	Length m	Diameter mm
P010	J06	J11	6.047	86
P014	J08	F15	43.19	31
P006	J06	J07	332.5	86
P011	J11	F12	237.7	38.4
P005	J05	J06	18.21	86
P002	J02	J03	5.992	86
P009	J09	F10	41.75	38.4
P008	J08	J09	365.2	86
P007	J07	J08	154.5	86
P004	J04	J05	181.9	86
P003	J03	J04	8.313	86
P012	J05	J13	11.60	38.4
P013	J13	F14	69.04	38.4
P001	J01	J02	45	86
P00	J00	J01	15	85
BOMBA1	ETAP	J00	#N/A	#N/A Pump
BOMBA2	ETAP	J00	#N/A	#N/A Pump

Page 2

Node Results:

Node ID	Demand LPS	Head m	Pressure m	Quality
J11	0.00	926.00	52.00	0.00
J08	0.00	918.82	29.82	0.00
F15	2.60	902.41	13.41	0.00
J03	0.00	935.10	67.10	0.00
J06	0.00	926.02	52.02	0.00
J07	0.00	921.82	39.82	0.00
J09	0.00	917.59	21.59	0.00
F12	2.60	894.47	16.47	0.00
J05	0.00	926.53	52.53	0.00
J02	0.00	935.37	67.37	0.00
F10	2.60	912.05	15.05	0.00
F14	2.20	918.65	45.65	0.00
J04	0.00	934.73	66.73	0.00
J13	0.00	925.39	51.39	0.00
J01	0.00	937.40	69.40	0.00
J00	0.00	938.00	70.00	0.00
ETAP	-10.00	868.00	0.00	0.00 Reservoir

Link Results:

Link ID	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/km	Status
P010	2.60	0.45	3.36	Open
P014	2.60	3.44	379.91	Open
P006	5.20	0.90	12.64	Open
P011	2.60	2.25	132.65	Open
P005	7.80	1.34	27.75	Open
P002	10.00	1.72	45.09	Open
P009	2.60	2.25	132.65	Open
P008	2.60	0.45	3.36	Open
P007	5.20	0.90	19.43	Open
P004	10.00	1.72	45.09	Open
P003	10.00	1.72	45.09	Open
P012	2.20	1.90	97.70	Open
P013	2.20	1.90	97.70	Open
P001	10.00	1.72	45.09	Open
P00	10.00	1.76	39.86	Open
BOMBA1	5.00	0.00	-70.00	Open Pump
BOMBA2	5.00	0.00	-70.00	Open Pump

4.1.3. Resumen de resultados

Como se puede apreciar en la siguiente tabla, con el grupo proyectado la presión en los diferentes puntos de demanda varía entre los 13,41 y 45,65 mca

Nudo	Demanda l/s	Presion (mca)
F15	2.60	13.41
F12	2.60	16.47
F10	2.60	15.05
F14	2.20	45.65

4.2. Cálculo del golpe de ariete

4.2.1. Datos de partida e hipótesis

Para calcular el golpe de ariete se ha utilizado el programa  en su versión 1.0 desarrollado por el Instituto Tecnológico del Agua (ITA) de la Universidad Politécnica de Valencia. Se ha partido de las cotas, diámetros, longitudes y rugosidades utilizadas en los cálculos presentados en los epígrafes anteriores y se ha simulado la parada brusca del grupo de bombeo en dos escenarios:

- Sin protección anti-ariete
- Con un calderín antiariete de 200 l

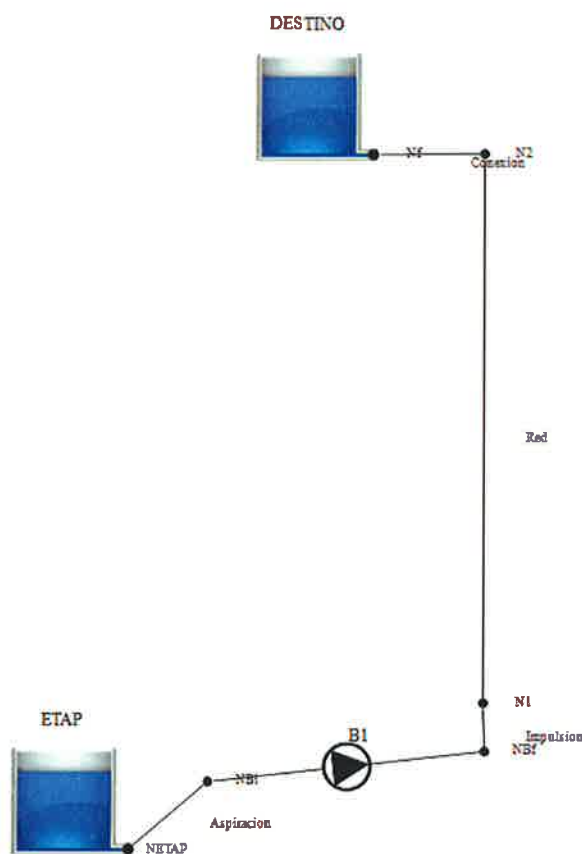
Como coeficientes de material para el cálculo de la celeridad de onda se han utilizado

- Acero 0.5
- Fundición 1
- Polietileno de alta densidad 111.1

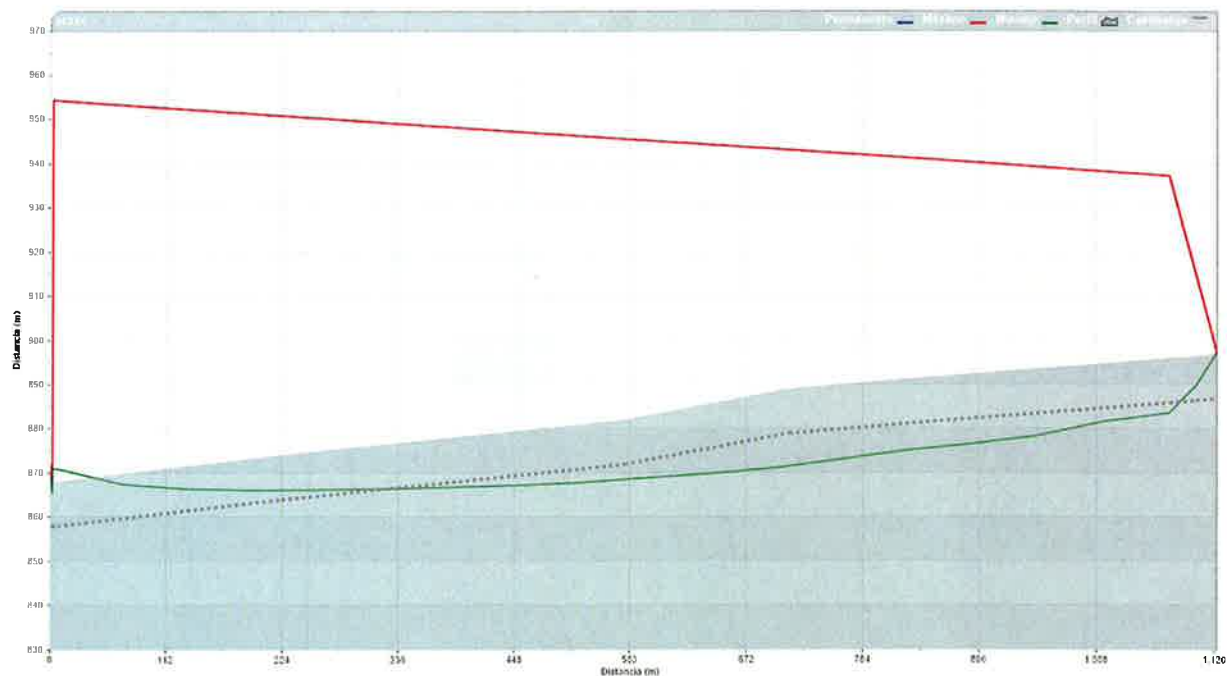
Se ha supuesto el peor escenario posible, que es aquel en el que el punto más alejado y elevado del trazado recibe el máximo caudal que permite el grupo de presión y los diámetros y materiales de las tuberías. Se ha programado una parada de la bomba en $t=5$ segundos.

4.2.2. Cálculo del golpe de ariete

4.2.2.1. Sin utilización de sistemas de protección

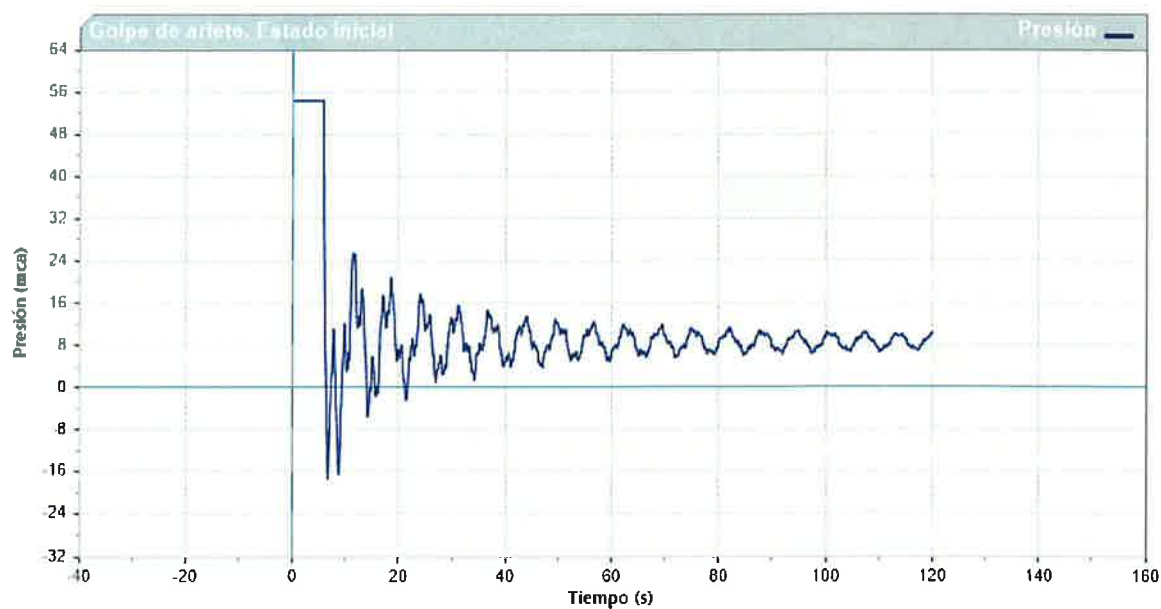


Esquema de la impulsión



Gráfica de presiones debidas al golpe de ariete

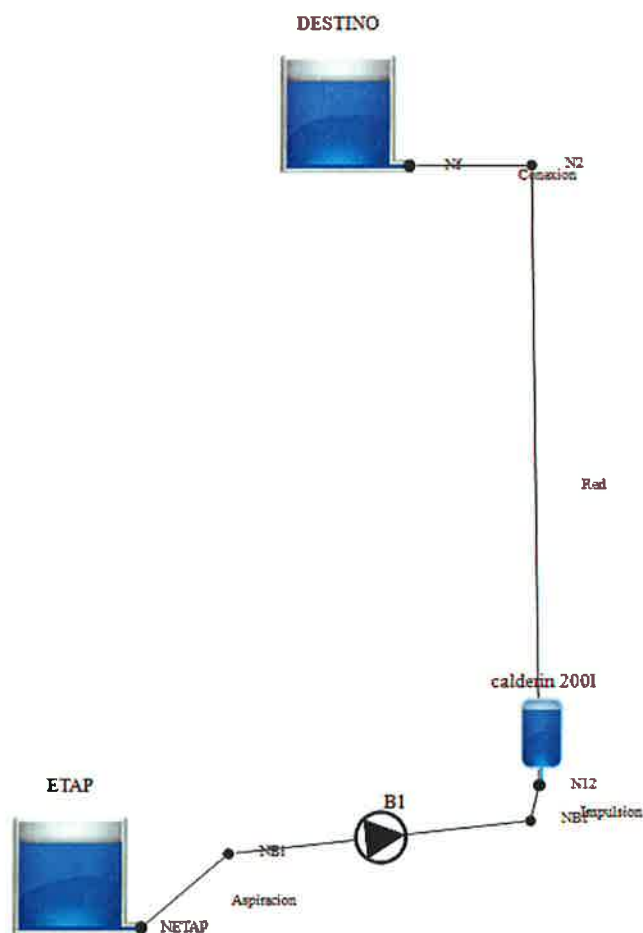
Como se puede apreciar en el gráfico anterior, se producen depresiones en bastantes tramos de la tubería:



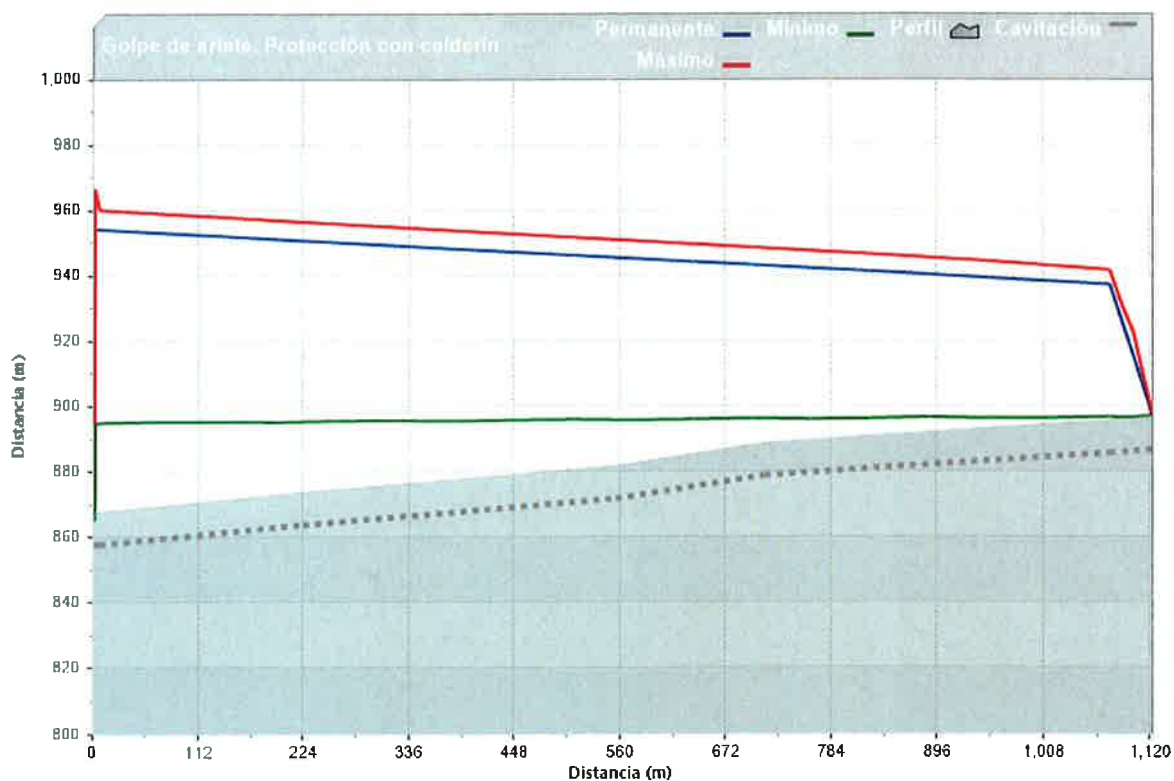
Gráfica de presiones en el PK 0+700 de la red de distribución

4.2.2.2. Utilizando un calderín antiarriete

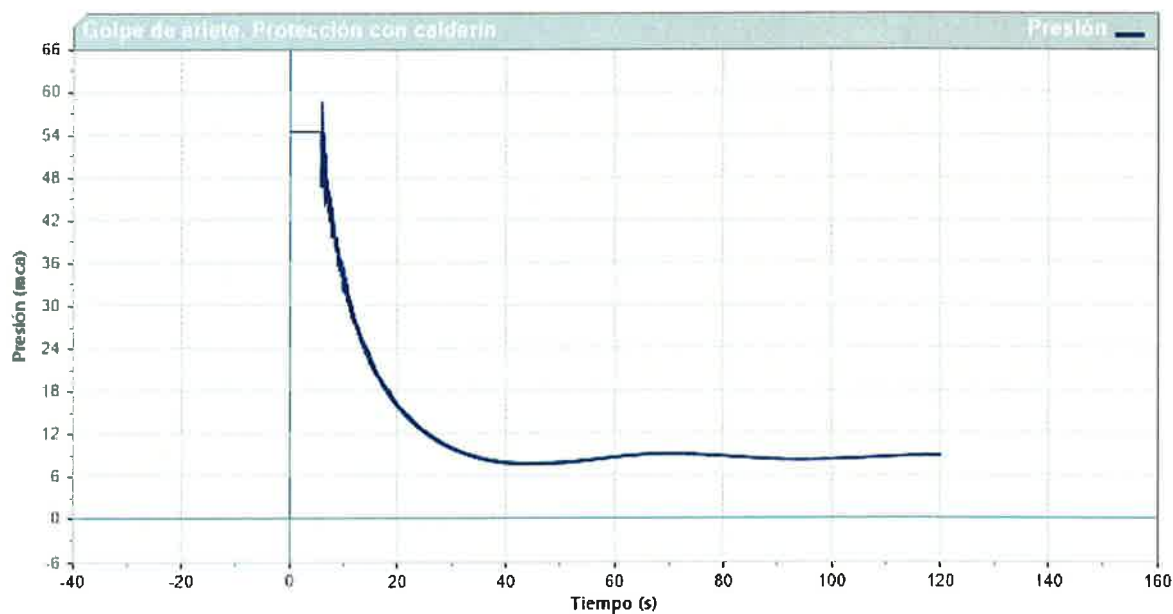
Se ha proyectado un calderín antiarriete de 200 l con una presión de hinchado de 2.0 bares de acuerdo al siguiente esquema:



Esquema de la impulsión



Gráfica de presiones debidas al golpe de ariete (con protección)



Gráfica de presiones en el PK 0+700 de la red de distribución

4.2.3. Análisis de resultados y conclusiones

Como se puede apreciar, la instalación de un calderín amortiguador de 200 l consigue eliminar las presiones negativas, protegiendo la red de distribución y disminuyendo considerablemente el riesgo de averías.

5. CONDUCCIÓN PRINCIPAL DE RECOGIDA DE FANGOS

Se calcula a continuación la conducción principal de recogida de fangos comprobando que para los tres escenarios considerados en el anejo de Cálculos de Proceso (ESCENARIOS 1, 2 y 3) el canal no desborda en el estado reformado.

Datos de partida	ESCENARIO 1	ESCENARIO 2	ESCENARIO 3	
Altura máxima de los canales	1.56	1.56	1.56	m
Coronación canales	868.31	868.31	868.31	m
Cota de solera de canales	866.75	866.75	866.75	m
Generatriz superior de tubería en entrada a arqueta	864.89	864.89	864.89	m
Lavado filtros de arena	22.01	22.01	22.01	m ³ /min
Agua sucia de lavado	1.33	1.75	2.18	m ³ /min
Caudal total	23.34	23.76	24.19	m ³ /min
	389.0	396.0	403.2	l/s

a) Conducción de fangos. Estado actual

	ESCENARIO 1	ESCENARIO 2	ESCENARIO 3	
Destino del colector:				
Colector a depósito de homogenización				
Caudal en conducción	389.0	396.0	403.2	l/s
Nº de Colectores en funcionamiento:	1.0	1.00	1.00	Ud
Caudal por colector:	389.0	396.0	403.2	l/s
	1400.4	1425.6	1451.4	m ³ /h
Perdidas de carga continuas (Colector a depósito de homogenización):				
Material				
Tubería: Fundición con mortero centrífugado		ka =	0.20	mm
Diámetro nominal:	300	300	300	mm
Diámetro interno resultante:	314.80	314.80	314.80	mm

Velocidad resultante:	5.00	5.09	5.18	m/s
Pérdida de carga Unitaria:	72.51	75.12	77.84	m/km
Longitud Tubería:	52.00	52.00	52.00	m
Pérdida de carga total en la Tubería:	3.77	3.91	4.05	mca
Pérdidas localizadas (Colector a depósito de homogenización):				
Nº y tipo de codos, pérdida de carga:				
Codo a 45º	0	0.00	0.00	0.00 mca
Codo a 90º	2	0.76	0.79	0.82 mca
Nº y Tipo de Válvulas, pérdida de carga:				
De Mariposa:	Apertura:	90º	90º	90º
	Cantidad:	0	0	0
	Pérdida:	0.0%	0.0%	0.0% mca
De Compuerta:	Apertura:	1.00	1.00	1.00
	Cantidad:	1.00	1.00	1.00
	Pérdida:	0	0	0 mca
De Clapeta o bola (no retorno):	Cantidad:	0	0	0 Ud.
	Pérdida:	0.00	0.00	0.00 mca
Salida deposito/arqueta	1	0.64	0.66	0.68 mca
Entrada deposito/arqueta	1	1.27	1.32	1.37 mca
Pérdidas localizadas:		2.83	2.93	3.04 mca
Colector a depósito de homogenización.				
Pérdida total :		6.60	6.84	7.09 mca
Cotas	ESCENARIO 1	ESCENARIO 2	ESCENARIO 3	
Cota de tubería en punto de descarga	864.73	864.73	864.73	m
Cota teórica en canal de salida por pérdidas	871.33	871.57	871.82	m
Cota real alcanzada en canal de salida	868.31	868.31	868.31	m
Cota de coronación en canal de salida	868.31	868.31	868.31	m

Resguardo	0.00	0.00	0.00	m
¿Desborda?	SI	SI	SI	m

b) Conducción de fangos. Estado reformado

Destino del colector:

ESCENARIO 1 ESCENARIO 2 ESCENARIO 3

Colector a depósito de homogenización

Caudal en conducción	389	396.00	403.17	l/s
Nº de Colectores en funcionamiento:	2	2	2	Ud
Caudal por colector (mínimo/máximo):	194.5 700.2	198.00 712.80	201.58 725.70	l/s m3/h

Pérdidas de carga continuas (Colector a depósito de homogenización):

Material Tubería: Fundición con mortero centrifugado		ka =	0.20	mm
Diámetro nominal:	300	300	300	mm
Diámetro interno resultante:	314.80	314.80	314.80	mm
Velocidad resultante:	2.50	2.54	2.59	m/s
Pérdida de carga Unitaria:	18.45	19.11	19.79	m/k m
Longitud Tubería:	52.00	52.00	52.00	m
Pérdida de carga total en la Tubería:	0.95935	0.99	1.03	mca

Pérdidas localizadas (Colector a depósito de homogenización):

Nº y tipo de codos, pérdida de carga:

Codo a 45º	0	0.00	0.00	0.00	mca
Codo a 90º	2	0.19097	0.20	0.21	mca

Nº y Tipo de Válvulas, pérdida de carga:

De Mariposa:	Apertura :	90º	90º	90º
-----------------	---------------	-----	-----	-----

	Cantidad	0	0	0	
	Pérdida:	0.0%	0.0%	0.0%	mca
De	Apertura				
Compuerta:	:	1.00	1.00	1.00	
	Cantidad				
	:	1.00	1.00	1.00	
	Pérdida:	0	0	0	mca
De Clapeta o bola (no retorno):	Cantidad				Ud.
	:	0	0	0	
	Pérdida:	0.00	0.00	0.00	mca
Salida deposito/arqueta	1	0.16	0.17	0.17	mca
Entrada deposito/arqueta	1	0.32	0.33	0.34	mca
Pérdidas localizadas:		0.71	0.73	0.76	mca
Colector a depósito de homogenización					
. Pérdida total :		1.67	1.73	1.79	mca
Cotas	ESCENARIO 1	ESCENARIO 2	ESCENARIO 3		
Cota de tubería en punto de descarga	864.73	864.73	864.73	m	
Cota teórica en canal de salida por pérdidas	866.40	866.46	866.52	m	
Cota real alcanzada en canal de salida	867.05	867.05	867.05	m	
Cota de coronación en canal de salida	868.31	868.31	868.31	m	
Resguardo	1.26	1.26	1.26	m	
¿Desborda?	NO	NO	NO	m	

6. CONFINAMIENTO DE LOS ESCURRIDOS DE LA DESHIDRATACIÓN

Se calcula a continuación la conducción de impulsión de escurridos comprobando para los tres escenarios (MAÑANA, TARDE, NOCHE) considerados en el anejo de Cálculos de Proceso el punto de funcionamiento de la bomba.

a) Colector impulsión					
Destino del colector:		Mañana	Tarde	Noche	
Impulsión individual bombeo escurridos		57.64	50.44	36.03	
Caudal total		16.0	14.0	10.0	l/s
Nº de Colectores en funcionamiento:		1	1	1	Ud
Caudal por colector (mínimo/máximo):		16.0	14.0	10.0	l/s
		57.6	50.4	36.0	m3/h
Pérdidas de carga continuas (Impulsión individual bombeo escurridos):					
Material Tubería:	Acero sin revestimiento Saneamiento	ka = 0.08 mm			
Diámetro propuesto:		125	125	125	mm
Diámetro interno resultante:		131	131	131	mm
Velocidad resultante:		1.19	1.04	0.74	m/s
Pérdida de carga Unitaria:		11.09	8.62	4.59	m/km
Longitud Tubería:		5.00	5.00	5.00	m
Pérdida de carga total en la Tubería:		0.06	0.04	0.02	mca
Pérdidas localizadas (Impulsión individual bombeo escurridos):					
Nº y tipo de codos, pérdida de carga:					
Codo a 45º		0	0.00	0.00	0.00 mca
Codo a 90º		1	0.02	0.02	0.01 mca
Nº y Tipo de Válvulas, pérdida de carga:					
De Mariposa:		Apertura: 90º	90º	90º	
		Cantidad: 0	0	0	
		Pérdida: 0.00	0.00	0.00	mca
De Compuerta:		Apertura: 100.0%	100.0%	100.0%	
		Cantidad: 1	1	1	
		Pérdida: 0.01	0.01	0.00	mca

De Clapeta o bola (no retorno):	Cantidad:	1	1	1	Ud.
	Pérdida:	0.12	0.09	0.05	mca
Perdida en ensanchamiento brusco	1	0.03	0.02	0.01	m
Diámetro salida de bomba:		100	100	100	mm
Pérdidas localizadas:		0.18	0.14	0.07	mca
Impulsión individual bombeo escurridos. Pérdidas totales :		0.24	0.18	0.09	mca
Destino del colector:					
Impulsión común					
Caudal en conducción		16.0	14.0	10.0	l/s
Nº de Colectores en funcionamiento:		1	1	1	Ud
Caudal por colector (mínimo/máximo):		16.0	14.0	10.0	l/s
		57.6	50.4	36.0	m3/h
Pérdidas de carga continuas (Impulsión común):					
Material Tubería:	Fundición con mortero centrifugado Saneamiento				mm
Diámetro nominal:		125	125	125	mm
Diámetro interno resultante:		132	132	132	mm
Velocidad resultante:		1.18	1.03	0.74	m/s
Pérdida de carga Unitaria:		15.47	11.90	6.15	m/km
Longitud Tubería:		75.00	75.00	75.00	m
Pérdida de carga total en la Tubería:		1.16	0.89	0.46	mca
Pérdidas localizadas (Impulsión común):					
Nº y tipo de codos, pérdida de carga:					
Codo a 45º	1	0.01	0.01	0.00	mca
Codo a 90º	3	0.06	0.05	0.02	mca
Nº y Tipo de Válvulas, pérdida de carga:					
Empalme a 90º	1	0.07	0.05	0.03	mca

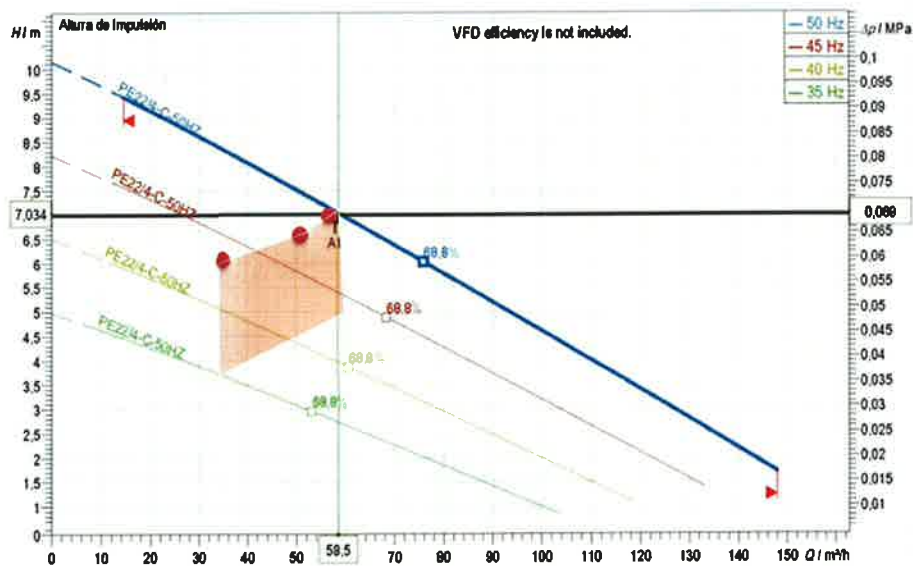
Entrada depósito/arqueta	1	0.07	0.05	0.03	mca
Pérdidas localizadas:		0.22	0.17	0.08	mca
Impulsión común. Pérdidas totales :		1.38	1.06	0.55	mca
Pérdida total:		1.61	1.24	0.64	

Cotas

Cota mínima en bombeo de escurridos	861.64	861.64	861.64	m
Cota de lámina en espesador	866.15	866.15	866.15	m
Presión mínima de entrada	0.90	0.90	0.90	mca
Dif Cota	4.51	4.51	4.51	

Selección de la bomba

Caudal	57.64	50.44	36.03	m3/h
Altura mínima necesaria	7.02	6.65	6.05	mca



Curva de la bomba adoptada y rango de utilización

7. DOSIFICACIÓN DE SULFATO DE ALUMINA

Se adjuntan los cálculos de las líneas de reactivo:

	Línea 1	Línea 2	
<u>Datos de partida</u>			
Numero de líneas instaladas	2	2	
Número de depósitos por línea	2	2	
Número de bombas de carga por línea	1	1	
Caudal unitario	28,8	28,8	m3/h
Bombas de dosificación por línea			
Funcionamiento	2	2	
Reserva	1	1	
Caudal unitario	17-170	17-170	l/h
Altura	2	2	bar

Selección material
Impulsión

Aluminium salts, aqueous, inorganic

Synonyme:

Formula: $AlCl_3$, $Al(NO_3)_3$, AlF_3 , $Al(SO_4)_3$

Boilingpoint:

Concentration: saturated

Warning:

Comments: Valid for aluminium chloride, - sulfate, - nitrate, - fluoride. For all other salts: Contact GF.

Piping Systems

Temp.	PVC-U	PVC-C	ABS	PE	PP	PVDF	EPDM	FPM	NBR
20°C	++	++		++	++	++	++	++	++
40°C	++	++		++	++	++	++	++	++
60°C	++	++		++	++	++	++	++	++
80°C	-	0		-	++	++	0	0	0
100°C		-			-	0	-	0	-
120°C						-		-	
140°C									

Material seleccionado:	PP		
Temperatura máxima de trabajo	80	° C	

a) Bombas de carga

Destino del colector:

Bomba de carga

Caudal en conducción Bombas de carga	8,0	8,0	l/s
Nº de Colectores en funcionamiento:	1	1	Ud
Caudal por colector (mínimo/máximo):	8,0 28,8	8,0 28,8	l/s m3/h

Pérdidas de carga continuas (Bomba de carga):

Material Tubería:	PP	ka =	0,01	mm
Diámetro nominal:	Abastecimiento	90	90	mm
Diámetro interno resultante:		74	74	mm
Velocidad resultante:		1,88	1,88	m/s
Pérdida de carga Unitaria:		44,80	44,80	m/km
Longitud Tubería:		16,70	16,70	m
Pérdida de carga total en la Tubería:		0,75	0,75	mca

Pérdidas localizadas (Bomba de carga):

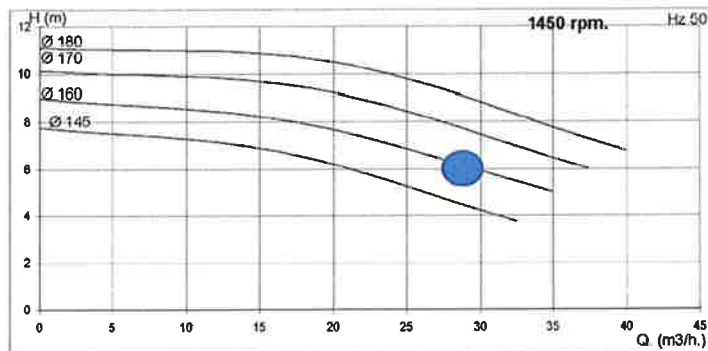
Nº y tipo de codos, pérdida de carga:

Codo a 45º	0	0,00	0,00	mca
Codo a 90º	5	0,27	0,27	mca

Nº y Tipo de Válvulas, pérdida de carga:

De Mariposa:	Apertura:	90º	90º	
	Cantidad:	0	0	
	Pérdida:	0,00	0,00	mca
De Compuerta:	Apertura:	100,0%	100,0%	
	Cantidad:	2	2	
	Pérdida:	0,04	0,04	mca

De Clapeta o bola (no retorno):	Cantidad:	1	1	Ud.
	Pérdida:	0,31	0,31	mca
Pérdida en ensanchamiento gradual	1	0,16	0,16	mca
Diámetro <u>salida</u> :		50	50	mm
Longitud del tramo:		150	150	mm
Perdida en ensanchamiento brusco	0	0,00	0,00	m
Diámetro <u>salida</u> de bomba:		600	600	mm
Pérdida en estrechamiento brusco	0	0,00	0,00	m
Diametro <u>entrada</u> bomba:		100	100	mm
Salida deposito/arqueta	0	0,00	0,00	mca
Entrada deposito/arqueta	1	0,18	0,18	mca
Pérdida en instalación caudalímetro	0	0,00	0,00	m
Diámetro del caudalímetro		800	800	mm
Velocidad de paso		0,02	0,02	m/s
Dt/Dc		0,09	0,09	-
Pérdidas localizadas:		0,96	0,96	mca
Bomba de carga. Pérdidas totales :		1,71	1,71	mca
Cotas				
Cota de aspiración bomba de carga		869,60	869,60	m
Cota máxima depósito		874,50	874,50	m
Altura de bombeo necesaria		6,61	6,61	mca
Altura de bombeo adoptada		6,63	6,63	mca
Bomba adoptada		28,80	28,80	m ³ /h
		6,63	6,63	mca



b) Línea de desifricación

Destino del colector:

Unión con rotámetros	Línea 1	Línea 2	
Caudal unitario	170,0	170,0	l/h
Caudal total por línea	340,0	340,0	l/h
Nº de Colectores en funcionamiento:	1	1	Ud
Caudal por colector (mínimo/máximo):	0,1 0,3	0,1 0,3	l/s m³/h

Pérdidas de carga continuas (Unión con rotámetros):

Material Tubería:	PP	ka =	0,01	mm
Diámetro nominal:	Abastecimiento	25	25	mm
Diámetro interno resultante:		14	14	mm
Velocidad resultante:		0,61	0,61	m/s
Pérdida de carga Unitaria:		47,91	47,91	m/km
Longitud Tubería:		5,00	5,00	m
Pérdida de carga total en la Tubería:		0,24	0,24	mca

Pérdidas localizadas (Unión con rotámetros):

Nº y tipo de codos, pérdida de carga:

Codo a 45º	0	0,00	0,00	mca
Codo a 90º	4	0,02	0,02	mca

Nº y Tipo de Válvulas, pérdida de carga:

De Mariposa:	Apertura:	90º	90º	
	Cantidad:	0	0	
	Pérdida:	0,00	0,00	mca
De Compuerta:	Apertura:	100,0%	100,0%	
	Cantidad:	2	2	
	Pérdida:	0,00	0,00	mca
De Clapeta o bola (no retorno):	Cantidad:	0	0	Ud.
	Pérdida:	0,00	0,00	mca
Salida deposito/arqueta	1	0,01	0,01	mca
Entrada deposito/arqueta	0	0,00	0,00	mca
Pérdida en instalación caudalímetro	1	0,01	0,01	m
Diámetro del caudalímetro	15	15		mm
Velocidad de paso	0,53	0,53		m/s
Dt/Dc	0,93	0,93		-
Pérdidas localizadas:	0,05	0,05		mca
Unión con rotámetros. Pérdidas totales :	0,29	0,29		mca

Destino del colector:

Colector a punto de dosificación	Linea 1	Linea 2	
Caudal unitario	170,0	170,0	l/h
Caudal total por línea	340,0	340,0	l/h
Nº de Colectores en funcionamiento:	1	1	Ud
Aportación de agua de arrastre	200	200	l/h
Caudal total	540,0	540,0	l/h
Caudal por colector (mínimo/máximo):	0,2 0,5	0,2 0,5	l/s m3/h

Pérdidas de carga continuas (Colector a punto de dosificación):

Material Tubería:	PP	ka =	0,01	mm
Diámetro nominal:	Abastecimiento		25	25
				mm

Diámetro interno resultante:	14	14	mm
Velocidad resultante:	0,97	0,97	m/s
Pérdida de carga Unitaria:	107,81	107,81	m/km
Longitud Tubería:	85,00	105,00	m
Pérdida de carga total en la Tubería:	9,16	11,32	mca

Pérdidas localizadas (Colector a punto de dosificación):

Nº y tipo de codos, pérdida de carga:

Codo a 45º	2	0,02	0,02	mca
Codo a 90º	6	0,09	0,09	mca

Nº y Tipo de Válvulas, pérdida de carga:

De Mariposa:	Apertura:	90º	90º	
	Cantidad:	0	0	
	Pérdida:	0,00	0,00	mca

De Compuerta:	Apertura:	100,0%	100,0%	
	Cantidad:	1	1	
	Pérdida:	0,01	0,01	mca

De Clapeta o bola (no retorno):	Cantidad:	0	0	Ud.
	Pérdida:	0,00	0,00	mca

Salida deposito/arqueta	0	0,00	0,00	mca
-------------------------	---	------	------	-----

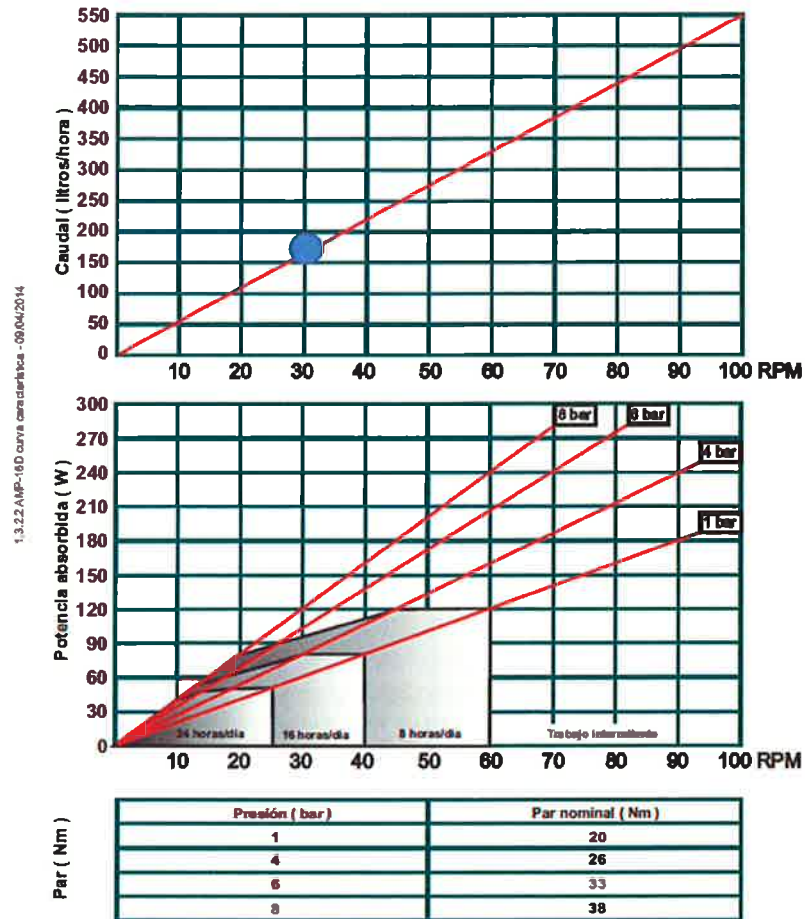
Descarga	1	0,05	0,05	mca
----------	---	------	------	-----

Pérdidas localizadas:	0,16	0,16	mca
------------------------------	------	------	-----

Colector a punto de dosificación.			
Pérdidas totales :	9,32	11,48	mca

Cotas

Cota de aspiración bombeo reactivos	867,80	867,80	m
Cota máxima de llegada	874,00	874,00	m
Altura de bombeo necesaria	15,81	17,96	mca
Bomba adoptada	20,00	20,00	mca



8. DOSIFICACIÓN DE PERÓXIDO DE HIDRÓGENO

Se adjuntan los cálculos de las líneas de reactivo:

a) Bombas de carga

Destino del colector:

Bomba de carga

Caudal en conducción	8,0	l/s
Nº de Colectores en funcionamiento:	1	Ud
Caudal por colector (mínimo/máximo):	8,0 28,8	l/s m3/h

Pérdidas de carga continuas (Bomba de carga):

Material Tubería:	Acero sin revestimiento	ka =	
		0,08	mm
Diámetro nominal:		80	mm
Diámetro externo:		88,9	mm
Diámetro interno resultante:		84,9	mm
Velocidad resultante:		1,41	m/s
Pérdida de carga Unitaria:		26,37	m/km
Longitud Tubería:		15,00	m
Pérdida de carga total en la Tubería:		0,40	mca

Pérdidas localizadas (Bomba de carga):

Nº y tipo de codos, pérdida de carga:

Codo a 45º	0	0,00	mca
Codo a 90º	5	0,15	mca

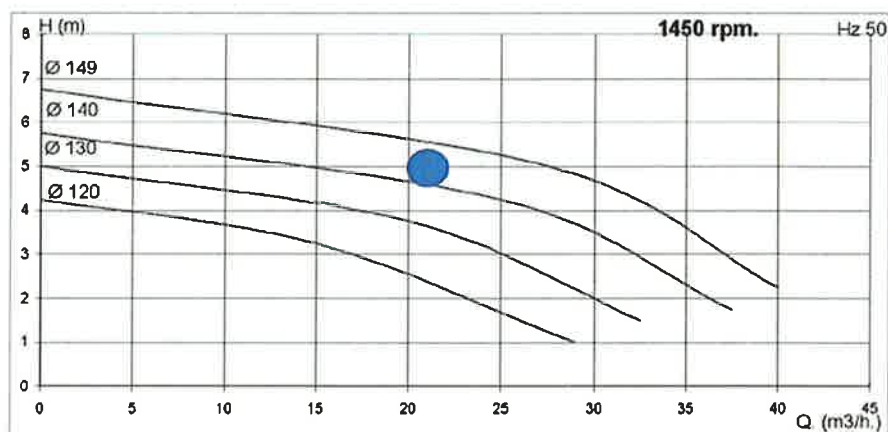
Nº y Tipo de Válvulas, pérdida de carga:

De Mariposa:	Apertura:	90º	
	Cantidad:	0	
	Pérdida:	0,00	mca

De			
Compuerta:	Apertura:	100,0%	
	Cantidad:	2	
	Pérdida:	0,02	mca
De Clapeta o bola (no retorno):	Cantidad:	1	Ud.
	Pérdida:	0,17	mca
Pérdida en ensanchamiento gradual		1	0,09 mca
Diámetro salida:		50	mm
Longitud del tramo:		150	mm
Salida deposito/arqueta	0	0,00	mca
Entrada deposito/arqueta	1	0,10	mca
Pérdidas localizadas:		0,55	mca
Bomba de carga.			
Pérdidas totales :		0,94	mca

Cotas

Cota de aspiración bomba de carga	868,70	m
Cota máxima depósito	872,00	m
Altura de bombeo necesaria	4,24	mca
Bomba adoptada	28,80	m3/h
	5,35	mca



Curva de la bomba seleccionada

b) Línea de dosificación

Destino del colector:

Colector a punto de dosificación	Linea1	
Caudal unitario	20,0	l/h
Caudal total por linea	40,0	l/h
Nº de Colectores en funcionamiento:	1	Ud
Caudal por colector (mínimo/máximo):	0,011 0,040	l/s m3/h

Perdidas de carga continuas (Colector a punto de dosificación):

Material Tubería:	Acero sin revestimiento	Acero sin revestimiento	0,08	mm
Diámetro nominal:			25	mm
Diámetro externo:			33,7	mm
Diámetro interno resultante:			30	mm
Velocidad resultante:			0,02	m/s
Pérdida de carga Unitaria:			0,01	m/km
Longitud Tubería:			70,00	m
Pérdida de carga total en la Tubería:			0,001	mca

Pérdidas localizadas (Colector a punto de dosificación):

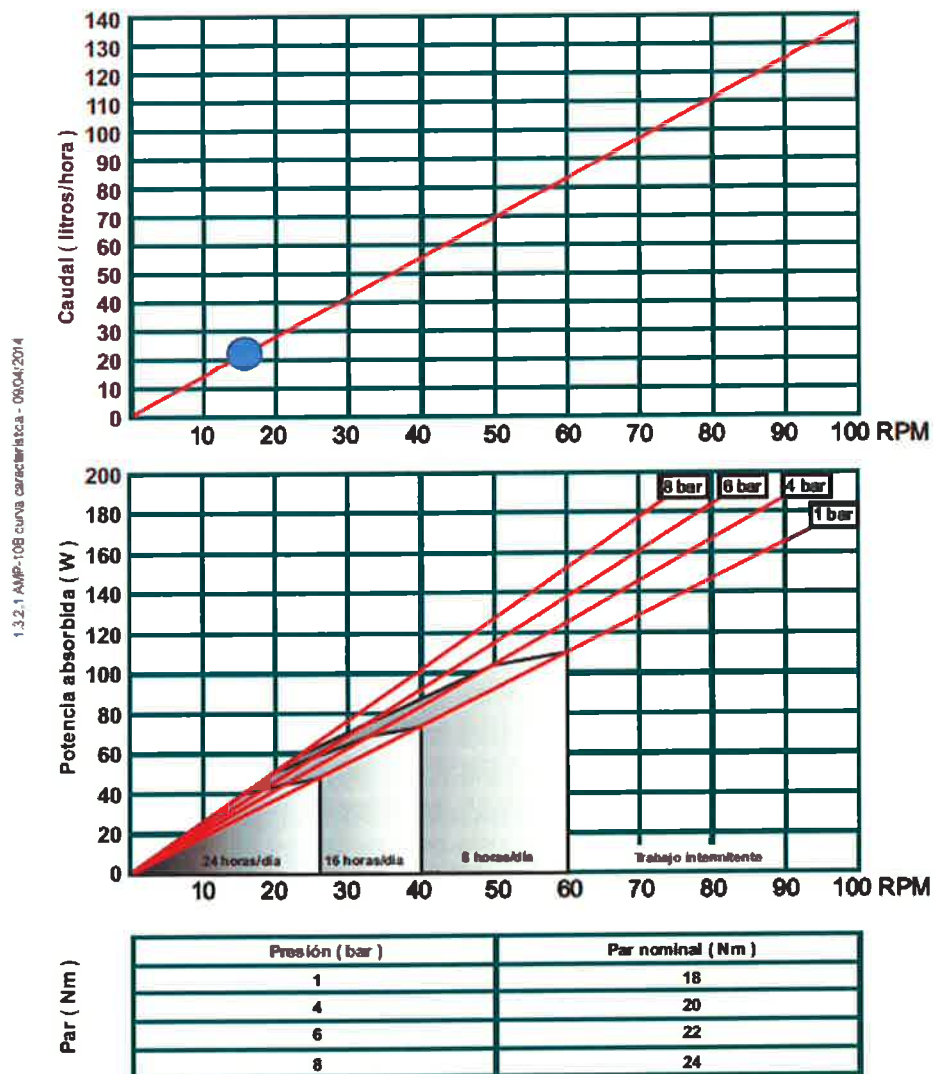
Nº y tipo de codos, pérdida de carga:

Codo a 45º	0	0,00	mca
Codo a 90º	6	0,000	mca

Nº y Tipo de Válvulas, pérdida de carga:

De Mariposa:	Apertura: 90º Cantidad: 0 Pérdida: 0,00	mca
De Compuerta:	Apertura: 100,0% Cantidad: 2 Pérdida: 0,00	mca
De Clapeta o bola (no retorno):	Cantidad: 0 Pérdida: 0,00	Ud. mca

Pérdida en ensanchamiento gradual	0	0,00	mca
Diámetro <u>salida</u> :		500	mm
Longitud del tramo:		500	mm
Perdida en ensanchamiento brusco	0	0,00	m
Diámetro <u>salida</u> de bomba:		600	mm
Pérdida en estrechamiento brusco	0	0,00	m
Diámetro <u>entrada</u> bomba:		100	mm
Salida deposito/arqueta	1	0,00	mca
Entrada deposito/arqueta	1	0,00	mca
Pérdida en instalación caudalímetro	1	0,00	m
Diámetro del caudalímetro		15	mm
Velocidad de paso		0,06	m/s
Dt/Dc		1,98	-
Pérdidas localizadas:		0,000	mca
Colector a punto de dosificación. Pérdidas totales :		0,001	mca
Cotas			
Cota de aspiración bombeo reactivos		868,20	m
Cota máxima de llegada		872,00	m
Altura de bombeo necesaria		3,80	mca
Altura de bombeo adoptada		10,00	mca



ANEJO N°7
CÁLCULOS ESTRUCTURALES

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN	1
2 NORMATIVA UTILIZADA	2
3 JUSTIFICACIÓN DE LAS ACCIONES CONSIDERADAS Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD	3
3.1 Sismicidad	3
3.1.1 Aplicación de la Norma	3
3.2 Acciones Térmicas y Juntas de Dilatación	3
3.3 Cálculo de Esfuerzos en Depósitos	3
3.4 Flotación	4
3.5 Coeficientes de Seguridad	4
4 MATERIALES	6
4.1 Hormigones	6
4.2 Aceros	6
5 GEOTECNIA	7
6 PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO	8
7 ACTUACIONES REALIZADAS	9
7.1 Ozonización	9
7.1.1 Cámara de preozonización	9
7.1.1.1 Geometría	9
7.1.1.2 Particularidades de la construcción	10
7.1.1.2.1 Proceso constructivo	10
7.1.1.2.2 Cálculo según el proceso constructivo	12
7.1.1.3 Modelización de la nueva estructura	16
7.1.1.4 Resultados	16

7.1.2 Nueva arqueta de vaciados	40
7.1.2.1 Geometría	40
7.1.2.2 Procedimiento Constructivo	40
7.1.2.3 Modelización de la nueva estructura	40
7.1.2.4 Resultados	41
7.1.3 Ampliación del edificio de generación de ozono	56
7.1.3.1 Geometría	56
7.1.3.2 Procedimiento Constructivo	57
7.1.3.3 Resultados	57
7.1.4 Cámara de ozonización intermedia	58
7.1.4.1 Geometría	58
7.1.4.2 Particularidades de la construcción	58
7.1.4.3 Proceso constructivo	58
7.1.4.4 Modelización de la estructura	59
7.1.4.5 Resultados	60
7.1.4.6 Resistencia de la estructura actual conservada	75
7.1.4.6.1 Hipótesis de partida	75
7.1.4.6.2 Procedimiento de cálculo	76
7.2 Cubierta para edificio de almacenamiento del reactivo coagulante	87
7.2.1 Geometría	87
7.2.2 Resultados	88
7.3 Decantadores Pulsator	88
7.3.1 Geometría	88
7.3.2 Modelización de la estructura	89
7.3.2.1 Resultados	89

7.4 Filtros de Arena	95
7.4.1 Reparación de juntas entre placas, y entre placas y los muros	95
7.4.1.1 Imprimación de sistemas de sellado de poliuretano para superficies porosas	95
7.4.1.2 Sellado de poliuretano modificado de bajo módulo para juntas en inmersión permanente y agua potable	95
7.4.1.3 Revestimiento protector de poliuretano bicomponente para exteriores	95
7.4.2 Reparación e impermeabilización de los paramentos verticales	96
7.4.2.1 Mortero de reparación estructural modificado con polímeros, humo de sílice y reforzado con fibras sintéticas	96
7.4.2.2 Revestimiento semielástico o elástico de poliuretano, bicomponente y exento de disolventes	96
7.5 Peróxido de Hidrógeno	97
7.5.1 Geometría	97
7.5.2 Resultados	98
7.6 Filtros de Carbón Activo	98
7.6.1 Cálculo de la pasarela de PRFV	98
7.6.2 Reparación de los paramentos y solera de los filtros	100
7.6.2.1 Reparación e impermeabilización de los paramentos verticales	100
7.6.2.1.1 Mortero de reparación estructural	100
7.6.2.1.2 Revestimiento semielástico de poliuretano, bicomponente y exento de disolventes	100
7.7 Cubierta para equipo de dosificación de reactivos en el agua tratada	101
7.7.1 Geometría	101
7.7.2 Procedimiento de cálculo	102
7.7.3 Resultados	102
7.8 Bombeo a Residencia	104

7.8.1 Cálculo de la bancada de hormigón para el grupo de presión	104
7.8.1.1 Dimensionamiento	104
7.8.2 Ampliación de la arqueta de bombeo	105
7.8.3 Anclaje de la conducción de impulsión a residencia	105
7.9 Ecurridos Deshidratación	107
7.9.1 Introducción	107
7.9.2 Polipasto manual	107
7.9.2.1 Geometría	107
7.9.2.2 Resultados	107
7.9.3 Arqueta interior	108
7.9.3.1 Geometría	108
7.9.3.2 Procedimiento de cálculo	108
7.9.3.3 Resultados	109
7.9.3.4 Tabla resumen de armado	114
7.10 Centro de Conmutación	115
7.10.1.1 Geometría	115
7.10.1.2 Resultados	115
ANEXO I. LISTADOS DE CÁLCULO:	117
AMPLIACIÓN EDIFICIO DE GENERACIÓN DE OZONO	117
ANEXO II. LISTADOS DE CÁLCULO:	183
EDIFICIO PARA DOSIFICACIÓN DE SULFATO DE ALÚMINA	183
ANEXO III. LISTADOS DE CÁLCULO:	231
EDIFICIO DE ALMACENAMIENTO DE PREÓXIDO DE HIDRÓGENO	231
ANEXO IV. LISTADOS DE CÁLCULO:	293
CUBIERTA PARA EL EQUIPO DE DOSIFICACIÓN DE REACTIVOS EN EL AGUA TRATADA	293

ANEXO V. LISTADOS DE CÁLCULO:	317
CENTRO DE CONMUTACIÓN	317
ANEXO VI. INFORME DE ENSAYOS DE LOS FILTROS DE CARBÓN	374

1 INTRODUCCIÓN

Se ha realizado un estudio técnico de todos los elementos presentes en las actuaciones a realizar para la Mejora de la ETAP de Santillana (Madrid).

En los siguientes epígrafes se detallan: datos de partida referentes a la geometría, materiales (características mecánicas), acciones e hipótesis de carga y las justificaciones de dimensiones, espesores de hormigón y cuantías de acero.

Para las estructuras de escasa importancia se ha seguido un criterio de cuantías de acero en función de su tipología, tipo de terreno sobre el que se asientan y solicitaciones.

2 NORMATIVA UTILIZADA

La normativa aplicada para los cálculos ha sido la siguiente:

- Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)
- Instrucción de Hormigón Estructural (EH-68)
- Instrucción de Acero Estructural (EAE-11)
- Instrucción para la recepción de cementos (RC-08)
- Código técnico de la edificación (CTE):
 - DB SE Seguridad estructural. Bases de cálculo.
 - DB SE-AE Acciones en la Edificación.
 - DB SE-C Seguridad estructural: Cimientos.
 - DB SE-F Fábrica.
 - DB SE-A Acero
- Eurocódigo 2-3: Proyecto de estructuras de hormigón. Depósitos y estructuras de contención. (UNE EN 1992-3)
- Eurocódigo 1-4: Acciones en estructuras. Silos y tanques. (UNE EN 1991-4)
- ACI 351.3R-04: Foundation of Dynamic Equipment

3 JUSTIFICACIÓN DE LAS ACCIONES CONSIDERADAS Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD

3.1 Sismicidad

3.1.1 Aplicación de la Norma

La zona de estudio, de acuerdo con la *Norma de Construcción Sismorresistente: Parte general y edificación (NCSE-02)*, presenta una aceleración básica inferior a $0,04 \cdot g$, por lo que no es obligatorio aplicar la acción sísmica en el cálculo.

3.2 Acciones Térmicas y Juntas de Dilatación

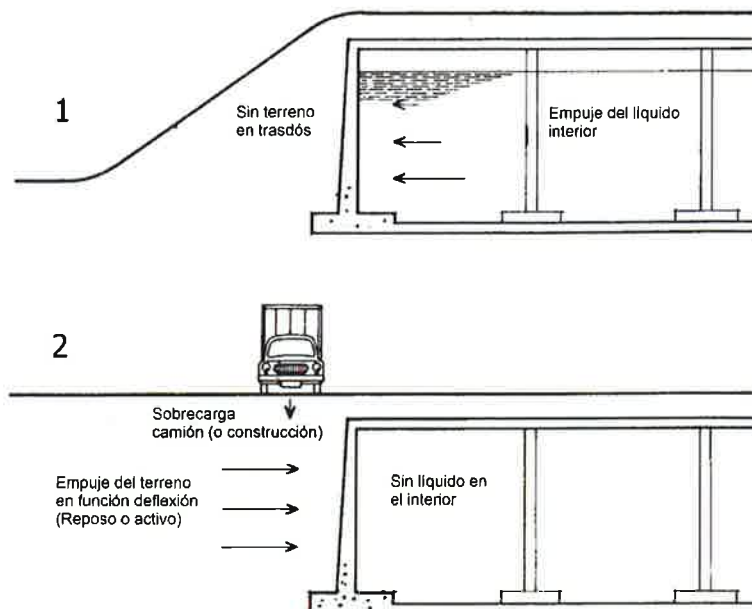
Por las dimensiones y geometría de la estructura no se han considerado acciones térmicas en el cálculo ni juntas de dilatación.

3.3 Cálculo de Esfuerzos en Depósitos

Para el cálculo de los esfuerzos en muros y losas de los depósitos, con los cuales se han dimensionado espesores de hormigón y cuantías de acero, se han realizado las siguientes comprobaciones geotécnicas: hundimiento, asiento máximo, asiento diferencial máximo y máxima distorsión angular de la cimentación.

Para el cálculo se han adoptado los siguientes esquemas de cálculo (hipótesis de carga):

- Depósito lleno de agua en su interior sin la colaboración de las tierras del trasdós de los muros del depósito.
- Depósito vacío sometido a la acción exterior del terreno, teniendo en cuenta únicamente los esfuerzos producidos por el empuje de las tierras.



En el cálculo de los alzados se ha considerado la actuación de una sobrecarga de 10kN/m^2 junto a la pared de los mismos.

3.4 Flotación

Conforme al informe geotécnico G-827-04, incluido en el Anejo 3, únicamente se ha encontrado presencia de agua en la calicata C-3, indicando que no se deberían producir problemas de presencia de agua en excavaciones salvo periodos de lluvias, cuando podría generarse acumulación de pequeñas bolsas de agua en los niveles arenosos.

No será necesario, por lo tanto, realizar cálculos de flotabilidad de las cimentaciones.

3.5 Coeficientes de Seguridad

Los coeficientes de seguridad utilizados para las comprobaciones de los Estados Límite Últimos del hormigón estructural tal y como establece el artículo 12.1 de la EHE-08:

COEFICIENTES DE SEGURIDAD DE ACCIONES EN ELU				
TIPO DE ACCIÓN	PERSISTENTE O TRANSITORIA		ACCIDENTAL (SÍSMICA)	
	EFECTO		EFECTO	
	FAVORABLE	DESFAVORABLE	FAVORABLE	DESFAVORABLE
Permanente	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,35$	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,00$
Agua terreno ₍₁₎	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,20_{(1)}$	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,00$

Líquido contenido	$\gamma_Q = 1,00$	$\gamma_G = 1,20_{(1)}$	$\gamma_Q = 1,00$	$\gamma_Q = 1,00$
Variable	$\gamma_Q = 0,00$	$\gamma_Q = 1,50$	$\gamma_Q = 0,00$	$\gamma_Q = 1,00$
NOTAS: (1) DB SE-AE Tabla 4.1 o Eurocódigo 2-4 Artículo 2.3.3				

Los coeficientes de seguridad utilizados para las comprobaciones de los Estados Límite de Servicio tal y como establece el artículo 12.2 de la **EHE-08**:

COEFICIENTES DE SEGURIDAD EN ELS		
TIPO DE ACCIÓN	EFECTO	
	FAVORABLE	DESFAVORABLE
Permanente	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,00$
Líquido (Intradós)	$\gamma_Q = 0,00$	$\gamma_Q = 1,00$
Variable	$\gamma_Q = 0,00$	$\gamma_Q = 1,00$

Los coeficientes de simultaneidad (Ψ) de acuerdo con DB SE y los Eurocódigos: Bases de cálculo (UNE EN 1990) y 1-4 (Acciones en silos y depósitos) son:

TIPO DE ACCIÓN	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Acciones variables del terreno (1)	0,7	0,7	0,7
Líquido (Intradós) (2)	1,0	1,0	1,0
Viento (3)	0,6	0,5	0,0
Nieve ($H \leq 1000$ m) (4)	0,5	0,2	0,0
Sobrecarga (5)	1,0	0,9	0,8
NOTAS: (1) DB SE (CTE) Tabla 4.2 (2) EN 1991-4 (3) DB SE (CTE) Tabla 4.2 ó Eurocódigo 1-4. Anexo A. Tabla A1 (4) DB SE (CTE) Tabla 4.2 (5) Eurocódigo. Bases de cálculo (UNE EN 1990). Anexo A-1. Tabla A1.1.1 para categoría E (Zonas de almacenamiento e industriales)			

4 MATERIALES

4.1 Hormigones

Para la clase de hormigón a utilizar se parte de tres consideraciones:

- Proximidad a la costa y tipo de ambiente
- Agresividad del agua a tratar
- Agresividad del agua freática y del terreno

La planta de tratamiento está situada a más de 5km de la costa, por lo que conforme a la EHE-08 deberá considerarse un ambiente clase IIb.

Las estructuras en contacto con agua a tratar requieren un ambiente IV y agresividad Qb.

Respecto a la agresividad del terreno y del agua freática, conforme se recoge en el Informe Geotécnico, los valores de agresividad son inferiores al Qa para sulfatos y nulos para carbonatos.

Con todas estas consideraciones, se muestra a continuación un resumen de los distintos hormigones en función de los elementos estructurales según EHE-08 y teniendo en cuenta los puntos indicados:

CUADRO DE MATERIALES SEGÚN EHE-08				
HORMIGÓN ARMADO				
ELEMENTO	TIPIFICACIÓN	YC	ACERO	YS
Todos los Elementos	HA-30/P/20/IV+Qb	1,5	B500S	1,15
HORMIGÓN EN MASA				
Todos los Elementos	HM-30/P/20/I	1,5	-	-

4.2 Aceros

CUADRO DE MATERIALES SEGÚN EAE-11 Y DB SE-A						
ACERO ESTRUCTURAL						
ELEMENTO	ACERO	FY (MPa)	FU (MPa)	YM0	YM1	YM2
Acero para armaduras	B500S	500	550			

5 GEOTECNIA

Conforme a lo indicado en el Informe Geotécnico, recogido en el Anejo N°3, el terreno de apoyo estará situado al menos a 2 metros de profundidad, donde se encuentran jabres de compacidad densa.

Se exponen los parámetros mecánicos a tener en cuenta para cimentación:

CAPA	E (MOD. DEFORMACIÓN)	σ_{adm}
Suelo Vegetal	-	-
Jabres	-	3 kp/cm ²
Adamellitas	40 MPa	4-5 kg/cm ²

En lo referente a la excavabilidad del terreno, en los 2,5 primeros metros de profundidad será posible la excavación por medios mecánicos, pero una vez se profundice en las adamellitas se pasará a condiciones de ripabilidad nula, por lo que serán necesarios medios neumáticos.

Los taludes utilizados serán de 1H:3V en jabres y hasta 1H:5V en adamellitas, conforme al Informe Geotécnico.

6 PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO

A partir de las solicitaciones (peso propio, carga muerta, sobrecarga, viento, sismo, nieve) se han determinado dimensiones de los elementos de hormigón armado y cuantías globales de acero. Para la obtención de esfuerzos y dimensionamiento de los distintos elementos estructurales se ha utilizado:

- Depósitos: Programa de cálculo SAP2000, junto con hojas Excel basadas en la normativa.
- Edificios: CYPECAD v12.i y Metal 3D.

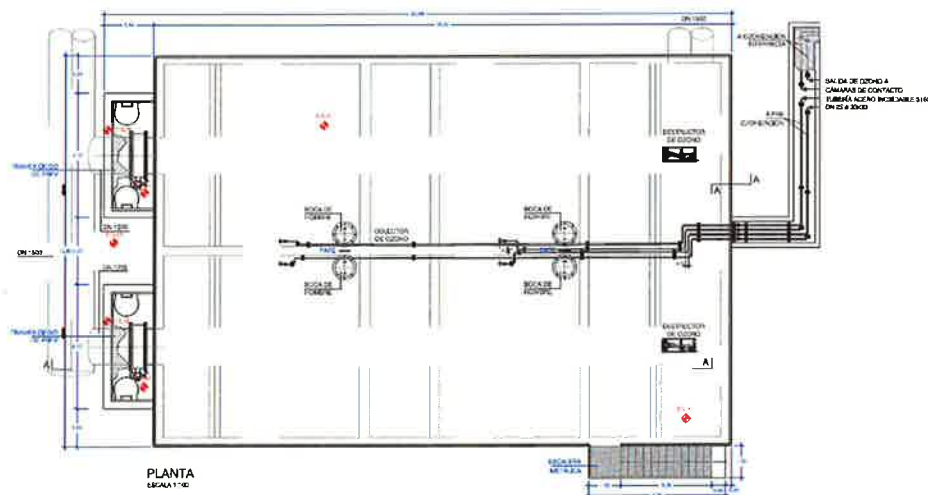
7 ACTUACIONES REALIZADAS

7.1 Ozonización

7.1.1 Cámara de preozonización

7.1.1.1 Geometría

Se diseña una cámara para la preozonización del agua, que consta de un vaso enterrado de 20 metros de longitud y 12,30 m de anchura (medidas interiores), el cual está tapado por un forjado de losa maciza y dividido en dos recorridos paralelos y de idéntica compartimentación.



La cara superior de la losa de cimentación se sitúa 7,25m por debajo de la cara superior de la cubierta, la cual a su vez se encuentra 3,26 metros por encima del punto más bajo del terreno circundante (vial). Los muros colgados son de 0,30m de espesor. Los muros perimetrales, vertederos y la losa de cimentación tienen 0,35m de espesor, y la losa de cubierta tiene un espesor de 0,25m.

7.1.1.2 Particularidades de la construcción

Para la modelización correcta de la estructura es necesario conocer sus particularidades, que en este caso son:

- En el lugar de construcción ya existe otra estructura de similares dimensiones a demoler.
- Junto a dicha estructura se ubica un vial, que permite el paso de camiones y el cual no se puede desviar ni cortar su tráfico.
- La profundidad a alcanzar no permite una excavación vertical, que permita la demolición de la estructura actual sin afectar al tráfico y en condiciones de seguridad.

Con todo lo anterior se decide realizar la nueva estructura manteniendo los elementos necesarios de la antigua a conveniencia (si el estado de los materiales y la geotecnia lo permiten).

7.1.1.2.1 Proceso constructivo

Como se ha indicado antes, la construcción de esta estructura requiere mantener en funcionamiento el vial contiguo. Por lo tanto, se decide mantener el muro que soporta las tierras, porque de lo contrario haría necesario reducir el ancho del vial para colocar taludes de excavación y dispositivos de seguridad. Este muro hará, además, las labores de encofrado perdido para el nuevo muro perimetral.

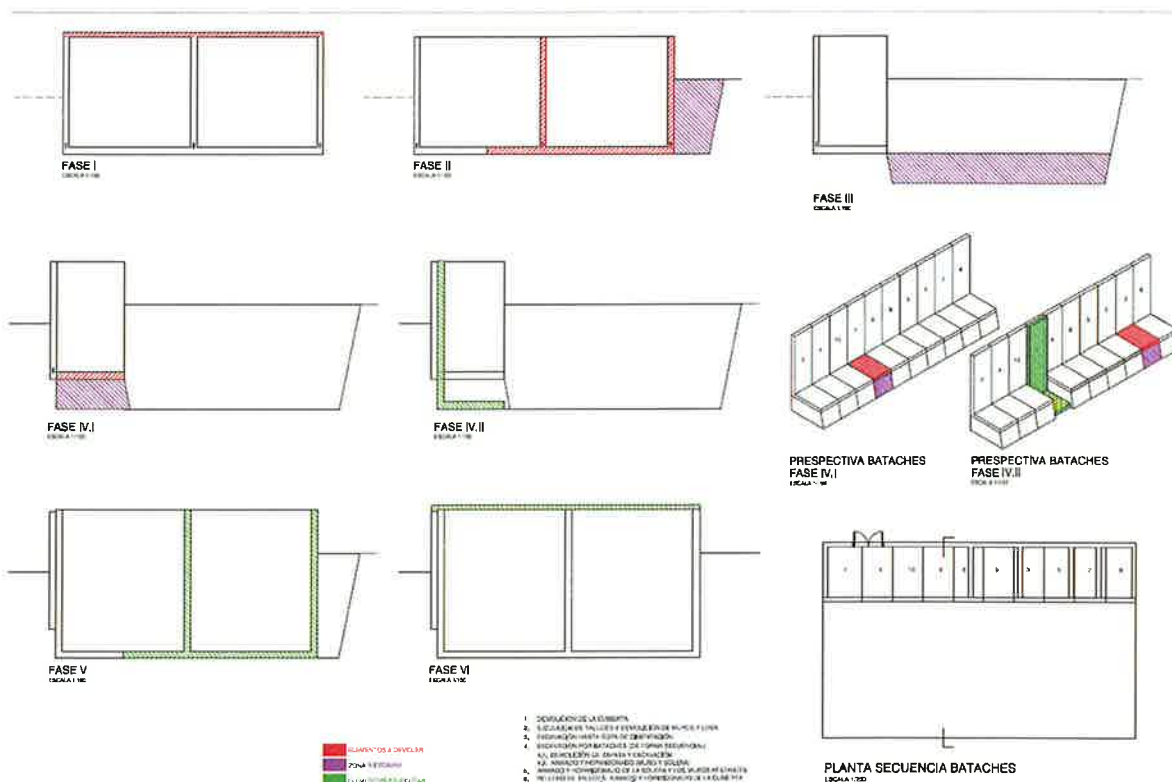
Para poder mantener el muro, será necesario mantener también los muros de compartimentación interiores, a modo de contrafuerte, puesto que no podemos asegurar que el muro haya sido concebido para trabajar en una longitud libre tan grande. En el nuevo muro esto ya se ha tenido en cuenta.

Se decide por lo tanto realizar la demolición y nueva construcción del depósito en las siguientes fases:

- Demolición de la cubierta existente (Fase I).
- Ejecución de taludes de excavación y demolición del depósito actual (muros y losa) excepto en el muro del vial. Los muros transversales y losa de cimentación se conservarán sin demoler hasta una distancia de 3,35m desde el vial. Esto servirá como zapata y contrafuertes para el muro conservado (Fase II).
- Excavación hasta la nueva cota de cimentación en la zona demolida (Fase III).

- Excavación por bataches del tramo junto al vial, demoliendo la zapata que lo sostiene por tramos, de forma secuencial, en una anchura inferior a la máxima resistida por el armado horizontal supuesto para el muro (Fase IV.I).
- Ferrallado y hormigonado de los tramos de muro y zapata excavados por bataches, dejando esperas para la unión con los tramos contiguos y colocación de bandas waterstop para evitar fugas de agua (Fase IV.II).
- Ferrallado y hormigonado del resto del depósito (Fase V).
- Ejecución de la nueva cubierta, recogiendo también el muro del vial en cabeza, para mejorar sus condiciones de seguridad frente a vuelco (Fase VI).

A continuación se muestra un croquis con las fases constructivas indicadas anteriormente:



7.1.1.2.2 Cálculo según el proceso constructivo

Por otro lado, se desconoce la capacidad resistente del muro actual a mantener. Únicamente se conoce el espesor del muro y la fecha de construcción más probable (1972) por lo que, para proceder al cálculo, habrá que hacer algunas suposiciones:

- La normativa utilizada para el cálculo será la EH-68.
- El armado dispuesto en el muro será el obtenido por cálculo, aplicando el Método del Momento Tope, tal y como se refleja en la normativa de la época.
- Los muros se encuentran en perfecto estado de conservación, manteniendo en la actualidad toda su capacidad resistente.
- En base a dicha normativa, la resistencia del acero σ_{ak} debe estar comprendida entre 370 y 450 MPa, por lo que se toma el tipo de acero 400 MPa, comercializado también en la actualidad.
- Al no disponer de otros datos, la resistencia del hormigón σ'_{bk} utilizado será la mínima exigida por la norma, en función del acero elegido:

$$\sigma'_{bk} \geq 50 + 0,02 \times \sigma_{ak} = 50 + 0,02 \times 4000 = 130 \text{ kg/cm}^2 = 13 \text{ MPa}$$

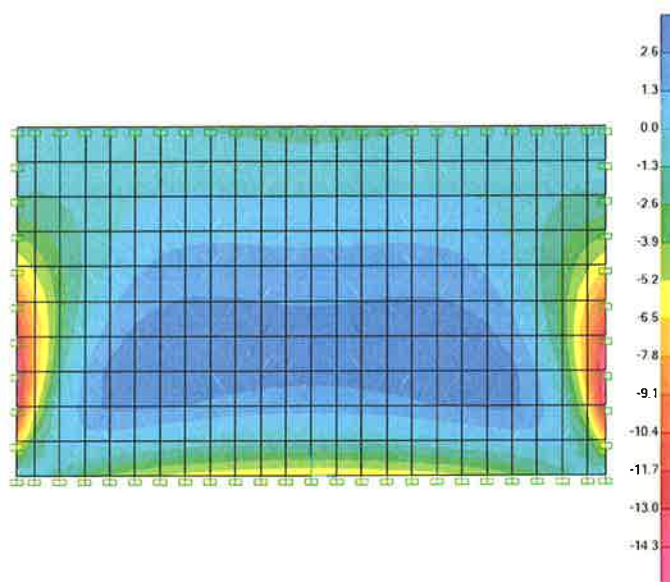
Por lo que se elige el hormigón comercial **H-150**.

- Los estratos de la zona de construcción son los que aparecen en el Informe Geotécnico.

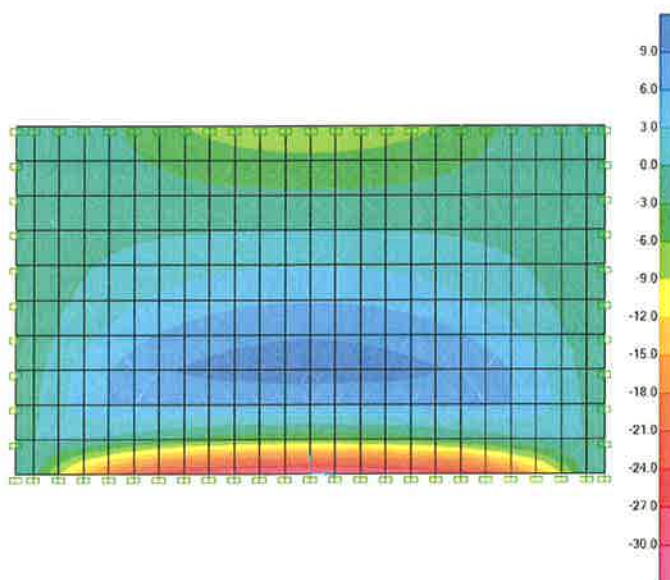
Diseñamos un modelo en SAP2000 del muro a mantener, con cargas del terreno y tráfico (10kN/ml), para la situación actual y para la reformada (sin cubierta y con un batache ejecutado), con las siguientes consideraciones:

Estado actual:

Resultant M11 Diagram (ACASE1)



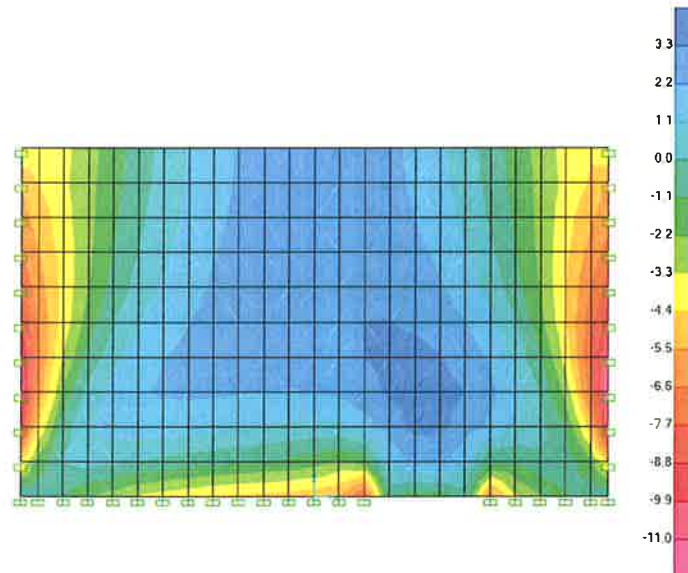
Resultant M22 Diagram (ACASE1)



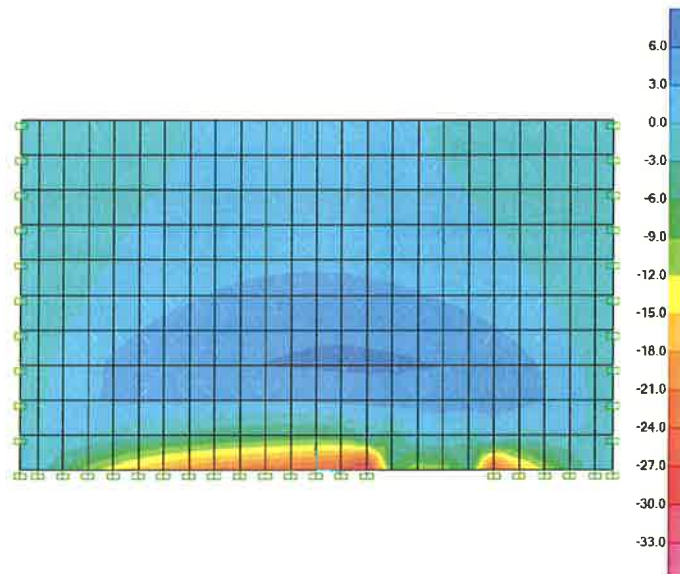
ELEMENTO	M11	M22	V13	V23
Muro (mkN)	15,27	31,56	28,48	45,68

Estado reformado:

Resultant M11 Diagram (ACASE1)



Resultant M22 Diagram (ACASE1)



ELEMENTO	M11	M22	V13	V23
Muro (mkN)	12,34	34,32	18,71	58,27

Tras un análisis de diferentes longitudes sin cimentación, se concluye que la distancia óptima del muro trabajando sin zapata es de 2m.

Estado actual:

b	0.3 m	
d	0.27 m	
fck	150 kg/cm ²	
fcd	100.00 kg/cm ²	10000 kN/m ²
fyk	4000 kg/cm ²	
fyd	3636.36 kg/cm ²	363636.364 kN/m ²
Md (canal)	M11	15.27 mkN
	M22	31.56 mkN

Horizontal			Vertical		
0.35·fcd·b·d ²	76.545 mkN	>Md	0.35·fcd·b·d ²	0 mkN	<Md
y	0.019560387		y	0.04227209	
U	58.68115956		U	126.816277	
A	0.000161373 m ²	1.61 cm ²	A	0.00034874 m ²	3.49 cm ²
Armado mínimo horizontal:		2.15 cm ²			
Armado mínimo vertical:		3.49 cm ²			

Estado reformado:

b	0.3 m	
d	0.27 m	
fck	150 kg/cm ²	
fcd	100.00 kg/cm ²	10000 kN/m ²
fyk	4000 kg/cm ²	
fyd	3636.36 kg/cm ²	363636.364 kN/m ²
Md (canal)	M11	12.34 mkN
	M22	34.32 mkN

Horizontal			Vertical		
0.35·fcd·b·d ²	76.545 mkN	>Md	0.35·fcd·b·d ²	0 mkN	<Md
y	0.015690477		y	0.04634849	
U	47.07143192		U	139.045456	
A	0.000129446 m ²	1.29 cm ²	A	0.00038238 m ²	3.82 cm ²
Armado mínimo horizontal:		1.73 cm ²			
Armado mínimo vertical:		3.82 cm ²			

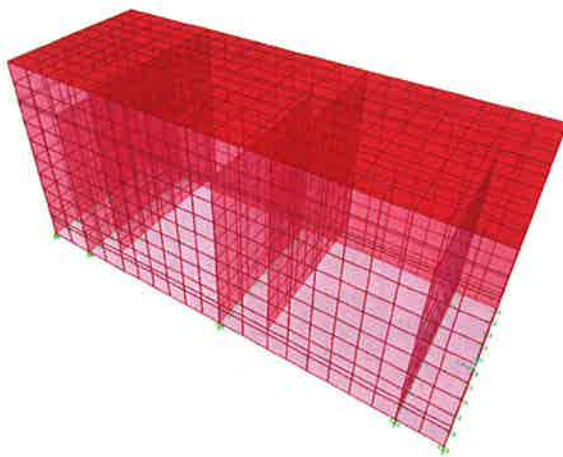
El armado en ambos casos correspondería a un armado horizontal de 3ø10 (2,36cm²) por metro y vertical de 5ø10 por metro (3,93cm²), por lo que se considera, con las hipótesis tomadas, que la nueva disposición de muros no afectará al muro existente.

Será necesario realizar un escaneado de la armadura actual, con pachómetro, cata o escáner, de tal forma que se pueda realizar un recálculo de la resistencia del muro en base a las condiciones reales, que confirme o desmienta los anteriores supuestos.

7.1.1.3 Modelización de la nueva estructura

Se realiza un modelo completo en SAP2000 de la estructura, considerando todas las cargas combinadas según la EHE-08:

- Peso Propio: 24kN/m³ hormigón
- Cargas Muertas: --
- Sobrecarga Uso:
 - 5kN/m² + Puntual 6Tn sobre cubierta
 - 10kN/m³ agua
 - 18kN/m³ terreno



7.1.1.4 Resultados

Los valores máximos para cada uno de los muros y losas que componen este elemento son:

Hipótesis de Agua:

ELEMENTO	M11 (MKN)	M22 (MKN)	V13 (KN)	V23 (KN)
Muro Frontal	23,96	50,69	17,02	47,29
Muro Lateral	53,15	72,59	45,04	93,39
Muro Vertedero	70,55	121,48	82,89	131,40
Losa Cubierta	30,31	46,47	39,64	39,48

ELEMENTO	F11 (KN)	F22 (KN)	F12 (KN)
Muro Colgado	272,39 / -	11,99 / -	73,60 / -

	68,00	115,87	73,60
--	-------	--------	-------

Hipótesis de tierra:

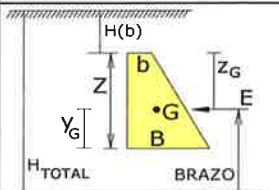
ELEMENTO	M11 (MKN)	M22 (MKN)	V13 (KN)	V23 (KN)
Muro Frontal	34,71	80,62	37,75	93,01
Muro Lateral	37,60	68,53	41,83	88,60
Losa Cubierta	29,91	41,89	36,85	54,44

Habría que considerar también en esta hipótesis de tierra el procedimiento de construcción, donde el Muro Lateral queda dividido en tramos en ménsula de 2m de anchura, los cuales podrían llegar a soportar todo el peso de las tierras del trasdós.

Empujes del terreno según CTE

DATOS:			CÁLCULOS:	RESULTADOS: LEYES DE EMPUJES:								
N. FREÁTICO: NO			MÁX δ:	ACTIVO		REPOSO		PASIVO		HIDROSTÁTICO		
$h_{NF} = 0$ m	$1/3\phi$			H	$\sigma(H)$	σ_{AH} [KN/m]	σ_{AV} [KN/m]	σ_{OH} [KN/m]	σ_{OV} [KN/m]	σ_{PH} [KN/m]	σ_{PV} [KN/m]	u [KN/m]
$q_{sc} = 10$ KN/m ²	$\beta = 90^\circ$	$2/3\phi$		7.250 m	→	-	-	-	-	-	-	-
$i = 0$		26.7°		PROFUNDIDAD								
$\delta = 0$			COEFICIENTES DE EMPUJE	0.00 m		2.17	0.00	3.57	0.00	45.99	0.00	-
ESTRATO 1	$H_1 = 0.50$ m	$q = 10.00$ KN/m		Z =								Z =
	$\gamma'_1 = 20.00$ KN/m ³	$\gamma \cdot H = 10.00$ KN/m ²										
	$\phi_1 = 40.00^\circ$	KA KO KP										
	$c_1 = 0.00$ KN/m ²	0.22 0.36 4.60		0.50 m		4.35	0.00	7.14	0.00	91.98	0.00	-
ESTRATO 2	$H_1 = 1.70$ m	$q = 20.00$ KN/m		Z =								Z =
	$\gamma'_2 = 18.00$ KN/m ³	$\gamma \cdot H = 30.60$ KN/m ²										
	$\phi_2 = 40.00^\circ$	KA KO KP										
	$c_2 = 0.00$ KN/m ²	0.22 0.36 4.60		2.20 m		11.00	0.00	18.07	0.00	232.70	0.00	-
ESTRATO 3	$H_3 = 2.00$ m	$q = 50.60$ KN/m		Z = ##### [-]								Z =
	$\gamma'_3 = 25.00$ KN/m ³	$\gamma \cdot H = 50.00$ KN/m ²										
	$\phi_3 = 45.00^\circ$	KA KO KP										
	$c_3 = 30000$ KN/m ²	0.17 0.29 5.83		4.20 m		0.00	0.00	29.47	0.00	145439.15	0.00	-
ESTRATO	$H_4 =$ m	$q =$										

Suponiendo un empuje activo en el muro, lo cual implica permitir ligeramente el movimiento en cabeza, se obtiene el siguiente esfuerzo:

TRAPECIO:		
		
DATOS:		
H_{TOTAL}	=	7.25 m
$H(b)$	=	0 m
b	=	2.17 KN/m
B	=	11.00 KN/m
Z	=	2.2 m
RESULTADOS PARCIALES:		
y_G	=	0.85 m
z_G	=	1.35 m
M_{base}	=	12.38 KNm/m
RESULTADOS TOTALES:		
E	=	14.49 KN/m
BRAZO	=	5.90 m
M_{TOTAL}	=	85.58 KNm/m

El cual es superior al máximo empuje en condiciones de funcionamiento.

A continuación se muestra el cálculo del armado para cada uno de los muros:

Armado del Muro Frontal (Horizontal):

PROYECTO:ETAP SANTILLANA		
ELEMENTO:ARMADURA HORIZONTAL . MURO FRONTAL CÁMARA PREOZONIZACIÓN		
COMPROBACIÓN DE ELU DE FLEXIÓN Y CORTANTE Y ELS DE FISURACIÓN SEGUN EHE-08		
DATOS:		
GEOMETRÍA		
ESPEJOR DE HORMIGÓN	e = 35 cm	
ESFUERZOS PÉSIMOS ELU :		
MOMENTO DE CÁLCULO:	Md = 26.0 kNm/m	
CORTANTE DE CÁLCULO:	Vd = 17.0 kN/m	
ESFUERZO PÉSIMO ELS FISURACIÓN:		
M. CUASIPERMANENTE	Mk = 17.3 kNm/m	
CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS:		
RESISTENCIA CARACTERÍSTICA DE CÁLCULO	f _{ck} = 30 MPa	
LÍMITE ELÁSTICO DEL ACERO	f _{yk} = 500 MPa	
RECUBRIMIENTO (PARAMENTO EXTERIOR A ARMADURA)	c = 5.00 cm	
ARMADURA TRACCIÓN:		
1Ø16/25	ARMADURA DISPUESTA:	
ARMADURA COMPRESIÓN:	A _s = 8.04 cm ² /m	
-	A' _s = 0.00 cm ² /m	
ELS FISURACIÓN (PARÁMETROS):		
ABERTURA CARACTERÍSTICA DE FISURA:	w _{máx} = 0.1 mm	
COEF. INFLUENCIA DEL DIAGRAMA DE TRACCIONES	K ₁ = 0.125	
COEF. DURACIÓN DE LA CARGA	K ₂ = 0.50	
COEF. ABERTURA MEDIA DE FISURA /VALOR CARACT.	β = 1.7	
COEFS. DE MINORACIÓN DE RESISTENCIA:		
COEF. MINORACIÓN RESISTENCIA DEL HORMIGÓN	γ _c = 1.50 α _{ct} = 1	
COEF. MINORACIÓN RESISTENCIA DEL ACERO	γ _s = 1.15	
DIÁMETRO MÁXIMO DEL ÁRIDO:	DM = 20.0 mm	
RESULTADOS:		
ELU (FLEXIÓN Y CORTANTE):		
ESFUERZOS ÚLTIMOS DE LA SECCIÓN:		
MOMENTO ÚLTIMO DE LA SECCIÓN	M _u = 94.81 kNm/m	CUMPLE
CORTANTE ÚLTIMO DE LA SECCIÓN	V _u = 315.38 kN/m	CUMPLE
CORTANTE DE AGOTAMIENTO POR C. OBLICUA DEL ALMA	V _{u1} = 1752.00 kN/m	
CORTANTE DE AGOTAMIENTO POR TRACCIÓN EN EL ALMA	V _{u2} = 315.38 kN/m	
ARMADURA DE CORTANTE:		
ÁNGULO DE LAS ARMADURAS CON EL EJE DE LA PIEZA	α = - °	
ÁNGULO DE LAS BIELAS DE COMPRESIÓN EN EL HORMIGÓN	θ = 45 °	
AXIL DE CÁLCULO (COMPRESIÓN +)	N _d = 0.00 kN/m	
CONTRIBUCIÓN DEL HORMIGÓN A LA RESISTENCIA A V	V _{cu} = - kN/m	
CONTRIBUCIÓN DEL ACERO A LA RESISTENCIA A V	V _{su} = - kN/m	
ÁREA POR UNIDAD DE LONGITUD DE ACERO NECESARIO	A _α = - cm ² /m	
ELS (FISURACIÓN):		
ABERTURA DE FISURA CARACTERÍSTICA:	w _k = - mm	CUMPLE
TENSIONES CÁLCULO ABERTURA DE FISURA:	→ NO ES NECESARIO COMPROBAR ELS σ _{ft} < f _{ct,m,fl})	
σ _{sr} = 343.95 MPa		
σ _s = 78.37 MPa		
TENSIÓN EN FIBRA TRACCIONADA PÉSIMA:	σ _{ft} = 0.82 MPa	
TIPO DE FISURA (SEGÚN EUROCÓDIGO 2-4):	-	
MOMENTO DE FISURACIÓN (f _{ct,lm,fl}):	M _{fs} = 75.96 kNm/m	
CUANTÍA GEOMÉTRICA MÍNIMA:	A _{s min,g} = 5.60 cm ² /m	CUMPLE
CUANTÍA MECÁNICA MÍNIMA:	A _{s min,m} = 0.00 cm ² /m	CUMPLE
A PARTIR DE CUANTÍA MÍNIMA MECÁNICA REDUCIDA	A _{s,nec} = 0.00 cm ² /m	
	α = 1.50	
SEPARACIÓN ENTRE BARRAS:	sep _{barras} = 234.0 mm	
	sep _{mín} = 25.0 mm	CUMPLE
	sep _{máx} = 300.0 mm	CUMPLE

PROYECTO:ETAP SANTILLANA			
ELEMENTO:ARMADURA HORIZONTAL . MURO FRONTAL CÁMARA PREOZONIZACIÓN			
COMPROBACIÓN DE ELU DE FLEXIÓN Y CORTANTE Y ELS DE FISURACIÓN SEGUN EHE-08			
CÁLCULOS:			
FLEXIÓN:			
η	= 1		ARTÍCULO 39.5 [DIAGRAMA RECTANGULAR]
λ	= 0.8		ARTÍCULO 39.5 [DIAGRAMA RECTANGULAR]
T	= 349.57	kN/m	TRACCIÓN EN LA ARMADURA (M_u)
x	= 5.2	cm	PROFUNDIDAD FIBRA NEUTRA
$\lambda(x) \cdot h$	= 4.16	cm	PROFUNDIDAD FICTICIA DE COMPRESIÓN UNIFORME (η FCD) [D. RECTANGULAR]
d	= 29.20	cm	PROFUNDIDAD DE CÁLCULO ARMADURA PASIVA
d'	= 5.80	cm	ALTURA DE CÁLCULO ARMADURA PASIVA
E_{cm}	= 28576.7910	MPa	ART. 39.6: MÓDULO DE DEFORMACIÓN LONGITUDINAL DEL HORMIGÓN
n	= 7.00		ANEJO 8, 2.2: COEFICIENTE DE EQUIVALENCIA (ACERO-HORMIGÓN) [$n = E_s/E_{cm}$]
$f_{ct,m}$	= 2.90	MPa	ART 39.1: RESISTENCIA MEDIA A TRACCIÓN
$f_{ct,m,fl}$	= 3.62	MPa	ART 39.1: RESISTENCIA MEDIA A FLEXOTRACCIÓN
ρ_1	= 2.75	‰	ANEJO 8, 2.2: CUANTÍA GEOMÉTRICA ARMADURA DE TRACCIÓN
ρ_2	= 0.00	‰	ANEJO 8, 2.2: CUANTÍA GEOMÉTRICA ARMADURA DE COMPRESIÓN
c	= 50	mm	RECUBRIMIENTO [DIST. SUP EXTERIOR SECCIÓN A BARRAS CORRUGADAS]
f_{cd}	= 20.00	MPa	ART. 39.4: RESISTENCIA DE CÁLCULO DEL HORMIGÓN EN COMPRESIÓN
f_{yd}	= 434.78	MPa	ART. 38.3: RESISTENCIA DE CÁLCULO DEL ACERO
A_R	= 3548.23	cm ²	AREA DE LA SECCIÓN REDUCIDA
M_e	= 61529.73075	cm ³	MOMENTO ESTÁTICO DE LA SECCIÓN REDUCIDA
y_G	= 17.34	cm	ALTURA DE LA FIBRA NEUTRA EN LA SECCIÓN REDUCIDA
$W_{1,r}$	= 20979.46	cm ³	MÓDULO RESISTENTE DE LA SECCIÓN REDUCIDA
$W_{1,b}$	= 20416.67	cm ³	MÓDULO RESISTENTE DE LA SECCIÓN BRUTA
z	= 27.12	cm	BRAZO MECÁNICO DE LA SECCIÓN [$Z=d-0,5 \cdot (\lambda(x) \cdot h)$]
A_s	= 8.04	cm ² /m	ÁREA DE ACERO POR METRO (TRACCIÓN)
SECCIÓN SIN FISURAR:			
x_G	= 17.66	cm	PROFUNDIDAD DE LA FIBRA NEUTRA EN LA SECCIÓN SIN FISURAR
I_G	= 363804.05	cm ⁴ /m	MOMENTO DE INERCIA DE LA SECCIÓN SIN FISURAR
SECCIÓN FISURADA:			
X	= 5.20	cm	PROFUNDIDAD DE LA FIBRA NEUTRA EN LA SECCIÓN FISURADA
I_f	= 37098.13	cm ⁴ /m	MOMENTO DE INERCIA DE LA SECCIÓN FISURADA
CORTANTE:			
ξ	= 1.83		ART44.2.3.2.1.2
ρ_l	= 2.75	‰	ART44.2.3.2.1.2: CUANTÍA GEOMÉTRICA ARMADURA PRINCIPAL DE TRACCIÓN
σ'_{cd}	= 0.00	MPa/m	ART44.2.3.2.1.2: TENSIÓN AXIAL MEDIA EN EL ALMA DE LA SECCIÓN (COMP. =+)
f_{1cd}	= 12	MPa	ART44.2.3.1: RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN
K	= 1.00		ART44.2.3.1: COEFICIENTE QUE DEPENDE DEL ESFUERZO AXIL
$\cotg \theta$	= 1		ART44.2.3.1: COTANG DEL ÁNGULO QUE FORMAN LAS BIELAS DE COMPRESIÓN
$\cotg \alpha$	= 0		ART44.2.3.1: COTANG DEL ÁNGULO QUE FORMAN LAS ARMADURAS CON EL EJE
f_{cv}	= 30.00	MPa	ART44.2.3.2.1.2: RESISTENCIA EFECTIVA DEL HORMIGÓN A CORTANTE
$f_{ct,k}$	= 2.03	MPa	ART39.1: RESISTENCIA CARACTERÍSTICA INFERIOR A TRACCIÓN
$f_{ct,d}$	= 1.35	MPa	ART39.4: RESISTENCIA DE CÁLCULO A TRACCIÓN DEL HORMIGÓN
S	= 15592.07176	cm ³	ART44.2.3.1: MOMENTO ESTÁTICO DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL
σ'_{cd}	= 0.00	MPa/m	ART44.2.3.2.1.2: RESIST. EFECTIVA DEL HORMIGÓN A CORTANTE (COMPRES=+)
FISURACIÓN:			
s	= 240	mm	ART 49.2.4: DISTANCIA ENTRE BARRAS LONGITUDINALES (NO MAYOR QUE 15Ø)
$A_{c,ef}$	= 875	cm ²	ART 49.2.4: ÁREA DE HORMIGÓN DE LA ZONA DE REC. EF. EN LA A. FISURAS
A_s	= 8.04	cm ²	ART 49.2.4: ÁREA DE ARMADURAS SITUADAS EN EL ÁREA $A_{c,ef}$
s_m	= 235.1	mm	ART. 49.2.4: SEPARACIÓN MEDIA DE FISURAS
ε_{sm}	= 0.157	‰	ART. 49.2.4: ALARGAMIENTO MEDIO DE LAS ARMADURAS (CON COLAB. HORM)
σ_{sr}	= 343.95	MPa	ART 49.2.4: TENSIÓN DE LA A. EN LA S. FISURADA CON $f_{ct,m,fl}$ EN F.EXTREMA
σ_s	= 78.37	MPa	ART 49.2.4: TENSIÓN DE SERVICIO DE LA ARMADURA EN SECCIÓN FISURADA
MASA NOMINAL (CUANTÍA ACERO):			
$A_{s,trac}$	= 8.04	cm ² /m	AREA DE ACERO TRACCIONADO
$MASAn$	= 18.06	kg/m ³	MASA NOMINAL SEGÚN UNE10080

Armado del Muro Frontal (Vertical):

PROYECTO: ETAP SANTILLANA	
ELEMENTO: ARMADURA VERTICAL . MURO FRONTAL CÁMARA PREOZONIZACIÓN	
COMPROBACIÓN DE ELU DE FLEXIÓN Y CORTANTE Y ELS DE FISURACIÓN SEGUN EHE-08	
DATOS:	
GEOMETRÍA	
ESPESOR DE HORMIGÓN	e = 35 cm
ESFUERZOS PÉSIMOS ELU:	
MOMENTO DE CÁLCULO:	Md = 50.7 kNm/m
CORTANTE DE CÁLCULO:	Vd = 47.3 kN/m
ESFUERZO PÉSIMO ELS FISURACIÓN:	
M. CUASIPERMANENTE	Mk = 33.8 kNm/m
CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS:	
RESISTENCIA CARACTERÍSTICA DE CÁLCULO	f _{ck} = 30 MPa
LÍMITE ELÁSTICO DEL ACERO	f _{yk} = 500 MPa
RECUBRIMIENTO (PARAMENTO EXTERIOR A ARMADURA)	c = 5.00 cm
ARMADURA TRACCIÓN:	
1Ø16/20	ARMADURA DISPUESTA:
	A _s = 10.05 cm ² /m
ARMADURA COMPRESIÓN:	
-	A' _s = 0.00 cm ² /m
ELS FISURACIÓN (PARÁMETROS):	
ABERTURA CARACTERÍSTICA DE FISURA:	w _{máx} = 0.1 mm
COEF. INFLUENCIA DEL DIAGRAMA DE TRACCIONES	K ₁ = 0.125
COEF. DURACIÓN DE LA CARGA	K ₂ = 0.50
COEF. ABERTURA MEDIA DE FISURA / VALOR CARACT.	β = 1.7
COEFS. DE MINORACIÓN DE RESISTENCIA:	
COEF. MINORACIÓN RESISTENCIA DEL HORMIGÓN	γ _c = 1.50 α _{ct} = 1
COEF. MINORACIÓN RESISTENCIA DEL ACERO	γ _s = 1.15
DIÁMETRO MÁXIMO DEL ÁRIDO:	DM = 20.0 mm
RESULTADOS:	
ELU (FLEXIÓN Y CORTANTE):	
ESFUERZOS ÚLTIMOS DE LA SECCIÓN:	
MOMENTO ÚLTIMO DE LA SECCIÓN	M _u = 117.55 kNm/m CUMPLE
CORTANTE ÚLTIMO DE LA SECCIÓN	V _u = 197.58 kN/m CUMPLE
CORTANTE DE AGOTAMIENTO POR C. OBLICUA DEL ALMA	V _{u1} = 1752.00 kN/m
CORTANTE DE AGOTAMIENTO POR TRACCIÓN EN EL ALMA	V _{u2} = 197.58 kN/m
ARMADURA DE CORTANTE:	
ÁNGULO DE LAS ARMADURAS CON EL EJE DE LA PIEZA	α = 0°
ÁNGULO DE LAS BIELAS DE COMPRESIÓN EN EL HORMIGÓN	θ = 45°
AXIL DE CÁLCULO (COMPRESIÓN +)	N _d = 0.00 kN/m
CONTRIBUCIÓN DEL HORMIGÓN A LA RESISTENCIA A V	V _{cu} = 0 kN/m
CONTRIBUCIÓN DEL ACERO A LA RESISTENCIA A V	V _{su} = 0 kN/m
ÁREA POR UNIDAD DE LONGITUD DE ACERO NECESARIO	A _α = 0 cm ² /m
ELS (FISURACIÓN):	
ABERTURA DE FISURA CARACTERÍSTICA:	w _k = 0 mm CUMPLE
TENSIONES CÁLCULO ABERTURA DE FISURA:	→ NO ES NECESARIO COMPROBAR ELS σ _{ft} < f _{ot} , m, f _i)
σ _{sr} = 278.85 MPa	
σ _s = 123.24 MPa	
TENSIÓN EN FIBRA TRACCIONADA PÉSIMA:	σ _{ft} = 1.60 MPa
TIPO DE FISURA (SEGÚN EUROCODIGO 2-4):	-
MOMENTO DE FISURACIÓN (f _c , t _m , f _i):	M _{fis} = 76.46 kNm/m
CUANTÍA GEOMÉTRICA MÍNIMA:	A _{s min,g} = 3.15 cm ² /m CUMPLE
CUANTÍA MECÁNICA MÍNIMA:	A _{s min,m} = 0.00 cm ² /m CUMPLE
A PARTIR DE CUANTÍA MÍNIMA MECÁNICA REDUCIDA	A _{s,nec} = 0.00 cm ² /m
	α = 1.50
SEPARACIÓN ENTRE BARRAS:	sep _{barras} = 184.0 mm
	sep _{min} = 25.0 mm CUMPLE
	sep _{máx} = 300.0 mm CUMPLE

PROYECTO:ETAP SANTILLANA			
ELEMENTO:ARMADURA VERTICAL . MURO FRONTAL CÁMARA PREOZONIZACIÓN			
COMPROBACIÓN DE ELU DE FLEXIÓN Y CORTANTE Y ELS DE FISURACIÓN SEGÚN EHE-08			
CÁLCULOS:			
FLEXIÓN:			
η	=	1	ARTÍCULO 39.5 [DIAGRAMA RECTANGULAR]
λ	=	0.8	ARTÍCULO 39.5 [DIAGRAMA RECTANGULAR]
T	=	436.96 kN/m	TRACCIÓN EN LA ARMADURA (M_u)
x	=	5.7 cm	PROFUNDIDAD FIBRA NEUTRA
$\lambda(x) \cdot h$	=	4.60 cm	PROFUNDIDAD FICTICIA DE COMPRESIÓN UNIFORME ($\eta \cdot FCD$) [D. RECTANGULAR]
d	=	29.20 cm	PROFUNDIDAD DE CÁLCULO ARMADURA PASIVA
d'	=	5.80 cm	ALTURA DE CÁLCULO ARMADURA PASIVA
E_{cm}	=	28576.7910 MPa	ART. 39.6: MÓDULO DE DEFORMACIÓN LONGITUDINAL DEL HORMIGÓN
n	=	7.00	ANEJO 8, 2.2: COEFICIENTE DE EQUIVALENCIA (ACERO-HORMIGÓN) [$n = E_s/E_{cm}$]
$f_{ct,m}$	=	2.90 MPa	ART 39.1: RESISTENCIA MEDIA A TRACCIÓN
$f_{ct,m,fl}$	=	3.62 MPa	ART 39.1: RESISTENCIA MEDIA A FLEXOTRACCIÓN
ρ_1	=	3.44 ‰	ANEJO 8, 2.2: CUANTÍA GEOMÉTRICA ARMADURA DE TRACCIÓN
ρ_2	=	0.00 ‰	ANEJO 8, 2.2: CUANTÍA GEOMÉTRICA ARMADURA DE COMPRESIÓN
c	=	50 mm	RECUBRIMIENTO [DIST. SUP EXTERIOR SECCIÓN A BARRAS CORRUGADAS]
f_{cd}	=	20.00 MPa	ART. 39.4: RESISTENCIA DE CÁLCULO DEL HORMIGÓN EN COMPRESIÓN
f_{yd}	=	434.78 MPa	ART. 38.3: RESISTENCIA DE CÁLCULO DEL ACERO
A_R	=	3560.29 cm ²	ÁREA DE LA SECCIÓN REDUCIDA
M_e	=	61599.66343 cm ³	MOMENTO ESTÁTICO DE LA SECCIÓN REDUCIDA
y_G	=	17.30 cm	ALTURA DE LA FIBRA NEUTRA EN LA SECCIÓN REDUCIDA
$W_{1,r}$	=	21119.35 cm ³	MÓDULO RESISTENTE DE LA SECCIÓN REDUCIDA
$W_{1,b}$	=	20416.67 cm ³	MÓDULO RESISTENTE DE LA SECCIÓN BRUTA
z	=	26.90 cm	BRAZO MECÁNICO DE LA SECCIÓN [$Z=d-0,5 \cdot (\lambda(x) \cdot h)$]
A_s	=	10.05 cm ² /m	ÁREA DE ACERO POR METRO (TRACCIÓN)
SECCIÓN SIN FISURAR			
x_G	=	17.70 cm	PROFUNDIDAD DE LA FIBRA NEUTRA EN LA SECCIÓN SIN FISURAR
I_G	=	365404.58 cm ⁴ /m	MOMENTO DE INERCIA DE LA SECCIÓN SIN FISURAR
SECCIÓN FISURADA:			
X	=	5.74 cm	PROFUNDIDAD DE LA FIBRA NEUTRA EN LA SECCIÓN FISURADA
I_f	=	45015.34 cm ⁴ /m	MOMENTO DE INERCIA DE LA SECCIÓN FISURADA
CORTANTE:			
ξ	=	1.83	ART44.2.3.2.1.2
ρ_1	=	3.44 ‰	ART44.2.3.2.1.2: CUANTÍA GEOMÉTRICA ARMADURA PRINCIPAL DE TRACCIÓN
σ'_{cd}	=	0.00 MPa/m	ART44.2.3.2.1.2: TENSIÓN AXIAL MEDIA EN EL ALMA DE LA SECCIÓN (COMP. =+)
f_{1cd}	=	12 MPa	ART44.2.3.1: RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN
K	=	1.00	ART44.2.3.1: COEFICIENTE QUE DEPENDE DEL ESFUERZO AXIL
$\cotg \theta$	=	1	ART44.2.3.1: COTAG DEL ÁNGULO QUE FORMAN LAS BIELAS DE COMPRESIÓN
$\cotg \alpha$	=	0	ART44.2.3.1: COTAG DEL ÁNGULO QUE FORMAN LAS ARMADURAS CON EL EJE
f_{cv}	=	30.00 MPa	ART44.2.3.2.1.2: RESISTENCIA EFECTIVA DEL HORMIGÓN A CORTANTE
$f_{ct,k}$	=	2.03 MPa	ART39.1: RESISTENCIA CARACTERÍSTICA INFERIOR A TRACCIÓN
$f_{ct,d}$	=	1.35 MPa	ART39.4: RESISTENCIA DE CÁLCULO A TRACCIÓN DEL HORMIGÓN
S	=	15661.16836 cm ³	ART44.2.3.1: MOMENTO ESTÁTICO DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL
σ'_{cd}	=	0.00 MPa/m	ART44.2.3.2.1.2: RESIST. EFECTIVA DEL HORMIGÓN A CORTANTE (COMPRES=+)
FISURACIÓN:			
s	=	200 mm	ART 49.2.4: DISTANCIA ENTRE BARRAS LONGITUDINALES (NO MAYOR QUE 15Ø)
$A_{c,ef}$	=	875 cm ²	ART 49.2.4: ÁREA DE HORMIGÓN DE LA ZONA DE REC. EF. EN LA A. FISURAS
A_s	=	10.05 cm ²	ART 49.2.4: ÁREA DE ARMADURAS SITUADAS EN EL ÁREA $A_{c,ef}$
s_m	=	209.7 mm	ART. 49.2.4: SEPARACIÓN MEDIA DE FISURAS
ϵ_{sm}	=	0.246 ‰	ART. 49.2.4: ALARGAMIENTO MEDIO DE LAS ARMADURAS (CON COLAB. HORM)
σ_{sr}	=	278.85 MPa	ART 49.2.4: TENSIÓN DE LA A. EN LA S. FISURADA CON $f_{ct,m,fl}$ EN F.EXTREMA
σ_s	=	123.24 MPa	ART 49.2.4: TENSIÓN DE SERVICIO DE LA ARMADURA EN SECCIÓN FISURADA
MASA NOMINAL (CUANTÍA ACERO):			
$A_{s,trac}$	=	10.05 cm ² /m	ÁREA DE ACERO TRACCIONADO
$MASAn$	=	22.57 kg/m ³	MASA NOMINAL SEGÚN UNE10080

Cuantías de acero según EHE-08 y UNE-EN 10080

PROYECTO: ETAP SANTILLANA

ELEMENTO: CUANTÍA MURO FRONTAL CÁMARA FROZONIZACIÓN

DATOS:

RESULTADOS:

HORMIGÓN

ESPESOR = 35 cm

ACERO

MASA = MÁXIMA [SEGÚN UNE-EN 10080 (VER NOTA 2)]

CARA 1 ARMADURA 1: SEPARACIÓN

1 Ø16 / 25.0 cm

CUANTÍA CARA 1 ARMADURA 1:

→ 18.9 kg/m³

CARA 1 ARMADURA 2: SEPARACIÓN

1 Ø16 / 20.0 cm

CUANTÍA CARA 1 ARMADURA 2:

→ 23.6 kg/m³

CARA 2 ARMADURA 1: SEPARACIÓN

1 Ø16 / 25.0 cm

CUANTÍA CARA 2 ARMADURA 1:

→ 18.9 kg/m³

CARA 2 ARMADURA 2: SEPARACIÓN

1 Ø16 / 20.0 cm

CUANTÍA CARA 2 ARMADURA 2:

→ 23.6 kg/m³

CUANTÍA TOTAL:

84.9 kg/m³

Δ POR SOLAPES, RECORTES Y ANCLAJES:

→ 12.7 kg/m³

CUANTÍA MAYORADA:

97.7 kg/m³

% MAYORACIÓN = 15 %

5 = 100 kg/m³

% MAYORACIÓN: MAYORACIÓN POR SOLAPES, RECORTES Y ANCLAJES

NOTAS:

1) EHE-08 (ART 32.1): LAS SECCIONES NOMINALES Y LAS MASAS NOMINALES POR METRO SERÁN LAS ESTABLECIDAS EN LA TABLA 6 DE LA UNE-EN 10080.

2) UNE-EN 10080 (AP. 7.3.2): LA DESVIACIÓN ADMISIBLE CON RELACIÓN AL VALOR NOMINAL DE MASA POR METRO NO DEBE SER SUPERIOR A ±4,5% PARA DIÁMETROS NOMINALES SUPERIORES A 8,0 mm NI A ±6% PARA DIÁMETROS NOMINALES INFERIORES O IGUALES A 8,0 mm.

Armado del Muro Lateral (Horizontal):

PROYECTO: ETAP SANTILLANA	
ELEMENTO: ARMADURA HORIZONTAL . MURO LATERAL CÁMARA PREOZONIZACIÓN	
COMPROBACIÓN DE ELU DE FLEXIÓN Y CORTANTE Y ELS DE FISURACIÓN SEGÚN EHE-08	
DATOS:	
GEOMETRÍA	
ESPESOR DE HORMIGÓN	e = 35 cm
H =	
ESFUERZOS PÉSIMOS ELU :	
MOMENTO DE CÁLCULO:	Md = 53.2 kNm/m
CORTANTE DE CÁLCULO:	Vd = 45.0 kN/m
ESFUERZO PÉSIMO ELS FISURACIÓN:	
M, CUASI PERMANENTE	Mk = 35.4 kNm/m
CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS:	
RESISTENCIA CARACTERÍSTICA DE CÁLCULO	f _{ck} = 30 MPa
LÍMITE ELÁSTICO DEL ACERO	f _{yk} = 500 MPa
RECUBRIMIENTO (PARA MENTO EXTERIOR A ARMADURA)	c = 5.00 cm
ARMADURA TRACCIÓN:	ARMADURA DISPUESTA:
1Ø16/25	A _s = 8.04 cm ² /m
ARMADURA COMPRESIÓN:	A' _s = 0.00 cm ² /m
ELS FISURACIÓN (PARÁMETROS):	
ABERTURA CARACTERÍSTICA DE FISURA:	w _{máx} = 0.1 mm
COEF. INFLUENCIA DEL DIAGRAMA DE TRACCIONES	K ₁ = 0.125
COEF. DURACIÓN DE LA CARGA	K ₂ = 0.50
COEF. ABERTURA MEDIA DE FISURA / VALOR CARACT.	β = 1.7
COEFS. DE MINORACIÓN DE RESISTENCIA:	
COEF. MINORACIÓN RESISTENCIA DEL HORMIGÓN	γ _c = 1.50 α _{ct} = 1
COEF. MINORACIÓN RESISTENCIA DEL ACERO	γ _s = 1.15
DIÁMETRO MÁXIMO DEL ÁRIDO:	DM = 20.0 mm
RESULTADOS:	
ELU (FLEXIÓN Y CORTANTE):	
ESFUERZOS ÚLTIMOS DE LA SECCIÓN:	
MOMENTO ÚLTIMO DE LA SECCIÓN	M _u = 94.81 kNm/m CUMPLE
CORTANTE ÚLTIMO DE LA SECCIÓN	V _u = 197.58 kN/m CUMPLE
CORTANTE DE AGOTAMIENTO POR C. OBLICUA DEL ALMA	V _{u1} = 1752.00 kN/m
CORTANTE DE AGOTAMIENTO POR TRACCIÓN EN EL ALMA	V _{u2} = 197.58 kN/m
ARMADURA DE CORTANTE:	
ÁNGULO DE LAS ARMADURAS CON EL EJE DE LA PIEZA	α = - °
ÁNGULO DE LAS BIELAS DE COMPRESIÓN EN EL HORMIGÓN	θ = 45 °
AXIL DE CÁLCULO (COMPRESIÓN +)	N _d = 0.00 kN/m
CONTRIBUCIÓN DEL HORMIGÓN A LA RESISTENCIA A V	V _{cu} = - kN/m
CONTRIBUCIÓN DEL ACERO A LA RESISTENCIA A V	V _{su} = - kN/m
ÁREA POR UNIDAD DE LONGITUD DE ACERO NECESARIO	A _α = - cm ² /m
ELS (FISURACIÓN):	
ABERTURA DE FISURA CARACTERÍSTICA:	w _k = - mm CUMPLE
TENSIONES CÁLCULO ABERTURA DE FISURA:	→ NO ES NECESARIO COMPROBAR ELS oft < fct,m,fl)
σ _{sr} = 343.95 MPa	
σ _s = 160.45 MPa	
TENSIÓN EN FIBRA TRACCIONADA PÉSIMA:	σ _{ft} = 1.69 MPa
TIPO DE FISURA (SEGÚN EUROCÓDIGO 2-4):	-
MOMENTO DE FISURACIÓN (f _{ct} , m, fl):	M _{fis} = 75.96 kNm/m
CUANTÍA GEOMÉTRICA MÍNIMA:	A _{s min,g} = 5.60 cm ² /m CUMPLE
CUANTÍA MECÁNICA MÍNIMA:	A _{s min,m} = 0.00 cm ² /m CUMPLE
A PARTIR DE CUANTÍA MÍNIMA MECÁNICA REDUCIDA	A _{s,nec} = 0.00 cm ² /m
	α = 1.50
SEPARACIÓN ENTRE BARRAS:	sep _{barras} = 234.0 mm
	sep _{min} = 25.0 mm CUMPLE
	sep _{máx} = 300.0 mm CUMPLE

PROYECTO:ETAP SANTILLANA			
ELEMENTO:ARMADURA HORIZONTAL . MURO LATERAL CÁMARA PREOZONIZACIÓN			
COMPROBACIÓN DE ELU DE FLEXIÓN Y CORTANTE Y ELS DE FISURACIÓN SEGUN EHE-08			
CÁLCULOS:			
FLEXIÓN:			
η	=	1	ARTÍCULO 39.5 [DIAGRAMA RECTANGULAR]
λ	=	0.8	ARTÍCULO 39.5 [DIAGRAMA RECTANGULAR]
T	=	349.57 kN/m	TRACCIÓN EN LA ARMADURA (M_u)
x	=	5.2 cm	PROFUNDIDAD FIBRA NEUTRA
$\lambda(x) \cdot h$	=	4.16 cm	PROFUNDIDAD FICTICIA DE COMPRESIÓN UNIFORME ($\eta \cdot FCD$) [D. RECTANGULAR]
d	=	29.20 cm	PROFUNDIDAD DE CÁLCULO ARMADURA PASIVA
d'	=	5.80 cm	ALTURA DE CÁLCULO ARMADURA PASIVA
E_{cm}	=	28576.7910 MPa	ART. 39.6: MÓDULO DE DEFORMACIÓN LONGITUDINAL DEL HORMIGÓN
n	=	7.00	ANEJO 8, 2.2: COEFICIENTE DE EQUIVALENCIA (ACERO-HORMIGÓN) [$n = E_s/E_{cm}$]
$f_{ct,m}$	=	2.90 MPa	ART 39.1: RESISTENCIA MEDIA A TRACCIÓN
$f_{ct,m,fl}$	=	3.62 MPa	ART 39.1: RESISTENCIA MEDIA A FLEXOTRACCIÓN
ρ_1	=	2.75 ‰	ANEJO 8, 2.2: CUANTÍA GEOMÉTRICA ARMADURA DE TRACCIÓN
ρ_2	=	0.00 ‰	ANEJO 8, 2.2: CUANTÍA GEOMÉTRICA ARMADURA DE COMPRESIÓN
c	=	50 mm	RECUBRIMIENTO [DIST. SUP EXTERIOR SECCIÓN A BARRAS CORRUGADAS]
f_{cd}	=	20.00 MPa	ART. 39.4: RESISTENCIA DE CÁLCULO DEL HORMIGÓN EN COMPRESIÓN
f_{yd}	=	434.78 MPa	ART. 38.3: RESISTENCIA DE CÁLCULO DEL ACERO
A_R	=	3548.23 cm ²	AREA DE LA SECCIÓN REDUCIDA
M_e	=	61529.73075 cm ³	MOMENTO ESTÁTICO DE LA SECCIÓN REDUCIDA
y_G	=	17.34 cm	ALTURA DE LA FIBRA NEUTRA EN LA SECCIÓN REDUCIDA
$W_{1,r}$	=	20979.46 cm ³	MÓDULO RESISTENTE DE LA SECCIÓN REDUCIDA
$W_{1,b}$	=	20416.67 cm ³	MÓDULO RESISTENTE DE LA SECCIÓN BRUTA
z	=	27.12 cm	BRAZO MECÁNICO DE LA SECCIÓN [$z=d-0,5 \cdot (\lambda(x) \cdot h)$]
A_s	=	8.04 cm ² /m	ÁREA DE ACERO POR METRO (TRACCIÓN)
SECCIÓN SIN FISURAR:			
x_G	=	17.66 cm	PROFUNDIDAD DE LA FIBRA NEUTRA EN LA SECCIÓN SIN FISURAR
I_G	=	363804.05 cm ⁴ /m	MOMENTO DE INERCIA DE LA SECCIÓN SIN FISURAR
SECCIÓN FISURADA:			
X	=	5.20 cm	PROFUNDIDAD DE LA FIBRA NEUTRA EN LA SECCIÓN FISURADA
I_f	=	37098.13 cm ⁴ /m	MOMENTO DE INERCIA DE LA SECCIÓN FISURADA
CORTANTE:			
ξ	=	1.83	ART44.2.3.2.1.2
ρ_l	=	2.75 ‰	ART44.2.3.2.1.2: CUANTÍA GEOMÉTRICA ARMADURA PRINCIPAL DE TRACCIÓN
σ'_{cd}	=	0.00 MPa/m	ART44.2.3.2.1.2: TENSIÓN AXIAL MEDIA EN EL ALMA DE LA SECCIÓN (COMP. =+)
f_{1cd}	=	12 MPa	ART44.2.3.1: RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN
K	=	1.00	ART44.2.3.1: COEFICIENTE QUE DEPENDE DEL ESFUERZO AXIL
$\cotg \theta$	=	1	ART44.2.3.1: COTAG DEL ÁNGULO QUE FORMAN LAS BIELAS DE COMPRESIÓN
$\cotg \alpha$	=	0	ART44.2.3.1: COTAG DEL ÁNGULO QUE FORMAN LAS ARMADURAS CON EL EJE
f_{cv}	=	30.00 MPa	ART44.2.3.2.1.2: RESISTENCIA EFECTIVA DEL HORMIGÓN A CORTANTE
$f_{ct,k}$	=	2.03 MPa	ART39.1: RESISTENCIA CARACTERÍSTICA INFERIOR A TRACCIÓN
$f_{ct,d}$	=	1.35 MPa	ART39.4: RESISTENCIA DE CÁLCULO A TRACCIÓN DEL HORMIGÓN
S	=	15592.07176 cm ³	ART44.2.3.1: MOMENTO ESTÁTICO DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL
σ'_{cd}	=	0.00 MPa/m	ART44.2.3.2.1.2: RESIST. EFECTIVA DEL HORMIGÓN A CORTANTE (COMPRES=+)
FISURACIÓN:			
s	=	240 mm	ART 49.2.4: DISTANCIA ENTRE BARRAS LONGITUDINALES (NO MAYOR QUE 15Ø)
$A_{c,ef}$	=	875 cm ²	ART 49.2.4: ÁREA DE HORMIGÓN DE LA ZONA DE REC. EF. EN LA A. FISURAS
A_s	=	8.04 cm ²	ART 49.2.4: ÁREA DE ARMADURAS SITUADAS EN EL ÁREA $A_{c,ef}$
s_m	=	235.1 mm	ART. 49.2.4: SEPARACIÓN MEDIA DE FISURAS
ϵ_{sm}	=	0.321 ‰	ART. 49.2.4: ALARGAMIENTO MEDIO DE LAS ARMADURAS (CON COLAB. HORM)
σ_{sr}	=	343.95 MPa	ART 49.2.4: TENSIÓN DE LA A. EN LA S. FISURADA CON $f_{ct,m,fl}$ EN F.EXTREMA
σ_s	=	160.45 MPa	ART 49.2.4: TENSIÓN DE SERVICIO DE LA ARMADURA EN SECCIÓN FISURADA
MASA NOMINAL (CUANTÍA ACERO):			
$A_{s,trac}$	=	8.04 cm ² /m	AREA DE ACERO TRACCIONADO
$MASAn$	=	18.06 kg/m ³	MASA NOMINAL SEGUN UNE10080

Armado del Muro Lateral (Vertical):

PROYECTO: ETAP SANTILLANA	
ELEMENTO: ARMADURA VERTICAL . MURO LATERAL CÁMARA PREOZONIZACIÓN	
COMPROBACIÓN DE ELU DE FLEXIÓN Y CORTANTE Y ELS DE FISURACIÓN SEGÚN EHE-08	
DATOS:	
GEOMETRÍA	
ESPESOR DE HORMIGÓN	e = 35 cm
H =	
ESFUERZOS PÉSIMOS ELU :	
MOMENTO DE CÁLCULO:	Md = 85.6 kNm/m
CORTANTE DE CÁLCULO:	Vd = 14.5 kN/m
ESFUERZO PÉSIMO ELS FISURACIÓN:	
M. CUASIPERMANENTE	Mk = 57.1 kNm/m
CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS:	
RESISTENCIA CARACTERÍSTICA DE CÁLCULO	f _{ck} = 30 MPa
LÍMITE ELÁSTICO DEL ACERO	f _{yk} = 500 MPa
RECUBRIMIENTO (PARA MENTO EXTERIOR A ARMADURA)	c = 5.00 cm
ARMADURA TRACCIÓN:	
1Ø16/20	ARMADURA DISPUESTA:
	A _s = 10.05 cm ² /m
ARMADURA COMPRESIÓN:	
-	A' _s = 0.00 cm ² /m
ELS FISURACIÓN (PARÁMETROS):	
ABERTURA CARACTERÍSTICA DE FISURA:	w _{máx} = 0.1 mm
COEF. INFLUENCIA DEL DIAGRAMA DE TRACCIONES	K ₁ = 0.125
COEF. DURACIÓN DE LA CARGA	K ₂ = 0.50
COEF. ABERTURA MEDIA DE FISURA / VALOR CARACT.	β = 1.7
COEFS. DE MINORACIÓN DE RESISTENCIA:	
COEF. MINORACIÓN RESISTENCIA DEL HORMIGÓN	γ _c = 1.50 α _{ct} = 1
COEF. MINORACIÓN RESISTENCIA DEL ACERO	γ _s = 1.15
DIÁMETRO MÁXIMO DEL ÁRIDO:	DM = 20.0 mm
RESULTADOS:	
ELU (FLEXIÓN Y CORTANTE):	
ESFUERZOS ÚLTIMOS DE LA SECCIÓN:	
MOMENTO ÚLTIMO DE LA SECCIÓN	M _u = 117.55 kNm/m CUMPLE
CORTANTE ÚLTIMO DE LA SECCIÓN	V _u = 197.58 kN/m CUMPLE
CORTANTE DE AGOTAMIENTO POR C. OBLICUA DEL ALMA	V _{u1} = 1752.00 kN/m
CORTANTE DE AGOTAMIENTO POR TRACCIÓN EN EL ALMA	V _{u2} = 197.58 kN/m
ARMADURA DE CORTANTE:	
ÁNGULO DE LAS ARMADURAS CON EL EJE DE LA PIEZA	α = - °
ÁNGULO DE LAS BIELAS DE COMPRESIÓN EN EL HORMIGÓN	θ = 45 °
AXIL DE CÁLCULO (COMPRESIÓN +)	N _d = 0.00 kN/m
CONTRIBUCIÓN DEL HORMIGÓN A LA RESISTENCIA A V	V _{cu} = - kN/m
CONTRIBUCIÓN DEL ACERO A LA RESISTENCIA A V	V _{su} = - kN/m
ÁREA POR UNIDAD DE LONGITUD DE ACERO NECESARIO	A _α = - cm ² /m
ELS (FISURACIÓN):	
ABERTURA DE FISURA CARACTERÍSTICA:	w _k = - mm CUMPLE
TENSIONES CÁLCULO ABERTURA DE FISURA: → NO ES NECESARIO COMPROBAR ELS σ _{ft} < f _{ct,m} , f _{ti})	
σ _{sr} = 278.85 MPa	
σ _s = 208.06 MPa	
TENSION EN FIBRA TRACCIONADA PÉSIMA:	
TIPO DE FISURA (SEGÚN EUROCÓDIGO 2-4):	σ _{ft} = 2.70 MPa
MOMENTO DE FISURACIÓN (f _{ct} , m, f _{ti}):	M _{frs} = 76.46 kNm/m
CUANTÍA GEOMÉTRICA MÍNIMA:	A _{s min,g} = 3.15 cm ² /m CUMPLE
CUANTÍA MECÁNICA MÍNIMA:	A _{s min,m} = 0.00 cm ² /m CUMPLE
A PARTIR DE CUANTÍA MÍNIMA MECÁNICA REDUCIDA	A _{s,nec} = 0.00 cm ² /m
	α = 1.50
SEPARACIÓN ENTRE BARRAS:	
sep _{barras} = 184.0 mm	
sep _{mín} = 25.0 mm CUMPLE	
sep _{máx} = 300.0 mm CUMPLE	

PROYECTO:ETAP SANTILLANA			
ELEMENTO:ARMADURA VERTICAL . MURO LATERAL CÁMARA PREOZONIZACIÓN			
COMPROBACIÓN DE ELU DE FLEXIÓN Y CORTANTE Y ELS DE FISURACIÓN SEGÚN EHE-08			
CÁLCULOS:			
FLEXIÓN:			
η	=	1	ARTÍCULO 39.5 [DIAGRAMA RECTANGULAR]
λ	=	0.8	ARTÍCULO 39.5 [DIAGRAMA RECTANGULAR]
T	=	436.96 kN/m	TRACCIÓN EN LA ARMADURA (M_u)
x	=	5.7 cm	PROFUNDIDAD FIBRA NEUTRA
$\lambda(x) \cdot h$	=	4.60 cm	PROFUNDIDAD FICTICIA DE COMPRESIÓN UNIFORME (η FCD) [D. RECTANGULAR]
d	=	29.20 cm	PROFUNDIDAD DE CÁLCULO ARMADURA PASIVA
d'	=	5.80 cm	ALTURA DE CÁLCULO ARMADURA PASIVA
E_{cm}	=	28576.7910 MPa	ART. 39.6: MÓDULO DE DEFORMACIÓN LONGITUDINAL DEL HORMIGÓN
n	=	7.00	ANEJO 8, 2.2: COEFICIENTE DE EQUIVALENCIA (ACERO-HORMIGÓN) [$n = E_s/E_{cm}$]
$f_{ct,m}$	=	2.90 MPa	ART 39.1: RESISTENCIA MEDIA A TRACCIÓN
$f_{ct,m,\eta}$	=	3.62 MPa	ART 39.1: RESISTENCIA MEDIA A FLEXOTRACCIÓN
ρ_1	=	3.44 ‰	ANEJO 8, 2.2: CUANTÍA GEOMÉTRICA ARMADURA DE TRACCIÓN
ρ_2	=	0.00 ‰	ANEJO 8, 2.2: CUANTÍA GEOMÉTRICA ARMADURA DE COMPRESIÓN
c	=	50 mm	RECUBRIMIENTO [DIST. SUP EXTERIOR SECCIÓN A BARRAS CORRUGADAS]
f_{cd}	=	20.00 MPa	ART. 39.4: RESISTENCIA DE CÁLCULO DEL HORMIGÓN EN COMPRESIÓN
f_{yd}	=	434.78 MPa	ART. 38.3: RESISTENCIA DE CÁLCULO DEL ACERO
A_R	=	3560.29 cm ²	AREA DE LA SECCIÓN REDUCIDA
M_e	=	61599.66343 cm ³	MOMENTO ESTÁTICO DE LA SECCIÓN REDUCIDA
y_G	=	17.30 cm	ALTURA DE LA FIBRA NEUTRA EN LA SECCIÓN REDUCIDA
$W_{l,r}$	=	21119.35 cm ³	MÓDULO RESISTENTE DE LA SECCIÓN REDUCIDA
$W_{l,b}$	=	20416.67 cm ³	MÓDULO RESISTENTE DE LA SECCIÓN BRUTA
z	=	26.90 cm	BRAZO MECÁNICO DE LA SECCIÓN [$z=d-0,5 \cdot (\lambda(x) \cdot h)$]
A_s	=	10.05 cm ² /m	ÁREA DE ACERO POR METRO (TRACCIÓN)
SECCIÓN SIN FISURAR:			
x_G	=	17.70 cm	PROFUNDIDAD DE LA FIBRA NEUTRA EN LA SECCIÓN SIN FISURAR
I_G	=	365404.58 cm ⁴ /m	MOMENTO DE INERCIA DE LA SECCIÓN SIN FISURAR
SECCIÓN FISURADA:			
X	=	5.74 cm	PROFUNDIDAD DE LA FIBRA NEUTRA EN LA SECCIÓN FISURADA
I_f	=	45015.34 cm ⁴ /m	MOMENTO DE INERCIA DE LA SECCIÓN FISURADA
CORTANTE:			
ξ	=	1.83	ART44.2.3.2.1.2
ρ_1	=	3.44 ‰	ART44.2.3.2.1.2: CUANTÍA GEOMÉTRICA ARMADURA PRINCIPAL DE TRACCIÓN
σ'_{cd}	=	0.00 MPa/m	ART44.2.3.2.1.2: TENSIÓN AXIAL MEDIA EN EL ALMA DE LA SECCIÓN (COMP. =+)
f_{1cd}	=	12 MPa	ART44.2.3.1: RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN
K	=	1.00	ART44.2.3.1: COEFICIENTE QUE DEPENDE DEL ESFUERZO AXIL
$\cotg \theta$	=	1	ART44.2.3.1: COTAG DEL ÁNGULO QUE FORMAN LAS BIELAS DE COMPRESIÓN
$\cotg \alpha$	=	0	ART44.2.3.1: COTAG DEL ÁNGULO QUE FORMAN LAS ARMADURAS CON EL EJE
f_{cv}	=	30.00 MPa	ART44.2.3.2.1.2: RESISTENCIA EFECTIVA DEL HORMIGÓN A CORTANTE
$f_{ct,k}$	=	2.03 MPa	ART39.1: RESISTENCIA CARACTERÍSTICA INFERIOR A TRACCIÓN
$f_{ct,d}$	=	1.35 MPa	ART39.4: RESISTENCIA DE CÁLCULO A TRACCIÓN DEL HORMIGÓN
S	=	15661.16836 cm ³	ART44.2.3.1: MOMENTO ESTÁTICO DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL
σ'_{cd}	=	0.00 MPa/m	ART44.2.3.2.1.2: RESIST. EFECTIVA DEL HORMIGÓN A CORTANTE (COMPRES=+)
FISURACIÓN:			
s	=	200 mm	ART 49.2.4: DISTANCIA ENTRE BARRAS LONGITUDINALES (NO MAYOR QUE 15 ϕ)
$A_{c,ef}$	=	875 cm ²	ART 49.2.4: ÁREA DE HORMIGÓN DE LA ZONA DE REC. EF. EN LA A. FISURAS
A_s	=	10.05 cm ²	ART 49.2.4: ÁREA DE ARMADURAS SITUADAS EN EL ÁREA $A_{c,ef}$
s_m	=	209.7 mm	ART. 49.2.4: SEPARACIÓN MEDIA DE FISURAS
ϵ_{sm}	=	0.416 ‰	ART. 49.2.4: ALARGAMIENTO MEDIO DE LAS ARMADURAS (CON COLAB. HORM)
σ_{sr}	=	278.85 MPa	ART 49.2.4: TENSIÓN DE LA A. EN LA S. FISURADA CON $f_{ct,m,\eta}$ EN F.EXTREMA
σ_s	=	208.06 MPa	ART 49.2.4: TENSIÓN DE SERVICIO DE LA ARMADURA EN SECCIÓN FISURADA
MASA NOMINAL (CUANTÍA ACERO):			
$A_{s,trac}$	=	10.05 cm ² /m	AREA DE ACERO TRACCIONADO
$MASAn$	=	22.57 kg/m ³	MASA NOMINAL SEGÚN UNE10080

Cuantías de acero según EHE-08 y UNE-EN 10080

PROYECTO: ETAP SANTILLANA

ELEMENTO: CUANTÍA MURO LATERAL CÁMARA PREOZONIZACIÓN

DATOS:

RESULTADOS:

HORMIGÓN

ESPESOR = 35 cm

ACERO

MASA = MÁXIMA [SEGÚN UNE-EN 10080 (VER NOTA 2)]

CARA 1 ARMADURA 1: SEPARACIÓN

1 Ø16 / 25.0 cm

CUANTÍA CARA 1 ARMADURA 1:

→ 18.9 kg/m³

CARA 1 ARMADURA 2: SEPARACIÓN

1 Ø16 / 20.0 cm

CUANTÍA CARA 1 ARMADURA 2:

→ 23.6 kg/m³

CARA 2 ARMADURA 1: SEPARACIÓN

1 Ø16 / 25.0 cm

CUANTÍA CARA 2 ARMADURA 1:

→ 18.9 kg/m³

CARA 2 ARMADURA 2: SEPARACIÓN

1 Ø16 / 20.0 cm

CUANTÍA CARA 2 ARMADURA 2:

→ 23.6 kg/m³

CUANTÍA TOTAL:

84.9 kg/m³

Δ POR SOLAPES, RECORTES Y ANCLAJES:

→ 12.7 kg/m³

CUANTÍA MAYORADA:

97.7 kg/m³

% MAYORACIÓN = 15 %

* 5 = 100 kg/m³

% MAYORACIÓN: MAYORACIÓN POR SOLAPES, RECORTES Y ANCLAJES

NOTAS:

1) EHE-08 (ART 32.1): LAS SECCIONES NOMINALES Y LAS MASAS NOMINALES POR METRO SERÁN LAS ESTABLECIDAS EN LA TABLA 6 DE LA UNE-EN 10080.

2) UNE-EN 10080 (AP. 7.3.2): LA DESVIACIÓN ADMISIBLE CON RELACIÓN AL VALOR NOMINAL DE MASA POR METRO NO DEBE SER SUPERIOR A ±4,5% PARA DIÁMETROS NOMINALES SUPERIORES A 8,0 mm, NI A ±6% PARA DIÁMETROS NOMINALES INFERIORES O IGUALES A 8,0 mm.

Armado del Muro Vertedero (Horizontal):

PROYECTO: ETAP SANTILLANA	
ELEMENTO: ARMADURA HORIZONTAL . MURO VERTEDERO CÁMARA PREOZONIZACIÓN	
COMPROBACIÓN DE ELU DE FLEXIÓN Y CORTANTE Y ELS DE FISURACIÓN SEGÚN EHE-08	

DATOS:

GEOMETRÍA	
ESPESOR DE HORMIGÓN	e = 35 cm
ESFUERZOS PÉSIMOS ELU:	
MOMENTO DE CÁLCULO:	Md = 70.6 kNm/m
CORTANTE DE CÁLCULO:	Vd = 82.9 kN/m
ESFUERZO PÉSIMO ELS FISURACIÓN:	
M. CUASI PERMANENTE:	Mk = 47.0 kNm/m
CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS:	
RESISTENCIA CARACTERÍSTICA DE CÁLCULO	f _{ck} = 30 MPa
LÍMITE ELÁSTICO DEL ACERO	f _{yk} = 500 MPa
RECUBRIMIENTO (PARA MENTO EXTERIOR A ARMADURA)	c = 5.00 cm
ARMADURA TRACCIÓN:	ARMADURA DISPUESTA:
1Ø16/25	A _s = 8.04 cm ² /m
ARMADURA COMPRESIÓN:	A' _s = 0.00 cm ² /m
ELS FISURACIÓN (PARÁMETROS):	
ABERTURA CARACTERÍSTICA DE FISURA:	w _{máx} = 0.1 mm
COEF. INFLUENCIA DEL DIAGRAMA DE TRACCIONES	K ₁ = 0.125
COEF. DURACIÓN DE LA CARGA	K ₂ = 0.50
COEF. ABERTURA MEDIA DE FISURA / VALOR CARACT.	β = 1.7
COEFS. DE MINORACIÓN DE RESISTENCIA:	
COEF. MINORACIÓN RESISTENCIA DEL HORMIGÓN	γ _c = 1.50 α _{ct} = 1
COEF. MINORACIÓN RESISTENCIA DEL ACERO	γ _s = 1.15
DIÁMETRO MÁXIMO DEL ÁRIDO:	DM = 20.0 mm

RESULTADOS:

ELU (FLEXIÓN Y CORTANTE):	
ESFUERZOS ÚLTIMOS DE LA SECCIÓN:	
MOMENTO ÚLTIMO DE LA SECCIÓN	M _u = 94.81 kNm/m CUMPLE
CORTANTE ÚLTIMO DE LA SECCIÓN	V _u = 197.58 kN/m CUMPLE
CORTANTE DE AGOTAMIENTO POR C. OBLICUA DEL ALMA	V _{u1} = 1752.00 kN/m
CORTANTE DE AGOTAMIENTO POR TRACCIÓN EN EL ALMA	V _{u2} = 197.58 kN/m
ARMADURA DE CORTANTE:	
ÁNGULO DE LAS ARMADURAS CON EL EJE DE LA PIEZA	α = - °
ÁNGULO DE LAS BIELAS DE COMPRESIÓN EN EL HORMIGÓN	θ = 45 °
AXIL DE CÁLCULO (COMPRESIÓN +)	N _d = 0.00 kN/m
CONTRIBUCIÓN DEL HORMIGÓN A LA RESISTENCIA A V	V _{cu} = - kN/m
CONTRIBUCIÓN DEL ACERO A LA RESISTENCIA A V	V _{su} = - kN/m
ÁREA POR UNIDAD DE LONGITUD DE ACERO NECESARIO	A _α = - cm ² /m
ELS (FISURACIÓN):	
ABERTURA DE FISURA CARACTERÍSTICA:	w _k = - mm CUMPLE
TENSIONES CÁLCULO ABERTURA DE FISURA:	→ NO ES NECESARIO COMPROBAR ELS σ _{ft} < f _{ct,m,fl})
σ _{sr} = 343.95 MPa	
σ _s = 212.98 MPa	
TENSIÓN EN FIBRA TRACCIONADA PÉSIMA:	σ _{ft} = 2.24 MPa
TIPO DE FISURA (SEGÚN EUROCÓDIGO 2-4):	M _{fls} = 75.96 kNm/m CUMPLE
MOMENTO DE FISURACIÓN (f _{ct,m,fl}):	A _{s min,g} = 5.60 cm ² /m CUMPLE
CUANTÍA GEOMÉTRICA MÍNIMA:	A _{s min,m} = 0.00 cm ² /m CUMPLE
CUANTÍA MECÁNICA MÍNIMA:	A _{s,nec} = 0.00 cm ² /m
A PARTIR DE CUANTÍA MÍNIMA MECÁNICA REDUCIDA	α = 1.50
SEPARACIÓN ENTRE BARRAS:	sep _{barras} = 234.0 mm
	sep _{min} = 25.0 mm CUMPLE
	sep _{máx} = 300.0 mm CUMPLE

PROYECTO:ETAP SANTILLANA			
ELEMENTO:ARMADURA HORIZONTAL . MURO VERTEDERO CÁMARA PREOZONIZACIÓN			
COMPROBACIÓN DE ELU DE FLEXIÓN Y CORTANTE Y ELS DE FISURACIÓN SEGÚN EHE-08			
CÁLCULOS:			
FLEXIÓN:			
η	=	1	ARTÍCULO 39.5 [DIAGRAMA RECTANGULAR]
λ	=	0.8	ARTÍCULO 39.5 [DIAGRAMA RECTANGULAR]
T	=	349.57 kN/m	TRACCIÓN EN LA ARMADURA (M_u)
x	=	5.2 cm	PROFUNDIDAD FIBRA NEUTRA
$\lambda(x) \cdot h$	=	4.16 cm	PROFUNDIDAD FICTICIA DE COMPRESIÓN UNIFORME (η FCD) [D. RECTANGULAR]
d	=	29.20 cm	PROFUNDIDAD DE CÁLCULO ARMADURA PASIVA
d'	=	5.80 cm	ALTURA DE CÁLCULO ARMADURA PASIVA
E_{cm}	=	28576.7910 MPa	ART. 39.6: MÓDULO DE DEFORMACIÓN LONGITUDINAL DEL HORMIGÓN
n	=	7.00	ANEJO 8, 2.2: COEFICIENTE DE EQUIVALENCIA (ACERO-HORMIGÓN) [$n = E_s/E_{cm}$]
$f_{ct,m}$	=	2.90 MPa	ART 39.1: RESISTENCIA MEDIA A TRACCIÓN
$f_{ct,m,fl}$	=	3.62 MPa	ART 39.1: RESISTENCIA MEDIA A FLEXOTRACCIÓN
ρ_1	=	2.75 ‰	ANEJO 8, 2.2: CUANTÍA GEOMÉTRICA ARMADURA DE TRACCIÓN
ρ_2	=	0.00 ‰	ANEJO 8, 2.2: CUANTÍA GEOMÉTRICA ARMADURA DE COMPRESIÓN
c	=	50 mm	RECRUBRIMIENTO [DIST. SUP EXTERIOR SECCIÓN A BARRAS CORRUGADAS]
f_{cd}	=	20.00 MPa	ART. 39.4: RESISTENCIA DE CÁLCULO DEL HORMIGÓN EN COMPRESIÓN
f_{yd}	=	434.78 MPa	ART. 38.3: RESISTENCIA DE CÁLCULO DEL ACERO
A_R	=	3548.23 cm ²	ÁREA DE LA SECCIÓN REDUCIDA
M_e	=	61529.73075 cm ³	MOMENTO ESTÁTICO DE LA SECCIÓN REDUCIDA
y_G	=	17.34 cm	ALTURA DE LA FIBRA NEUTRA EN LA SECCIÓN REDUCIDA
$W_{1,r}$	=	20979.46 cm ³	MÓDULO RESISTENTE DE LA SECCIÓN REDUCIDA
$W_{1,b}$	=	20416.67 cm ³	MÓDULO RESISTENTE DE LA SECCIÓN BRUTA
z	=	27.12 cm	BRAZO MECÁNICO DE LA SECCIÓN [$z=d-0,5 \cdot (\lambda(x) \cdot h)$]
A_s	=	8.04 cm ² /m	ÁREA DE ACERO POR METRO (TRACCIÓN)
SECCIÓN SIN FISURAR:			
x_G	=	17.66 cm	PROFUNDIDAD DE LA FIBRA NEUTRA EN LA SECCIÓN SIN FISURAR
I_G	=	363804.05 cm ⁴ /m	MOMENTO DE INERCIA DE LA SECCIÓN SIN FISURAR
SECCIÓN FISURADA:			
x	=	5.20 cm	PROFUNDIDAD DE LA FIBRA NEUTRA EN LA SECCIÓN FISURADA
I_f	=	37098.13 cm ⁴ /m	MOMENTO DE INERCIA DE LA SECCIÓN FISURADA
CORTANTE:			
ξ	=	1.83	ART44.2.3.2.1.2
ρ_1	=	2.75 ‰	ART44.2.3.2.1.2: CUANTÍA GEOMÉTRICA ARMADURA PRINCIPAL DE TRACCIÓN
σ'_{cd}	=	0.00 MPa/m	ART44.2.3.2.1.2: TENSIÓN AXIAL MEDIA EN EL ALMA DE LA SECCIÓN (COMP. +=)
f_{1cd}	=	12 MPa	ART44.2.3.1: RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN
K	=	1.00	ART44.2.3.1: COEFICIENTE QUE DEPENDE DEL ESFUERZO AXIL
$\cotg \theta$	=	1	ART44.2.3.1: COTAG DEL ÁNGULO QUE FORMAN LAS BIELAS DE COMPRESIÓN
$\cotg \alpha$	=	0	ART44.2.3.1: COTAG DEL ÁNGULO QUE FORMAN LAS ARMADURAS CON EL EJE
f_{cv}	=	30.00 MPa	ART44.2.3.2.1.2: RESISTENCIA EFECTIVA DEL HORMIGÓN A CORTANTE
$f_{ct,k}$	=	2.03 MPa	ART39.1: RESISTENCIA CARACTERÍSTICA INFERIOR A TRACCIÓN
$f_{ct,d}$	=	1.35 MPa	ART39.4: RESISTENCIA DE CÁLCULO A TRACCIÓN DEL HORMIGÓN
S	=	15592.07176 cm ³	ART44.2.3.1: MOMENTO ESTÁTICO DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL
σ'_{cd}	=	0.00 MPa/m	ART44.2.3.2.1.2: RESIST. EFECTIVA DEL HORMIGÓN A CORTANTE (COMPRES+=)
FISURACIÓN:			
s	=	240 mm	ART 49.2.4: DISTANCIA ENTRE BARRAS LONGITUDINALES (NO MAYOR QUE 15 ϕ)
$A_{c,ef}$	=	875 cm ²	ART 49.2.4: ÁREA DE HORMIGÓN DE LA ZONA DE REC. EF. EN LA A. FISURAS
A_s	=	8.04 cm ²	ART 49.2.4: ÁREA DE ARMADURAS SITUADAS EN EL ÁREA $A_{c,ef}$
s_m	=	235.1 mm	ART. 49.2.4: SEPARACIÓN MEDIA DE FISURAS
ϵ_{sm}	=	0.426 ‰	ART. 49.2.4: ALARGAMIENTO MEDIO DE LAS ARMADURAS (CON COLAB. HORM)
σ_{sr}	=	343.95 MPa	ART 49.2.4: TENSIÓN DE LA A. EN LA S. FISURADA CON $f_{ct,m,fl}$ EN F. EXTREMA
σ_s	=	212.98 MPa	ART 49.2.4: TENSIÓN DE SERVICIO DE LA ARMADURA EN SECCIÓN FISURADA
MASA NOMINAL (CUANTÍA ACERO):			
$A_{s,trac}$	=	8.04 cm ² /m	ÁREA DE ACERO TRACCIONADO
$MASAn$	=	18.06 kg/m ³	MASA NOMINAL SEGÚN UNE10080

Armado del Muro Vertedero (Vertical):

PROYECTO:ETAP SANTILLANA		
ELEMENTO:ARMADURA VERTICAL . MURO VERTEDERO CÁMARA PREOZONIZACIÓN		
COMPROBACIÓN DE ELU DE FLEXIÓN Y CORTANTE Y ELS DE FISURACIÓN SEGÚN EHE-08		
DATOS:		
GEOMETRÍA		
ESPESES DE HORMIGÓN	e =	35 cm
H =		
ESFUERZOS PÉSIMOS ELU :		
MOMENTO DE CÁLCULO:	Md =	121.5 kNm/m
CORTANTE DE CÁLCULO:	Vd =	131.4 kN/m
ESFUERZO PÉSIMO ELS FISURACIÓN:		
M. CUASIPERMANENTE	Mk =	81.0 kNm/m
CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS:		
RESISTENCIA CARACTERÍSTICA DE CÁLCULO	f _{ck} =	30 MPa
LÍMITE ELÁSTICO DEL ACERO	f _{yk} =	500 MPa
RECUBRIMIENTO (PARAMENTO EXTERIOR A ARMADURA)	c =	5.00 cm
ARMADURA TRACCIÓN:		
		1Ø20/20+1Ø16/20
ARMADURA COMPRESIÓN:		
		-
ELS FISURACIÓN (PARÁMETROS):		
ABERTURA CARACTERÍSTICA DE FISURA:	w _{máx} =	0.1 mm
COEF. INFLUENCIA DEL DIAGRAMA DE TRACCIONES	K ₁ =	0.125
COEF. DURACIÓN DE LA CARGA	K ₂ =	0.50
COEF. ABERTURA MEDIA DE FISURA /VALOR CARACT.	β =	1.7
COEFS. DE MINORACIÓN DE RESISTENCIA:		
COEF. MINORACIÓN RESISTENCIA DEL HORMIGÓN	γ _c =	1.50 α _{ct} = 1
COEF. MINORACIÓN RESISTENCIA DEL ACERO	γ _s =	1.15
DIÁMETRO MÁXIMO DEL ÁRIDO:	DM =	20.0 mm
RESULTADOS:		
ELU (FLEXIÓN Y CORTANTE):		
ESFUERZOS ÚLTIMOS DE LA SECCIÓN:		
MOMENTO ÚLTIMO DE LA SECCIÓN	M _u =	286.25 kNm/m
CORTANTE ÚLTIMO DE LA SECCIÓN	V _u =	196.68 kN/m
CORTANTE DE AGOTAMIENTO POR C. OBLICUA DEL ALMA	V _{u1} =	1740.00 kN/m
CORTANTE DE AGOTAMIENTO POR TRACCIÓN EN EL ALMA	V _{u2} =	196.68 kN/m
ARMADURA DE CORTANTE:		
ÁNGULO DE LAS ARMADURAS CON EL EJE DE LA PIEZA	α =	- °
ÁNGULO DE LAS BIELAS DE COMPRESIÓN EN EL HORMIGÓN	θ =	45 °
AXIL DE CÁLCULO (COMPRESIÓN +)	N _d =	0.00 kN/m
CONTRIBUCIÓN DEL HORMIGÓN A LA RESISTENCIA A V	V _{cu} =	- kN/m
CONTRIBUCIÓN DEL ACERO A LA RESISTENCIA A V	V _{su} =	- kN/m
ÁREA POR UNIDAD DE LONGITUD DE ACERO NECESARIO	A _α =	- cm ² /m
ELS (FISURACIÓN):		
ABERTURA DE FISURA CARACTERÍSTICA:	w _k =	0.09 mm
TENSIONES CÁLCULO ABERTURA DE FISURA:		
σ _{sr} =	119.14 MPa	
σ _s =	120.32 MPa	
TENSIÓN EN FIBRA TRACCIONADA PÉSIMA:	σ _{ft} =	3.66 MPa
TIPO DE FISURA (SEGÚN EUROCODIGO 2-4):		NO PASANTE
MOMENTO DE FISURACIÓN (f _{ct,lm,fi}):	M _{fs} =	80.20 kNm/m
CUANTÍA GEOMÉTRICA MÍNIMA:	A _{s min,g} =	3.15 cm ² /m
CUANTÍA MECÁNICA MÍNIMA:	A _{s min,m} =	0.00 cm ² /m
A PARTIR DE CUANTÍA MÍNIMA MECÁNICA REDUCIDA	A _{s,nec} =	0.00 cm ² /m
	α =	1.50
SEPARACIÓN ENTRE BARRAS:	sep _{barras} =	180.0 mm
	sep _{min} =	25.0 mm
	sep _{máx} =	300.0 mm

PROYECTO:ETAP SANTILLANA			
ELEMENTO:ARMADURA VERTICAL . MURO VERTEDERO CÁMARA PREOZONIZACIÓN			
COMPROBACIÓN DE ELU DE FLEXIÓN Y CORTANTE Y ELS DE FISURACIÓN SEGÚN EHE-08			
CÁLCULOS:			
FLEXIÓN:			
$\eta =$	1		ARTÍCULO 39.5 [DIAGRAMA RECTANGULAR]
$\lambda =$	0.8		ARTÍCULO 39.5 [DIAGRAMA RECTANGULAR]
$T =$	1119.57	kN/m	TRACCIÓN EN LA ARMADURA (M_u)
$x =$	8.6	cm	PROFUNDIDAD FIBRA NEUTRA
$\lambda(x) \cdot h =$	6.86	cm	PROFUNDIDAD FICTICIA DE COMPRESIÓN UNIFORME (η FCD) [D. RECTANGULAR]
$d =$	29.00	cm	PROFUNDIDAD DE CÁLCULO ARMADURA PASIVA
$d' =$	6.00	cm	ALTURA DE CÁLCULO ARMADURA PASIVA
$E_{cm} =$	28576.7910	MPa	ART. 39.6: MÓDULO DE DEFORMACIÓN LONGITUDINAL DEL HORMIGÓN
$n =$	7.00		ANEJO 8, 2.2: COEFICIENTE DE EQUIVALENCIA (ACERO-HORMIGÓN) [$n = E_s/E_{cm}$]
$f_{ct,m} =$	2.90	MPa	ART 39.1: RESISTENCIA MEDIA A TRACCIÓN
$f_{ct,m,fl} =$	3.62	MPa	ART 39.1: RESISTENCIA MEDIA A FLEXOTRACCIÓN
$\rho_1 =$	8.88	‰	ANEJO 8, 2.2: CUANTÍA GEOMÉTRICA ARMADURA DE TRACCIÓN
$\rho_2 =$	0.00	‰	ANEJO 8, 2.2: CUANTÍA GEOMÉTRICA ARMADURA DE COMPRESIÓN
$c =$	50	mm	RECUBRIMIENTO [DIST. SUP EXTERIOR SECCIÓN A BARRAS CORRUGADAS]
$f_{cd} =$	20.00	MPa	ART. 39.4: RESISTENCIA DE CÁLCULO DEL HORMIGÓN EN COMPRESIÓN
$f_{yd} =$	434.78	MPa	ART. 38.3: RESISTENCIA DE CÁLCULO DEL ACERO
$A_R =$	3654.47	cm ²	ÁREA DE LA SECCIÓN REDUCIDA
$M_e =$	62176.79706	cm ³	MOMENTO ESTÁTICO DE LA SECCIÓN REDUCIDA
$y_G =$	17.01	cm	ALTURA DE LA FIBRA NEUTRA EN LA SECCIÓN REDUCIDA
$W_{1,r} =$	22149.88	cm ³	MÓDULO RESISTENTE DE LA SECCIÓN REDUCIDA
$W_{1,b} =$	20416.67	cm ³	MÓDULO RESISTENTE DE LA SECCIÓN BRUTA
$z =$	25.57	cm	BRAZO MECÁNICO DE LA SECCIÓN [$Z=d-0,5 \cdot (\lambda(x) \cdot h)$]
$A_s =$	25.75	cm ² /m	ÁREA DE ACERO POR METRO (TRACCIÓN)
SECCIÓN SIN FISURAR:			
$x_G =$	17.99	cm	PROFUNDIDAD DE LA FIBRA NEUTRA EN LA SECCIÓN SIN FISURAR
$I_G =$	376856.37	cm ⁴ /m	MOMENTO DE INERCIA DE LA SECCIÓN SIN FISURAR
SECCIÓN FISURADA:			
$X =$	8.58	cm	PROFUNDIDAD DE LA FIBRA NEUTRA EN LA SECCIÓN FISURADA
$I_f =$	96200.18	cm ⁴ /m	MOMENTO DE INERCIA DE LA SECCIÓN FISURADA
CORTANTE:			
$\xi =$	1.83		ART44.2.3.2.1.2
$\rho_1 =$	8.88	‰	ART44.2.3.2.1.2: CUANTÍA GEOMÉTRICA ARMADURA PRINCIPAL DE TRACCIÓN
$\sigma'_{cd} =$	0.00	MPa/m	ART44.2.3.2.1.2: TENSIÓN AXIAL MEDIA EN EL ALMA DE LA SECCIÓN (COMP. =+)
$f_{1cd} =$	12	MPa	ART44.2.3.1: RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN
$K =$	1.00		ART44.2.3.1: COEFICIENTE QUE DEPENDE DEL ESFUERZO AXIL
$\cotg \theta =$	1		ART44.2.3.1: COTAG DEL ÁNGULO QUE FORMAN LAS BIELAS DE COMPRESIÓN
$\cotg \alpha =$	0		ART44.2.3.1: COTAG DEL ÁNGULO QUE FORMAN LAS ARMADURAS CON EL EJE
$f_{cv} =$	30.00	MPa	ART44.2.3.2.1.2: RESISTENCIA EFECTIVA DEL HORMIGÓN A CORTANTE
$f_{ct,k} =$	2.03	MPa	ART39.1: RESISTENCIA CARACTERÍSTICA INFERIOR A TRACCIÓN
$f_{ct,d} =$	1.35	MPa	ART39.4: RESISTENCIA DE CÁLCULO A TRACCIÓN DEL HORMIGÓN
$S =$	16174.95276	cm ³	ART44.2.3.1: MOMENTO ESTÁTICO DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL
$\sigma'_{cd} =$	0.00	MPa/m	ART44.2.3.2.1.2: RESIST. EFECTIVA DEL HORMIGÓN A CORTANTE (COMPRES=+)
FISURACIÓN:			
$s =$	200	mm	ART 49.2.4: DISTANCIA ENTRE BARRAS LONGITUDINALES (NO MAYOR QUE 15Ø)
$A_{c,ef} =$	875	cm ²	ART 49.2.4: ÁREA DE HORMIGÓN DE LA ZONA DE REC. EF. EN LA A. FISURAS
$A_s =$	25.75	cm ²	ART 49.2.4: ÁREA DE ARMADURAS SITUADAS EN EL ÁREA $A_{c,ef}$
$s_m =$	174.0	mm	ART. 49.2.4: SEPARACIÓN MEDIA DE FISURAS
$\varepsilon_{sm} =$	0.307	‰	ART. 49.2.4: ALARGAMIENTO MEDIO DE LAS ARMADURAS (CON COLAB. HORM)
$\sigma_{sr} =$	119.14	MPa	ART 49.2.4: TENSIÓN DE LA A. EN LA S. FISURADA CON $f_{ct,m,fl}$ EN F. EXTREMA
$\sigma_s =$	120.32	MPa	ART 49.2.4: TENSIÓN DE SERVICIO DE LA ARMADURA EN SECCIÓN FISURADA
MASA NOMINAL (CUANTÍA ACERO):			
$A_{s,trac} =$	25.75	cm ² /m	ÁREA DE ACERO TRACCIONADO
$MASAn =$	35.29	kg/m ³	MASA NOMINAL SEGÚN UNE10080

Cuantías de acero según EHE-08 y UNE-EN 10080

PROYECTO: ETAP SANTILLANA

ELEMENTO: CUANTÍA MURO VERTEDERO CÁMARA PREOZONIZACIÓN

DATOS:

RESULTADOS:

HORMIGÓN

ESPESOR = 35 cm

ACERO

MASA = MÁXIMA [SEGÚN UNE-EN 10080 (VER NOTA 2)]

CARA 1 ARMADURA 1: SEPARACIÓN

1 Ø16 / 25.0 cm

CUANTÍA CARA 1 ARMADURA 1:

→ 18.9 kg/m³

CARA 1 ARMADURA 2: SEPARACIÓN

2 Ø16 / 20.0 cm

CUANTÍA CARA 1 ARMADURA 2:

→ 47.2 kg/m³

CARA 2 ARMADURA 1: SEPARACIÓN

1 Ø16 / 25.0 cm

CUANTÍA CARA 2 ARMADURA 1:

→ 18.9 kg/m³

CARA 2 ARMADURA 2: SEPARACIÓN

1 Ø20 / 20.0 cm

CUANTÍA CARA 2 ARMADURA 2:

→ 36.9 kg/m³

CUANTÍA TOTAL:

121.8 kg/m³

Δ POR SOLAPES, RECORTES Y ANCLAJES:

→ 18.3 kg/m³

CUANTÍA MAYORADA:

140.1 kg/m³

% MAYORACIÓN = 15 %

5 = 145 kg/m³

% MAYORACIÓN: MAYORACIÓN POR SOLAPES, RECORTES Y ANCLAJES

NOTAS:

1] EHE-08 (ART 32.1): LAS SECCIONES NOMINALES Y LAS MASAS NOMINALES POR METRO SERÁN LAS ESTABLECIDAS EN LA TABLA 6 DE LA UNE-EN 10080.

2] UNE-EN 10080 (AP. 7.3.2): LA DESVIACIÓN ADMISIBLE CON RELACIÓN AL VALOR NOMINAL DE MASA POR METRO NO DEBE SER SUPERIOR A ±4,5% PARA DIÁMETROS NOMINALES SUPERIORES A 8,0 mm, NI A ±6% PARA DIÁMETROS NOMINALES INFERIORES O IGUALES A 8,0 mm.

Armado de Losa de Cubierta (Longitudinal):

PROYECTO: ETAP SANTILLANA		
ELEMENTO: ARMADURA LONGITUDINAL . LOSA CUBIERTA CÁMARA PREOZONIZACIÓN		
COMPROBACIÓN DE ELU DE FLEXIÓN Y CORTANTE Y ELS DE FISURACIÓN SEGÚN EHE-08		
DATOS:		
GEOMETRÍA		
ESPESOR DE HORMIGÓN	$e =$	25 cm
$H =$		
ESFUERZOS PÉSIMOS ELU :		
MOMENTO DE CÁLCULO:	$M_d =$	46.5 kNm/m
CORTANTE DE CÁLCULO:	$V_d =$	39.5 kN/m
ESFUERZO PÉSIMO ELS FISURACIÓN:		
M_i CUA SIPERMANENTE	$M_k =$	31.0 kNm/m
CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS:		
RESISTENCIA CARACTERÍSTICA DE CÁLCULO	$f_{ck} =$	30 MPa
LÍMITE ELÁSTICO DEL ACERO	$f_{yk} =$	500 MPa
RECUBRIMIENTO (PARA MENTO EXTERIOR A ARMADURA)	$c =$	5.00 cm
ARMADURA TRACCIÓN:		
		1Ø16/20
ARMADURA COMPRESIÓN:		
		-
ELS FISURACIÓN (PARÁMETROS):		
ABERTURA CARACTERÍSTICA DE FISURA:	$w_{máx} =$	0.1 mm
COEF. INFLUENCIA DEL DIAGRAMA DE TRACCIONES	$K_1 =$	0.125
COEF. DURACIÓN DE LA CARGA	$K_2 =$	0.50
COEF. ABERTURA MEDIA DE FISURA / VALOR CARACT.	$\beta =$	1.7
COEFS. DE MINORACIÓN DE RESISTENCIA:		
COEF. MINORACIÓN RESISTENCIA DEL HORMIGÓN	$\gamma_c =$	1.50 $\alpha_{ct} = 1$
COEF. MINORACIÓN RESISTENCIA DEL ACERO	$\gamma_s =$	1.15
DIÁMETRO MÁXIMO DEL ÁRIDO:	$DM =$	20.0 mm
RESULTADOS:		
ELU (FLEXIÓN Y CORTANTE):		
ESFUERZOS ÚLTIMOS DE LA SECCIÓN:		
MOMENTO ÚLTIMO DE LA SECCIÓN	$M_u =$	75.96 kNm/m CUMPLE
CORTANTE ÚLTIMO DE LA SECCIÓN	$V_u =$	148.72 kN/m CUMPLE
CORTANTE DE AGOTAMIENTO POR C. OBLICUA DEL ALMA	$V_{u1} =$	1152.00 kN/m
CORTANTE DE AGOTAMIENTO POR TRACCIÓN EN EL ALMA	$V_{u2} =$	148.72 kN/m
ARMADURA DE CORTANTE:		
ÁNGULO DE LAS ARMADURAS CON EL EJE DE LA PIEZA	$\alpha =$	- °
ÁNGULO DE LAS BIELAS DE COMPRESIÓN EN EL HORMIGÓN	$\theta =$	45 °
AXIL DE CÁLCULO (COMPRESIÓN +)	$N_d =$	0.00 kN/m
CONTRIBUCIÓN DEL HORMIGÓN A LA RESISTENCIA A V	$V_{cu} =$	- kN/m
CONTRIBUCIÓN DEL ACERO A LA RESISTENCIA A V	$V_{su} =$	- kN/m
ÁREA POR UNIDAD DE LONGITUD DE ACERO NECESARIO	$A_{az} =$	- cm ² /m
ELS (FISURACIÓN):		
ABERTURA DE FISURA CARACTERÍSTICA:	$w_k =$	- mm CUMPLE
TENSIONES CÁLCULO ABERTURA DE FISURA:	→ NO ES NECESARIO COMPROBAR ELS $\sigma_{ft} < f_{ct,m,fl}$	
$\sigma_{sr} =$	236.79 MPa	
$\sigma_s =$	174.29 MPa	
TENSIÓN EN FIBRA TRACCIONADA PÉSIMA:	$\sigma_{ft} =$	2.88 MPa
TIPO DE FISURA (SEGÚN EUROCÓDIGO 2-4):		-
MOMENTO DE FISURACIÓN ($f_{ct,m,fl}$):	$M_{fis} =$	42.09 kNm/m
CUANTÍA GEOMÉTRICA MÍNIMA:	$A_s \text{ min,g} =$	2.25 cm ² /m CUMPLE
CUANTÍA MECÁNICA MÍNIMA:	$A_s \text{ min,m} =$	0.00 cm ² /m CUMPLE
A PARTIR DE CUANTÍA MÍNIMA MECÁNICA REDUCIDA	$A_s \text{ nec} =$	0.00 cm ² /m
	$\alpha =$	1.50
SEPARACIÓN ENTRE BARRAS:	$sep_{barras} =$	184.0 mm
	$sep_{min} =$	25.0 mm CUMPLE
	$sep_{máx} =$	300.0 mm CUMPLE

PROYECTO:ETAP SANTILLANA			
ELEMENTO:ARMADURA LONGITUDINAL . LOSA CUBIERTA CÁMARA PREOZONIZACIÓN			
COMPROBACIÓN DE ELU DE FLEXIÓN Y CORTANTE Y ELS DE FISURACIÓN SEGÚN EHE-08			
CÁLCULOS:			
FLEXIÓN:			
η	=	1	ARTÍCULO 39.5 [DIAGRAMA RECTANGULAR]
λ	=	0.8	ARTÍCULO 39.5 [DIAGRAMA RECTANGULAR]
T	=	436.96 kN/m	TRACCIÓN EN LA ARMADURA (μ)
x	=	4.5 cm	PROFUNDIDAD FIBRA NEUTRA
$\lambda(x) \cdot h$	=	3.63 cm	PROFUNDIDAD FICTICIA DE COMPRESIÓN UNIFORME (η -FCD) [D. RECTANGULAR]
d	=	19.20 cm	PROFUNDIDAD DE CÁLCULO ARMADURA PASIVA
d'	=	5.80 cm	ALTURA DE CÁLCULO ARMADURA PASIVA
E_{cm}	=	28576.7910 MPa	ART. 39.6: MÓDULO DE DEFORMACIÓN LONGITUDINAL DEL HORMIGÓN
n	=	7.00	ANEJO 8, 2.2: COEFICIENTE DE EQUIVALENCIA (ACERO-HORMIGÓN) [$n = E_s/E_{cm}$]
$f_{ct,m}$	=	2.90 MPa	ART 39.1: RESISTENCIA MEDIA A TRACCIÓN
$f_{ct,m,fl}$	=	3.91 MPa	ART 39.1: RESISTENCIA MEDIA A FLEXOTRACCIÓN
ρ_1	=	5.23 ‰	ANEJO 8, 2.2: CUANTÍA GEOMÉTRICA ARMADURA DE TRACCIÓN
ρ_2	=	0.00 ‰	ANEJO 8, 2.2: CUANTÍA GEOMÉTRICA ARMADURA DE COMPRESIÓN
c	=	50 mm	RECUBRIMIENTO [DIST. SUP EXTERIOR SECCIÓN A BARRAS CORRUGADAS]
f_{cd}	=	20.00 MPa	ART. 39.4: RESISTENCIA DE CÁLCULO DEL HORMIGÓN EN COMPRESIÓN
f_{yd}	=	434.78 MPa	ART. 38.3: RESISTENCIA DE CÁLCULO DEL ACERO
A_R	=	2560.29 cm ²	ÁREA DE LA SECCIÓN REDUCIDA
M_e	=	31599.66343 cm ³	MOMENTO ESTÁTICO DE LA SECCIÓN REDUCIDA
y_G	=	12.34 cm	ALTURA DE LA FIBRA NEUTRA EN LA SECCIÓN REDUCIDA
$W_{1,r}$	=	10763.92 cm ³	MÓDULO RESISTENTE DE LA SECCIÓN REDUCIDA
$W_{1,b}$	=	10416.67 cm ³	MÓDULO RESISTENTE DE LA SECCIÓN BRUTA
z	=	17.38 cm	BRAZO MECÁNICO DE LA SECCIÓN [$z=d-0,5 \cdot (\lambda(x) \cdot h)$]
A_s	=	10.05 cm ² /m	ÁREA DE ACERO POR METRO (TRACCIÓN)
SECCIÓN SIN FISURAR:			
x_G	=	12.66 cm	PROFUNDIDAD DE LA FIBRA NEUTRA EN LA SECCIÓN SIN FISURAR
I_G	=	132850.88 cm ⁴ /m	MOMENTO DE INERCIA DE LA SECCIÓN SIN FISURAR
SECCIÓN FISURADA:			
X	=	4.54 cm	PROFUNDIDAD DE LA FIBRA NEUTRA EN LA SECCIÓN FISURADA
I_f	=	18235.70 cm ⁴ /m	MOMENTO DE INERCIA DE LA SECCIÓN FISURADA
CORTANTE:			
ξ	=	2.00	ART44.2.3.2.1.2
ρ_1	=	5.23 ‰	ART44.2.3.2.1.2: CUANTÍA GEOMÉTRICA ARMADURA PRINCIPAL DE TRACCIÓN
σ'_{cd}	=	0.00 MPa/m	ART44.2.3.2.1.2: TENSIÓN AXIAL MEDIA EN EL ALMA DE LA SECCIÓN (COMP. =+)
$f_{1,cd}$	=	12 MPa	ART44.2.3.1: RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN
K	=	1.00	ART44.2.3.1: COEFICIENTE QUE DEPENDE DEL ESFUERZO AXIL
$\cotg \theta$	=	1	ART44.2.3.1: COTAG DEL ÁNGULO QUE FORMAN LAS BIELAS DE COMPRESIÓN
$\cotg \alpha$	=	0	ART44.2.3.1: COTAG DEL ÁNGULO QUE FORMAN LAS ARMADURAS CON EL EJE
f_{cv}	=	30.00 MPa	ART44.2.3.2.1.2: RESISTENCIA EFECTIVA DEL HORMIGÓN A CORTANTE
$f_{ct,k}$	=	2.03 MPa	ART39.1: RESISTENCIA CARACTERÍSTICA INFERIOR A TRACCIÓN
$f_{ct,d}$	=	1.35 MPa	ART39.4: RESISTENCIA DE CÁLCULO A TRACCIÓN DEL HORMIGÓN
S	=	8010.949705 cm ³	ART44.2.3.1: MOMENTO ESTÁTICO DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL
σ'_{cd}	=	0.00 MPa/m	ART44.2.3.2.1.2: RESIST. EFECTIVA DEL HORMIGÓN A CORTANTE (COMPRES=+)
FISURACIÓN:			
s	=	200 mm	ART 49.2.4: DISTANCIA ENTRE BARRAS LONGITUDINALES (NO MAYOR QUE 15Ø)
$A_{c,ef}$	=	625 cm ²	ART 49.2.4: ÁREA DE HORMIGÓN DE LA ZONA DE REC. EF. EN LA A. FISURAS
A_s	=	10.05 cm ²	ART 49.2.4: ÁREA DE ARMADURAS SITUADAS EN EL ÁREA $A_{c,ef}$
s_m	=	189.8 mm	ART. 49.2.4: SEPARACIÓN MEDIA DE FISURAS
ϵ_{sm}	=	0.349 ‰	ART. 49.2.4: ALARGAMIENTO MEDIO DE LAS ARMADURAS (CON COLAB. HORM)
σ_{sr}	=	236.79 MPa	ART 49.2.4: TENSIÓN DE LA A. EN LA S. FISURADA CON $f_{ct,m,fl}$ EN F.EXTREMA
σ_s	=	174.29 MPa	ART 49.2.4: TENSIÓN DE SERVICIO DE LA ARMADURA EN SECCIÓN FISURADA
MASA NOMINAL (CUANTÍA ACERO):			
$A_{s,trac}$	=	10.05 cm ² /m	ÁREA DE ACERO TRACCIONADO
$MASAn$	=	31.60 kg/m ³	MASA NOMINAL SEGÚN UNE10080

Armado de Losa de Cubierta (Transversal):

PROYECTO: ETAP SANTILLANA	
ELEMENTO: ARMADURA TRANSVERSAL . LOSA CIMENTACIÓN CÁMARA PREOZONIZACIÓN	
COMPROBACIÓN DE ELU DE FLEXIÓN Y CORTANTE Y ELS DE FISURACIÓN SEGÚN EHE-08	
DATOS:	
GEOMETRÍA	
ESPESOR DE HORMIGÓN	e = 25 cm
ESFUERZOS PÉSIMOS ELU :	
MOMENTO DE CÁLCULO:	Md = 30.3 kNm/m
CORTANTE DE CÁLCULO:	Vd = 39.6 kN/m
ESFUERZO PÉSIMO ELS FISURACIÓN:	
M. CUASIPERMANENTE	Mk = 20.2 kNm/m
CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS:	
RESISTENCIA CARACTERÍSTICA DE CÁLCULO	f _{ck} = 30 MPa
LÍMITE ELÁSTICO DEL ACERO	f _{yk} = 500 MPa
RECUBRIMIENTO (PARAMENTO EXTERIOR A ARMADURA)	c = 5.00 cm
ARMADURA TRACCIÓN:	
1Ø16/20	ARMADURA DISPUESTA:
ARMADURA COMPRESIÓN:	A _s = 10.05 cm ² /m
-	A' _s = 0.00 cm ² /m
ELS FISURACIÓN (PARÁMETROS):	
ABERTURA CARACTERÍSTICA DE FISURA:	w _{máx} = 0.1 mm
COEF. INFLUENCIA DEL DIAGRAMA DE TRACCIONES	K ₁ = 0.125
COEF. DURACIÓN DE LA CARGA	K ₂ = 0.50
COEF. ABERTURA MEDIA DE FISURA / VALOR CARACT.	β = 1.7
COEFS. DE MINORACIÓN DE RESISTENCIA:	
COEF. MINORACIÓN RESISTENCIA DEL HORMIGÓN	γ _c = 1.50 α _{ct} = 1
COEF. MINORACIÓN RESISTENCIA DEL ACERO	γ _s = 1.15
DIÁMETRO MÁXIMO DEL ÁRIDO:	DM = 20.0 mm
RESULTADOS:	
ELU (FLEXIÓN Y CORTANTE):	
ESFUERZOS ÚLTIMOS DE LA SECCIÓN:	
MOMENTO ÚLTIMO DE LA SECCIÓN	M _u = 75.96 kNm/m CUMPLE
CORTANTE ÚLTIMO DE LA SECCIÓN	V _u = 148.72 kN/m CUMPLE
CORTANTE DE AGOTAMIENTO POR C. OBLICUA DEL ALMA	V _{u1} = 1152.00 kN/m
CORTANTE DE AGOTAMIENTO POR TRACCIÓN EN EL ALMA	V _{u2} = 148.72 kN/m
ARMADURA DE CORTANTE:	
ÁNGULO DE LAS ARMADURAS CON EL EJE DE LA PIEZA	α = - °
ÁNGULO DE LAS BIELAS DE COMPRESIÓN EN EL HORMIGÓN	θ = 45 °
AXIL DE CÁLCULO (COMPRESIÓN +)	N _d = 0.00 kN/m
CONTRIBUCIÓN DEL HORMIGÓN A LA RESISTENCIA A V	V _{cu} = - kN/m
CONTRIBUCIÓN DEL ACERO A LA RESISTENCIA A V	V _{su} = - kN/m
ÁREA POR UNIDAD DE LONGITUD DE ACERO NECESARIO	A _α = - cm ² /m
ELS (FISURACIÓN):	
ABERTURA DE FISURA CARACTERÍSTICA:	w _k = - mm CUMPLE
TENSIONES CÁLCULO ABERTURA DE FISURA:	→ NO ES NECESARIO COMPROBAR ELS σ _{ft} < f _{ct,m,fl})
σ _{sr} = 236.79 MPa	
σ _s = 113.68 MPa	
TENSIÓN EN FIBRA TRACCIONADA PÉSIMA:	σ _{ft} = 1.88 MPa
TIPO DE FISURA (SEGÚN EUROCÓDIGO 2-4):	-
MOMENTO DE FISURACIÓN (f _{ct,m,fl}):	M _{fls} = 42.09 kNm/m
CUANTÍA GEOMÉTRICA MÍNIMA:	A _{s min,g} = 1.13 cm ² /m CUMPLE
CUANTÍA MECÁNICA MÍNIMA:	A _{s min,m} = 0.00 cm ² /m CUMPLE
A PARTIR DE CUANTÍA MÍNIMA MECÁNICA REDUCIDA	A _{s,nec} = 0.00 cm ² /m
	α = 1.50
SEPARACIÓN ENTRE BARRAS:	sep _{barras} = 184.0 mm
	sep _{mín} = 25.0 mm CUMPLE
	sep _{máx} = 300.0 mm CUMPLE

PROYECTO:ETAP SANTILLANA			
ELEMENTO:ARMADURA TRANSVERSAL . LOSA CIMENTACIÓN CÁMARA PREOZONIZACIÓN			
COMPROBACIÓN DE ELU DE FLEXIÓN Y CORTANTE Y ELS DE FISURACIÓN SEGÚN EHE-08			
CÁLCULOS:			
FLEXIÓN:			
η	=	1	ARTÍCULO 39.5 [DIAGRAMA RECTANGULAR]
λ	=	0.8	ARTÍCULO 39.5 [DIAGRAMA RECTANGULAR]
T	=	436.96 kN/m	TRACCIÓN EN LA ARMADURA (M_u)
x	=	4.5 cm	PROFUNDIDAD FIBRA NEUTRA
$\lambda(x) \cdot h$	=	3.63 cm	PROFUNDIDAD FICTICIA DE COMPRESIÓN UNIFORME (η) FCD [D. RECTANGULAR]
d	=	19.20 cm	PROFUNDIDAD DE CÁLCULO ARMADURA PASIVA
d'	=	5.80 cm	ALTURA DE CÁLCULO ARMADURA PASIVA
E_{cm}	=	28576.7910 MPa	ART. 39.6: MÓDULO DE DEFORMACIÓN LONGITUDINAL DEL HORMIGÓN
n	=	7.00	ANEJO 8, 2.2: COEFICIENTE DE EQUIVALENCIA (ACERO-HORMIGÓN) ($n = E_s/E_{cm}$)
$f_{ct,m}$	=	2.90 MPa	ART 39.1: RESISTENCIA MEDIA A TRACCIÓN
$f_{ct,m,fl}$	=	3.91 MPa	ART 39.1: RESISTENCIA MEDIA A FLEXOTRACCIÓN
ρ_1	=	5.23 ‰	ANEJO 8, 2.2: CUANTÍA GEOMÉTRICA ARMADURA DE TRACCIÓN
ρ_2	=	0.00 ‰	ANEJO 8, 2.2: CUANTÍA GEOMÉTRICA ARMADURA DE COMPRESIÓN
c	=	50 mm	RECUBRIMIENTO [DIST. SUP EXTERIOR SECCIÓN A BARRAS CORRUGADAS]
f_{cd}	=	20.00 MPa	ART. 39.4: RESISTENCIA DE CÁLCULO DEL HORMIGÓN EN COMPRESIÓN
f_{yd}	=	434.78 MPa	ART. 38.3: RESISTENCIA DE CÁLCULO DEL ACERO
A_R	=	2560.29 cm ²	AREA DE LA SECCIÓN REDUCIDA
M_e	=	31599.66343 cm ³	MOMENTO ESTÁTICO DE LA SECCIÓN REDUCIDA
y_G	=	12.34 cm	ALTURA DE LA FIBRA NEUTRA EN LA SECCIÓN REDUCIDA
$W_{1,r}$	=	10763.92 cm ³	MÓDULO RESISTENTE DE LA SECCIÓN REDUCIDA
$W_{1,b}$	=	10416.67 cm ³	MÓDULO RESISTENTE DE LA SECCIÓN BRUTA
z	=	17.38 cm	BRAZO MECÁNICO DE LA SECCIÓN [$Z=d-0,5 \cdot (\lambda(x) \cdot h)$]
A_s	=	10.05 cm ² /m	ÁREA DE ACERO POR METRO (TRACCIÓN)
SECCIÓN SIN FISURAR:			
x_G	=	12.66 cm	PROFUNDIDAD DE LA FIBRA NEUTRA EN LA SECCIÓN SIN FISURAR
I_G	=	132850.88 cm ⁴ /m	MOMENTO DE INERCIA DE LA SECCIÓN SIN FISURAR
SECCIÓN FISURADA:			
X	=	4.54 cm	PROFUNDIDAD DE LA FIBRA NEUTRA EN LA SECCIÓN FISURADA
I_f	=	18235.70 cm ⁴ /m	MOMENTO DE INERCIA DE LA SECCIÓN FISURADA
CORTANTE:			
ξ	=	2.00	ART44.2.3.2.1.2
ρ_l	=	5.23 ‰	ART44.2.3.2.1.2: CUANTÍA GEOMÉTRICA ARMADURA PRINCIPAL DE TRACCIÓN
σ'_{cd}	=	0.00 MPa/m	ART44.2.3.2.1.2: TENSIÓN AXIAL MEDIA EN EL ALMA DE LA SECCIÓN (COMP. =+)
f_{1cd}	=	12 MPa	ART44.2.3.1: RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN
K	=	1.00	ART44.2.3.1: COEFICIENTE QUE DEPENDE DEL ESFUERZO AXIL
$\cotg \theta$	=	1	ART44.2.3.1: COTAG DEL ÁNGULO QUE FORMAN LAS BIELAS DE COMPRESIÓN
$\cotg \alpha$	=	0	ART44.2.3.1: COTAG DEL ÁNGULO QUE FORMAN LAS ARMADURAS CON EL EJE
f_{cv}	=	30.00 MPa	ART44.2.3.2.1.2: RESISTENCIA EFECTIVA DEL HORMIGÓN A CORTANTE
$f_{ct,k}$	=	2.03 MPa	ART39.1: RESISTENCIA CARACTERÍSTICA INFERIOR A TRACCIÓN
$f_{ct,d}$	=	1.35 MPa	ART39.4: RESISTENCIA DE CÁLCULO A TRACCIÓN DEL HORMIGÓN
S	=	8010.949705 cm ³	ART44.2.3.1: MOMENTO ESTÁTICO DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL
σ'_{cd}	=	0.00 MPa/m	ART44.2.3.2.1.2: RESIST. EFECTIVA DEL HORMIGÓN A CORTANTE (COMPRES=+)
FISURACIÓN:			
s	=	200 mm	ART 49.2.4: DISTANCIA ENTRE BARRAS LONGITUDINALES (NO MAYOR QUE 15Ø)
$A_{c,ef}$	=	625 cm ²	ART 49.2.4: ÁREA DE HORMIGÓN DE LA ZONA DE REC. EF. EN LA A. FISURAS
A_s	=	10.05 cm ²	ART 49.2.4: ÁREA DE ARMADURAS SITUADAS EN EL ÁREA $A_{c,ef}$
s_m	=	189.8 mm	ART. 49.2.4: SEPARACIÓN MEDIA DE FISURAS
ϵ_{sm}	=	0.227 ‰	ART. 49.2.4: ALARGAMIENTO MEDIO DE LAS ARMADURAS (CON COLAB. HORM)
σ_{sr}	=	236.79 MPa	ART 49.2.4: TENSIÓN DE LA A. EN LA S. FISURADA CON $f_{ct,m,fl}$ EN F.EXTREMA
σ_s	=	113.68 MPa	ART 49.2.4: TENSIÓN DE SERVICIO DE LA ARMADURA EN SECCIÓN FISURADA
MASA NOMINAL (CUANTÍA ACERO):			
$A_{s,trac}$	=	10.05 cm ² /m	AREA DE ACERO TRACCIONADO
$MASAn$	=	31.60 kg/m ³	MASA NOMINAL SEGÚN UNE10080

Cuantías de acero según EHE-08 y UNE-EN 10080

PROYECTO: ETAP SANTILLANA

ELEMENTO: CUANTÍA CUBIERTA CÁMARA FREOZONIZACIÓN

DATOS:

RESULTADOS:

HORMIGÓN

ESPESOR = 25 cm

ACERO

MASA = MÁXIMA [SEGÚN UNE-EN 10080 (VER NOTA 2)]

CARA 1 ARMADURA 1: SEPARACIÓN

1 Ø16 / 20.0 cm

CUANTÍA CARA 1 ARMADURA 1:

→ 33.0 kg/m³

CARA 1 ARMADURA 2: SEPARACIÓN

1 Ø16 / 20.0 cm

CUANTÍA CARA 1 ARMADURA 2:

→ 33.0 kg/m³

CARA 2 ARMADURA 1: SEPARACIÓN

1 Ø16 / 20.0 cm

CUANTÍA CARA 2 ARMADURA 1:

→ 33.0 kg/m³

CARA 2 ARMADURA 2: SEPARACIÓN

1 Ø16 / 20.0 cm

CUANTÍA CARA 2 ARMADURA 2:

→ 33.0 kg/m³

CUANTÍA TOTAL:

132.1 kg/m³

Δ POR SOLAPES, RECORTES Y ANCLAJES:

→ 19.8 kg/m³

CUANTÍA MAYORADA:

151.9 kg/m³

* 5 = 155 kg/m³

% MAYORACIÓN = 15 %

% MAYORACIÓN: MAYORACIÓN POR SOLAPES, RECORTES Y ANCLAJES

NOTAS:

1] EHE-08 (ART 32.1): LAS SECCIONES NOMINALES Y LAS MASAS NOMINALES POR METRO SERÁN LAS ESTABLECIDAS EN LA TABLA 6 DE LA UNE-EN 10080.

2] UNE-EN 10080 (AP. 7.3.2): LA DESVIACIÓN ADMISIBLE CON RELACIÓN AL VALOR NOMINAL DE MASA POR METRO NO DEBE SER SUPERIOR A ±4,5% PARA DIÁMETROS NOMINALES SUPERIORES A 8,0 mm NI A ±6% PARA DIÁMETROS NOMINALES INFERIORES O IGUALES A 8,0 mm.

La losa de cimentación se armará conforme a los máximos armados verticales de los muros longitudinales (Muro Lateral) y transversales (Vertedero).

Cuantías de acero según EHE-08 y UNE-EN 10080

PROYECTO: ETAP SANTILLANA

ELEMENTO: CUANTÍA CIMENTACIÓN CÁMARA PREZONIZACIÓN

DATOS:

RESULTADOS:

HORMIGÓN

ESPESOR = 35 cm

ACERO

MASA = MÁXIMA [SEGÚN UNE-EN 10080 (VER NOTA 2)]

CARA 1 ARMADURA 1: SEPARACIÓN

1 Ø16 / 20.0 cm

CUANTÍA CARA 1 ARMADURA 1:

→ 23.6 kg/m³

CARA 1 ARMADURA 2: SEPARACIÓN

2 Ø16 / 20.0 cm

CUANTÍA CARA 1 ARMADURA 2:

→ 47.2 kg/m³

CARA 2 ARMADURA 1: SEPARACIÓN

1 Ø16 / 20.0 cm

CUANTÍA CARA 2 ARMADURA 1:

→ 23.6 kg/m³

CARA 2 ARMADURA 2: SEPARACIÓN

1 Ø20 / 20.0 cm

CUANTÍA CARA 2 ARMADURA 2:

→ 36.9 kg/m³

CUANTÍA TOTAL:

131.2 kg/m³

Δ POR SOLAPES, RECORTES Y ANCLAJES:

→ 19.7 kg/m³

CUANTÍA MAYORADA:

150.9 kg/m³

% MAYORACIÓN = 15 %

5 = 155 kg/m³

% MAYORACIÓN: MAYORACIÓN POR SOLAPES, RECORTES Y ANCLAJES

NOTAS:

1) EHE-08 (ART 32.1): LAS SECCIONES NOMINALES Y LAS MASAS NOMINALES POR METRO SERÁN LAS ESTABLECIDAS EN LA TABLA 6 DE LA UNE-EN 10080.

2) UNE-EN 10080 (AP. 7.3.2): LA DESVIACIÓN ADMISIBLE CON RELACIÓN AL VALOR NOMINAL DE MASA POR METRO NO DEBE SER SUPERIOR A ±4,5% PARA DIÁMETROS NOMINALES SUPERIORES A 8,0 mm NI A ±6% PARA DIÁMETROS NOMINALES INFERIORES O IGUALES A 8,0 mm.

Tabla resumen de armado (lado de agua):

ELEMENTO	ARMADO HORIZONTAL / LONGITUDINAL	ARMADO VERTICAL / TRANSVERSAL
Muro Frontal	Ø16/25	Ø16/20
Muro Lateral	Ø16/25	Ø16/20
Muro Vertedero	Ø16/25	Ø20/20+Ø16/20
Muro Colgado	Ø16/25	Ø16/25
Losa Cubierta	Ø16/20	Ø16/20
Losa Cimentación	Ø20/20+Ø16/20	Ø16/20

7.1.2 Nueva arqueta de vaciados

7.1.2.1 Geometría

Se diseña una arqueta de vaciados para la preozonización ya que, al profundizar el pretratamiento, la existente (de 1,30 x 1,30 x 3,00 m) queda sin profundidad suficiente.

Esta nueva arqueta, de dimensiones exteriores 1,80m de ancho por 5,45 metros de largo, comparte muro con la preozonización y tiene 6,60m de profundidad (cota 867,09), en el lateral opuesto al vial.

Dispone de dos cámaras en su interior, una seca para las válvulas y otra húmeda para el bombeo. Esta última dispone de un vertedero para la salida.

7.1.2.2 Procedimiento Constructivo

La construcción de esta arqueta coincidirá con la de construcción del pretratamiento, por lo que dependerá directamente de ella.

7.1.2.3 Modelización de la nueva estructura

Se realiza un modelo completo en SAP2000 de la estructura, considerando todas las cargas combinadas según la EHE-08:

- Peso Propio: 24kN/m³ hormigón
- Cargas Muertas: --
- Sobrecarga Uso:
 - 5kN/m² + Puntual 6Tn sobre cubierta
 - 10kN/m³ agua
 - 18kN/m³ terreno



Conforme a la capacidad portante indicada en el estudio geotécnico, se obtiene el módulo de balasto del terreno a disponer en el modelo bajo las losas de cimentación:

- Losa de fondo:

CIMENTACIÓN $K=K(\sigma_{adm}, FS, s_{m\acute{a}x})$:

$$\sigma_{adm} = 4 \text{ kg/cm}^2$$

FACTOR DE SEGURIDAD (CÁLCULO σ_{adm}):

$$FS = 3.00$$

ASIENTO MÁXIMO ADMISIBLE:

$$s_{m\acute{a}x} = 25.40 \text{ mm}$$

BIBLIOGRAFÍA:

[1] FOUNDATION ANALYSIS AND DESIGN. BOWLES, 5ª ED. MCGRAW HILL 1996

$$\sigma_{adm} = 400.0 \text{ KPa}$$

$$q_{ult} = 1200.0 \text{ KPa}$$

$$C = 39.4 = 1/s$$

FÓRMULA DE BOWLES:

$$K = 47244.1 \text{ kN/m}^3$$

$$DE [1]: K [kN/m^3] = q_{ult} / s_{m\acute{a}x} = C \cdot (FS) \cdot \sigma_{adm} [KPa]$$

- Losa de vertedero:

CIMENTACIÓN $K=K(\sigma_{adm}, FS, s_{m\acute{a}x})$:

$$\sigma_{adm} = 3 \text{ kg/cm}^2$$

FACTOR DE SEGURIDAD (CÁLCULO σ_{adm}):

$$FS = 3.00$$

ASIENTO MÁXIMO ADMISIBLE:

$$s_{m\acute{a}x} = 25.40 \text{ mm}$$

BIBLIOGRAFÍA:

[1] FOUNDATION ANALYSIS AND DESIGN. BOWLES, 5ª ED. MCGRAW HILL 1996

$$\sigma_{adm} = 300.0 \text{ KPa}$$

$$q_{ult} = 900.0 \text{ KPa}$$

$$C = 39.4 = 1/s$$

FÓRMULA DE BOWLES:

$$K = 35433.1 \text{ kN/m}^3$$

$$DE [1]: K [kN/m^3] = q_{ult} / s_{m\acute{a}x} = C \cdot (FS) \cdot \sigma_{adm} [KPa]$$

7.1.2.4 Resultados

Los valores máximos para cada uno de los muros y losas que componen este elemento son:

Hipótesis de Agua:

ELEMENTO	M11 (MKN)	M22 (MKN)	V13 (KN)	V23 (KN)
Muro Exterior	10.613	13.916	21.067	39.749
Muro Vertedero	22.012	5.347	30.860	18.833
Losa Cubierta	28.942	21.185	78.777	33.006

Hipótesis de tierra:

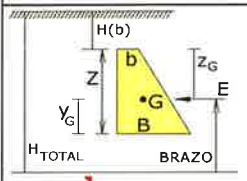
ELEMENTO	M11 (MKN)	M22 (MKN)	V13 (KN)	V23 (KN)
Muro Exterior	17.709	11.676	41.898	35.526
Losa Cubierta	28.942	21.185	78.777	33.006

Habría que considerar también en esta hipótesis de tierra el procedimiento de construcción, donde el Muro Lateral queda dividido en tramos en ménsula de 2m de anchura, los cuales podrían llegar a soportar todo el peso de las tierras del trasdós.

Empujes del terreno según CTE

DATOS			CÁLCULOS	RESULTADOS: LEYES DE EMPUJES:								
N FREÁTICO:	NO	MÁX δ:		H	σ(H)	ACTIVO		REPOSO		PASIVO		HIDROSTÁTICO
h _{NF}	0	m	1/3φ	6.600 m	→	σ _{AH} [KN/m]	σ _{AV} [KN/m]	σ _{OH} [KN/m]	σ _{OV} [KN/m]	σ _{PH} [KN/m]	σ _{PV} [KN/m]	u [KN/m]
q _{sc}	10	KN/m ²	13.3°			0.00	0.00	47.04	0.00	145788.86	0.00	-
β	90	°	2/3φ									
i	0	°	26.7°									
δ	0	°										
ESTRATO			COEFICIENTES DE EMPUJE	PROFUNDIDAD								
1	H ₁ = 0.50 m	q = 10.00 KN/m	KA KO KP 0.22 0.38 4.60	0.00 m	Z =	2.17	0.00	3.57	0.00	45.99	0.00	-
	γ' ₁ = 20.00 KN/m ³	γ·H = 10.00 KN/m ²										
2	φ ₁ = 40.00 °			0.50 m	Z =	4.35	0.00	7.14	0.00	91.98	0.00	-
	c ₁ = 0.00 KN/m ²					2 C (KA) ^{1/2} = 0.00 KN/m				2 C (KP) ^{1/2} = 0.00 KN/m		
3	H ₃ = 4.40 m	q = 50.60 KN/m	KA KO KP 0.17 0.29 5.83	2.20 m	Z =	11.00	0.00	18.07	0.00	232.70	0.00	-
	γ' ₃ = 25.00 KN/m ³	γ·H = 110.00 KN/m ²										
ESTRATO	φ ₃ = 45.00 °			6.60 m	Z = 5792.09 m [-]	0.00	0.00	47.04	0.00	145788.86	0.00	-
	c ₃ = 30000 KN/m ²					2 C (KA) ^{1/2} =				2 C (KP) ^{1/2} = 144852.81 KN/m		
ESTRATO	H ₄ =	q = -				-	-	-	-	-	-	-

Suponiendo un empuje activo en el muro, lo cual implica permitir ligeramente el movimiento en cabeza, se obtiene el siguiente esfuerzo:

TRAPECIO:	
	
DATOS:	
H _{TOTAL}	6.6 m
H(b)	0 m
b	2.17 KN/m
B	11.00 KN/m
Z	2.2 m
RESULTADOS PARCIALES:	
Y _G	0.85 m
Z _G	1.35 m
M _{base}	12.38 KNm/m
RESULTADOS TOTALES:	
E	14.49 KN/m
BRAZO	5.25 m
M _{TOTAL}	76.16 KNm/m

El cual es superior al máximo empuje en condiciones de funcionamiento.

A continuación se muestra el cálculo del armado para cada uno de los muros:

Armado del Muro Exterior (Horizontal):

PROYECTO: ETAP SANTILLANA	
ELEMENTO: ARMADURA HORIZONTAL . MURO FRONTAL ARQUETA DE VACIADOS	
COMPROBACIÓN DE ELU DE FLEXIÓN Y CORTANTE Y ELS DE FISURACIÓN SEGÚN EHE-08	
DATOS:	
GEOMETRÍA	
ESPESOR DE HORMIGÓN	e = 30 cm
	H =
ESFUERZOS PÉSIMOS ELU:	
MOMENTO DE CÁLCULO:	Md = 17.7 kNm/m
CORTANTE DE CÁLCULO:	Vd = 41.9 kN/m
ESFUERZO PÉSIMO ELS FISURACIÓN:	
M, CUASIPERMANENTE	Mk = 11.8 kNm/m
CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS:	
RESISTENCIA CARACTERÍSTICA DE CÁLCULO	f _{ck} = 30 MPa
LÍMITE ELÁSTICO DEL ACERO	f _{yk} = 500 MPa
RECUBRIMIENTO (PARA MENTO EXTERIOR A ARMADURA)	c = 5.00 cm
ARMADURA TRACCIÓN:	ARMADURA DISPUESTA:
1Ø16/25	A _s = 8.04 cm ² /m
ARMADURA COMPRESIÓN:	A' _s = 0.00 cm ² /m
ELS FISURACIÓN (PARÁMETROS):	
ABERTURA CARACTERÍSTICA DE FISURA:	w _{máx} = 0.1 mm
COEF. INFLUENCIA DEL DIAGRAMA DE TRACCIONES	K ₁ = 0.125
COEF. DURACIÓN DE LA CARGA	K ₂ = 0.50
COEF. ABERTURA MEDIA DE FISURA / VALOR CARACT.	β = 1.7
COEFS. DE MINORACIÓN DE RESISTENCIA:	
COEF. MINORACIÓN RESISTENCIA DEL HORMIGÓN	γ _c = 1.50 α _{ct} = 1
COEF. MINORACIÓN RESISTENCIA DEL ACERO	γ _s = 1.15
DIÁMETRO MÁXIMO DEL ÁRDO:	DM = 20.0 mm
RESULTADOS:	
ELU (FLEXIÓN Y CORTANTE):	
ESFUERZOS ÚLTIMOS DE LA SECCIÓN:	
MOMENTO ÚLTIMO DE LA SECCIÓN	M _u = 78.04 kNm/m CUMPLE
CORTANTE ÚLTIMO DE LA SECCIÓN	V _u = 269.90 kN/m CUMPLE
CORTANTE DE AGOTAMIENTO POR C. OBLICUA DEL ALMA	V _{u1} = 1452.00 kN/m
CORTANTE DE AGOTAMIENTO POR TRACCIÓN EN EL ALMA	V _{u2} = 269.90 kN/m
ARMADURA DE CORTANTE:	
ÁNGULO DE LAS ARMADURAS CON EL EJE DE LA PIEZA	α = °
ÁNGULO DE LAS BIELAS DE COMPRESIÓN EN EL HORMIGÓN	θ = 45 °
AXIL DE CÁLCULO (COMPRESIÓN +)	N _d = 0.00 kN/m
CONTRIBUCIÓN DEL HORMIGÓN A LA RESISTENCIA A V	V _{cu} = kN/m
CONTRIBUCIÓN DEL ACERO A LA RESISTENCIA A V	V _{su} = kN/m
ÁREA POR UNIDAD DE LONGITUD DE ACERO NECESARIO	A _α = cm ² /m
ELS (FISURACIÓN):	
ABERTURA DE FISURA CARACTERÍSTICA:	w _k = mm CUMPLE
TENSIONES CÁLCULO ABERTURA DE FISURA:	→ NO ES NECESARIO COMPROBAR ELS σ _{ft} < f _{ct,m,f})
σ _{sr} = 318.96 MPa	
σ _s = 64.86 MPa	
TENSIÓN EN FIBRA TRACCIONADA PÉSIMA:	σ _{ft} = 0.77 MPa
TIPO DE FISURA (SEGÚN EUROCÓDIGO 2-4):	
MOMENTO DE FISURACIÓN (f _{ct,m,f}):	M _{fis} = 58.05 kNm/m
CUANTÍA GEOMÉTRICA MÍNIMA:	A _{s min,g} = 4.80 cm ² /m CUMPLE
CUANTÍA MECÁNICA MÍNIMA:	A _{s min,m} = 0.00 cm ² /m CUMPLE
A PARTIR DE CUANTÍA MÍNIMA MECÁNICA REDUCIDA	A _{s,nec} = 0.00 cm ² /m
	α = 1.50
SEPARACIÓN ENTRE BARRAS:	sep _{barras} = 234.0 mm
	sep _{min} = 25.0 mm CUMPLE
	sep _{máx} = 300.0 mm CUMPLE

PROYECTO:ETAP SANTILLANA		
ELEMENTO:ARMADURA HORIZONTAL . MURO FRONTAL ARQUETA DE VACIADOS		
COMPROBACIÓN DE ELU DE FLEXIÓN Y CORTANTE Y ELS DE FISURACIÓN SEGÚN EHE-08		
CÁLCULOS:		
FLEXIÓN:		
$\eta =$	1	ARTÍCULO 39.5 [DIAGRAMA RECTANGULAR]
$\lambda =$	0.8	ARTÍCULO 39.5 [DIAGRAMA RECTANGULAR]
$T =$	349.57 kN/m	TRACCIÓN EN LA ARMADURA (M_u)
$x =$	4.7 cm	PROFUNDIDAD FIBRA NEUTRA
$\lambda(x) \cdot h =$	3.75 cm	PROFUNDIDAD FICTICIA DE COMPRESIÓN UNIFORME ($\eta \cdot FCD$) [D. RECTANGULAR]
$d =$	24.20 cm	PROFUNDIDAD DE CÁLCULO ARMADURA PASIVA
$d' =$	5.80 cm	ALTURA DE CÁLCULO ARMADURA PASIVA
$E_{cm} =$	28576.7910 MPa	ART. 39.6: MÓDULO DE DEFORMACIÓN LONGITUDINAL DEL HORMIGÓN
$n =$	7.00	ANEJO 8, 2.2: COEFICIENTE DE EQUIVALENCIA (ACERO-HORMIGÓN) [$n = E_s/E_{cm}$]
$f_{ct,m} =$	2.90 MPa	ART 39.1: RESISTENCIA MEDIA A TRACCIÓN
$f_{ct,m,fl} =$	3.77 MPa	ART 39.1: RESISTENCIA MEDIA A FLEXOTRACCIÓN
$\rho_1 =$	3.32 ‰	ANEJO 8, 2.2: CUANTÍA GEOMÉTRICA ARMADURA DE TRACCIÓN
$\rho_2 =$	0.00 ‰	ANEJO 8, 2.2: CUANTÍA GEOMÉTRICA ARMADURA DE COMPRESIÓN
$c =$	50 mm	RECUBRIMIENTO [DIST. SUP EXTERIOR SECCIÓN A BARRAS CORRUGADAS]
$f_{cd} =$	20.00 MPa	ART. 39.4: RESISTENCIA DE CÁLCULO DEL HORMIGÓN EN COMPRESIÓN
$f_{yd} =$	434.78 MPa	ART. 38.3: RESISTENCIA DE CÁLCULO DEL ACERO
$A_R =$	3048.23 cm ²	AREA DE LA SECCIÓN REDUCIDA
$M_e =$	45279.73075 cm ³	MOMENTO ESTÁTICO DE LA SECCIÓN REDUCIDA
$y_G =$	14.85 cm	ALTURA DE LA FIBRA NEUTRA EN LA SECCIÓN REDUCIDA
$W_{1,r} =$	15417.45 cm ³	MÓDULO RESISTENTE DE LA SECCIÓN REDUCIDA
$W_{1,b} =$	15000.00 cm ³	MÓDULO RESISTENTE DE LA SECCIÓN BRUTA
$z =$	22.33 cm	BRAZO MECÁNICO DE LA SECCIÓN [$Z=d-0,5 \cdot (\lambda(x) \cdot h)$]
$A_s =$	8.04 cm ² /m	ÁREA DE ACERO POR METRO (TRACCIÓN)
SECCIÓN SIN FISURAR:		
$x_G =$	15.15 cm	PROFUNDIDAD DE LA FIBRA NEUTRA EN LA SECCIÓN SIN FISURAR
$I_G =$	229017.55 cm ⁴ /m	MOMENTO DE INERCIA DE LA SECCIÓN SIN FISURAR
SECCIÓN FISURADA:		
$X =$	4.69 cm	PROFUNDIDAD DE LA FIBRA NEUTRA EN LA SECCIÓN FISURADA
$I_f =$	24857.12 cm ⁴ /m	MOMENTO DE INERCIA DE LA SECCIÓN FISURADA
CORTANTE:		
$\xi =$	1.91	ART44.2.3.2.1.2
$\rho_1 =$	3.32 ‰	ART44.2.3.2.1.2: CUANTÍA GEOMÉTRICA ARMADURA PRINCIPAL DE TRACCIÓN
$\sigma'_{cd} =$	0.00 MPa/m	ART44.2.3.2.1.2: TENSIÓN AXIAL MEDIA EN EL ALMA DE LA SECCIÓN (COMP. =+)
$f_{1cd} =$	12 MPa	ART44.2.3.1: RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN
$K =$	1.00	ART44.2.3.1: COEFICIENTE QUE DEPENDE DEL ESFUERZO AXIL
$\cotg \theta =$	1	ART44.2.3.1: COTAG DEL ÁNGULO QUE FORMAN LAS BIELAS DE COMPRESIÓN
$\cotg \alpha =$	0	ART44.2.3.1: COTAG DEL ÁNGULO QUE FORMAN LAS ARMADURAS CON EL EJE
$f_{cv} =$	30.00 MPa	ART44.2.3.2.1.2: RESISTENCIA EFECTIVA DEL HORMIGÓN A CORTANTE
$f_{ct,k} =$	2.03 MPa	ART39.1: RESISTENCIA CARACTERÍSTICA INFERIOR A TRACCIÓN
$f_{ct,d} =$	1.35 MPa	ART39.4: RESISTENCIA DE CÁLCULO A TRACCIÓN DEL HORMIGÓN
$S =$	11469.40463 cm ³	ART44.2.3.1: MOMENTO ESTÁTICO DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL
$\sigma'_{cd} =$	0.00 MPa/m	ART44.2.3.2.1.2: RESIST. EFECTIVA DEL HORMIGÓN A CORTANTE (COMPRES=+)
FISURACIÓN:		
$S =$	240 mm	ART 49.2.4: DISTANCIA ENTRE BARRAS LONGITUDINALES (NO MAYOR QUE 150)
$A_{c,ef} =$	750 cm ²	ART 49.2.4: ÁREA DE HORMIGÓN DE LA ZONA DE REC. EF. EN LA A. FISURAS
$A_s =$	8.04 cm ²	ART 49.2.4: ÁREA DE ARMADURAS SITUADAS EN EL ÁREA $A_{c,ef}$
$S_m =$	222.6 mm	ART. 49.2.4: SEPARACIÓN MEDIA DE FISURAS
$\epsilon_{sm} =$	0.130 ‰	ART. 49.2.4: ALARGAMIENTO MEDIO DE LAS ARMADURAS (CON COLAB. HORM)
$\sigma_{sr} =$	318.96 MPa	ART 49.2.4: TENSIÓN DE LA A. EN LA S. FISURADA CON $f_{ct,m,fl}$ EN F.EXTREMA
$\sigma_s =$	64.86 MPa	ART 49.2.4: TENSIÓN DE SERVICIO DE LA ARMADURA EN SECCIÓN FISURADA
MASA NOMINAL (CUANTÍA ACERO):		
$A_{s,trac} =$	8.04 cm ² /m	AREA DE ACERO TRACCIONADO
$MASAn =$	21.07 kg/m ³	MASA NOMINAL SEGÚN UNE10080

Armado del Muro Exterior (Vertical):

PROYECTO:ETAP SANTILLANA	
ELEMENTO:ARMADURA VERTICAL . MURO FRONTAL ARQUETA VACIADOS	
COMPROBACIÓN DE ELU DE FLEXIÓN Y CORTANTE Y ELS DE FISURACIÓN SEGÚN EHE-08	
DATOS:	
GEOMETRÍA	
ESPESOR DE HORMIGÓN	e = 30 cm
H =	
ESFUERZOS PÉSIMOS ELU :	
MOMENTO DE CÁLCULO:	Md = 11.7 kNm/m
CORTANTE DE CÁLCULO:	Vd = 35.5 kN/m
ESFUERZO PÉSIMO ELS FISURACIÓN:	
M. CUASIPERMANENTE	Mk = 7.8 kNm/m
CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS:	
RESISTENCIA CARACTERÍSTICA DE CÁLCULO	f _{ck} = 30 MPa
LÍMITE ELÁSTICO DEL ACERO	f _{yk} = 500 MPa
RECUBRIMIENTO (PARAMENTO EXTERIOR A ARMADURA)	c = 5.00 cm
ARMADURA TRACCIÓN:	ARMADURA DISPUESTA:
1Ø16/20	A _s = 10.05 cm ² /m
ARMADURA COMPRESIÓN:	A' _s = 0.00 cm ² /m
ELS FISURACIÓN (PARÁMETROS):	
ABERTURA CARACTERÍSTICA DE FISURA:	w _{máx} = 0.1 mm
COEF. INFLUENCIA DEL DIAGRAMA DE TRACCIONES	K ₁ = 0.125
COEF. DURACIÓN DE LA CARGA	K ₂ = 0.50
COEF. ABERTURA MEDIA DE FISURA / VALOR CARACT.	β = 1.7
COEFS. DE MINORACIÓN DE RESISTENCIA:	
COEF. MINORACIÓN RESISTENCIA DEL HORMIGÓN	γ _c = 1.50 α _{ct} = 1
COEF. MINORACIÓN RESISTENCIA DEL ACERO	γ _s = 1.15
DIÁMETRO MÁXIMO DEL ÁRIDO:	DM = 20.0 mm
RESULTADOS:	
ELU (FLEXIÓN Y CORTANTE):	
ESFUERZOS ÚLTIMOS DE LA SECCIÓN:	
MOMENTO ÚLTIMO DE LA SECCIÓN	M _u = 96.70 kNm/m CUMPLE
CORTANTE ÚLTIMO DE LA SECCIÓN	V _u = 269.79 kN/m CUMPLE
CORTANTE DE AGOTAMIENTO POR C. OBLICUA DEL ALMA	V _{u1} = 1452.00 kN/m
CORTANTE DE AGOTAMIENTO POR TRACCIÓN EN EL ALMA	V _{u2} = 269.79 kN/m
ARMADURA DE CORTANTE:	
ÁNGULO DE LAS ARMADURAS CON EL EJE DE LA PIEZA	α = 0°
ÁNGULO DE LAS BIELAS DE COMPRESIÓN EN EL HORMIGÓN	θ = 45°
AXIL DE CÁLCULO (COMPRESIÓN +)	N _d = 0.00 kN/m
CONTRIBUCIÓN DEL HORMIGÓN A LA RESISTENCIA A V	V _{cu} = 0 kN/m
CONTRIBUCIÓN DEL ACERO A LA RESISTENCIA A V	V _{su} = 0 kN/m
ÁREA POR UNIDAD DE LONGITUD DE ACERO NECESARIO	A _α = 0 cm ² /m
ELS (FISURACIÓN):	
ABERTURA DE FISURA CARACTERÍSTICA:	w _k = 0 mm CUMPLE
TENSIONES CÁLCULO ABERTURA DE FISURA:	→ NO ES NECESARIO COMPROBAR ELS σ _{ft} < f _{ct,m,fl})
σ _{sr} = 258.74 MPa	
σ _s = 34.46 MPa	
TENSIÓN EN FIBRA TRACCIONADA PÉSIMA:	σ _{ft} = 0.50 MPa
TIPO DE FISURA (SEGÚN EUROCODIGO 2-4):	
MOMENTO DE FISURACIÓN (f _{ct,m,fl}):	M _{frs} = 58.44 kNm/m
CUANTÍA GEOMÉTRICA MÍNIMA:	A _{s,min,g} = 2.70 cm ² /m CUMPLE
CUANTÍA MECÁNICA MÍNIMA:	A _{s,min,m} = 0.00 cm ² /m CUMPLE
A PARTIR DE CUANTÍA MÍNIMA MECÁNICA REDUCIDA	A _{s,nec} = 0.00 cm ² /m
	α = 1.50
SEPARACIÓN ENTRE BARRAS:	sep _{barras} = 184.0 mm
	sep _{min} = 25.0 mm CUMPLE
	sep _{máx} = 300.0 mm CUMPLE

PROYECTO:ETAP SANTILLANA		
ELEMENTO:ARMADURA VERTICAL . MURO FRONTAL ARQUETA VACIADOS		
COMPROBACIÓN DE ELU DE FLEXIÓN Y CORTANTE Y ELS DE FISURACIÓN SEGÚN EHE-08		
CÁLCULOS:		
FLEXIÓN:		
$\eta =$	1	ARTÍCULO 39.5 [DIAGRAMA RECTANGULAR]
$\lambda =$	0.8	ARTÍCULO 39.5 [DIAGRAMA RECTANGULAR]
$T =$	436.96 kN/m	TRACCIÓN EN LA ARMADURA (M_u)
$x =$	5.2 cm	PROFUNDIDAD FIBRA NEUTRA
$\lambda(x) \cdot h =$	4.14 cm	PROFUNDIDAD FICTICIA DE COMPRESIÓN UNIFORME ($\eta \cdot FCD$) [D, RECTANGULAR]
$d =$	24.20 cm	PROFUNDIDAD DE CÁLCULO ARMADURA PASIVA
$d' =$	5.80 cm	ALTURA DE CÁLCULO ARMADURA PASIVA
$E_{cm} =$	28576.7910 MPa	ART. 39.6: MÓDULO DE DEFORMACIÓN LONGITUDINAL DEL HORMIGÓN
$n =$	7.00	ANEJO 8, 2.2: COEFICIENTE DE EQUIVALENCIA (ACERO-HORMIGÓN) [$n = E_s/E_{cm}$]
$f_{ct,m} =$	2.90 MPa	ART 39.1: RESISTENCIA MEDIA A TRACCIÓN
$f_{ct,m,fl} =$	3.77 MPa	ART 39.1: RESISTENCIA MEDIA A FLEXOTRACCIÓN
$\rho_1 =$	4.15 ‰	ANEJO 8, 2.2: CUANTÍA GEOMÉTRICA ARMADURA DE TRACCIÓN
$\rho_2 =$	0.00 ‰	ANEJO 8, 2.2: CUANTÍA GEOMÉTRICA ARMADURA DE COMPRESIÓN
$c =$	50 mm	RECUBRIMIENTO [DIST. SUP EXTERIOR SECCIÓN A BARRAS CORRUGADAS]
$f_{cd} =$	20.00 MPa	ART. 39.4: RESISTENCIA DE CÁLCULO DEL HORMIGÓN EN COMPRESIÓN
$f_{yd} =$	434.78 MPa	ART. 38.3: RESISTENCIA DE CÁLCULO DEL ACERO
$A_R =$	3060.29 cm ²	AREA DE LA SECCIÓN REDUCIDA
$M_e =$	45349.66343 cm ³	MOMENTO ESTÁTICO DE LA SECCIÓN REDUCIDA
$y_g =$	14.82 cm	ALTURA DE LA FIBRA NEUTRA EN LA SECCIÓN REDUCIDA
$W_{l,r} =$	15521.01 cm ³	MÓDULO RESISTENTE DE LA SECCIÓN REDUCIDA
$W_{l,b} =$	15000.00 cm ³	MÓDULO RESISTENTE DE LA SECCIÓN BRUTA
$z =$	22.13 cm	BRAZO MECÁNICO DE LA SECCIÓN [$Z=d-0,5 \cdot (\lambda(x) \cdot h)$]
$A_s =$	10.05 cm ² /m	ÁREA DE ACERO POR METRO (TRACCIÓN)
SECCIÓN SIN FISURAR:		
$x_g =$	15.18 cm	PROFUNDIDAD DE LA FIBRA NEUTRA EN LA SECCIÓN SIN FISURAR
$I_g =$	230002.15 cm ⁴ /m	MOMENTO DE INERCIA DE LA SECCIÓN SIN FISURAR
SECCIÓN FISURADA:		
$x =$	5.17 cm	PROFUNDIDAD DE LA FIBRA NEUTRA EN LA SECCIÓN FISURADA
$I_f =$	30078.10 cm ⁴ /m	MOMENTO DE INERCIA DE LA SECCIÓN FISURADA
CORTANTE:		
$\xi =$	1.91	ART44.2.3.2.1.2
$\rho_1 =$	4.15 ‰	ART44.2.3.2.1.2: CUANTÍA GEOMÉTRICA ARMADURA PRINCIPAL DE TRACCIÓN
$\sigma'_{cd} =$	0.00 MPa/m	ART44.2.3.2.1.2: TENSIÓN AXIAL MEDIA EN EL ALMA DE LA SECCIÓN (COMP. =+)
$f_{1cd} =$	12 MPa	ART44.2.3.1: RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN
$K =$	1.00	ART44.2.3.1: COEFICIENTE QUE DEPENDE DEL ESFUERZO AXIL
$\cotg \theta =$	1	ART44.2.3.1: COTAG DEL ÁNGULO QUE FORMAN LAS BIELAS DE COMPRESIÓN
$\cotg \alpha =$	0	ART44.2.3.1: COTAG DEL ÁNGULO QUE FORMAN LAS ARMADURAS CON EL EJE
$f_{cv} =$	30.00 MPa	ART44.2.3.2.1.2: RESISTENCIA EFECTIVA DEL HORMIGÓN A CORTANTE
$f_{ct,k} =$	2.03 MPa	ART39.1: RESISTENCIA CARACTERÍSTICA INFERIOR A TRACCIÓN
$f_{ct,d} =$	1.35 MPa	ART39.4: RESISTENCIA DE CÁLCULO A TRACCIÓN DEL HORMIGÓN
$S =$	11523.49851 cm ³	ART44.2.3.1: MOMENTO ESTÁTICO DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL
$\sigma'_{cd} =$	0.00 MPa/m	ART44.2.3.2.1.2: RESIST. EFECTIVA DEL HORMIGÓN A CORTANTE (COMPRES=+)
FISURACIÓN:		
$s =$	200 mm	ART 49.2.4: DISTANCIA ENTRE BARRAS LONGITUDINALES (NO MAYOR QUE 150)
$A_{c,ef} =$	750 cm ²	ART 49.2.4: ÁREA DE HORMIGÓN DE LA ZONA DE REC. EF. EN LA A. FISURAS
$A_s =$	10.05 cm ²	ART 49.2.4: ÁREA DE ARMADURAS SITUADAS EN EL ÁREA $A_{c,ef}$
$s_m =$	199.7 mm	ART. 49.2.4: SEPARACIÓN MEDIA DE FISURAS
$\epsilon_{sm} =$	0.069 ‰	ART. 49.2.4: ALARGAMIENTO MEDIO DE LAS ARMADURAS (CON COLAB. HORM)
$\sigma_s =$	258.74 MPa	ART 49.2.4: TENSIÓN DE LA A. EN LA S. FISURADA CON $f_{ct,m,fl}$ EN F.EXTREMA
$\sigma_s =$	34.46 MPa	ART 49.2.4: TENSIÓN DE SERVICIO DE LA ARMADURA EN SECCIÓN FISURADA
MASA NOMINAL (CUANTÍA ACERO):		
$A_{s,trac} =$	10.05 cm ² /m	AREA DE ACERO TRACCIONADO
$MASAn =$	26.33 kg/m ³	MASA NOMINAL SEGÚN UNE10080

Cuantías de acero según EHE-08 y UNE-EN 10080

PROYECTO: ETAP SANTILLANA

ELEMENTO: CUANTÍA MURO EXTERIOR ARQUETA VACIADOS

DATOS:

RESULTADOS:

HORMIGÓN

ESPESOR = 30 cm

ACERO

MASA = MÁXIMA [SEGÚN UNE-EN 10080 (VER NOTA 2)]

CARA 1 ARMADURA 1: SEPARACIÓN

1 Ø16 / 25.0 cm

CUANTÍA CARA 1 ARMADURA 1:

→ 22.0 kg/m³

CARA 1 ARMADURA 2: SEPARACIÓN

1 Ø16 / 20.0 cm

CUANTÍA CARA 1 ARMADURA 2:

→ 27.5 kg/m³

CARA 2 ARMADURA 1: SEPARACIÓN

1 Ø16 / 25.0 cm

CUANTÍA CARA 2 ARMADURA 1:

→ 22.0 kg/m³

CARA 2 ARMADURA 2: SEPARACIÓN

1 Ø16 / 20.0 cm

CUANTÍA CARA 2 ARMADURA 2:

→ 27.5 kg/m³

CUANTÍA TOTAL:

99.1 kg/m³

Δ POR SOLAPES, RECORTES Y ANCLAJES:

→ 14.9 kg/m³

CUANTÍA MAYORADA:

113.9 kg/m³

5 = 115 kg/m³

% MAYORACIÓN = 15 %

% MAYORACIÓN: MAYORACIÓN POR SOLAPES, RECORTES Y ANCLAJES

NOTAS:

1) EHE-08 (ART 32.1): LAS SECCIONES NOMINALES Y LAS MASAS NOMINALES POR METRO SERÁN LAS ESTABLECIDAS EN LA TABLA 6 DE LA UNE-EN 10080.

2) UNE-EN 10080 (AP. 7.3.2): LA DESVIACIÓN ADMISIBLE CON RELACIÓN AL VALOR NOMINAL DE MASA POR METRO NO DEBE SER SUPERIOR A ±4,5% PARA DIÁMETROS NOMINALES SUPERIORES A 8,0 mm NI A ±6% PARA DIÁMETROS NOMINALES INFERIORES O IGUALES A 8,0 mm.

Armado del Muro Vertedero (Horizontal):

PROYECTO: ETAP SANTILLANA	
ELEMENTO: ARMADURA HORIZONTAL . MURO VERTEDERO ARQUETA VACIADOS	
COMPROBACIÓN DE ELU DE FLEXIÓN Y CORTANTE Y ELS DE FISURACIÓN SEGÚN EHE-08	

DATOS:

GEOMETRÍA	
ESPESOR DE HORMIGÓN	e = 30 cm
	H =
ESFUERZOS PÉSIMOS ELU :	
MOMENTO DE CÁLCULO:	Md = 22.0 kNm/m
CORTANTE DE CÁLCULO:	Vd = 30.9 kN/m
ESFUERZO PÉSIMO ELS FISURACIÓN:	
M. CUASIPERMANENTE	Mk = 14.7 kNm/m
CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS:	
RESISTENCIA CARACTERÍSTICA DE CÁLCULO	f _{ck} = 30 MPa
LÍMITE ELÁSTICO DEL ACERO	f _{yk} = 500 MPa
RECUBRIMIENTO (PARA MENTO EXTERIOR A ARMADURA)	c = 5.00 cm
ARMADURA TRACCIÓN:	ARMADURA DISPUESTA:
1Ø16/25	A _s = 8.04 cm ² /m
ARMADURA COMPRESIÓN:	A' _s = 0.00 cm ² /m
ELS FISURACIÓN (PARÁMETROS):	
ABERTURA CARACTERÍSTICA DE FISURA:	w _{máx} = 0.1 mm
COEF. INFLUENCIA DEL DIAGRAMA DE TRACCIONES	K ₁ = 0.125
COEF. DURACIÓN DE LA CARGA	K ₂ = 0.50
COEF. ABERTURA MEDIA DE FISURA / VALOR CARACT.	β = 1.7
COEFS. DE MINORACIÓN DE RESISTENCIA:	
COEF. MINORACIÓN RESISTENCIA DEL HORMIGÓN	γ _c = 1.50 α _{ct} = 1
COEF. MINORACIÓN RESISTENCIA DEL ACERO	γ _s = 1.15
DIÁMETRO MÁXIMO DEL ÁRIDO:	DM = 20.0 mm

RESULTADOS:

ELU (FLEXIÓN Y CORTANTE):	
ESFUERZOS ÚLTIMOS DE LA SECCIÓN:	
MOMENTO ÚLTIMO DE LA SECCIÓN	M _u = 78.04 kNm/m CUMPLE
CORTANTE ÚLTIMO DE LA SECCIÓN	V _u = 174.82 kN/m CUMPLE
CORTANTE DE AGOTAMIENTO POR C. OBLICUA DEL ALMA	V _{u1} = 1452.00 kN/m
CORTANTE DE AGOTAMIENTO POR TRACCIÓN EN EL ALMA	V _{u2} = 174.82 kN/m
ARMADURA DE CORTANTE:	
ÁNGULO DE LAS ARMADURAS CON EL EJE DE LA PIEZA	α = °
ÁNGULO DE LAS BIELAS DE COMPRESIÓN EN EL HORMIGÓN	θ = 45 °
AXIL DE CÁLCULO (COMPRESIÓN +)	N _d = 0.00 kN/m
CONTRIBUCIÓN DEL HORMIGÓN A LA RESISTENCIA A V	V _{cu} = kN/m
CONTRIBUCIÓN DEL ACERO A LA RESISTENCIA A V	V _{su} = kN/m
ÁREA POR UNIDAD DE LONGITUD DE ACERO NECESARIO	A _α = cm ² /m
ELS (FISURACIÓN):	
ABERTURA DE FISURA CARACTERÍSTICA:	w _k = mm CUMPLE
TENSIONES CÁLCULO ABERTURA DE FISURA:	→ NO ES NECESARIO COMPROBAR ELS σ _{ft} < f _{ct,m,f}
σ _{sr} = 318.96 MPa	
σ _s = 80.63 MPa	
TENSIÓN EN FIBRA TRACCIONADA PÉSIMA:	σ _{ft} = 0.95 MPa
TIPO DE FISURA (SEGÚN EUROCÓDIGO 2-4):	
MOMENTO DE FISURACIÓN (f _{ct,m,f}):	M _{fis} = 58.05 kNm/m
CUANTÍA GEOMÉTRICA MÍNIMA:	A _{s min,g} = 4.80 cm ² /m CUMPLE
CUANTÍA MECÁNICA MÍNIMA:	A _{s min,m} = 0.00 cm ² /m CUMPLE
A PARTIR DE CUANTÍA MÍNIMA MECÁNICA REDUCIDA	A _{s,nec} = 0.00 cm ² /m
	α = 1.50
SEPARACIÓN ENTRE BARRAS:	sep _{barras} = 234.0 mm
	sep _{min} = 25.0 mm CUMPLE
	sep _{máx} = 300.0 mm CUMPLE

PROYECTO:ETAP SANTILLANA		
ELEMENTO:ARMADURA HORIZONTAL . MURO VERTEDERO ARQUETA VACIADOS		
COMPROBACIÓN DE ELU DE FLEXIÓN Y CORTANTE Y ELS DE FISURACIÓN SEGÚN EHE-08		
CÁLCULOS:		
FLEXIÓN:		
$\eta =$	1	ARTÍCULO 39.5 [DIAGRAMA RECTANGULAR]
$\lambda =$	0.8	ARTÍCULO 39.5 [DIAGRAMA RECTANGULAR]
$T =$	349.57 kN/m	TRACCIÓN EN LA ARMADURA (M_u)
$x =$	4.7 cm	PROFUNDIDAD FIBRA NEUTRA
$\lambda(x) \cdot h =$	3.75 cm	PROFUNDIDAD FICTICIA DE COMPRESIÓN UNIFORME ($\eta \cdot FCD$) [D. RECTANGULAR]
$d =$	24.20 cm	PROFUNDIDAD DE CÁLCULO ARMADURA PASIVA
$d' =$	5.80 cm	ALTURA DE CÁLCULO ARMADURA PASIVA
$E_{cm} =$	28576.7910 MPa	ART. 39.6: MÓDULO DE DEFORMACIÓN LONGITUDINAL DEL HORMIGÓN
$n =$	7.00	ANEJO 8, 2.2: COEFICIENTE DE EQUIVALENCIA (ACERO-HORMIGÓN) [$n = E_s/E_{cm}$]
$f_{ct,m} =$	2.90 MPa	ART 39.1: RESISTENCIA MEDIA A TRACCIÓN
$f_{ct,m,fl} =$	3.77 MPa	ART 39.1: RESISTENCIA MEDIA A FLEXOTRACCIÓN
$\rho_1 =$	3.32 ‰	ANEJO 8, 2.2: CUANTÍA GEOMÉTRICA ARMADURA DE TRACCIÓN
$\rho_2 =$	0.00 ‰	ANEJO 8, 2.2: CUANTÍA GEOMÉTRICA ARMADURA DE COMPRESIÓN
$c =$	50 mm	RECUBRIMIENTO [DIST. SUP EXTERIOR SECCIÓN A BARRAS CORRUGADAS]
$f_{cd} =$	20.00 MPa	ART. 39.4: RESISTENCIA DE CÁLCULO DEL HORMIGÓN EN COMPRESIÓN
$f_{yd} =$	434.78 MPa	ART. 38.3: RESISTENCIA DE CÁLCULO DEL ACERO
$A_R =$	3048.23 cm ²	ÁREA DE LA SECCIÓN REDUCIDA
$M_e =$	45279.73075 cm ³	MOMENTO ESTÁTICO DE LA SECCIÓN REDUCIDA
$y_G =$	14.85 cm	ALTURA DE LA FIBRA NEUTRA EN LA SECCIÓN REDUCIDA
$W_{1,r} =$	15417.45 cm ³	MÓDULO RESISTENTE DE LA SECCIÓN REDUCIDA
$W_{1,b} =$	15000.00 cm ³	MÓDULO RESISTENTE DE LA SECCIÓN BRUTA
$z =$	22.33 cm	BRAZO MECÁNICO DE LA SECCIÓN [$Z=d-0,5 \cdot (\lambda(x) \cdot h)$]
$A_s =$	8.04 cm ² /m	ÁREA DE ACERO POR METRO (TRACCIÓN)
SECCIÓN SIN FISURAR:		
$x_G =$	15.15 cm	PROFUNDIDAD DE LA FIBRA NEUTRA EN LA SECCIÓN SIN FISURAR
$I_G =$	229017.55 cm ⁴ /m	MOMENTO DE INERCIA DE LA SECCIÓN SIN FISURAR
SECCIÓN FISURADA:		
$X =$	4.69 cm	PROFUNDIDAD DE LA FIBRA NEUTRA EN LA SECCIÓN FISURADA
$I_f =$	24857.12 cm ⁴ /m	MOMENTO DE INERCIA DE LA SECCIÓN FISURADA
CORTANTE:		
$\xi =$	1.91	ART44.2.3.2.1.2
$\rho_l =$	3.32 ‰	ART44.2.3.2.1.2: CUANTÍA GEOMÉTRICA ARMADURA PRINCIPAL DE TRACCIÓN
$\sigma_{cd} =$	0.00 MPa/m	ART44.2.3.2.1.2: TENSIÓN AXIAL MEDIA EN EL ALMA DE LA SECCIÓN (COMP. ==)
$f_{1cd} =$	12 MPa	ART44.2.3.1: RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN
$K =$	1.00	ART44.2.3.1: COEFICIENTE QUE DEPENDE DEL ESFUERZO AXIL
$\cotg \theta =$	1	ART44.2.3.1: COTANG DEL ÁNGULO QUE FORMAN LAS BIELAS DE COMPRESIÓN
$\cotg \alpha =$	0	ART44.2.3.1: COTANG DEL ÁNGULO QUE FORMAN LAS ARMADURAS CON EL EJE
$f_{cv} =$	30.00 MPa	ART44.2.3.2.1.2: RESISTENCIA EFECTIVA DEL HORMIGÓN A CORTANTE
$f_{ct,k} =$	2.03 MPa	ART39.1: RESISTENCIA CARACTERÍSTICA INFERIOR A TRACCIÓN
$f_{ct,d} =$	1.35 MPa	ART39.4: RESISTENCIA DE CÁLCULO A TRACCIÓN DEL HORMIGÓN
$S =$	11469.40463 cm ³	ART44.2.3.1: MOMENTO ESTÁTICO DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL
$\sigma'_{cd} =$	0.00 MPa/m	ART44.2.3.2.1.2: RESIST. EFECTIVA DEL HORMIGÓN A CORTANTE (COMPRES==)
FISURACIÓN:		
$s =$	240 mm	ART 49.2.4: DISTANCIA ENTRE BARRAS LONGITUDINALES (NO MAYOR QUE 150)
$A_{c,ef} =$	750 cm ²	ART 49.2.4: ÁREA DE HORMIGÓN DE LA ZONA DE REC. EF. EN LA A. FISURAS
$A_s =$	8.04 cm ²	ART 49.2.4: ÁREA DE ARMADURAS SITUADAS EN EL ÁREA $A_{c,ef}$
$s_m =$	222.6 mm	ART. 49.2.4: SEPARACIÓN MEDIA DE FISURAS
$\epsilon_{sm} =$	0.161 ‰	ART. 49.2.4: ALARGAMIENTO MEDIO DE LAS ARMADURAS (CON COLAB. HORM)
$\sigma_{sr} =$	318.96 MPa	ART 49.2.4: TENSIÓN DE LA A. EN LA S. FISURADA CON $f_{ct,m,fl}$ EN F. EXTREMA
$\sigma_s =$	80.63 MPa	ART 49.2.4: TENSIÓN DE SERVICIO DE LA ARMADURA EN SECCIÓN FISURADA
MASA NOMINAL (CUANTÍA ACERO):		
$A_{s,trac} =$	8.04 cm ² /m	ÁREA DE ACERO TRACCIONADO
$MASAn =$	21.07 kg/m ³	MASA NOMINAL SEGÚN UNE10080

Armado del Muro Vertedero (Vertical):

PROYECTO: ETAP SANTILLANA		
ELEMENTO: ARMADURA VERTICAL . MURO VERTEDERO ARQUETA VACIADOS		
COMPROBACIÓN DE ELU DE FLEXIÓN Y CORTANTE Y ELS DE FISURACIÓN SEGÚN EHE-08		
DATOS:		
GEOMETRÍA		
ESPESOR DE HORMIGÓN	e =	30 cm
H =		
ESFUERZOS PÉSIMOS ELU:		
MOMENTO DE CÁLCULO:	Md =	5.3 kNm/m
CORTANTE DE CÁLCULO:	Vd =	18.8 kN/m
ESFUERZO PÉSIMO ELS FISURACIÓN:		
M. CUASIPERMANENTE	Mk =	3.6 kNm/m
CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS:		
RESISTENCIA CARACTERÍSTICA DE CÁLCULO	f _{ck} =	30 MPa
LÍMITE ELÁSTICO DEL ACERO	f _{yk} =	500 MPa
RECUBRIMIENTO (PARA MENTO EXTERIOR A ARMADURA)	c =	5.00 cm
ARMADURA TRACCIÓN:		
1Ø16/20	ARMADURA DISPUESTA:	
	A _s =	10.05 cm ² /m
ARMADURA COMPRESIÓN:		
-	A' _s =	0.00 cm ² /m
ELS FISURACIÓN (PARÁMETROS):		
ABERTURA CARACTERÍSTICA DE FISURA:	w _{máx} =	0.1 mm
COEF. INFLUENCIA DEL DIAGRAMA DE TRACCIONES	K ₁ =	0.125
COEF. DURACIÓN DE LA CARGA	K ₂ =	0.50
COEF. ABERTURA MEDIA DE FISURA / VALOR CARACT.	β =	1.7
COEFS. DE MINORACIÓN DE RESISTENCIA:		
COEF. MINORACIÓN RESISTENCIA DEL HORMIGÓN	γ _c =	1.50 α _{ct} = 1
COEF. MINORACIÓN RESISTENCIA DEL ACERO	γ _s =	1.15
DIÁMETRO MÁXIMO DEL ÁRIDO:	DM =	20.0 mm
RESULTADOS:		
ELU (FLEXIÓN Y CORTANTE):		
ESFUERZOS ÚLTIMOS DE LA SECCIÓN:		
MOMENTO ÚLTIMO DE LA SECCIÓN	M _u =	95.87 kNm/m CUMPLE
CORTANTE ÚLTIMO DE LA SECCIÓN	V _u =	269.68 kN/m CUMPLE
CORTANTE DE AGOTAMIENTO POR C. OBLICUA DEL ALMA	V _{u1} =	1440.00 kN/m
CORTANTE DE AGOTAMIENTO POR TRACCIÓN EN EL ALMA	V _{u2} =	269.68 kN/m
ARMADURA DE CORTANTE:		
ÁNGULO DE LAS ARMADURAS CON EL EJE DE LA PIEZA	α =	- °
ÁNGULO DE LAS BIELAS DE COMPRESIÓN EN EL HORMIGÓN	θ =	45 °
AXIL DE CÁLCULO (COMPRESIÓN +)	N _d =	0.00 kN/m
CONTRIBUCIÓN DEL HORMIGÓN A LA RESISTENCIA A V	V _{cu} =	- kN/m
CONTRIBUCIÓN DEL ACERO A LA RESISTENCIA A V	V _{su} =	- kN/m
ÁREA POR UNIDAD DE LONGITUD DE ACERO NECESARIO	A _α =	- cm ² /m
ELS (FISURACIÓN):		
ABERTURA DE FISURA CARACTERÍSTICA:	w _k =	- mm CUMPLE
TENSIONES CÁLCULO ABERTURA DE FISURA: → NO ES NECESARIO COMPROBAR ELS σ _{ft} < f _{ot,m,fl})		
σ _{sr} = 260.65 MPa		
σ _s = 15.92 MPa		
TENSIÓN EN FIBRA TRACCIONADA PÉSIMA:	σ _{ft} =	0.23 MPa
TIPO DE FISURA (SEGÚN EUROCÓDIGO 2-4):		-
MOMENTO DE FISURACIÓN (f _{ct,tm,fl}):	M _{fls} =	58.37 kNm/m
CUANTÍA GEOMÉTRICA MÍNIMA:	A _{s min,g} =	2.70 cm ² /m CUMPLE
CUANTÍA MECÁNICA MÍNIMA:	A _{s min,m} =	0.00 cm ² /m CUMPLE
A PARTIR DE CUANTÍA MÍNIMA MECÁNICA REDUCIDA	A _{s,nec} =	0.00 cm ² /m
	α =	1.50
SEPARACIÓN ENTRE BARRAS:	sep _{barras} =	180.0 mm
	sep _{min} =	25.0 mm CUMPLE
	sep _{máx} =	300.0 mm CUMPLE

PROYECTO:ETAP SANTILLANA		
ELEMENTO:ARMADURA VERTICAL . MURO VERTEDERO ARQUETA VACIADOS		
COMPROBACIÓN DE ELU DE FLEXIÓN Y CORTANTE Y ELS DE FISURACIÓN SEGÚN EHE-08		
CÁLCULOS:		
FLEXIÓN:		
$\eta =$	1	ARTÍCULO 39.5 [DIAGRAMA RECTANGULAR]
$\lambda =$	0.8	ARTÍCULO 39.5 [DIAGRAMA RECTANGULAR]
$T =$	436.96 kN/m	TRACCIÓN EN LA ARMADURA (M_u)
$x =$	5.1 cm	PROFUNDIDAD FIBRA NEUTRA
$\lambda(x) \cdot h =$	4.12 cm	PROFUNDIDAD FICTICIA DE COMPRESIÓN UNIFORME ($\eta \cdot FCD$) [D. RECTANGULAR]
$d =$	24.00 cm	PROFUNDIDAD DE CÁLCULO ARMADURA PASIVA
$d' =$	6.00 cm	ALTURA DE CÁLCULO ARMADURA PASIVA
$E_{cm} =$	28576.7910 MPa	ART. 39.6: MÓDULO DE DEFORMACIÓN LONGITUDINAL DEL HORMIGÓN
$n =$	7.00	ANEJO 8, 2.2: COEFICIENTE DE EQUIVALENCIA (ACERO-HORMIGÓN) [$n = E_s/E_{cm}$]
$f_{ct,m} =$	2.90 MPa	ART 39.1: RESISTENCIA MEDIA A TRACCIÓN
$f_{ct,m,fl} =$	3.77 MPa	ART 39.1: RESISTENCIA MEDIA A FLEXOTRACCIÓN
$\rho_1 =$	4.19 ‰	ANEJO 8, 2.2: CUANTÍA GEOMÉTRICA ARMADURA DE TRACCIÓN
$\rho_2 =$	0.00 ‰	ANEJO 8, 2.2: CUANTÍA GEOMÉTRICA ARMADURA DE COMPRESIÓN
$c =$	50 mm	RECUBRIMIENTO [DIST. SUP EXTERIOR SECCIÓN A BARRAS CORRUGADAS]
$f_{cd} =$	20.00 MPa	ART. 39.4: RESISTENCIA DE CÁLCULO DEL HORMIGÓN EN COMPRESIÓN
$f_{yd} =$	434.78 MPa	ART. 38.3: RESISTENCIA DE CÁLCULO DEL ACERO
$A_R =$	3060.29 cm ²	AREA DE LA SECCIÓN REDUCIDA
$M_e =$	45361.72079 cm ³	MOMENTO ESTÁTICO DE LA SECCIÓN REDUCIDA
$y_G =$	14.82 cm	ALTURA DE LA FIBRA NEUTRA EN LA SECCIÓN REDUCIDA
$W_{1,r} =$	15502.37 cm ³	MÓDULO RESISTENTE DE LA SECCIÓN REDUCIDA
$W_{1,b} =$	15000.00 cm ³	MÓDULO RESISTENTE DE LA SECCIÓN BRUTA
$z =$	21.94 cm	BRAZO MECÁNICO DE LA SECCIÓN [$Z=d-0.5 \cdot (\lambda(x) \cdot h)$]
$A_s =$	10.05 cm ² /m	ÁREA DE ACERO POR METRO (TRACCIÓN)
SECCIÓN SIN FISURAR:		
$x_G =$	15.18 cm	PROFUNDIDAD DE LA FIBRA NEUTRA EN LA SECCIÓN SIN FISURAR
$I_G =$	229787.03 cm ⁴ /m	MOMENTO DE INERCIA DE LA SECCIÓN SIN FISURAR
SECCIÓN FISURADA:		
$X =$	5.15 cm	PROFUNDIDAD DE LA FIBRA NEUTRA EN LA SECCIÓN FISURADA
$I_f =$	29545.28 cm ⁴ /m	MOMENTO DE INERCIA DE LA SECCIÓN FISURADA
CORTANTE:		
$\xi =$	1.91	ART44.2.3.2.1.2
$\rho_l =$	4.19 ‰	ART44.2.3.2.1.2: CUANTÍA GEOMÉTRICA ARMADURA PRINCIPAL DE TRACCIÓN
$\sigma_{cd} =$	0.00 MPa/m	ART44.2.3.2.1.2: TENSIÓN AXIAL MEDIA EN EL ALMA DE LA SECCIÓN (COMP. ==+)
$f_{1cd} =$	12 MPa	ART44.2.3.1: RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN
$K =$	1.00	ART44.2.3.1: COEFICIENTE QUE DEPENDE DEL ESFUERZO AXIL
$\cotg \theta =$	1	ART44.2.3.1: COTAG DEL ÁNGULO QUE FORMAN LAS BIELAS DE COMPRESIÓN
$\cotg \alpha =$	0	ART44.2.3.1: COTAG DEL ÁNGULO QUE FORMAN LAS ARMADURAS CON EL EJE
$f_{cv} =$	30.00 MPa	ART44.2.3.2.1.2: RESISTENCIA EFECTIVA DEL HORMIGÓN A CORTANTE
$f_{ct,k} =$	2.03 MPa	ART39.1: RESISTENCIA CARACTERÍSTICA INFERIOR A TRACCIÓN
$f_{ct,d} =$	1.35 MPa	ART39.4: RESISTENCIA DE CÁLCULO A TRACCIÓN DEL HORMIGÓN
$S =$	11517.51797 cm ³	ART44.2.3.1: MOMENTO ESTÁTICO DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL
$\sigma'_{cd} =$	0.00 MPa/m	ART44.2.3.2.1.2: RESIST. EFECTIVA DEL HORMIGÓN A CORTANTE (COMPRES==+)
FISURACIÓN:		
$s =$	200 mm	ART 49.2.4: DISTANCIA ENTRE BARRAS LONGITUDINALES (NO MAYOR QUE 15Ø)
$A_{c,ef} =$	750 cm ²	ART 49.2.4: ÁREA DE HORMIGÓN DE LA ZONA DE REC. EF. EN LA A. FISURAS
$A_s =$	10.05 cm ²	ART 49.2.4: ÁREA DE ARMADURAS SITUADAS EN EL ÁREA $A_{c,ef}$
$s_m =$	214.6 mm	ART. 49.2.4: SEPARACIÓN MEDIA DE FISURAS
$\epsilon_{sm} =$	0.032 ‰	ART. 49.2.4: ALARGAMIENTO MEDIO DE LAS ARMADURAS (CON COLAB. HORM)
$\sigma_{sr} =$	260.65 MPa	ART 49.2.4: TENSIÓN DE LA A. EN LA S. FISURADA CON $f_{ct,m,fl}$ EN F.EXTREMA
$\sigma_s =$	15.92 MPa	ART 49.2.4: TENSIÓN DE SERVICIO DE LA ARMADURA EN SECCIÓN FISURADA
MASA NOMINAL (CUANTÍA ACERO):		
$A_{s,trac} =$	10.05 cm ² /m	AREA DE ACERO TRACCIONADO
$MASAn =$	0.00 kg/m ³	MASA NOMINAL SEGÚN UNE10080

Cuantías de acero según EHE-08 y UNE-EN 10080

PROYECTO: ETAP SANTILLANA

ELEMENTO: CUANTÍA MURO VERTEDERO ARQUETA VACIADOS

DATOS:

RESULTADOS:

HORMIGÓN

ESPESOR = 30 cm

ACERO

MASA = MÁXIMA [SEGÚN UNE-EN 10080 (VER NOTA 2)]

CARA 1 ARMADURA 1: SEPARACIÓN

CUANTÍA CARA 1 ARMADURA 1:

1 Ø16 / 25.0 cm

→ 22.0 kg/m³

CARA 1 ARMADURA 2: SEPARACIÓN

CUANTÍA CARA 1 ARMADURA 2:

1 Ø16 / 20.0 cm

→ 27.5 kg/m³

CARA 2 ARMADURA 1: SEPARACIÓN

CUANTÍA CARA 2 ARMADURA 1:

1 Ø16 / 25.0 cm

→ 22.0 kg/m³

CARA 2 ARMADURA 2: SEPARACIÓN

CUANTÍA CARA 2 ARMADURA 2:

1 Ø16 / 20.0 cm

→ 27.5 kg/m³

CUANTÍA TOTAL:

99.1 kg/m³

Δ POR SOLAPES, RECORTES Y ANCLAJES:

% MAYORACIÓN = 15 %

→ 14.9 kg/m³

CUANTÍA MAYORADA:

113.9 kg/m³

5 = 115 kg/m³

% MAYORACIÓN: MAYORACIÓN POR SOLAPES, RECORTES Y ANCLAJES

NOTAS:

1] EHE-08 (ART 32.1): LAS SECCIONES NOMINALES Y LAS MASAS NOMINALES POR METRO SERÁN LAS ESTABLECIDAS EN LA TABLA 6 DE LA UNE-EN 10080.

2] UNE-EN 10080 (AP. 7.3.2): LA DESVIACIÓN ADMISIBLE CON RELACIÓN AL VALOR NOMINAL DE MASA POR METRO NO DEBE SER SUPERIOR A ±4,5% PARA DIÁMETROS NOMINALES SUPERIORES A 8,0 mm, NI A ±6% PARA DIÁMETROS NOMINALES INFERIORES O IGUALES A 8,0 mm.

Armado de la Losa de Cubierta:

PROYECTO: ETAP SANTILLANA ELEMENTO: ARMADURA LONGITUDINAL . LOSA CUBIERTA ARQUETA DE VACIADOS COMPROBACIÓN DE ELU DE FLEXIÓN Y CORTANTE Y ELS DE FISURACIÓN SEGÚN EHE-08	
DATOS:	
GEOMETRÍA	
ESPESOR DE HORMIGÓN	e = 25 cm
H =	
ESFUERZOS PÉSIMOS ELU:	
MOMENTO DE CÁLCULO:	Md = 28.9 kNm/m
CORTANTE DE CÁLCULO:	Vd = 78.8 kN/m
ESFUERZO PÉSIMO ELS FISURACIÓN:	
M. CUASIPERMANENTE	Mk = 19.3 kNm/m
CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS:	
RESISTENCIA CARACTERÍSTICA DE CÁLCULO	f _{ck} = 30 MPa
LÍMITE ELÁSTICO DEL ACERO	f _{yk} = 500 MPa
RECUBRIMIENTO (PARAMENTO EXTERIOR A ARMADURA)	c = 5.00 cm
ARMADURA TRACCIÓN:	ARMADURA DISPUESTA:
1Ø16/20	A _s = 10.05 cm ² /m
ARMADURA COMPRESIÓN:	A' _s = 0.00 cm ² /m
ELS FISURACIÓN (PARÁMETROS):	
ABERTURA CARACTERÍSTICA DE FISURA:	w _{máx} = 0.1 mm
COEF. INFLUENCIA DEL DIAGRAMA DE TRACCIONES	K ₁ = 0.125
COEF. DURACIÓN DE LA CARGA	K ₂ = 0.50
COEF. ABERTURA MEDIA DE FISURA / VALOR CARACT.	β = 1.7
COEFS. DE MINORACIÓN DE RESISTENCIA:	
COEF. MINORACIÓN RESISTENCIA DEL HORMIGÓN	γ _c = 1.50 α _{ct} = 1
COEF. MINORACIÓN RESISTENCIA DEL ACERO	γ _s = 1.15
DIÁMETRO MÁXIMO DEL ÁRIDO:	DM = 20.0 mm
RESULTADOS:	
ELU (FLEXIÓN Y CORTANTE):	
ESFUERZOS ÚLTIMOS DE LA SECCIÓN:	
MOMENTO ÚLTIMO DE LA SECCIÓN	M _u = 75.96 kNm/m CUMPLE
CORTANTE ÚLTIMO DE LA SECCIÓN	V _u = 148.72 kN/m CUMPLE
CORTANTE DE AGOTAMIENTO POR C. OBLICUA DEL ALMA	V _{u1} = 1152.00 kN/m
CORTANTE DE AGOTAMIENTO POR TRACCIÓN EN EL ALMA	V _{u2} = 148.72 kN/m
ARMADURA DE CORTANTE:	
ÁNGULO DE LAS ARMADURAS CON EL EJE DE LA PIEZA	α = 0°
ÁNGULO DE LAS BIELAS DE COMPRESIÓN EN EL HORMIGÓN	θ = 45°
AXIL DE CÁLCULO (COMPRESIÓN +)	N _d = 0.00 kN/m
CONTRIBUCIÓN DEL HORMIGÓN A LA RESISTENCIA A V	V _{cu} = 0 kN/m
CONTRIBUCIÓN DEL ACERO A LA RESISTENCIA A V	V _{su} = 0 kN/m
ÁREA POR UNIDAD DE LONGITUD DE ACERO NECESARIO	A _α = 0 cm ² /m
ELS (FISURACIÓN):	
ABERTURA DE FISURA CARACTERÍSTICA:	w _k = 0 mm CUMPLE
TENSIONES CÁLCULO ABERTURA DE FISURA:	
σ _{sr} = 236.79 MPa	→ NO ES NECESARIO COMPROBAR ELS σ _{ft} < f _{ot,m,fi})
σ _s = 108.55 MPa	
TENSIÓN EN FIBRA TRACCIONADA PÉSIMA:	σ _{ft} = 1.79 MPa
TIPO DE FISURA (SEGÚN EUROCÓDIGO 2-4):	-
MOMENTO DE FISURACIÓN (f _{ct,lm,fi}):	M _{fi} = 42.09 kNm/m
CUANTÍA GEOMÉTRICA MÍNIMA:	A _{s,min,g} = 2.25 cm ² /m CUMPLE
CUANTÍA MECÁNICA MÍNIMA:	A _{s,min,m} = 0.00 cm ² /m CUMPLE
A PARTIR DE CUANTÍA MÍNIMA MECÁNICA REDUCIDA	A _{s,nec} = 0.00 cm ² /m
	α = 1.50
SEPARACIÓN ENTRE BARRAS:	sep _{barras} = 184.0 mm
	sep _{min} = 25.0 mm CUMPLE
	sep _{máx} = 300.0 mm CUMPLE

PROYECTO:ETAP SANTILLANA			
ELEMENTO:ARMADURA LONGITUDINAL . LOSA CUBIERTA ARQUETA DE VACIADOS			
COMPROBACIÓN DE ELU DE FLEXIÓN Y CORTANTE Y ELS DE FISURACIÓN SEGÚN EHE-08			
CÁLCULOS:			
FLEXIÓN:			
$\eta =$	1		ARTÍCULO 39.5 [DIAGRAMA RECTANGULAR]
$\lambda =$	0.8		ARTÍCULO 39.5 [DIAGRAMA RECTANGULAR]
$T =$	436.96	kN/m	TRACCIÓN EN LA ARMADURA (M_u)
$x =$	4.5	cm	PROFUNDIDAD FIBRA NEUTRA
$\lambda(x) \cdot h =$	3.63	cm	PROFUNDIDAD FICTICIA DE COMPRESIÓN UNIFORME ($\eta \cdot FCD$) [D, RECTANGULAR]
$d =$	19.20	cm	PROFUNDIDAD DE CÁLCULO ARMADURA PASIVA
$d' =$	5.80	cm	ALTURA DE CÁLCULO ARMADURA PASIVA
$E_{cm} =$	28576.7910	MPa	ART. 39.6: MÓDULO DE DEFORMACIÓN LONGITUDINAL DEL HORMIGÓN
$n =$	7.00		ANEJO 8, 2.2: COEFICIENTE DE EQUIVALENCIA (ACERO-HORMIGÓN) [$n = E_s/E_{cm}$]
$f_{ct,m} =$	2.90	MPa	ART 39.1: RESISTENCIA MEDIA A TRACCIÓN
$f_{ct,m,fl} =$	3.91	MPa	ART 39.1: RESISTENCIA MEDIA A FLEXOTRACCIÓN
$\rho_1 =$	5.23	‰	ANEJO 8, 2.2: CUANTÍA GEOMÉTRICA ARMADURA DE TRACCIÓN
$\rho_2 =$	0.00	‰	ANEJO 8, 2.2: CUANTÍA GEOMÉTRICA ARMADURA DE COMPRESIÓN
$c =$	50	mm	RECUBRIMIENTO [DIST. SUP EXTERIOR SECCIÓN A BARRAS CORRUGADAS]
$f_{cd} =$	20.00	MPa	ART. 39.4: RESISTENCIA DE CÁLCULO DEL HORMIGÓN EN COMPRESIÓN
$f_{yd} =$	434.78	MPa	ART. 38.3: RESISTENCIA DE CÁLCULO DEL ACERO
$A_R =$	2560.29	cm ²	ÁREA DE LA SECCIÓN REDUCIDA
$M_e =$	31599.66343	cm ³	MOMENTO ESTÁTICO DE LA SECCIÓN REDUCIDA
$y_G =$	12.34	cm	ALTURA DE LA FIBRA NEUTRA EN LA SECCIÓN REDUCIDA
$W_{1,r} =$	10763.92	cm ³	MÓDULO RESISTENTE DE LA SECCIÓN REDUCIDA
$W_{1,b} =$	10416.67	cm ³	MÓDULO RESISTENTE DE LA SECCIÓN BRUTA
$z =$	17.38	cm	BRAZO MECÁNICO DE LA SECCIÓN [$Z=d-0,5 \cdot (\lambda(x) \cdot h)$]
$A_s =$	10.05	cm ² /m	ÁREA DE ACERO POR METRO (TRACCIÓN)
SECCIÓN SIN FISURAR:			
$x_G =$	12.66	cm	PROFUNDIDAD DE LA FIBRA NEUTRA EN LA SECCIÓN SIN FISURAR
$I_G =$	132850.88	cm ⁴ /m	MOMENTO DE INERCIA DE LA SECCIÓN SIN FISURAR
SECCIÓN FISURADA:			
$X =$	4.54	cm	PROFUNDIDAD DE LA FIBRA NEUTRA EN LA SECCIÓN FISURADA
$I_f =$	18235.70	cm ⁴ /m	MOMENTO DE INERCIA DE LA SECCIÓN FISURADA
CORTANTE:			
$\xi =$	2.00		ART44.2.3.2.1.2
$\rho_l =$	5.23	‰	ART44.2.3.2.1.2: CUANTÍA GEOMÉTRICA ARMADURA PRINCIPAL DE TRACCIÓN
$\sigma'_{cd} =$	0.00	MPa/m	ART44.2.3.2.1.2: TENSIÓN AXIAL MEDIA EN EL ALMA DE LA SECCIÓN (COMP.=+)
$f_{1cd} =$	12	MPa	ART44.2.3.1: RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN
$K =$	1.00		ART44.2.3.1: COEFICIENTE QUE DEPENDE DEL ESFUERZO AXIL
$\cotg \theta =$	1		ART44.2.3.1: COTANG DEL ÁNGULO QUE FORMAN LAS BIELAS DE COMPRESIÓN
$\cotg \alpha =$	0		ART44.2.3.1: COTANG DEL ÁNGULO QUE FORMAN LAS ARMADURAS CON EL EJE
$f_{cv} =$	30.00	MPa	ART44.2.3.2.1.2: RESISTENCIA EFECTIVA DEL HORMIGÓN A CORTANTE
$f_{ct,k} =$	2.03	MPa	ART39.1: RESISTENCIA CARACTERÍSTICA INFERIOR A TRACCIÓN
$f_{ct,d} =$	1.35	MPa	ART39.4: RESISTENCIA DE CÁLCULO A TRACCIÓN DEL HORMIGÓN
$S =$	8010.949705	cm ³	ART44.2.3.1: MOMENTO ESTÁTICO DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL
$\sigma'_{cd} =$	0.00	MPa/m	ART44.2.3.2.1.2: RESIST. EFECTIVA DEL HORMIGÓN A CORTANTE (COMPRES.=+)
FISURACIÓN:			
$s =$	200	mm	ART 49.2.4: DISTANCIA ENTRE BARRAS LONGITUDINALES (NO MAYOR QUE 15Ø)
$A_{c,ef} =$	625	cm ²	ART 49.2.4: ÁREA DE HORMIGÓN DE LA ZONA DE REC. EF. EN LA A. FISURAS
$A_s =$	10.05	cm ²	ART 49.2.4: ÁREA DE ARMADURAS SITUADAS EN EL ÁREA $A_{c,ef}$
$s_m =$	189.8	mm	ART. 49.2.4: SEPARACIÓN MEDIA DE FISURAS
$\epsilon_{sm} =$	0.217	‰	ART. 49.2.4: ALARGAMIENTO MEDIO DE LAS ARMADURAS (CON COLAB. HORM)
$\sigma_{sr} =$	236.79	MPa	ART 49.2.4: TENSIÓN DE LA A. EN LA S. FISURADA CON $f_{ct,m,fl}$ EN F.EXTREMA
$\sigma_s =$	108.55	MPa	ART 49.2.4: TENSIÓN DE SERVICIO DE LA ARMADURA EN SECCIÓN FISURADA
MASA NOMINAL (CUANTÍA ACERO):			
$A_{s,trac} =$	10.05	cm ² /m	ÁREA DE ACERO TRACCIONADO
$MASAn =$	31.60	kg/m ³	MASA NOMINAL SEGÚN UNE10080

Cuantías de acero según EHE-08 y UNE-EN 10080

PROYECTO: ETAP SANTILLANA

ELEMENTO: CUANTÍA CUBIERTA ARQUETA VACIADOS

DATOS:

RESULTADOS:

HORMIGÓN

ESPESOR = 25 cm

ACERO

MASA = MÁXIMA [SEGÚN UNE-EN 10080 (VER NOTA 2)]

CARA 1 ARMADURA 1: SEPARACIÓN

1 Ø16 / 20.0 cm

CUANTÍA CARA 1 ARMADURA 1:

→ 33.0 kg/m³

CARA 1 ARMADURA 2: SEPARACIÓN

1 Ø16 / 20.0 cm

CUANTÍA CARA 1 ARMADURA 2:

→ 33.0 kg/m³

CARA 2 ARMADURA 1: SEPARACIÓN

1 Ø16 / 20.0 cm

CUANTÍA CARA 2 ARMADURA 1:

→ 33.0 kg/m³

CARA 2 ARMADURA 2: SEPARACIÓN

1 Ø16 / 20.0 cm

CUANTÍA CARA 2 ARMADURA 2:

→ 33.0 kg/m³

CUANTÍA TOTAL:

132.1 kg/m³

Δ POR SOLAPES, RECORTES Y ANCLAJES:

→ 19.8 kg/m³

CUANTÍA MAYORADA:

151.9 kg/m³

⁵ = 155 kg/m³

% MAYORACIÓN = 15 %

% MAYORACIÓN: MAYORACIÓN POR SOLAPES, RECORTES Y ANCLAJES

NOTAS:

1] EHE-08 (ART 32.1): LAS SECCIONES NOMINALES Y LAS MASAS NOMINALES POR METRO SERÁN LAS ESTABLECIDAS EN LA TABLA 6 DE LA UNE-EN 10080.

2] UNE-EN 10080 (AP. 7.3.2): LA DESVIACIÓN ADMISIBLE CON RELACIÓN AL VALOR NOMINAL DE MASA POR METRO NO DEBE SER SUPERIOR A ±4,5% PARA DIÁMETROS NOMINALES SUPERIORES A 8,0 mm, NI A ±6% PARA DIÁMETROS NOMINALES INFERIORES O IGUALES A 8,0 mm.

Armado de la losa de cimentación:

La losa de cimentación, por sus dimensiones, soportará las máximas cargas de los muros perimetrales, por lo que se armará con la misma cuantía que éstos.

Cuantías de acero según EHE-08 y UNE-EN 10080

PROYECTO: ETAP SANTILLANA

ELEMENTO: CUANTÍA CIMENTACIÓN CÁMARA PREOZONIZACIÓN

DATOS:

RESULTADOS:

HORMIGÓN

ESPESOR = 35 cm

ACERO

MASA = MÁXIMA [SEGÚN UNE-EN 10080 (VER NOTA 2)]

CARA 1 ARMADURA 1: SEPARACIÓN

1 Ø16 / 20.0 cm

CUANTÍA CARA 1 ARMADURA 1:

→ 23.6 kg/m³

CARA 1 ARMADURA 2: SEPARACIÓN

1 Ø16 / 20.0 cm

CUANTÍA CARA 1 ARMADURA 2:

→ 23.6 kg/m³

CARA 2 ARMADURA 1: SEPARACIÓN

1 Ø16 / 20.0 cm

CUANTÍA CARA 2 ARMADURA 1:

→ 23.6 kg/m³

CARA 2 ARMADURA 2: SEPARACIÓN

1 Ø16 / 20.0 cm

CUANTÍA CARA 2 ARMADURA 2:

→ 23.6 kg/m³

CUANTÍA TOTAL:

94.3 kg/m³

Δ POR SOLAPES, RECORTES Y ANCLAJES:

→ 14.2 kg/m³

CUANTÍA MAYORADA:

108.5 kg/m³

⁵ = 110 kg/m³

% MAYORACIÓN = 15 %

% MAYORACIÓN: MAYORACIÓN POR SOLAPES, RECORTES Y ANCLAJES

NOTAS:

1] EHE-08 (ART 32.1): LAS SECCIONES NOMINALES Y LAS MASAS NOMINALES POR METRO SERÁN LAS ESTABLECIDAS EN LA TABLA 6 DE LA UNE-EN 10080.

2] UNE-EN 10080 (AP. 7.3.2): LA DESVIACIÓN ADMISIBLE CON RELACIÓN AL VALOR NOMINAL DE MASA POR METRO NO DEBE SER SUPERIOR A ±4,5% PARA DIÁMETROS NOMINALES SUPERIORES A 8,0 mm, NI A ±6% PARA DIÁMETROS NOMINALES INFERIORES O IGUALES A 8,0 mm.

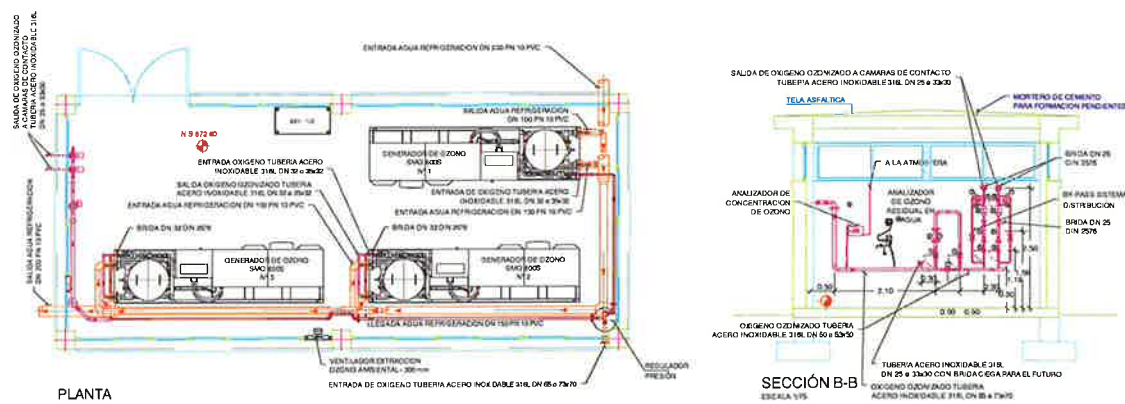
Tabla resumen de armado:

ELEMENTO	ARMADO HORIZONTAL / LONGITUDINAL	ARMADO VERTICAL / TRANSVERSAL
Muro Frontal	Ø16/25	Ø16/20
Muro Lateral	Ø16/25	Ø16/20
Muro Vertedero	Ø16/25	Ø16/20
Losa Cubierta	Ø16/20	Ø16/20
Losa Cimentación	Ø16/20	Ø16/20

7.1.3 Ampliación del edificio de generación de ozono

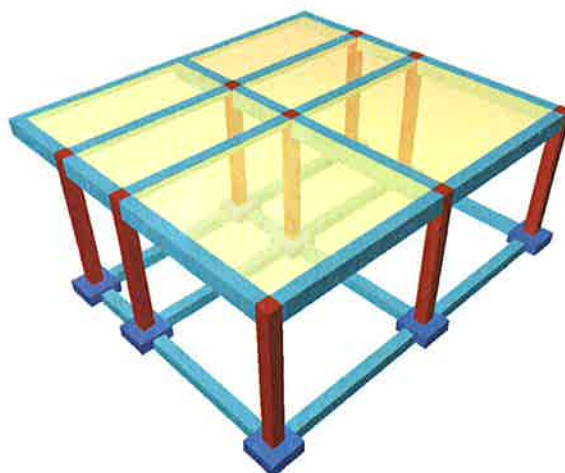
7.1.3.1 Geometría

Se diseña una ampliación del edificio para la generación de ozono, el cual en su estado actual consta de dos pórticos de 12 metros de luz separados 5,10 metros entre sí, la cual está tapada por un forjado unidireccional de viguetas de hormigón con mortero de formación de pendientes.



La ampliación del edificio se realiza desde el muro largo, manteniendo la distribución de pilares en la zona de ampliación. La unión se realiza a través del forjado en voladizo y del cerramiento perimetral, alejando los pilares para no interferir con la cimentación actual y permitir la correcta manipulación de los equipos que contiene el edificio.

Se ejecuta un edificio con pórticos de tres pilares y luces de 2,78 y 5,60 metros, respetando la separación entre pórticos del original.



A continuación se presenta un cuadro descriptivo de los elementos que componen la estructura ampliada:

PERFIL	MATERIAL	SECCIÓN
Pilar	HA-30	40X40 cm
Viga	HA-30	80x25 + 40x55 cm (L perimetrales)
Viga	HA-30	40x65 cm (central)
Forjado	HA-30	Unidireccional 20+5
Zapata simple	HA-30	110x110x40

7.1.3.2 Procedimiento Constructivo

La ampliación de la edificación no afectará a la cimentación de la estructura actual, por lo que no será necesario realizar actuaciones especiales en la misma. Se procederá a retirar el cerramiento de la cara a ampliar y se ejecutarán las juntas constructivas correspondientes entre las dos edificaciones.

7.1.3.3 Resultados

Tras realizar el cálculo de la estructura completa, con las cargas y combinaciones correspondientes a la normativa vigente, se obtienen las siguientes cuantías de armado:

ELEMENTO	KG/M ²
Pilar	80
Viga	65

Forjado	25
Zapata	40
Viga de Atado	50

Se pueden consultar los resultados en el Anexo 1 del presente documento.

7.1.4 Cámara de ozonización intermedia

7.1.4.1 Geometría

Se diseña una cámara para la ozonización intermedia, que consta de un vaso enterrado de 25,35 metros de longitud y 13,75 m de anchura (medidas interiores), el cual está tapado por un forjado de losa maciza y dividido en dos recorridos paralelos y de idéntica compartimentación.

La cara superior de la losa de cimentación se sitúa 6,24m por debajo de la cara superior de la cubierta, la cual a su vez se encuentra 0,60 metros por encima del punto más bajo del terreno circundante. El muro medianero es de 0,35m de espesor y los colgados de 0,30 y vertederos de 0,30. La losa de cubierta tiene un espesor de 0,25m.

El resto de muros y losa de cimentación son existentes, de 0,45m de espesor.

7.1.4.2 Particularidades de la construcción

Para la modelización correcta de la estructura es necesario conocer sus particularidades, que en este caso presenta bastantes puntos a tener en cuenta:

- En el lugar de construcción ya existe otra, formada por una cámara sobre la que hay un edificio con equipos, el cual cimienta sobre los muros de la cámara enterrada.
- Dicha estructura (edificio y muros interiores de la cámara) se demolerá, aprovechando en la medida de lo posible la estructura enterrada, realizando las reparaciones y anclajes necesarios para unirla a la nueva disposición

7.1.4.3 Proceso constructivo

Como se ha indicado antes, la construcción de esta estructura requiere mantener los muros perimetrales de la cámara enterrada. De esta manera se consigue reducir el espacio necesario para la excavación y se agiliza el proceso constructivo.

Para proceder a la demolición del edificio, será necesario tener en cuenta dicho punto, puesto que se deberá llevar especial cuidado en no dañar los muros a mantener.

Por otro lado, el acceso a las fachadas del edificio se presenta complicado por la proximidad de las edificaciones cercanas y el poco espacio que queda para el acceso de maquinaria pesada a ciertas fachadas, así como por la presencia de la losa de cubierta de la cámara en el único lado fácilmente accesible.

Resulta conveniente entonces el utilizar maquinaria ligera, combinada con equipos manuales de demolición. De esta manera se asegura un acceso completo y una demolición eficiente sin dañar el resto de estructuras.

Previo a la demolición del edificio será necesaria la retirada de los equipos ubicados en su interior, así como de las conducciones junto a fachada, chimeneas y canalones.

Una vez retiradas éstas se procederá a retirar los ventanales y se demolerá la fachada de ladrillo y los tabiques interiores mediante la utilización de martillos hidráulicos montados sobre maquinaria ligera (mini-excavadora) o martillos rompedores de mano en zonas de difícil acceso.

Para la demolición de la estructura de hormigón, se comenzará por la cubierta, la cual será demolida mediante herramientas hidráulicas montadas en una pluma de brazo frontal largo. De esta manera se puede acceder a los lugares más alejados de una forma satisfactoria.

Con la cubierta demolida, las mini-excavadoras y los operarios procederán a la demolición de los pilares y de la losa de forjado que hace de cubierta del depósito enterrado. De esta manera se asegura un acabado que permita el aprovechamiento sin daños de la parte no demolida.

7.1.4.4 Modelización de la estructura

Se realiza un modelo completo en SAP2000 de la estructura, considerando todas las cargas combinadas según la EHE-08:

- Peso Propio: 24kN/m^3 hormigón
- Cargas Muertas: --
- Sobrecarga Uso:
 - 5kN/m^2 + Puntual 6Tn sobre cubierta
 - 10kN/m^3 agua

- 18kN/m³ terreno



7.1.4.5 Resultados

Los valores máximos para cada uno de los muros y losas que componen este elemento son:

ELEMENTO	M11	M22	V13	V23
Muro Medianero	59.072	91.678	78.574	100.535
Muro Vertedero	54.027	78.917	63.724	93.008
Losa Cubierta	40.527	49.534	39.940	65.018

ELEMENTO	F11	F22	F12
Muro Colgado	200.044 /-206.766	7.389 /-92.035	103.331 /-99.911

Armado del Muro Medianero (Horizontal):

PROYECTO:ETAP SANTILLANA	
ELEMENTO:ARMADURA HORIZONTAL . MURO MEDIANERO CÁMARA OZONIZACIÓN INTERMEDIA	
COMPROBACIÓN DE ELU DE FLEXIÓN Y CORTANTE Y ELS DE FISURACIÓN SEGÚN EHE-08	

DATOS:

GEOMETRÍA

ESPEJOR DE HORMIGÓN

e = 35 cm

H =

ESFUERZOS PÉSIMOS ELU :

MOMENTO DE CÁLCULO:

Md = 59.1 kNm/m

CORTANTE DE CÁLCULO:

Vd = 78.6 kN/m

ESFUERZO PÉSIMO ELS FISURACIÓN:

M. CUASIPERMANENTE:

Mk = 39.4 kNm/m

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS:

RESISTENCIA CARACTERÍSTICA DE CÁLCULO

f_{ck} = 30 MPa

LÍMITE ELÁSTICO DEL ACERO

f_{yk} = 500 MPa

RECUBRIMIENTO (PARAMENTO EXTERIOR A ARMADURA)

c = 5.00 cm

ARMADURA TRACCIÓN:

1Ø12/20

ARMADURA DISPUESTA:

A_s = 5.65 cm²/m

ARMADURA COMPRESIÓN:

-

A'_s = 0.00 cm²/m

ELS FISURACIÓN (PARÁMETROS):

ABERTURA CARACTERÍSTICA DE FISURA:

w_{máx} = 0.1 mm

COEF. INFLUENCIA DEL DIAGRAMA DE TRACCIONES

K₁ = 0.125

COEF. DURACIÓN DE LA CARGA

K₂ = 0.50

COEF. ABERTURA MEDIA DE FISURA /VALOR CARACT.

β = 1.7

COEFS. DE MINORACIÓN DE RESISTENCIA:

COEF. MINORACIÓN RESISTENCIA DEL HORMIGÓN

γ_c = 1.50 α_{ct} = 1

COEF. MINORACIÓN RESISTENCIA DEL ACERO

γ_s = 1.15

DIÁMETRO MÁXIMO DEL ÁRIDO:

DM = 20.0 mm

RESULTADOS:

ELU (FLEXIÓN Y CORTANTE):

ESFUERZOS ÚLTIMOS DE LA SECCIÓN:

MOMENTO ÚLTIMO DE LA SECCIÓN

M_u = 67.86 kNm/m

CUMPLE

CORTANTE ÚLTIMO DE LA SECCIÓN

V_u = 198.47 kN/m

CUMPLE

CORTANTE DE AGOTAMIENTO POR C. OBLICUA DEL ALMA

V_{u1} = 1764.00 kN/m

CORTANTE DE AGOTAMIENTO POR TRACCIÓN EN EL ALMA

V_{u2} = 198.47 kN/m

ARMADURA DE CORTANTE:

ÁNGULO DE LAS ARMADURAS CON EL EJE DE LA PIEZA

α = 0°

ÁNGULO DE LAS BIELAS DE COMPRESIÓN EN EL HORMIGÓN

θ = 45°

AXIL DE CÁLCULO (COMPRESIÓN +)

N_d = 0.00 kN/m

CONTRIBUCIÓN DEL HORMIGÓN A LA RESISTENCIA A V

V_{cu} = - kN/m

CONTRIBUCIÓN DEL ACERO A LA RESISTENCIA A V

V_{su} = - kN/m

ÁREA POR UNIDAD DE LONGITUD DE ACERO NECESARIO

A_α = - cm²/m

ELS (FISURACIÓN):

ABERTURA DE FISURA CARACTERÍSTICA:

w_k = - mm

CUMPLE

TENSIONES CÁLCULO ABERTURA DE FISURA:

→ NO ES NECESARIO COMPROBAR ELS σ_{ft} < f_{ct,m,f})

σ_{sr} = 434.78 MPa

σ_s = 249.66 MPa

TENSIÓN EN FIBRA TRACCIONADA PÉSIMA:

σ_{ft} = 1.89 MPa

TIPO DE FISURA (SEGÚN EUROCÓDIGO 2-4):

-

MOMENTO DE FISURACIÓN (f_{ct,m,f}):

M_{fis} = 75.40 kNm/m

CUANTÍA GEOMÉTRICA MÍNIMA:

A_{s,min,g} = 5.60 cm²/m

CUMPLE

CUANTÍA MECÁNICA MÍNIMA:

A_{s,min,m} = 0.00 cm²/m

CUMPLE

A PARTIR DE CUANTÍA MÍNIMA MECÁNICA REDUCIDA

A_{s,nec} = 0.00 cm²/m

α = 1.50

SEPARACIÓN ENTRE BARRAS:

sep_{barras} = 188.0 mm

sep_{min} = 25.0 mm

CUMPLE

sep_{máx} = 300.0 mm

CUMPLE

PROYECTO:ETAP SANTILLANA
ELEMENTO:ARMADURA HORIZONTAL . MURO MEDIANERO CÁMARA OZONIZACIÓN INTERMEDIA
COMPROBACIÓN DE ELU DE FLEXIÓN Y CORTANTE Y ELS DE FISURACIÓN SEGÚN EHE-08

CÁLCULOS:

FLEXIÓN:

η	=	1	ARTÍCULO 39.5 [DIAGRAMA RECTANGULAR]
λ	=	0.8	ARTÍCULO 39.5 [DIAGRAMA RECTANGULAR]
T	=	245.65 kN/m	TRACCIÓN EN LA ARMADURA (M_u)
x	=	4.4 cm	PROFUNDIDAD FIBRA NEUTRA
$\lambda(x) \cdot h$	=	3.55 cm	PROFUNDIDAD FICTICIA DE COMPRESIÓN UNIFORME ($\eta \cdot FCD$) [D. RECTANGULAR]
d	=	29.40 cm	PROFUNDIDAD DE CÁLCULO ARMADURA PASIVA
d'	=	5.60 cm	ALTURA DE CÁLCULO ARMADURA PASIVA
E_{cm}	=	28576.7910 MPa	ART. 39.6: MÓDULO DE DEFORMACIÓN LONGITUDINAL DEL HORMIGÓN
n	=	7.00	ANEJO 8, 2.2: COEFICIENTE DE EQUIVALENCIA (ACERO-HORMIGÓN) [$n = E_s/E_{cm}$]
$f_{ct,m}$	=	2.90 MPa	ART 39.1: RESISTENCIA MEDIA A TRACCIÓN
$f_{ct,m,fl}$	=	3.62 MPa	ART 39.1: RESISTENCIA MEDIA A FLEXOTRACCIÓN
ρ_1	=	1.92 ‰	ANEJO 8, 2.2: CUANTÍA GEOMÉTRICA ARMADURA DE TRACCIÓN
ρ_2	=	0.00 ‰	ANEJO 8, 2.2: CUANTÍA GEOMÉTRICA ARMADURA DE COMPRESIÓN
c	=	50 mm	RECUBRIMIENTO [DIST. SUP EXTERIOR SECCIÓN A BARRAS CORRUGADAS]
f_{cd}	=	20.00 MPa	ART. 39.4: RESISTENCIA DE CÁLCULO DEL HORMIGÓN EN COMPRESIÓN
f_{yd}	=	434.78 MPa	ART. 38.3: RESISTENCIA DE CÁLCULO DEL ACERO
A_R	=	3533.89 cm ²	ÁREA DE LA SECCIÓN REDUCIDA
M_e	=	61439.79844 cm ³	MOMENTO ESTÁTICO DE LA SECCIÓN REDUCIDA
y_G	=	17.39 cm	ALTURA DE LA FIBRA NEUTRA EN LA SECCIÓN REDUCIDA
$W_{1,r}$	=	20824.10 cm ³	MÓDULO RESISTENTE DE LA SECCIÓN REDUCIDA
$W_{1,b}$	=	20416.67 cm ³	MÓDULO RESISTENTE DE LA SECCIÓN BRUTA
z	=	27.62 cm	BRAZO MECÁNICO DE LA SECCIÓN [$Z=d-0,5 \cdot (\lambda(x) \cdot h)$]
A_s	=	5.65 cm ² /m	ÁREA DE ACERO POR METRO (TRACCIÓN)
SECCIÓN SIN FISURAR:			
x_G	=	17.61 cm	PROFUNDIDAD DE LA FIBRA NEUTRA EN LA SECCIÓN SIN FISURAR
I_G	=	362045.16 cm ⁴ /m	MOMENTO DE INERCIA DE LA SECCIÓN SIN FISURAR
SECCIÓN FISURADA:			
X	=	4.44 cm	PROFUNDIDAD DE LA FIBRA NEUTRA EN LA SECCIÓN FISURADA
I_f	=	27552.70 cm ⁴ /m	MOMENTO DE INERCIA DE LA SECCIÓN FISURADA

CORTANTE:

ξ	=	1.82	ART44.2.3.2.1.2
ρ_l	=	1.92 ‰	ART44.2.3.2.1.2: CUANTÍA GEOMÉTRICA ARMADURA PRINCIPAL DE TRACCIÓN
σ'_{cd}	=	0.00 MPa/m	ART44.2.3.2.1.2: TENSIÓN AXIAL MEDIA EN EL ALMA DE LA SECCIÓN (COMP. =+)
f_{1cd}	=	12 MPa	ART44.2.3.1: RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN
K	=	1.00	ART44.2.3.1: COEFICIENTE QUE DEPENDE DEL ESFUERZO AXIL
$\cotg \theta$	=	1	ART44.2.3.1: COTAG DEL ÁNGULO QUE FORMAN LAS BIELAS DE COMPRESIÓN
$\cotg \alpha$	=	0	ART44.2.3.1: COTAG DEL ÁNGULO QUE FORMAN LAS ARMADURAS CON EL EJE
f_{cv}	=	30.00 MPa	ART44.2.3.2.1.2: RESISTENCIA EFECTIVA DEL HORMIGÓN A CORTANTE
$f_{ct,k}$	=	2.03 MPa	ART39.1: RESISTENCIA CARACTERÍSTICA INFERIOR A TRACCIÓN
$f_{ct,d}$	=	1.35 MPa	ART39.4: RESISTENCIA DE CÁLCULO A TRACCIÓN DEL HORMIGÓN
S	=	15512.87805 cm ³	ART44.2.3.1: MOMENTO ESTÁTICO DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL
σ'_{cd}	=	0.00 MPa/m	ART44.2.3.2.1.2: RESIST. EFECTIVA DEL HORMIGÓN A CORTANTE (COMPRES=+)

FISURACIÓN:

s	=	180 mm	ART 49.2.4: DISTANCIA ENTRE BARRAS LONGITUDINALES (NO MAYOR QUE 150)
$A_{c,ef}$	=	875 cm ²	ART 49.2.4: ÁREA DE HORMIGÓN DE LA ZONA DE REC. EF. EN LA A. FISURAS
A_s	=	6.65 cm ²	ART 49.2.4: ÁREA DE ARMADURAS SITUADAS EN EL ÁREA $A_{c,ef}$
s_m	=	228.9 mm	ART. 49.2.4: SEPARACIÓN MEDIA DE FISURAS
ϵ_{sm}	=	0.499 ‰	ART. 49.2.4: ALARGAMIENTO MEDIO DE LAS ARMADURAS (CON COLAB. HORM)
σ_{sr}	=	434.78 MPa	ART 49.2.4: TENSIÓN DE LA A. EN LA S. FISURADA CON $f_{ct,m,fl}$ EN F.EXTREMA
σ_s	=	249.66 MPa	ART 49.2.4: TENSIÓN DE SERVICIO DE LA ARMADURA EN SECCIÓN FISURADA

MASA NOMINAL (CUANTÍA ACERO):

$A_{s,trac}$	=	5.65 cm ² /m	ÁREA DE ACERO TRACCIONADO
$MASAn$	=	12.69 kg/m ³	MASA NOMINAL SEGÚN UNE10080

Armado del Muro Medianero (Vertical):

PROYECTO:ETAP SANTILLANA		
ELEMENTO:ARMADURA VERTICAL . MURO MEDIANERO CÁMARA OZONIZACIÓN INTERMEDIA		
COMPROBACIÓN DE ELU DE FLEXIÓN Y CORTANTE Y ELS DE FISURACIÓN SEGÚN EHE-08		
DATOS:		
GEOMETRÍA		
ESPEJOR DE HORMIGÓN	e = 35 cm	
ESFUERZOS PÉSIMOS ELU :		
MOMENTO DE CÁLCULO:	Md = 91.7 kNm/m	
CORTANTE DE CÁLCULO:	Vd = 100.5 kN/m	
ESFUERZO PÉSIMO ELS FISURACIÓN:		
M. CUASIPERMANENTE	Mk = 61.1 kNm/m	
CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS:		
RESISTENCIA CARACTERÍSTICA DE CÁLCULO	f _{ck} = 30 MPa	
LÍMITE ELÁSTICO DEL ACERO	f _{yk} = 500 MPa	
RECUBRIMIENTO (PARAMENTO EXTERIOR A ARMADURA)	c = 5.00 cm	
ARMADURA TRACCIÓN:		
1Ø16/20	A _s = 10.05 cm ² /m	
ARMADURA COMPRESIÓN:		
-	A' _s = 0.00 cm ² /m	
ELS FISURACIÓN (PARÁMETROS):		
ABERTURA CARACTERÍSTICA DE FISURA:	w _{máx} = 0.1 mm	
COEF. INFLUENCIA DEL DIAGRAMA DE TRACCIONES	K ₁ = 0.125	
COEF. DURACIÓN DE LA CARGA	K ₂ = 0.50	
COEF. ABERTURA MEDIA DE FISURA /VALOR CARACT.	β = 1.7	
COEFS. DE MINORACIÓN DE RESISTENCIA:		
COEF. MINORACIÓN RESISTENCIA DEL HORMIGÓN	γ _c = 1.50 α _{ct} = 1	
COEF. MINORACIÓN RESISTENCIA DEL ACERO	γ _s = 1.15	
DIÁMETRO MÁXIMO DEL ÁRIDO:	DM = 20.0 mm	
RESULTADOS:		
ELU (FLEXIÓN Y CORTANTE):		
ESFUERZOS ÚLTIMOS DE LA SECCIÓN:		
MOMENTO ÚLTIMO DE LA SECCIÓN	M _u = 117.55 kNm/m	CUMPLE
CORTANTE ÚLTIMO DE LA SECCIÓN	V _u = 197.58 kN/m	CUMPLE
CORTANTE DE AGOTAMIENTO POR C. OBLICUA DEL ALMA	V _{u1} = 1752.00 kN/m	
CORTANTE DE AGOTAMIENTO POR TRACCIÓN EN EL ALMA	V _{u2} = 197.58 kN/m	
ARMADURA DE CORTANTE:		
ÁNGULO DE LAS ARMADURAS CON EL EJE DE LA PIEZA	α = - °	
ÁNGULO DE LAS BIELAS DE COMPRESIÓN EN EL HORMIGÓN	θ = 45 °	
AXIL DE CÁLCULO (COMPRESIÓN +)	N _d = 0.00 kN/m	
CONTRIBUCIÓN DEL HORMIGÓN A LA RESISTENCIA A V	V _{cu} = - kN/m	
CONTRIBUCIÓN DEL ACERO A LA RESISTENCIA A V	V _{su} = - kN/m	
ÁREA POR UNIDAD DE LONGITUD DE ACERO NECESARIO	A _α = - cm ² /m	
ELS (FISURACIÓN):		
ABERTURA DE FISURA CARACTERÍSTICA:	w _k = - mm	CUMPLE
TENSIONES CÁLCULO ABERTURA DE FISURA: → NO ES NECESARIO COMPROBAR ELS $\sigma_{ft} < f_{ct,m,fl}$		
σ _{sr} = 278.85 MPa		
σ _s = 222.88 MPa		
TENSIÓN EN FIBRA TRACCIONADA PÉSIMA:		
σ _{ft} = 2.89 MPa		
TIPO DE FISURA (SEGÚN EUROCÓDIGO 2-4):		
MOMENTO DE FISURACIÓN (f _{ct,m,fl}):	M _{fls} = 76.46 kNm/m	
CUANTÍA GEOMÉTRICA MÍNIMA:	A _{s,min,g} = 3.15 cm ² /m	CUMPLE
CUANTÍA MECÁNICA MÍNIMA:	A _{s,min,m} = 0.00 cm ² /m	CUMPLE
A PARTIR DE CUANTÍA MÍNIMA MECÁNICA REDUCIDA	A _{s,nec} = 0.00 cm ² /m	
α = 1.50		
SEPARACIÓN ENTRE BARRAS:		
sep _{barras} = 184.0 mm		
sep _{min} = 25.0 mm		CUMPLE
sep _{máx} = 300.0 mm		CUMPLE

PROYECTO:ETAP SANTILLANA			
ELEMENTO:ARMADURA VERTICAL . MURO MEDIANERO CÁMARA OZONIZACIÓN INTERMEDIA			
COMPROBACIÓN DE ELU DE FLEXIÓN Y CORTANTE Y ELS DE FISURACIÓN SEGÚN EHE-08			
CÁLCULOS:			
FLEXIÓN:			
η	=	1	ARTÍCULO 39.5 [DIAGRAMA RECTANGULAR]
λ	=	0.8	ARTÍCULO 39.5 [DIAGRAMA RECTANGULAR]
T	=	436.96 kN/m	TRACCIÓN EN LA ARMADURA (M_u)
x	=	5.7 cm	PROFUNDIDAD FIBRA NEUTRA
$\lambda(x) \cdot h$	=	4.60 cm	PROFUNDIDAD FICTICIA DE COMPRESIÓN UNIFORME ($\eta \cdot FCD$) [D. RECTANGULAR]
d	=	29.20 cm	PROFUNDIDAD DE CÁLCULO ARMADURA PASIVA
d'	=	5.80 cm	ALTURA DE CÁLCULO ARMADURA PASIVA
E_{cm}	=	28576.7910 MPa	ART. 39.6: MÓDULO DE DEFORMACIÓN LONGITUDINAL DEL HORMIGÓN
n	=	7.00	ANEJO 8, 2.2: COEFICIENTE DE EQUIVALENCIA (ACERO-HORMIGÓN) [$n = E_s/E_{cm}$]
$f_{ct,m}$	=	2.90 MPa	ART 39.1: RESISTENCIA MEDIA A TRACCIÓN
$f_{ct,m,fl}$	=	3.62 MPa	ART 39.1: RESISTENCIA MEDIA A FLEXOTRACCIÓN
ρ_1	=	3.44 ‰	ANEJO 8, 2.2: CUANTÍA GEOMÉTRICA ARMADURA DE TRACCIÓN
ρ_2	=	0.00 ‰	ANEJO 8, 2.2: CUANTÍA GEOMÉTRICA ARMADURA DE COMPRESIÓN
c	=	50 mm	RECUBRIMIENTO [DIST. SUP EXTERIOR SECCIÓN A BARRAS CORRUGADAS]
f_{cd}	=	20.00 MPa	ART. 39.4: RESISTENCIA DE CÁLCULO DEL HORMIGÓN EN COMPRESIÓN
f_{yd}	=	434.78 MPa	ART. 38.3: RESISTENCIA DE CÁLCULO DEL ACERO
A_R	=	3560.29 cm ²	AREA DE LA SECCIÓN REDUCIDA
M_e	=	61599.66343 cm ³	MOMENTO ESTÁTICO DE LA SECCIÓN REDUCIDA
y_G	=	17.30 cm	ALTURA DE LA FIBRA NEUTRA EN LA SECCIÓN REDUCIDA
$W_{1,r}$	=	21119.35 cm ³	MÓDULO RESISTENTE DE LA SECCIÓN REDUCIDA
$W_{1,b}$	=	20416.67 cm ³	MÓDULO RESISTENTE DE LA SECCIÓN BRUTA
z	=	26.90 cm	BRAZO MECÁNICO DE LA SECCIÓN [$Z=d-0,5 \cdot (\lambda(x) \cdot h)$]
A_s	=	10.05 cm ² /m	ÁREA DE ACERO POR METRO (TRACCIÓN)
SECCIÓN SIN FISURAR:			
x_G	=	17.70 cm	PROFUNDIDAD DE LA FIBRA NEUTRA EN LA SECCIÓN SIN FISURAR
I_G	=	365404.58 cm ⁴ /m	MOMENTO DE INERCIA DE LA SECCIÓN SIN FISURAR
SECCIÓN FISURADA:			
X	=	5.74 cm	PROFUNDIDAD DE LA FIBRA NEUTRA EN LA SECCIÓN FISURADA
I_f	=	45015.34 cm ⁴ /m	MOMENTO DE INERCIA DE LA SECCIÓN FISURADA
CORTANTE:			
ξ	=	1.83	ART44.2.3.2.1.2
ρ_1	=	3.44 ‰	ART44.2.3.2.1.2: CUANTÍA GEOMÉTRICA ARMADURA PRINCIPAL DE TRACCIÓN
σ'_{cd}	=	0.00 MPa/m	ART44.2.3.2.1.2: TENSIÓN AXIAL MEDIA EN EL ALMA DE LA SECCIÓN (COMP. =+)
f_{1cd}	=	12 MPa	ART44.2.3.1: RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN
K	=	1.00	ART44.2.3.1: COEFICIENTE QUE DEPENDE DEL ESFUERZO AXIL
$\cotg \theta$	=	1	ART44.2.3.1: COTAG DEL ÁNGULO QUE FORMAN LAS BIELAS DE COMPRESIÓN
$\cotg \alpha$	=	0	ART44.2.3.1: COTAG DEL ÁNGULO QUE FORMAN LAS ARMADURAS CON EL EJE
f_{cv}	=	30.00 MPa	ART44.2.3.2.1.2: RESISTENCIA EFECTIVA DEL HORMIGÓN A CORTANTE
$f_{ct,k}$	=	2.03 MPa	ART39.1: RESISTENCIA CARACTERÍSTICA INFERIOR A TRACCIÓN
$f_{ct,d}$	=	1.35 MPa	ART39.4: RESISTENCIA DE CÁLCULO A TRACCIÓN DEL HORMIGÓN
S	=	15661.16836 cm ³	ART44.2.3.1: MOMENTO ESTÁTICO DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL
σ'_{cd}	=	0.00 MPa/m	ART44.2.3.2.1.2: RESIST. EFECTIVA DEL HORMIGÓN A CORTANTE (COMPRES=+)
FISURACIÓN:			
s	=	200 mm	ART 49.2.4: DISTANCIA ENTRE BARRAS LONGITUDINALES (NO MAYOR QUE 150)
$A_{c,ef}$	=	875 cm ²	ART 49.2.4: ÁREA DE HORMIGÓN DE LA ZONA DE REC. EF. EN LA A. FISURAS
A_s	=	10.05 cm ²	ART 49.2.4: ÁREA DE ARMADURAS SITUADAS EN EL ÁREA $A_{c,ef}$
s_m	=	209.7 mm	ART. 49.2.4: SEPARACIÓN MEDIA DE FISURAS
ϵ_{sm}	=	0.446 ‰	ART. 49.2.4: ALARGAMIENTO MEDIO DE LAS ARMADURAS (CON COLAB. HORM)
σ_{sr}	=	278.85 MPa	ART 49.2.4: TENSIÓN DE LA A. EN LA S. FISURADA CON $f_{ct,m,fl}$ EN F.EXTREMA
σ_s	=	222.88 MPa	ART 49.2.4: TENSIÓN DE SERVICIO DE LA ARMADURA EN SECCIÓN FISURADA
MASA NOMINAL (CUANTÍA ACERO):			
$A_{s,trac}$	=	10.05 cm ² /m	AREA DE ACERO TRACCIONADO
$MASAn$	=	22.57 kg/m ³	MASA NOMINAL SEGÚN UNE10080

Cuantías de acero según EHE-08 y UNE-EN 10080

PROYECTO: ETAP SANTILLANA

ELEMENTO: CUANTÍA MURO MEDIANERO. OZONIZACIÓN INTERMEDIA

DATOS:

RESULTADOS:

HORMIGÓN

ESPESOR = 35 cm

ACERO

MASA = MÁXIMA [SEGÚN UNE-EN 10080 (VER NOTA 2)]

CARA 1 ARMADURA 1: SEPARACIÓN

1 Ø12 / 20.0 cm

CUANTÍA CARA 1 ARMADURA 1:

→ 13.3 kg/m³

CARA 1 ARMADURA 2: SEPARACIÓN

1 Ø16 / 20.0 cm

CUANTÍA CARA 1 ARMADURA 2:

→ 23.6 kg/m³

CARA 2 ARMADURA 1: SEPARACIÓN

1 Ø12 / 20.0 cm

CUANTÍA CARA 2 ARMADURA 1:

→ 13.3 kg/m³

CARA 2 ARMADURA 2: SEPARACIÓN

1 Ø20 / 20.0 cm

CUANTÍA CARA 2 ARMADURA 2:

→ 36.9 kg/m³

CUANTÍA TOTAL:

87.0 kg/m³

Δ POR SOLAPES, RECORTES Y ANCLAJES:

→ 13.0 kg/m³

CUANTÍA MAYORADA:

100.0 kg/m³

5 = 105 kg/m³

% MAYORACIÓN = 15 %

% MAYORACIÓN: MAYORACIÓN POR SOLAPES, RECORTES Y ANCLAJES

NOTAS:

1] EHE-08 (ART 32.1): LAS SECCIONES NOMINALES Y LAS MASAS NOMINALES POR METRO SERÁN LAS ESTABLECIDAS EN LA TABLA 6 DE LA UNE-EN 10080.

2] UNE-EN 10080 (AP. 7.3.2): LA DESVIACIÓN ADMISIBLE CON RELACIÓN AL VALOR NOMINAL DE MASA POR METRO NO DEBE SER SUPERIOR A ±4,5% PARA DIÁMETROS NOMINALES SUPERIORES A 8,0 mm; NI A ±6% PARA DIÁMETROS NOMINALES INFERIORES O IGUALES A 8,0 mm.

Armado del Muro Vertedero (Horizontal):

PROYECTO:ETAP SANTILLANA ELEMENTO:ARMADURA HORIZONTAL . MURO VERTEDERO CÁMARA PREOZONIZACIÓN COMPROBACIÓN DE ELU DE FLEXIÓN Y CORTANTE Y ELS DE FISURACIÓN SEGÚN EHE-08	
DATOS:	
GEOMETRÍA	
ESPEJOR DE HORMIGÓN	e = 30 cm
ESFUERZOS PÉSIMOS ELU :	
MOMENTO DE CÁLCULO:	Md = 54.0 kNm/m
CORTANTE DE CÁLCULO:	Vd = 63.7 kN/m
ESFUERZO PÉSIMO ELS FISURACIÓN:	
M. CUASIPERMANENTE:	Mk = 36.0 kNm/m
CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS:	
RESISTENCIA CARACTERÍSTICA DE CÁLCULO	f _{ck} = 30 MPa
LÍMITE ELÁSTICO DEL ACERO	f _{yk} = 500 MPa
RECUBRIMIENTO (PARAMENTO EXTERIOR A ARMADURA)	c = 5.00 cm
ARMADURA TRACCIÓN:	ARMADURA DISPUESTA:
1Ø12/20	A _s = 5.65 cm ² /m
ARMADURA COMPRESIÓN:	A' _s = 0.00 cm ² /m
ELS FISURACIÓN (PARÁMETROS):	
ABERTURA CARACTERÍSTICA DE FISURA:	w _{máx} = 0.1 mm
COEF. INFLUENCIA DEL DIAGRAMA DE TRACCIONES	K ₁ = 0.125
COEF. DURACIÓN DE LA CARGA	K ₂ = 0.50
COEF. ABERTURA MEDIA DE FISURA / VALOR CARACT.	β = 1.7
COEFS. DE MINORACIÓN DE RESISTENCIA:	
COEF. MINORACIÓN RESISTENCIA DEL HORMIGÓN	γ _c = 1.50 α _{ct} = 1
COEF. MINORACIÓN RESISTENCIA DEL ACERO	γ _s = 1.15
DIÁMETRO MÁXIMO DEL ÁRIDO:	DM = 20.0 mm
RESULTADOS:	
ELU (FLEXIÓN Y CORTANTE):	
ESFUERZOS ÚLTIMOS DE LA SECCIÓN:	
MOMENTO ÚLTIMO DE LA SECCIÓN	M _u = 55.99 kNm/m CUMPLE
CORTANTE ÚLTIMO DE LA SECCIÓN	V _u = 175.75 kN/m CUMPLE
CORTANTE DE AGOTAMIENTO POR C. OBLICUA DEL ALMA	V _{u1} = 1464.00 kN/m
CORTANTE DE AGOTAMIENTO POR TRACCIÓN EN EL ALMA	V _{u2} = 175.75 kN/m
ARMADURA DE CORTANTE:	
ÁNGULO DE LAS ARMADURAS CON EL EJE DE LA PIEZA	α = - °
ÁNGULO DE LAS BIELAS DE COMPRESIÓN EN EL HORMIGÓN	θ = 45 °
AXIL DE CÁLCULO (COMPRESIÓN +)	N _d = 0.00 kN/m
CONTRIBUCIÓN DEL HORMIGÓN A LA RESISTENCIA A V	V _{cu} = - kN/m
CONTRIBUCIÓN DEL ACERO A LA RESISTENCIA A V	V _{su} = - kN/m
ÁREA POR UNIDAD DE LONGITUD DE ACERO NECESARIO	A _α = - cm ² /m
ELS (FISURACIÓN):	
ABERTURA DE FISURA CARACTERÍSTICA:	w _k = - mm CUMPLE
TENSIONES CÁLCULO ABERTURA DE FISURA:	→ NO ES NECESARIO COMPROBAR ELS σ _{ft} < f _{ct,m,f,l})
σ _{sr} = 434.78 MPa	
σ _s = 276.43 MPa	
TENSIÓN EN FIBRA TRACCIONADA PÉSIMA:	σ _{ft} = 2.35 MPa
TIPO DE FISURA (SEGÚN EUROCÓDIGO 2-4):	
MOMENTO DE FISURACIÓN (f _{ct,m,f,l}):	M _{fis} = 57.63 kNm/m
CUANTÍA GEOMÉTRICA MÍNIMA:	A _{s min,g} = 4.80 cm ² /m CUMPLE
CUANTÍA MECÁNICA MÍNIMA:	A _{s min,m} = 0.00 cm ² /m CUMPLE
A PARTIR DE CUANTÍA MÍNIMA MECÁNICA REDUCIDA	A _{s,nec} = 0.00 cm ² /m
	α = 1.50
SEPARACIÓN ENTRE BARRAS:	sep _{barras} = 188.0 mm
	sep _{min} = 25.0 mm CUMPLE
	sep _{máx} = 300.0 mm CUMPLE

PROYECTO:ETAP SANTILLANA		
ELEMENTO:ARMADURA HORIZONTAL . MURO VERTEDERO CÁMARA PREOZONIZACIÓN		
COMPROBACIÓN DE ELU DE FLEXIÓN Y CORTANTE Y ELS DE FISURACIÓN SEGÚN EHE-08		
CÁLCULOS:		
FLEXIÓN:		
$\eta =$	1	ARTÍCULO 39.5 [DIAGRAMA RECTANGULAR]
$\lambda =$	0.8	ARTÍCULO 39.5 [DIAGRAMA RECTANGULAR]
$T =$	245.65 kN/m	TRACCIÓN EN LA ARMADURA (M_u)
$x =$	4.0 cm	PROFUNDIDAD FIBRA NEUTRA
$\lambda(x) \cdot h =$	3.21 cm	PROFUNDIDAD FICTICIA DE COMPRESIÓN UNIFORME ($\eta \cdot F_{CD}$) [D. RECTANGULAR]
$d =$	24.40 cm	PROFUNDIDAD DE CÁLCULO ARMADURA PASIVA
$d' =$	5.60 cm	ALTURA DE CÁLCULO ARMADURA PASIVA
$E_{cm} =$	28576.7910 MPa	ART. 39.8: MÓDULO DE DEFORMACIÓN LONGITUDINAL DEL HORMIGÓN
$n =$	7.00	ANEJO 8, 2.2: COEFICIENTE DE EQUIVALENCIA (ACERO-HORMIGÓN) [$n = E_s/E_{cm}$]
$f_{ct,m} =$	2.90 MPa	ART 39.1: RESISTENCIA MEDIA A TRACCIÓN
$f_{ct,m,fl} =$	3.77 MPa	ART 39.1: RESISTENCIA MEDIA A FLEXOTRACCIÓN
$\rho_1 =$	2.32 ‰	ANEJO 8, 2.2: CUANTÍA GEOMÉTRICA ARMADURA DE TRACCIÓN
$\rho_2 =$	0.00 ‰	ANEJO 8, 2.2: CUANTÍA GEOMÉTRICA ARMADURA DE COMPRESIÓN
$c =$	50 mm	RECUBRIMIENTO [DIST. SUP EXTERIOR SECCIÓN A BARRAS CORRUGADAS]
$f_{cd} =$	20.00 MPa	ART. 39.4: RESISTENCIA DE CÁLCULO DEL HORMIGÓN EN COMPRESIÓN
$f_{yd} =$	434.78 MPa	ART. 38.3: RESISTENCIA DE CÁLCULO DEL ACERO
$A_R =$	3033.89 cm ²	ÁREA DE LA SECCIÓN REDUCIDA
$M_e =$	45189.79844 cm ³	MOMENTO ESTÁTICO DE LA SECCIÓN REDUCIDA
$y_G =$	14.89 cm	ALTURA DE LA FIBRA NEUTRA EN LA SECCIÓN REDUCIDA
$W_{1,r} =$	15304.56 cm ³	MÓDULO RESISTENTE DE LA SECCIÓN REDUCIDA
$W_{1,b} =$	15000.00 cm ³	MÓDULO RESISTENTE DE LA SECCIÓN BRUTA
$z =$	22.79 cm	BRAZO MECÁNICO DE LA SECCIÓN [$z=d-0,5 \cdot (\lambda(x) \cdot h)$]
$A_s =$	5.65 cm ² /m	ÁREA DE ACERO POR METRO (TRACCIÓN)
SECCIÓN SIN FISURAR:		
$x_G =$	15.11 cm	PROFUNDIDAD DE LA FIBRA NEUTRA EN LA SECCIÓN SIN FISURAR
$I_G =$	227961.29 cm ⁴ /m	MOMENTO DE INERCIA DE LA SECCIÓN SIN FISURAR
SECCIÓN FISURADA:		
$X =$	4.02 cm	PROFUNDIDAD DE LA FIBRA NEUTRA EN LA SECCIÓN FISURADA
$I_f =$	18589.27 cm ⁴ /m	MOMENTO DE INERCIA DE LA SECCIÓN FISURADA
CORTANTE:		
$\xi =$	1.91	ART44.2.3.2.1.2
$\rho_i =$	2.32 ‰	ART44.2.3.2.1.2: CUANTÍA GEOMÉTRICA ARMADURA PRINCIPAL DE TRACCIÓN
$\sigma'_{cd} =$	0.00 MPa/m	ART44.2.3.2.1.2: TENSIÓN AXIAL MEDIA EN EL ALMA DE LA SECCIÓN (COMP. =+)
$f_{icd} =$	12 MPa	ART44.2.3.1: RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN
$K =$	1.00	ART44.2.3.1: COEFICIENTE QUE DEPENDE DEL ESFUERZO AXIL
$\cotg \theta =$	1	ART44.2.3.1: COTANG DEL ÁNGULO QUE FORMAN LAS BIELAS DE COMPRESIÓN
$\cotg \alpha =$	0	ART44.2.3.1: COTANG DEL ÁNGULO QUE FORMAN LAS ARMADURAS CON EL EJE
$f_{cv} =$	30.00 MPa	ART44.2.3.2.1.2: RESISTENCIA EFECTIVA DEL HORMIGÓN A CORTANTE
$f_{ct,k} =$	2.03 MPa	ART39.1: RESISTENCIA CARACTERÍSTICA INFERIOR A TRACCIÓN
$f_{ct,d} =$	1.35 MPa	ART39.4: RESISTENCIA DE CÁLCULO A TRACCIÓN DEL HORMIGÓN
$S =$	11408.06694 cm ³	ART44.2.3.1: MOMENTO ESTÁTICO DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL
$\sigma'_{cd} =$	0.00 MPa/m	ART44.2.3.2.1.2: RESIST. EFECTIVA DEL HORMIGÓN A CORTANTE (COMPRES=+)
FISURACIÓN:		
$s =$	180 mm	ART 49.2.4: DISTANCIA ENTRE BARRAS LONGITUDINALES (NO MAYOR QUE 15Ø)
$A_{c,ef} =$	750 cm ²	ART 49.2.4: ÁREA DE HORMIGÓN DE LA ZONA DE REC. EF. EN LA A. FISURAS
$A_s =$	5.65 cm ²	ART 49.2.4: ÁREA DE ARMADURAS SITUADAS EN EL ÁREA $A_{c,ef}$
$s_m =$	215.6 mm	ART. 49.2.4: SEPARACIÓN MEDIA DE FISURAS
$\epsilon_{sm} =$	0.553 ‰	ART. 49.2.4: ALARGAMIENTO MEDIO DE LAS ARMADURAS (CON COLAB. HORM)
$\sigma_{sr} =$	434.78 MPa	ART 49.2.4: TENSIÓN DE LA A. EN LA S. FISURADA CON $f_{ct,m,fl}$ EN F.EXTREMA
$\sigma_s =$	276.43 MPa	ART 49.2.4: TENSIÓN DE SERVICIO DE LA ARMADURA EN SECCIÓN FISURADA
MASA NOMINAL (CUANTÍA ACERO):		
$A_{s,trac} =$	5.65 cm ² /m	ÁREA DE ACERO TRACCIONADO
$MASAn =$	14.80 kg/m ³	MASA NOMINAL SEGÚN UNE10080

Armado del Muro Vertedero (Vertical):

PROYECTO:ETAP SANTILLANA		
ELEMENTO:ARMADURA VERTICAL . MURO VERTEDERO CÁMARA PREOZONIZACIÓN		
COMPROBACIÓN DE ELU DE FLEXIÓN Y CORTANTE Y ELS DE FISURACIÓN SEGÚN EHE-08		
DATOS:		
GEOMETRÍA		
ESPESOR DE HORMIGÓN	e =	30 cm
H =		
ESFUERZOS PÉSIMOS ELU :		
MOMENTO DE CÁLCULO:	Md =	78.9 kNm/m
CORTANTE DE CÁLCULO:	Vd =	93.0 kN/m
ESFUERZO PÉSIMO ELS FISURACIÓN:		
M. CUASIPERMANENTE	Mk =	52.6 kNm/m
CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS:		
RESISTENCIA CARACTERÍSTICA DE CÁLCULO	f _{ck} =	30 MPa
LÍMITE ELÁSTICO DEL ACERO	f _{yk} =	500 MPa
RECUBRIMIENTO (PARAMENTO EXTERIOR A ARMADURA)	c =	5.00 cm
ARMADURA TRACCIÓN:		
	A _s =	10.05 cm ² /m
ARMADURA COMPRESIÓN:		
	A' _s =	0.00 cm ² /m
ELS FISURACIÓN (PARÁMETROS):		
ABERTURA CARACTERÍSTICA DE FISURA:	w _{máx} =	0.1 mm
COEF. INFLUENCIA DEL DIAGRAMA DE TRACCIONES	K ₁ =	0.125
COEF. DURACIÓN DE LA CARGA	K ₂ =	0.50
COEF. ABERTURA MEDIA DE FISURA / VALOR CARACT.	β =	1.7
COEFS. DE MINORACIÓN DE RESISTENCIA:		
COEF. MINORACIÓN RESISTENCIA DEL HORMIGÓN	γ _c =	1.50
COEF. MINORACIÓN RESISTENCIA DEL ACERO	γ _s =	1.15
DIÁMETRO MÁXIMO DEL ÁRIDO:	DM =	20.0 mm
RESULTADOS:		
ELU (FLEXIÓN Y CORTANTE):		
ESFUERZOS ÚLTIMOS DE LA SECCIÓN:		
MOMENTO ÚLTIMO DE LA SECCIÓN	M _u =	96.70 kNm/m
CORTANTE ÚLTIMO DE LA SECCIÓN	V _u =	174.82 kN/m
CORTANTE DE AGOTAMIENTO POR C. OBLICUA DEL ALMA	V _{u1} =	1452.00 kN/m
CORTANTE DE AGOTAMIENTO POR TRACCIÓN EN EL ALMA	V _{u2} =	174.82 kN/m
ARMADURA DE CORTANTE:		
ÁNGULO DE LAS ARMADURAS CON EL EJE DE LA PIEZA	α =	- °
ÁNGULO DE LAS BIELAS DE COMPRESIÓN EN EL HORMIGÓN	θ =	45 °
AXIL DE CÁLCULO (COMPRESIÓN +)	N _d =	0.00 kN/m
CONTRIBUCIÓN DEL HORMIGÓN A LA RESISTENCIA A V	V _{cu} =	- kN/m
CONTRIBUCIÓN DEL ACERO A LA RESISTENCIA A V	V _{su} =	- kN/m
ÁREA POR UNIDAD DE LONGITUD DE ACERO NECESARIO	A _α =	- cm ² /m
ELS (FISURACIÓN):		
ABERTURA DE FISURA CARACTERÍSTICA:	w _k =	- mm
TENSIONES CÁLCULO ABERTURA DE FISURA:	→ NO ES NECESARIO COMPROBAR ELS $\sigma_{ft} < f_{ct,m,fl}$	
	σ _{sr} =	258.74 MPa
	σ _s =	232.92 MPa
TENSIÓN EN FIBRA TRACCIONADA PÉSIMA:		
TIPO DE FISURA (SEGÚN EUROCÓDIGO 2-4):	σ _{ft} =	3.39 MPa
MOMENTO DE FISURACIÓN (f_{ct,tm,fl}):		
	M _{fls} =	58.44 kNm/m
CUANTÍA GEOMÉTRICA MÍNIMA:	A _{s min,g} =	2.70 cm ² /m
CUANTÍA MECÁNICA MÍNIMA:	A _{s min,m} =	0.00 cm ² /m
A PARTIR DE CUANTÍA MÍNIMA MECÁNICA REDUCIDA	A _{s,nec} =	0.00 cm ² /m
	α =	1.50
SEPARACIÓN ENTRE BARRAS:		
	sep _{barras} =	184.0 mm
	sep _{mín} =	25.0 mm
	sep _{máx} =	300.0 mm

PROYECTO:ETAP SANTILLANA		
ELEMENTO:ARMADURA VERTICAL . MURO VERTEDERO CÁMARA PREOZONIZACIÓN		
COMPROBACIÓN DE ELU DE FLEXIÓN Y CORTANTE Y ELS DE FISURACIÓN SEGÚN EHE-08		
CÁLCULOS:		
FLEXIÓN:		
$\eta =$	1	ARTÍCULO 39.5 [DIAGRAMA RECTANGULAR]
$\lambda =$	0.8	ARTÍCULO 39.5 [DIAGRAMA RECTANGULAR]
$T =$	436.96 kN/m	TRACCIÓN EN LA ARMADURA (M_u)
$x =$	5.2 cm	PROFUNDIDAD FIBRA NEUTRA
$\lambda(x) \cdot h =$	4.14 cm	PROFUNDIDAD FICTICIA DE COMPRESIÓN UNIFORME ($\eta \cdot FCD$) [D. RECTANGULAR]
$d =$	24.20 cm	PROFUNDIDAD DE CÁLCULO ARMADURA PASIVA
$d' =$	5.80 cm	ALTURA DE CÁLCULO ARMADURA PASIVA
$E_{cm} =$	28576.7910 MPa	ART. 39.6: MÓDULO DE DEFORMACIÓN LONGITUDINAL DEL HORMIGÓN
$n =$	7.00	ANEJO 8, 2.2: COEFICIENTE DE EQUIVALENCIA (ACERO-HORMIGÓN) [$n = E_s/E_{cm}$]
$f_{ct,m} =$	2.90 MPa	ART 39.1: RESISTENCIA MEDIA A TRACCIÓN
$f_{ct,m,fl} =$	3.77 MPa	ART 39.1: RESISTENCIA MEDIA A FLEXOTRACCIÓN
$\rho_1 =$	4.15 ‰	ANEJO 8, 2.2: CUANTÍA GEOMÉTRICA ARMADURA DE TRACCIÓN
$\rho_2 =$	0.00 ‰	ANEJO 8, 2.2: CUANTÍA GEOMÉTRICA ARMADURA DE COMPRESIÓN
$c =$	50 mm	RECUBRIMIENTO [DIST. SUP EXTERIOR SECCIÓN A BARRAS CORRUGADAS]
$f_{cd} =$	20.00 MPa	ART. 39.4: RESISTENCIA DE CÁLCULO DEL HORMIGÓN EN COMPRESIÓN
$f_{yd} =$	434.78 MPa	ART. 38.3: RESISTENCIA DE CÁLCULO DEL ACERO
$A_R =$	3060.29 cm ²	ÁREA DE LA SECCIÓN REDUCIDA
$M_e =$	45349.66343 cm ³	MOMENTO ESTÁTICO DE LA SECCIÓN REDUCIDA
$y_G =$	14.82 cm	ALTURA DE LA FIBRA NEUTRA EN LA SECCIÓN REDUCIDA
$W_{1,r} =$	15521.01 cm ³	MÓDULO RESISTENTE DE LA SECCIÓN REDUCIDA
$W_{1,b} =$	15000.00 cm ³	MÓDULO RESISTENTE DE LA SECCIÓN BRUTA
$z =$	22.13 cm	BRAZO MECÁNICO DE LA SECCIÓN [$Z=d-0,5 \cdot (\lambda(x) \cdot h)$]
$A_s =$	10.05 cm ² /m	ÁREA DE ACERO POR METRO (TRACCIÓN)
SECCIÓN SIN FISURAR:		
$x_G =$	15.18 cm	PROFUNDIDAD DE LA FIBRA NEUTRA EN LA SECCIÓN SIN FISURAR
$I_G =$	230002.15 cm ⁴ /m	MOMENTO DE INERCIA DE LA SECCIÓN SIN FISURAR
SECCIÓN FISURADA:		
$X =$	5.17 cm	PROFUNDIDAD DE LA FIBRA NEUTRA EN LA SECCIÓN FISURADA
$I_f =$	30078.10 cm ⁴ /m	MOMENTO DE INERCIA DE LA SECCIÓN FISURADA
CORTANTE:		
$\xi =$	1.91	ART44.2.3.2.1.2
$\rho_l =$	4.15 ‰	ART44.2.3.2.1.2: CUANTÍA GEOMÉTRICA ARMADURA PRINCIPAL DE TRACCIÓN
$\sigma'_{cd} =$	0.00 MPa/m	ART44.2.3.2.1.2: TENSIÓN AXIAL MEDIA EN EL ALMA DE LA SECCIÓN (COMP. =+)
$f_{1cd} =$	12 MPa	ART44.2.3.1: RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN
$K =$	1.00	ART44.2.3.1: COEFICIENTE QUE DEPENDE DEL ESFUERZO AXIL
$\cotg \theta =$	1	ART44.2.3.1: COTAG DEL ÁNGULO QUE FORMAN LAS BIELAS DE COMPRESIÓN
$\cotg \alpha =$	0	ART44.2.3.1: COTAG DEL ÁNGULO QUE FORMAN LAS ARMADURAS CON EL EJE
$f_{cv} =$	30.00 MPa	ART44.2.3.2.1.2: RESISTENCIA EFECTIVA DEL HORMIGÓN A CORTANTE
$f_{ct,k} =$	2.03 MPa	ART39.1: RESISTENCIA CARACTERÍSTICA INFERIOR A TRACCIÓN
$f_{ct,d} =$	1.35 MPa	ART39.4: RESISTENCIA DE CÁLCULO A TRACCIÓN DEL HORMIGÓN
$S =$	11523.49851 cm ³	ART44.2.3.1: MOMENTO ESTÁTICO DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL
$\sigma'_{cd} =$	0.00 MPa/m	ART44.2.3.2.1.2: RESIST. EFECTIVA DEL HORMIGÓN A CORTANTE (COMPRES=+)
FISURACIÓN:		
$s =$	200 mm	ART 49.2.4: DISTANCIA ENTRE BARRAS LONGITUDINALES (NO MAYOR QUE 150)
$A_{c,ef} =$	750 cm ²	ART 49.2.4: ÁREA DE HORMIGÓN DE LA ZONA DE REC. EF. EN LA A. FISURAS
$A_s =$	10.05 cm ²	ART 49.2.4: ÁREA DE ARMADURAS SITUADAS EN EL ÁREA $A_{c,ef}$
$s_m =$	199.7 mm	ART. 49.2.4: SEPARACIÓN MEDIA DE FISURAS
$\varepsilon_{sm} =$	0.466 ‰	ART. 49.2.4: ALARGAMIENTO MEDIO DE LAS ARMADURAS (CON COLAB. HORM)
$\sigma_{sr} =$	258.74 MPa	ART 49.2.4: TENSIÓN DE LA A. EN LA S. FISURADA CON $f_{ct,m,fl}$ EN F.EXTREMA
$\sigma_s =$	232.92 MPa	ART 49.2.4: TENSIÓN DE SERVICIO DE LA ARMADURA EN SECCIÓN FISURADA
MASA NOMINAL (CUANTÍA ACERO):		
$A_{s,trac} =$	10.05 cm ² /m	ÁREA DE ACERO TRACCIONADO
$MASAn =$	26.33 kg/m ³	MASA NOMINAL SEGÚN UNE10080

Cuantías de acero según EHE-08 y UNE-EN 10080

PROYECTO: ETAP SANTILLANA

ELEMENTO: CUANTÍA MURO VERTEDERO, OZONIZACIÓN INTERMEDIA

DATOS:

RESULTADOS:

HORMIGÓN

ESPESOR = 30 cm

ACERO

MASA = MÁXIMA [SEGÚN UNE-EN 10080 (VER NOTA 2)]

CARA 1 ARMADURA 1: SEPARACIÓN

CUANTÍA CARA 1 ARMADURA 1:

1 Ø12 / 20.0 cm

→ 15.5 kg/m³

CARA 1 ARMADURA 2: SEPARACIÓN

CUANTÍA CARA 1 ARMADURA 2:

1 Ø16 / 20.0 cm

→ 27.5 kg/m³

CARA 2 ARMADURA 1: SEPARACIÓN

CUANTÍA CARA 2 ARMADURA 1:

1 Ø12 / 20.0 cm

→ 15.5 kg/m³

CARA 2 ARMADURA 2: SEPARACIÓN

CUANTÍA CARA 2 ARMADURA 2:

1 Ø20 / 20.0 cm

→ 43.0 kg/m³

CUANTÍA TOTAL:

101.5 kg/m³

Δ POR SOLAPES, RECORTES Y ANCLAJES:

% MAYORACIÓN = 15 %

→ 15.2 kg/m³

CUANTÍA MAYORADA:

116.7 kg/m³

5 = 120 kg/m³

% MAYORACIÓN: MAYORACIÓN POR SOLAPES, RECORTES Y ANCLAJES

NOTAS:

1] EHE-08 (ART 32.1): LAS SECCIONES NOMINALES Y LAS MASAS NOMINALES POR METRO SERÁN LAS ESTABLECIDAS EN LA TABLA 6 DE LA UNE-EN 10080.

2] UNE-EN 10080 (AP. 7.3.2): LA DESVIACIÓN ADMISIBLE CON RELACIÓN AL VALOR NOMINAL DE MASA POR METRO NO DEBE SER SUPERIOR A ±4,5% PARA DIÁMETROS NOMINALES SUPERIORES A 8,0 mm, NI A ±6% PARA DIÁMETROS NOMINALES INFERIORES O IGUALES A 8,0 mm.

Armado de Losa de Cubierta (Longitudinal):

PROYECTO:ETAP SANTILLANA	
ELEMENTO:ARMADURA LONGITUDINAL . LOSA CUBIERTA CÁMARA OZONIZACIÓN INTERMEDIA	
COMPROBACIÓN DE ELU DE FLEXIÓN Y CORTANTE Y ELS DE FISURACIÓN SEGÚN EHE-08	

DATOS:

GEOMETRÍA	
ESPELOR DE HORMIGÓN	e = 25 cm
H =	
ESFUERZOS PÉSIMOS ELU :	
MOMENTO DE CÁLCULO:	Md = 49.5 kNm/m
CORTANTE DE CÁLCULO:	Vd = 65.0 kN/m
ESFUERZO PÉSIMO ELS FISURACIÓN:	
M. CUASIPERMANENTE	Mk = 33.0 kNm/m
CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS:	
RESISTENCIA CARACTERÍSTICA DE CÁLCULO	f _{ck} = 30 MPa
LÍMITE ELÁSTICO DEL ACERO	f _{yk} = 500 MPa
RECUBRIMIENTO (PARAMENTO EXTERIOR A ARMADURA)	c = 5.00 cm
ARMADURA TRACCIÓN:	ARMADURA DISPUESTA:
1Ø12/15	A _s = 7.53 cm ² /m
ARMADURA COMPRESIÓN:	A' _s = 0.00 cm ² /m
ELS FISURACIÓN (PARÁMETROS):	
ABERTURA CARACTERÍSTICA DE FISURA:	w _{máx} = 0.1 mm
COEF. INFLUENCIA DEL DIAGRAMA DE TRACCIONES	K ₁ = 0.125
COEF. DURACIÓN DE LA CARGA	K ₂ = 0.50
COEF. ABERTURA MEDIA DE FISURA /VALOR CARACT.	β = 1.7
COEFS. DE MINORACIÓN DE RESISTENCIA:	
COEF. MINORACIÓN RESISTENCIA DEL HORMIGÓN	γ _c = 1.50 α _{ct} = 1
COEF. MINORACIÓN RESISTENCIA DEL ACERO	γ _s = 1.15
DIÁMETRO MÁXIMO DEL ÁRIDO:	DM = 20.0 mm

RESULTADOS:

ELU (FLEXIÓN Y CORTANTE):	
ESFUERZOS ÚLTIMOS DE LA SECCIÓN:	
MOMENTO ÚLTIMO DE LA SECCIÓN	M _u = 58.27 kNm/m CUMPLE
CORTANTE ÚLTIMO DE LA SECCIÓN	V _u = 150.27 kN/m CUMPLE
CORTANTE DE AGOTAMIENTO POR C. OBLICUA DEL ALMA	V _{u1} = 1164.00 kN/m
CORTANTE DE AGOTAMIENTO POR TRACCIÓN EN EL ALMA	V _{u2} = 150.27 kN/m
ARMADURA DE CORTANTE:	
ÁNGULO DE LAS ARMADURAS CON EL EJE DE LA PIEZA	α = - °
ÁNGULO DE LAS BIELAS DE COMPRESIÓN EN EL HORMIGÓN	θ = 45 °
AXIL DE CÁLCULO (COMPRESIÓN +)	N _d = 0.00 kN/m
CONTRIBUCIÓN DEL HORMIGÓN A LA RESISTENCIA A V	V _{cu} = - kN/m
CONTRIBUCIÓN DEL ACERO A LA RESISTENCIA A V	V _{su} = - kN/m
ÁREA POR UNIDAD DE LONGITUD DE ACERO NECESARIO	A _α = - cm ² /m
ELS (FISURACIÓN):	
ABERTURA DE FISURA CARACTERÍSTICA:	w _k = - mm CUMPLE
TENSIONES CÁLCULO ABERTURA DE FISURA:	→ NO ES NECESARIO COMPROBAR ELS σ _{ft} < f _{ct,m,f} l)
σ _{sr} = 307.29 MPa	
σ _s = 242.75 MPa	
TENSIÓN EN FIBRA TRACCIONADA PÉSIMA:	σ _{ft} = 3.09 MPa
TIPO DE FISURA (SEGÚN EUROCÓDIGO 2-4):	-
MOMENTO DE FISURACIÓN (f _{ct,m,f} l):	M _{fs} = 41.80 kNm/m
CUANTÍA GEOMÉTRICA MÍNIMA:	A _{s min,g} = 2.25 cm ² /m CUMPLE
CUANTÍA MECÁNICA MÍNIMA:	A _{s min,m} = 0.00 cm ² /m CUMPLE
A PARTIR DE CUANTÍA MÍNIMA MECÁNICA REDUCIDA	A _{s,nec} = 0.00 cm ² /m
	α = 1.50
SEPARACIÓN ENTRE BARRAS:	sep _{barras} = 138.0 mm
	sep _{min} = 25.0 mm CUMPLE
	sep _{máx} = 300.0 mm CUMPLE

PROYECTO:ETAP SANTILLANA		
ELEMENTO:ARMADURA LONGITUDINAL . LOSA CUBIERTA CÁMARA OZONIZACIÓN INTERMEDIA		
COMPROBACIÓN DE ELU DE FLEXIÓN Y CORTANTE Y ELS DE FISURACIÓN SEGÚN EHE-08		
CÁLCULOS:		
FLEXIÓN:		
η	= 1	ARTÍCULO 39.5 [DIAGRAMA RECTANGULAR]
λ	= 0.8	ARTÍCULO 39.5 [DIAGRAMA RECTANGULAR]
T	= 327.54 kN/m	TRACCIÓN EN LA ARMADURA (M_u)
x	= 4.0 cm	PROFUNDIDAD FIBRA NEUTRA
$\lambda(x) \cdot h$	= 3.22 cm	PROFUNDIDAD FICTICIA DE COMPRESIÓN UNIFORME ($\eta \cdot FCD$) [D. RECTANGULAR]
d	= 19.40 cm	PROFUNDIDAD DE CÁLCULO ARMADURA PASIVA
d'	= 5.60 cm	ALTURA DE CÁLCULO ARMADURA PASIVA
E_{cm}	= 28576.7910 MPa	ART. 39.6: MÓDULO DE DEFORMACIÓN LONGITUDINAL DEL HORMIGÓN
n	= 7.00	ANEJO 8, 2.2: COEFICIENTE DE EQUIVALENCIA (ACERO-HORMIGÓN) [$n = E_s/E_{cm}$]
$f_{ct,m}$	= 2.90 MPa	ART 39.1: RESISTENCIA MEDIA A TRACCIÓN
$f_{ct,m,fl}$	= 3.91 MPa	ART 39.1: RESISTENCIA MEDIA A FLEXOTRACCIÓN
ρ_1	= 3.88 ‰	ANEJO 8, 2.2: CUANTÍA GEOMÉTRICA ARMADURA DE TRACCIÓN
ρ_2	= 0.00 ‰	ANEJO 8, 2.2: CUANTÍA GEOMÉTRICA ARMADURA DE COMPRESIÓN
c	= 50 mm	RECUBRIMIENTO [DIST. SUP EXTERIOR SECCIÓN A BARRAS CORRUGADAS]
f_{cd}	= 20.00 MPa	ART. 39.4: RESISTENCIA DE CÁLCULO DEL HORMIGÓN EN COMPRESIÓN
f_{yd}	= 434.78 MPa	ART. 38.3: RESISTENCIA DE CÁLCULO DEL ACERO
A_R	= 2545.19 cm ²	AREA DE LA SECCIÓN REDUCIDA
M_e	= 31503.06459 cm ³	MOMENTO ESTÁTICO DE LA SECCIÓN REDUCIDA
y_G	= 12.38 cm	ALTURA DE LA FIBRA NEUTRA EN LA SECCIÓN REDUCIDA
$W_{1,r}$	= 10690.51 cm ³	MÓDULO RESISTENTE DE LA SECCIÓN REDUCIDA
$W_{1,b}$	= 10416.67 cm ³	MÓDULO RESISTENTE DE LA SECCIÓN BRUTA
z	= 17.79 cm	BRAZO MECÁNICO DE LA SECCIÓN [$Z=d-0,5 \cdot (\lambda(x) \cdot h)$]
A_s	= 7.53 cm ² /m	ÁREA DE ACERO POR METRO (TRACCIÓN)
SECCIÓN SIN FISURAR:		
x_G	= 12.62 cm	PROFUNDIDAD DE LA FIBRA NEUTRA EN LA SECCIÓN SIN FISURAR
I_G	= 132321.63 cm ⁴ /m	MOMENTO DE INERCIA DE LA SECCIÓN SIN FISURAR
SECCIÓN FISURADA:		
X	= 4.03 cm	PROFUNDIDAD DE LA FIBRA NEUTRA EN LA SECCIÓN FISURADA
I_f	= 14636.91 cm ⁴ /m	MOMENTO DE INERCIA DE LA SECCIÓN FISURADA
CORTANTE:		
ξ	= 2.00	ART44.2.3.2.1.2
ρ_l	= 3.88 ‰	ART44.2.3.2.1.2: CUANTÍA GEOMÉTRICA ARMADURA PRINCIPAL DE TRACCIÓN
σ'_{cd}	= 0.00 MPa/m	ART44.2.3.2.1.2: TENSIÓN AXIAL MEDIA EN EL ALMA DE LA SECCIÓN (COMP. =+)
f_{1cd}	= 12 MPa	ART44.2.3.1: RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN
K	= 1.00	ART44.2.3.1: COEFICIENTE QUE DEPENDE DEL ESFUERZO AXIL
cotg θ	= 1	ART44.2.3.1: COTAG DEL ÁNGULO QUE FORMAN LAS BIELAS DE COMPRESIÓN
cotg α	= 0	ART44.2.3.1: COTAG DEL ÁNGULO QUE FORMAN LAS ARMADURAS CON EL EJE
f_{cv}	= 30.00 MPa	ART44.2.3.2.1.2: RESISTENCIA EFECTIVA DEL HORMIGÓN A CORTANTE
$f_{ct,k}$	= 2.03 MPa	ART39.1: RESISTENCIA CARACTERÍSTICA INFERIOR A TRACCIÓN
$f_{ct,d}$	= 1.35 MPa	ART39.4: RESISTENCIA DE CÁLCULO A TRACCIÓN DEL HORMIGÓN
S	= 7966.388174 cm ³	ART44.2.3.1: MOMENTO ESTÁTICO DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL
σ'_{cd}	= 0.00 MPa/m	ART44.2.3.2.1.2: RESIST. EFECTIVA DEL HORMIGÓN A CORTANTE (COMPRES=+)
FISURACIÓN:		
s	= 150 mm	ART 49.2.4: DISTANCIA ENTRE BARRAS LONGITUDINALES (NO MAYOR QUE 150)
$A_{c,ef}$	= 625 cm ²	ART 49.2.4: ÁREA DE HORMIGÓN DE LA ZONA DE REC. EF. EN LA A. FISURAS
A_s	= 7.53 cm ²	ART 49.2.4: ÁREA DE ARMADURAS SITUADAS EN EL ÁREA $A_{c,ef}$
s_m	= 179.8 mm	ART. 49.2.4: SEPARACIÓN MEDIA DE FISURAS
ϵ_{sm}	= 0.485 ‰	ART. 49.2.4: ALARGAMIENTO MEDIO DE LAS ARMADURAS (CON COLAB. HORM)
σ_{sr}	= 307.29 MPa	ART 49.2.4: TENSIÓN DE LA A. EN LA S. FISURADA CON $f_{ct,m,fl}$ EN F.EXTREMA
σ_s	= 242.75 MPa	ART 49.2.4: TENSIÓN DE SERVICIO DE LA ARMADURA EN SECCIÓN FISURADA
MASA NOMINAL (CUANTÍA ACERO):		
$A_{s,trac}$	= 7.53 cm ² /m	AREA DE ACERO TRACCIONADO
$MASAn$	= 23.68 kg/m ³	MASA NOMINAL SEGÚN UNE10080

Armado de Losa de Cubierta (Transversal):

PROYECTO:ETAP SANTILLANA		
ELEMENTO:ARMADURA TRANSVERSAL . LOSA CUBIERTA CÁMARA OZONIZACIÓN INTERMEDIA		
COMPROBACIÓN DE ELU DE FLEXIÓN Y CORTANTE Y ELS DE FISURACIÓN SEGÚN EHE-08		
DATOS:		
GEOMETRÍA		
ESPESOR DE HORMIGÓN	e =	25 cm
H =		
ESFUERZOS PÉSIMOS ELU :		
MOMENTO DE CÁLCULO:	Md =	40.5 kNm/m
CORTANTE DE CÁLCULO:	Vd =	39.9 kN/m
ESFUERZO PÉSIMO ELS FISURACIÓN:		
M. CUASIPERMANENTE	Mk =	27.0 kNm/m
CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS:		
RESISTENCIA CARACTERÍSTICA DE CÁLCULO	f _{ck} =	30 MPa
LÍMITE ELÁSTICO DEL ACERO	f _{yk} =	500 MPa
RECUBRIMIENTO (PARAMENTO EXTERIOR A ARMADURA)	c =	5.00 cm
ARMADURA TRACCIÓN:		
1Ø12/15	A _s =	7.53 cm ² /m
ARMADURA COMPRESIÓN:		
-	A' _s =	0.00 cm ² /m
ELS FISURACIÓN (PARÁMETROS):		
ABERTURA CARACTERÍSTICA DE FISURA:	w _{máx} =	0.1 mm
COEF. INFLUENCIA DEL DIAGRAMA DE TRACCIONES	K ₁ =	0.125
COEF. DURACIÓN DE LA CARGA	K ₂ =	0.50
COEF. ABERTURA MEDIA DE FISURA /VALOR CARACT.	β =	1.7
COEFS. DE MINORACIÓN DE RESISTENCIA:		
COEF. MINORACIÓN RESISTENCIA DEL HORMIGÓN	γ _c =	1.50 α _{ct} = 1
COEF. MINORACIÓN RESISTENCIA DEL ACERO	γ _s =	1.15
DIÁMETRO MÁXIMO DEL ÁRIDO:	DM =	20.0 mm
RESULTADOS:		
ELU (FLEXIÓN Y CORTANTE):		
ESFUERZOS ÚLTIMOS DE LA SECCIÓN:		
MOMENTO ÚLTIMO DE LA SECCIÓN	M _u =	58.27 kNm/m CUMPLE
CORTANTE ÚLTIMO DE LA SECCIÓN	V _u =	150.27 kN/m CUMPLE
CORTANTE DE AGOTAMIENTO POR C. OBLICUA DEL ALMA	V _{u1} =	1164.00 kN/m
CORTANTE DE AGOTAMIENTO POR TRACCIÓN EN EL ALMA	V _{u2} =	150.27 kN/m
ARMADURA DE CORTANTE:		
ÁNGULO DE LAS ARMADURAS CON EL EJE DE LA PIEZA	α =	- °
ÁNGULO DE LAS BIELAS DE COMPRESIÓN EN EL HORMIGÓN	θ =	45 °
AXIL DE CÁLCULO (COMPRESIÓN +)	N _d =	0.00 kN/m
CONTRIBUCIÓN DEL HORMIGÓN A LA RESISTENCIA A V	V _{cu} =	- kN/m
CONTRIBUCIÓN DEL ACERO A LA RESISTENCIA A V	V _{su} =	- kN/m
ÁREA POR UNIDAD DE LONGITUD DE ACERO NECESARIO	A _α =	- cm ² /m
ELS (FISURACIÓN):		
ABERTURA DE FISURA CARACTERÍSTICA:	w _k =	- mm CUMPLE
TENSIONES CÁLCULO ABERTURA DE FISURA:	→ NO ES NECESARIO COMPROBAR ELS $\sigma_{ft} < f_{ct,m,f}$	
σ _{sr} = 307.29 MPa		
σ _s = 198.61 MPa		
TENSIÓN EN FIBRA TRACCIONADA PÉSIMA:	σ _{ft} =	2.53 MPa
TIPO DE FISURA (SEGÚN EUROCÓDIGO 2-4):	-	
MOMENTO DE FISURACIÓN (f _{ct,m,f}):	M _{fis} =	41.80 kNm/m
CUANTÍA GEOMÉTRICA MÍNIMA:	A _{s min,g} =	2.25 cm ² /m CUMPLE
CUANTÍA MECÁNICA MÍNIMA:	A _{s min,m} =	0.00 cm ² /m CUMPLE
A PARTIR DE CUANTÍA MÍNIMA MECÁNICA REDUCIDA	A _{s,nec} =	0.00 cm ² /m
	α =	1.50
SEPARACIÓN ENTRE BARRAS:		
	sep _{barras} =	138.0 mm
	sep _{min} =	25.0 mm CUMPLE
	sep _{máx} =	300.0 mm CUMPLE

PROYECTO:ETAP SANTILLANA		
ELEMENTO:ARMADURA TRANSVERSAL . LOSA CUBIERTA CÁMARA OZONIZACIÓN INTERMEDIA		
COMPROBACIÓN DE ELU DE FLEXIÓN Y CORTANTE Y ELS DE FISURACIÓN SEGUN EHE-08		
CÁLCULOS:		
FLEXIÓN:		
$\eta =$	1	ARTÍCULO 39.5 [DIAGRAMA RECTANGULAR]
$\lambda =$	0.8	ARTÍCULO 39.5 [DIAGRAMA RECTANGULAR]
$T =$	327.54 kN/m	TRACCIÓN EN LA ARMADURA (M_u)
$x =$	4.0 cm	PROFUNDIDAD FIBRA NEUTRA
$\lambda(x) \cdot h =$	3.22 cm	PROFUNDIDAD FICTICIA DE COMPRESIÓN UNIFORME ($\eta \cdot FCD$) [D. RECTANGULAR]
$d =$	19.40 cm	PROFUNDIDAD DE CÁLCULO ARMADURA PASIVA
$d' =$	5.60 cm	ALTURA DE CÁLCULO ARMADURA PASIVA
$E_{cm} =$	28576.7910 MPa	ART. 39.6: MÓDULO DE DEFORMACIÓN LONGITUDINAL DEL HORMIGÓN
$n =$	7.00	ANEJO 8, 2.2: COEFICIENTE DE EQUIVALENCIA (ACERO-HORMIGÓN) [$n = E_s/E_{cm}$]
$f_{ct,m} =$	2.90 MPa	ART 39.1: RESISTENCIA MEDIA A TRACCIÓN
$f_{ct,m,fl} =$	3.91 MPa	ART 39.1: RESISTENCIA MEDIA A FLEXOTRACCIÓN
$\rho_1 =$	3.88 ‰	ANEJO 8, 2.2: CUANTÍA GEOMÉTRICA ARMADURA DE TRACCIÓN
$\rho_2 =$	0.00 ‰	ANEJO 8, 2.2: CUANTÍA GEOMÉTRICA ARMADURA DE COMPRESIÓN
$c =$	50 mm	RECUBRIMIENTO [DIST. SUP EXTERIOR SECCIÓN A BARRAS CORRUGADAS]
$f_{cd} =$	20.00 MPa	ART. 39.4: RESISTENCIA DE CÁLCULO DEL HORMIGÓN EN COMPRESIÓN
$f_{yd} =$	434.78 MPa	ART. 38.3: RESISTENCIA DE CÁLCULO DEL ACERO
$A_R =$	2545.19 cm ²	ÁREA DE LA SECCIÓN REDUCIDA
$M_e =$	31503.06459 cm ³	MOMENTO ESTÁTICO DE LA SECCIÓN REDUCIDA
$y_G =$	12.38 cm	ALTURA DE LA FIBRA NEUTRA EN LA SECCIÓN REDUCIDA
$W_{1,r} =$	10690.51 cm ³	MÓDULO RESISTENTE DE LA SECCIÓN REDUCIDA
$W_{1,b} =$	10416.67 cm ³	MÓDULO RESISTENTE DE LA SECCIÓN BRUTA
$z =$	17.79 cm	BRAZO MECÁNICO DE LA SECCIÓN [$z=d-0,5 \cdot (\lambda(x) \cdot h)$]
$A_s =$	7.53 cm ² /m	ÁREA DE ACERO POR METRO (TRACCIÓN)
SECCIÓN SIN FISURAR:		
$x_G =$	12.62 cm	PROFUNDIDAD DE LA FIBRA NEUTRA EN LA SECCIÓN SIN FISURAR
$I_G =$	132321.63 cm ⁴ /m	MOMENTO DE INERCIA DE LA SECCIÓN SIN FISURAR
SECCIÓN FISURADA:		
$X =$	4.03 cm	PROFUNDIDAD DE LA FIBRA NEUTRA EN LA SECCIÓN FISURADA
$I_f =$	14636.91 cm ⁴ /m	MOMENTO DE INERCIA DE LA SECCIÓN FISURADA
CORTANTE:		
$\xi =$	2.00	ART44.2.3.2.1.2
$\rho_l =$	3.88 ‰	ART44.2.3.2.1.2: CUANTÍA GEOMÉTRICA ARMADURA PRINCIPAL DE TRACCIÓN
$\sigma'_{cd} =$	0.00 MPa/m	ART44.2.3.2.1.2: TENSIÓN AXIAL MEDIA EN EL ALMA DE LA SECCIÓN (COMP. =+)
$f_{icd} =$	12 MPa	ART44.2.3.1: RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN
$K =$	1.00	ART44.2.3.1: COEFICIENTE QUE DEPENDE DEL ESFUERZO AXIL
$\cotg \theta =$	1	ART44.2.3.1: COTANG DEL ÁNGULO QUE FORMAN LAS BIELAS DE COMPRESIÓN
$\cotg \alpha =$	0	ART44.2.3.1: COTANG DEL ÁNGULO QUE FORMAN LAS ARMADURAS CON EL EJE
$f_{cv} =$	30.00 MPa	ART44.2.3.2.1.2: RESISTENCIA EFECTIVA DEL HORMIGÓN A CORTANTE
$f_{ct,k} =$	2.03 MPa	ART39.1: RESISTENCIA CARACTERÍSTICA INFERIOR A TRACCIÓN
$f_{ct,d} =$	1.35 MPa	ART39.4: RESISTENCIA DE CÁLCULO A TRACCIÓN DEL HORMIGÓN
$S =$	7966.388174 cm ³	ART44.2.3.1: MOMENTO ESTÁTICO DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL
$\sigma'_{cd} =$	0.00 MPa/m	ART44.2.3.2.1.2: RESIST. EFECTIVA DEL HORMIGÓN A CORTANTE (COMPRES=+)
FISURACIÓN:		
$s =$	150 mm	ART 49.2.4: DISTANCIA ENTRE BARRAS LONGITUDINALES (NO MAYOR QUE 150)
$A_{c,ef} =$	625 cm ²	ART 49.2.4: ÁREA DE HORMIGÓN DE LA ZONA DE REC. EF. EN LA A. FISURAS
$A_s =$	7.53 cm ²	ART 49.2.4: ÁREA DE ARMADURAS SITUADAS EN EL ÁREA $A_{c,ef}$
$s_m =$	179.8 mm	ART. 49.2.4: SEPARACIÓN MEDIA DE FISURAS
$\varepsilon_{sm} =$	0.397 ‰	ART. 49.2.4: ALARGAMIENTO MEDIO DE LAS ARMADURAS (CON COLAB. HORM)
$\sigma_{sr} =$	307.29 MPa	ART 49.2.4: TENSIÓN DE LA A. EN LA S. FISURADA CON $f_{ct,m,fl}$ EN F.EXTREMA
$\sigma_s =$	198.61 MPa	ART 49.2.4: TENSIÓN DE SERVICIO DE LA ARMADURA EN SECCIÓN FISURADA
MASA NOMINAL (CUANTÍA ACERO):		
$A_{s,trac} =$	7.53 cm ² /m	ÁREA DE ACERO TRACCIONADO
$MASAn =$	23.68 kg/m ³	MASA NOMINAL SEGUN UNE10080

Cuantías de acero según EHE-08 y UNE-EN 10080

PROYECTO: ETAP SANTILLANA

ELEMENTO: CUANTÍA CUBIERTA OZONIZACIÓN INTERMEDIA

DATOS:

RESULTADOS:

HORMIGÓN

ESPESOR = 25 cm

ACERO

MASA = MÁXIMA [SEGÚN UNE-EN 10080 (VER NOTA 2)]

CARA 1 ARMADURA 1: SEPARACIÓN

1 Ø12 / 15,0 cm

CUANTÍA CARA 1 ARMADURA 1:

→ 24.7 kg/m³

CARA 1 ARMADURA 2: SEPARACIÓN

1 Ø12 / 15,0 cm

CUANTÍA CARA 1 ARMADURA 2:

→ 24.7 kg/m³

CARA 2 ARMADURA 1: SEPARACIÓN

1 Ø12 / 15,0 cm

CUANTÍA CARA 2 ARMADURA 1:

→ 24.7 kg/m³

CARA 2 ARMADURA 2: SEPARACIÓN

1 Ø12 / 15,0 cm

CUANTÍA CARA 2 ARMADURA 2:

→ 24.7 kg/m³

CUANTÍA TOTAL:

99.0 kg/m³

Δ POR SOLAPES, RECORTES Y ANCLAJES:

→ 14.8 kg/m³

CUANTÍA MAYORADA:

113.8 kg/m³

5 = 115 kg/m³

% MAYORACIÓN = 15 %

% MAYORACIÓN: MAYORACIÓN POR SOLAPES, RECORTES Y ANCLAJES

NOTAS:

1) EHE-08 (ART 32.1): LAS SECCIONES NOMINALES Y LAS MASAS NOMINALES POR METRO SERÁN LAS ESTABLECIDAS EN LA TABLA 6 DE LA UNE-EN 10080.

2) UNE-EN 10080 (AP. 7.3.2): LA DESVIACIÓN ADMISIBLE CON RELACIÓN AL VALOR NOMINAL DE MASA POR METRO NO DEBE SER SUPERIOR A ±4,5% PARA DIÁMETROS NOMINALES SUPERIORES A 8,0 mm; NI A ±6% PARA DIÁMETROS NOMINALES INFERIORES O IGUALES A 8,0 mm.

Tabla resumen de armado:

ELEMENTO	ARMADO HORIZONTAL / LONGITUDINAL	ARMADO VERTICAL / TRANSVERSAL
Muro Medianero	Ø12/20	Ø16/20
Muro Vertedero	Ø12/20	Ø16/20
Muro Colgado	Ø12/20	Ø12/20
Losa Cubierta	Ø12/15	Ø12/15

7.1.4.6 Resistencia de la estructura actual conservada

7.1.4.6.1 Hipótesis de partida

En este apartado se ha realizado la comprobación resistente del muro del canal de entrada actual frente al cambio de disposición de los tabiques interiores.

Se desconoce el armado dispuesto en dicho muro, por lo que se han tomado algunas consideraciones necesarias para el cálculo:

- La antigüedad de la estructura es de 1972, por lo que la normativa utilizada será la EH-68.
- El armado dispuesto en el muro será el obtenido por cálculo, aplicando el Método del Momento Tope, tal y como se refleja en la normativa de la época.
- Los muros a calcular se encuentran en perfecto estado de conservación, manteniendo en la actualidad toda su capacidad resistente.
- En base a dicha normativa, la resistencia del acero σ_{ak} estará comprendida entre 370 y 450 MPa, por lo que se toma el tipo de acero 400Mpa, comercializado también en la actualidad.
- En base a dicha normativa, la resistencia del hormigón σ'_{bk} utilizado será la mínima exigida por la norma para el tipo de acero elegido:

$$\sigma'_{bk} \geq 50 + 0,02 \times \sigma_{ak} = 50 + 0,02 \times 4000 = 130 \text{ kg/cm}^2 = 13 \text{ MPa}$$

Por lo que se elige el hormigón comercializado H-150 para los cálculos.

Para el muro de salida, que actualmente cuelga de la cubierta y apoya sobre los muros transversales a demoler, no será necesario realizar ningún cálculo por su nueva disposición estructural, puesto que se coloca tras él un macizo de hormigón para soportar las nuevas cargas a las que se verá sometido.

7.1.4.6.2 Procedimiento de cálculo

Se ha realizado un modelo de SAP2000 para el estado actual y para el reformado, los cuales tienen las mismas cargas actuantes pero diferentes puntos de arriostramiento.

Estructura actual:



Estructura reformada:

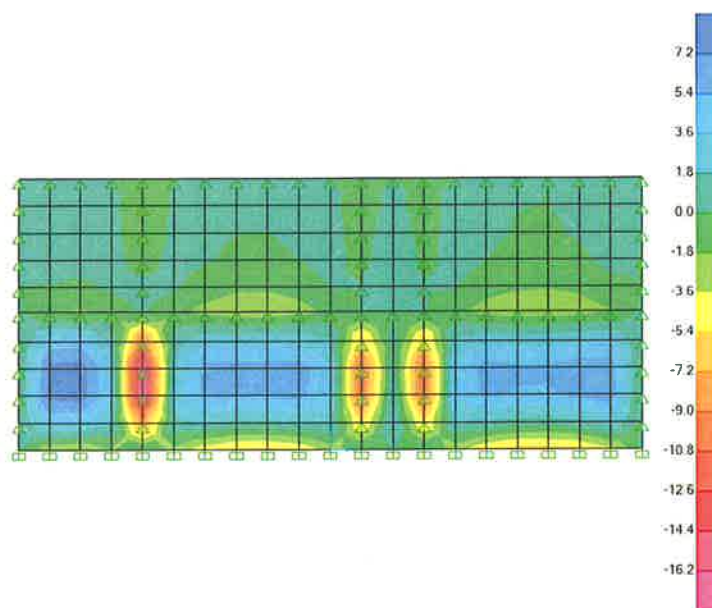


La carga de agua en el lado de la cámara será la correspondiente a 5,08m de agua, siendo la del canal de entrada de 2,90m.

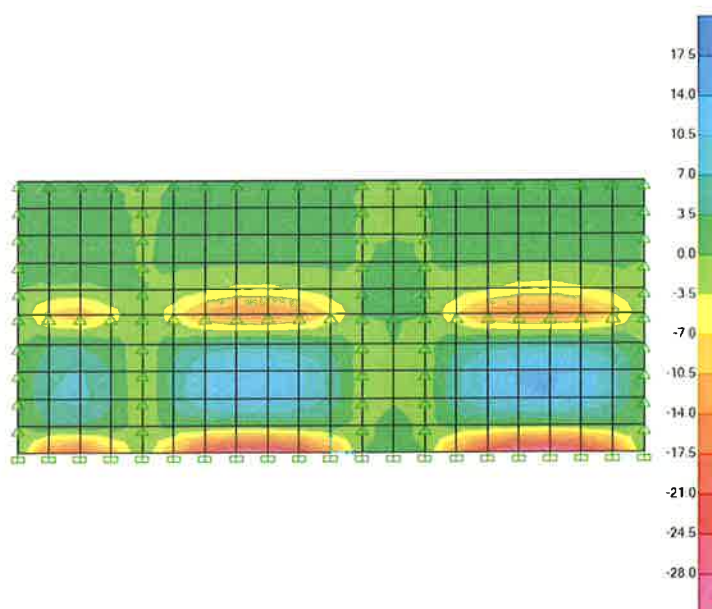
Los esfuerzos sin mayorar obtenidos para estas dos situaciones son:

Estructura actual:

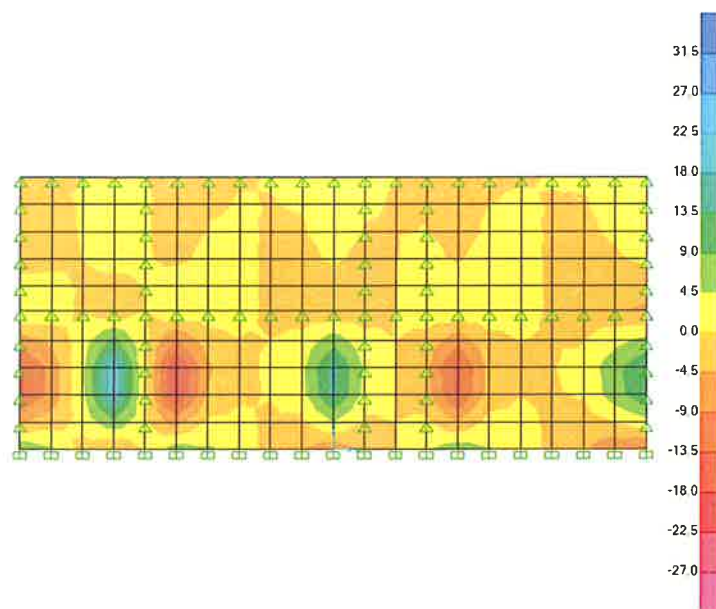
Resultant M11 Diagram (Camara) ▼



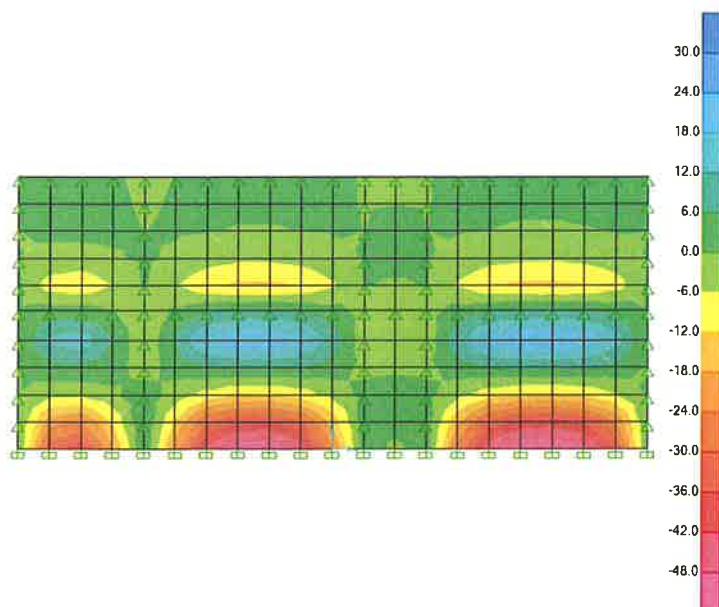
Resultant M22 Diagram (Camara) ▼



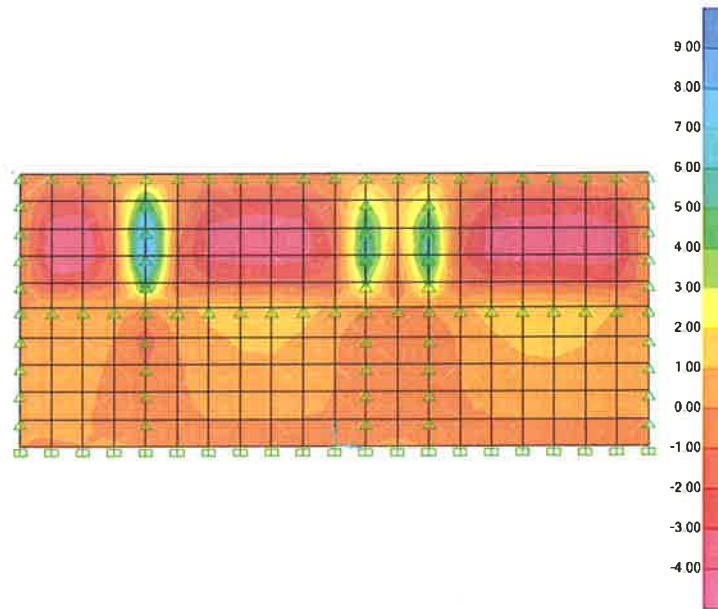
Resultant V13 Diagram (Camara)



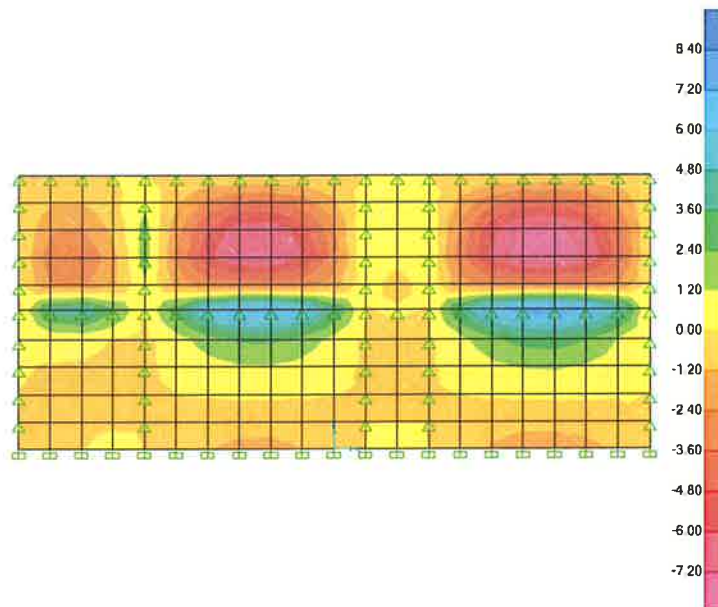
Resultant V23 Diagram (Camara)



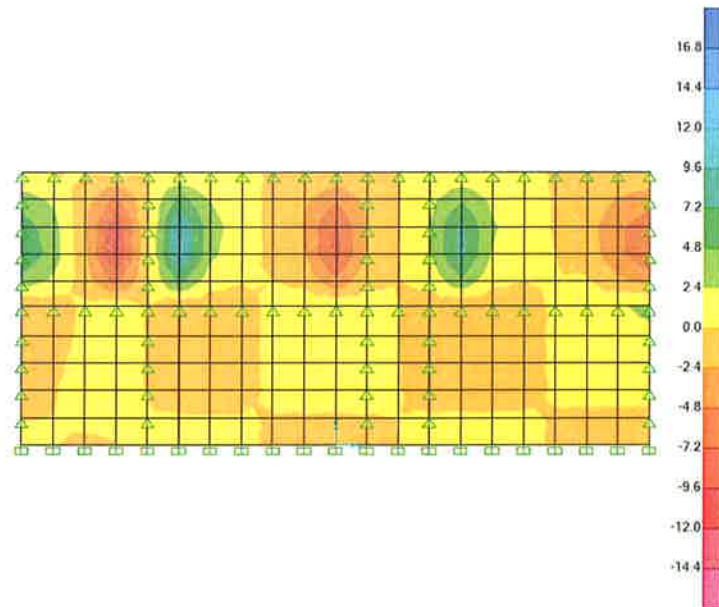
Resultant M11 Diagram (Canal)



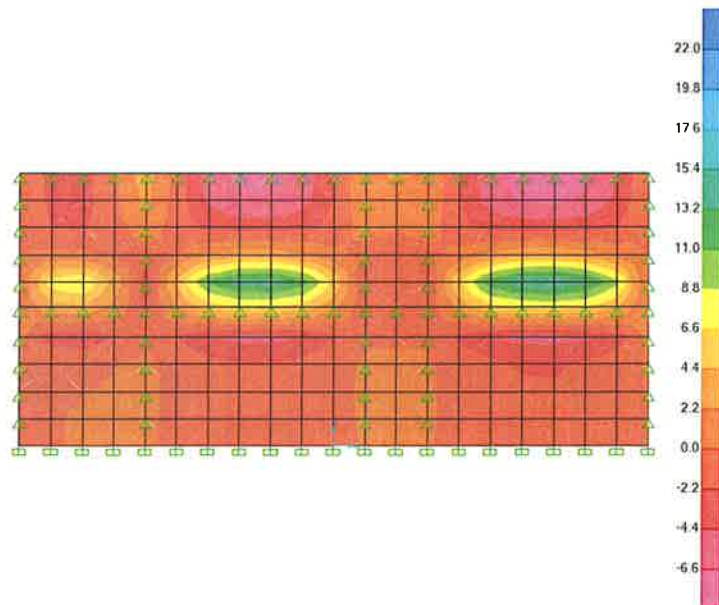
Resultant M22 Diagram (Canal)



Resultant V13 Diagram (Canal)



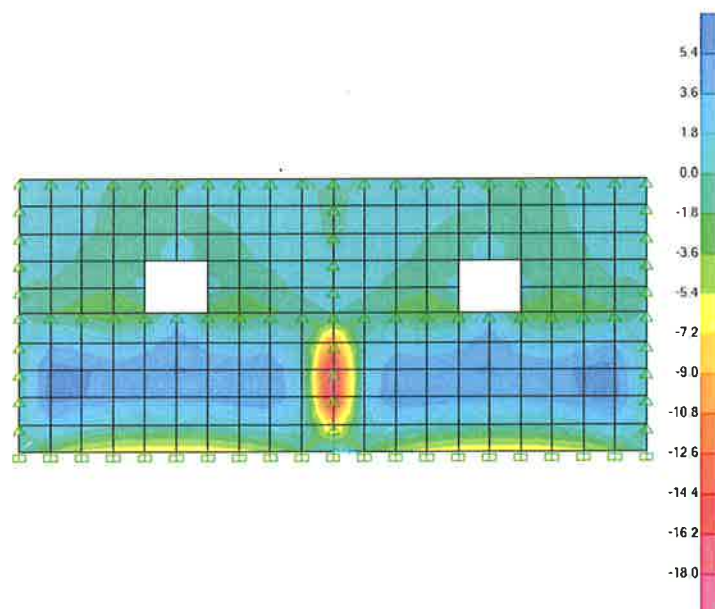
Resultant V23 Diagram (Canal)



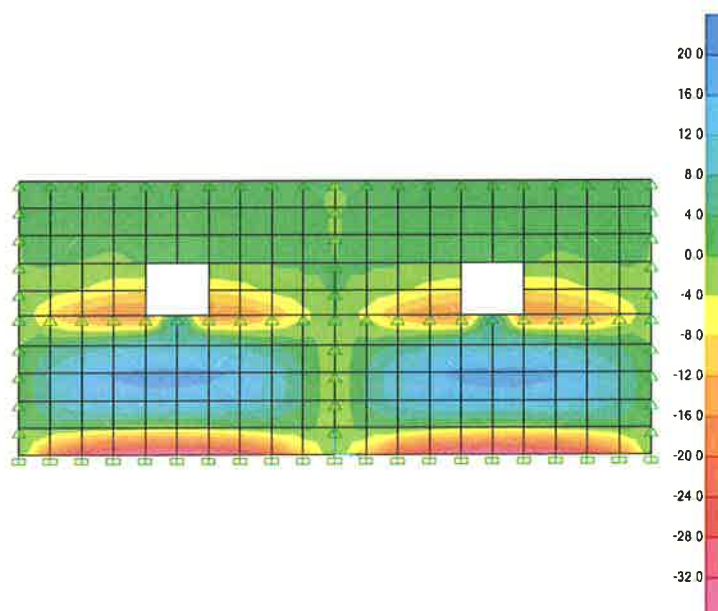
ELEMENTO	M11	M22	V13	V23
Muro canal	9,02	15,23	10,34	13,52

Estructura reformada:

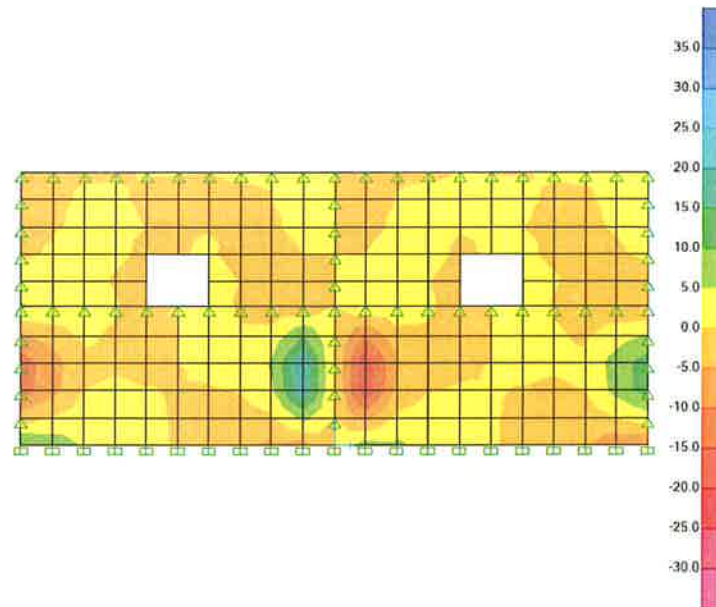
Resultant M11 Diagram (Camara) 



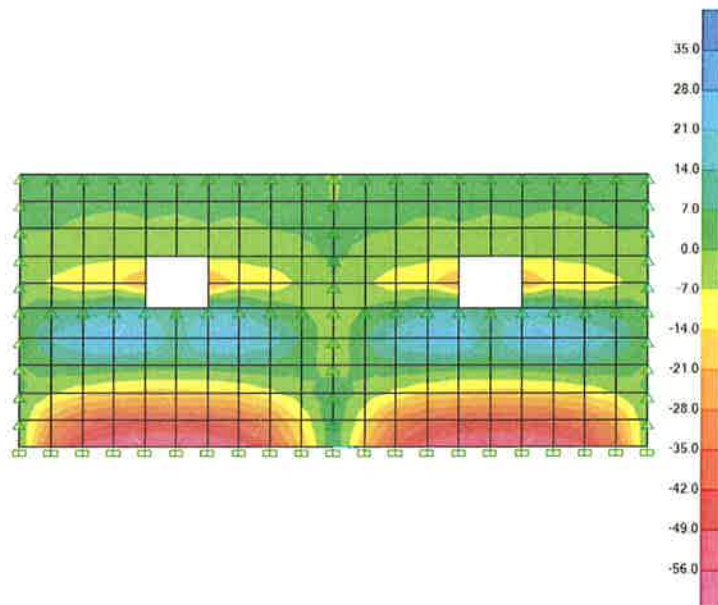
Resultant M22 Diagram (Camara) 



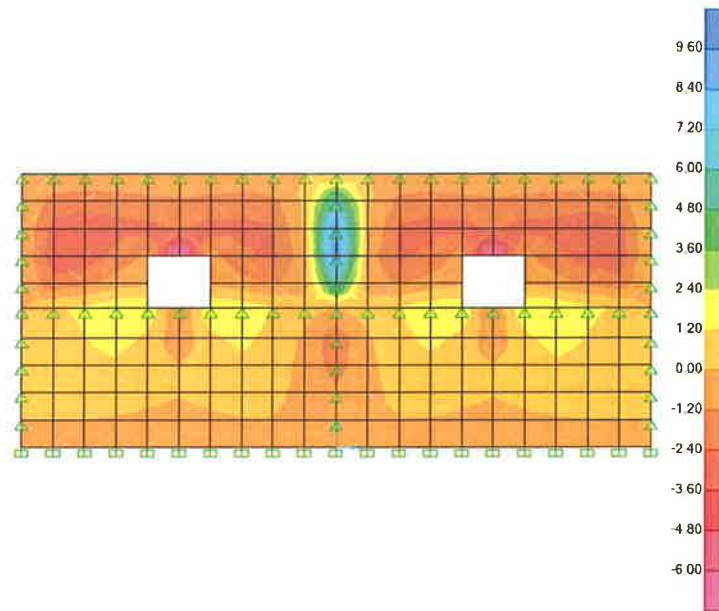
Resultant V13 Diagram (Camara)



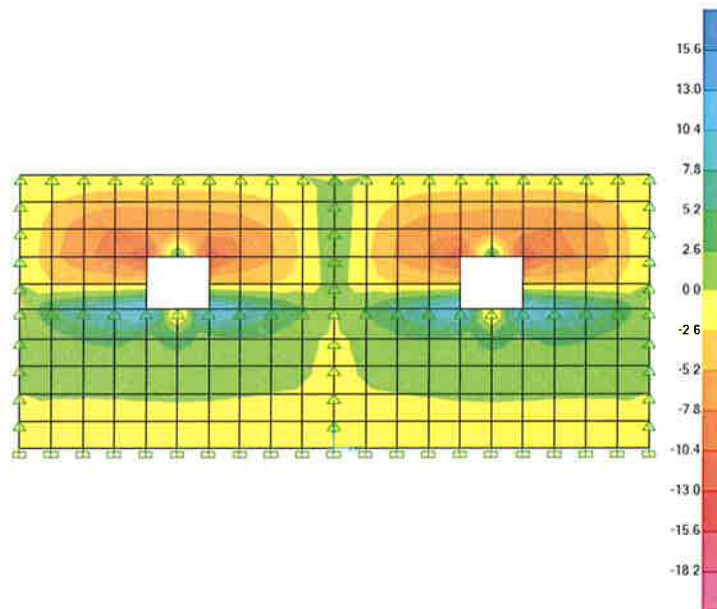
Resultant V23 Diagram (Camara)



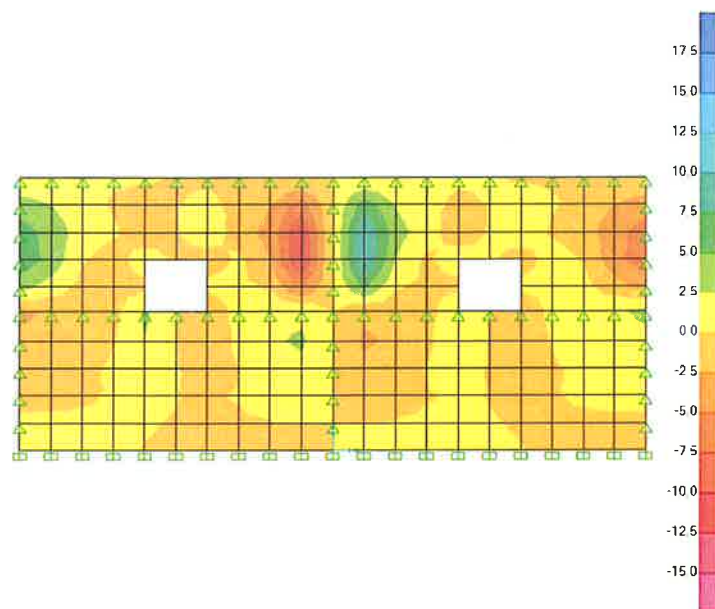
Resultant M11 Diagram (Canal)



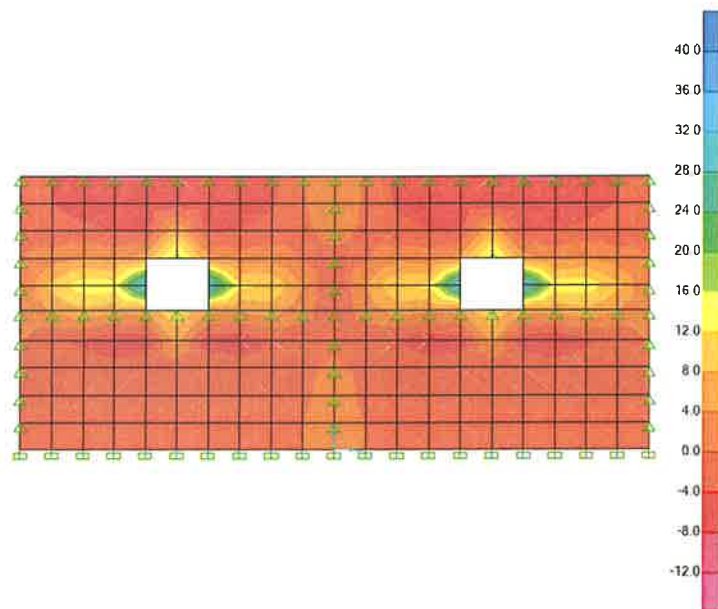
Resultant M22 Diagram (Canal)



Resultant V13 Diagram (Canal)



Resultant V23 Diagram (Canal)



ELEMENTO	M11	M22	V13	V23
Muro canal	10,28	17,02	10,84	23,15

Para el cálculo de la resistencia, como se ha indicado antes, se aplica el Método del Momento Tope, de aplicación en la época de construcción de esta estructura:

Estructura actual:

b	0.45 m	
d	0.405 m	
fck	150 kg/cm ²	
fcd	100 kg/cm ²	10000 kN/m ²
fyk	4000 kg/cm ²	
fyd	3636.36 kg/cm ²	363636.364 kN/m ²

Md (canal)	M11	13.5315 mkN
	M22	22.851 mkN

Horizontal			Vertical		
0.35·fcd·b·d ²	258.339375 mkN	>Md	0.35·fcd·b·d ²	0 mkN	<Md
y	0.007494025		y	0.01273861	
U	33.72311341		U	57.323734	
A	9.27386E-05 m ²	0.92738562 cm ²	A	0.00015764 m ²	1.57640269 cm ²

Armado mínimo horizontal: 1.23651416 cm²

Armado mínimo vertical: 2.10187025 cm²

Estructura reformada:

b	0.45 m	
d	0.405 m	
fck	150 kg/cm ²	
fcd	100 kg/cm ²	10000 kN/m ²
fyk	4000 kg/cm ²	
fyd	3636.36 kg/cm ²	363636.364 kN/m ²

Md (canal)	M11	15.4155 mkN
	M22	25.5285 mkN

Horizontal			Vertical		
0.35·fcd·b·d ²	258.339375 mkN	>Md	0.35·fcd·b·d ²	0 mkN	<Md
y	0.008548658		y	0.0142584	
U	38.46896047		U	64.1627883	
A	0.00010579 m ²	1.05789641 cm ²	A	0.00017645 m ²	1.76447668 cm ²

Armado mínimo horizontal: 1.41052855 cm²

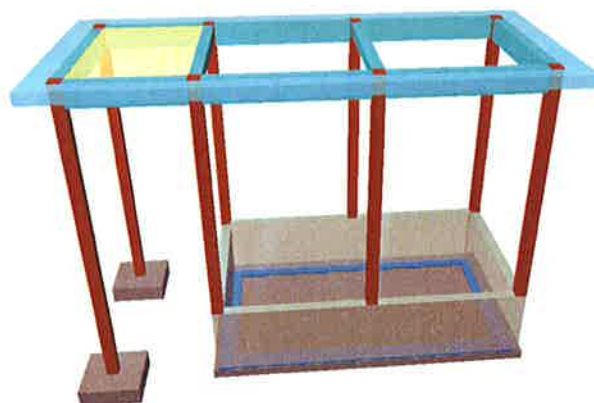
Armado mínimo vertical: 2.35263557 cm²

El armado en ambos casos correspondería a un armado de 3ø10 por metro (2,36cm²), por lo que se considera, con las hipótesis tomadas, que la nueva disposición de muros no afectará al muro existente.

7.2 Cubierta para edificio de almacenamiento del reactivo coagulante

7.2.1 Geometría

Se diseña un edificio para el almacenamiento de los depósitos del reactivo coagulante, que consta de cuatro pórticos de 4,80 metros de luz, el cual está tapado por un forjado unidireccional en uno de sus tramos y por dos cubiertas practicables de panel sándwich en el resto, ancladas a las vigas de cubierta para soportar las succiones del viento mediante estructura metálica.

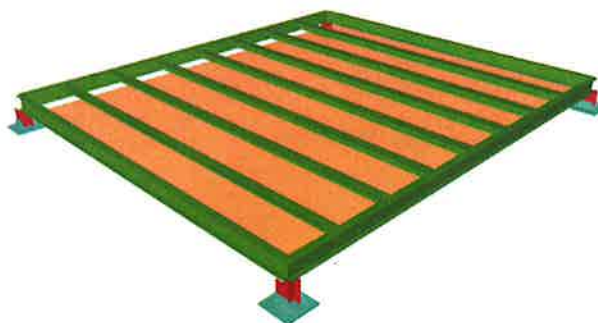


A continuación se presenta un cuadro descriptivo de los elementos que componen la estructura:

PERFIL	MATERIAL	SECCIÓN
Pilar	HA-30	30X30 cm
Viga	HA-30	30x60 cm (perimetrales) 30x30 cm (interiores)
Forjado	HA-30	Unidireccional 20+4 cm
Muro	HA-30	30 cm
Losa	HA-30	25 cm
Zapata	HA-30	160x160x50

En lo que refiere a la cubierta practicable, cada tramo está compuesto por un marco de perfiles IPE-160 y siete perfiles en L130x130x12, los cuales van cubiertos por un panel sándwich de 5mm de espesor que garantiza el aislamiento y la estanqueidad frente a la lluvia.

Puesto que la ligereza de esta estructura no es suficiente por sí sola para soportar las cargas de viento en succión, es necesario disponer de placas de anclaje con cuatro pernos roscados $\varnothing 16$ en las esquinas y pilares de HEB-120.



7.2.2 Resultados

Tras realizar el cálculo de la estructura completa, con las cargas y combinaciones correspondientes a la normativa vigente, se obtienen las siguientes cuantías de armado:

ELEMENTO	KG/M ²
Pilar	100
Viga	70
Forjado	20
Muro	90
Losa	80
Zapata	80

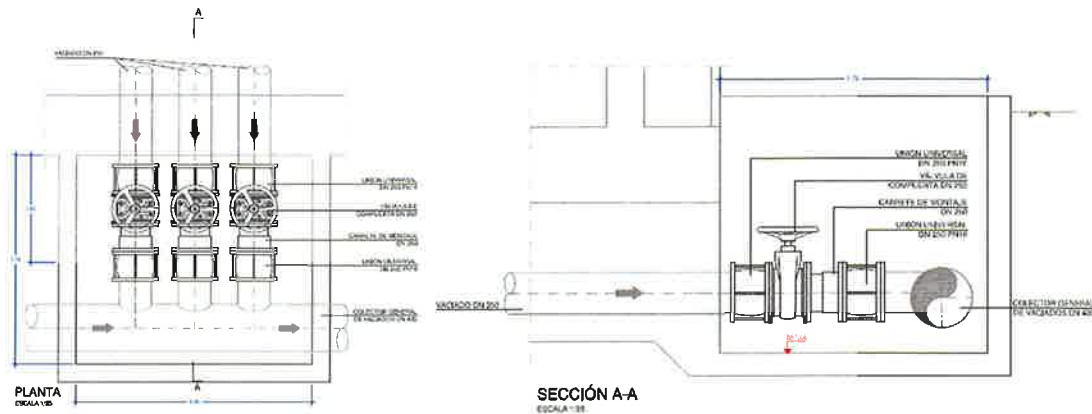
Se pueden consultar los resultados en el Anexo I del presente anejo.

7.3 Decantadores Pulsator

7.3.1 Geometría

Se diseña una ampliación para la arqueta de salida de los decantadores Pulsator hacia el colector general de vaciados, de tal forma que se puedan introducir las nuevas válvulas y carretes de montaje.

Se desplaza el muro frontal de 2,15m de longitud 0,85m hacia fuera.



7.3.2 Modelización de la estructura

Se realiza un modelo en SAP2000 del muro, considerando todas las cargas combinadas según la EHE-08:

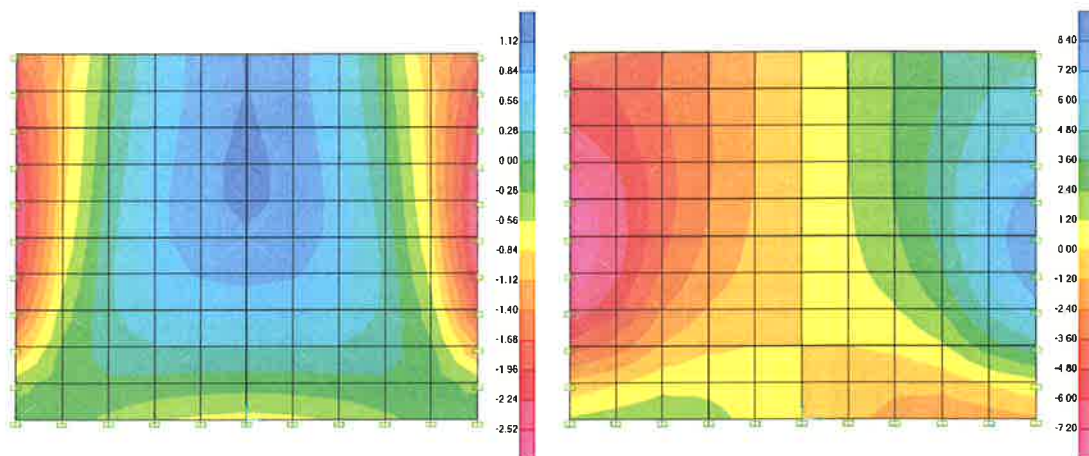
- Peso Propio: 24kN/m^3 hormigón
- Cargas Muertas: --
- Sobrecarga Uso:
 - 10kN/m^3 agua
 - 18kN/m^3 terreno
 - 10kN carga de tráfico.

7.3.2.1 Resultados

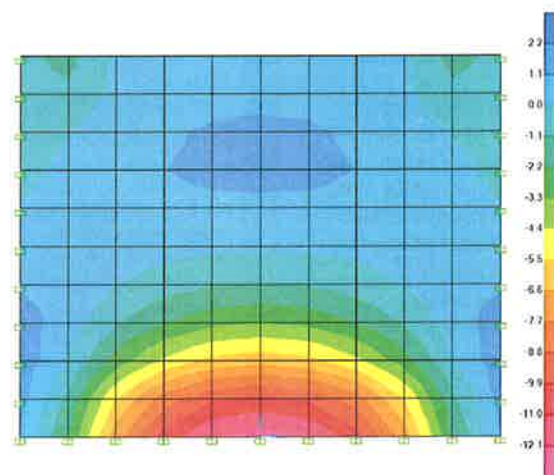
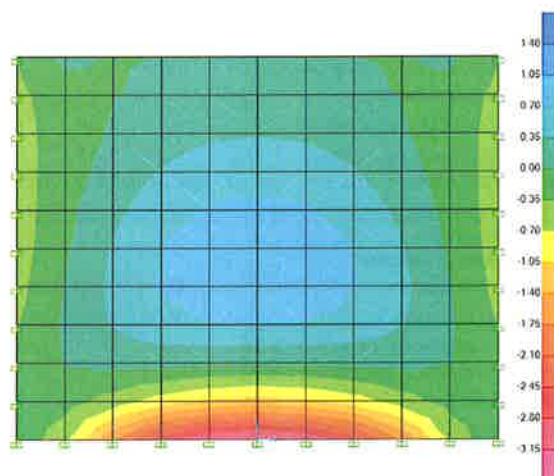
Los valores máximos para cada uno de los muros y losas que componen este elemento son:

ELEMENTO	M11	M22	V13	V23
Muro	2.56	3.30	8.28	12.51

- Esfuerzos Horizontales (M11 / V13):



- Esfuerzos Verticales (M22 / V23):



PROYECTO:ETAP Santillana	
ELEMENTO:Arqueta Decantador Pulsator	
COMPROBACIÓN DE ELU DE FLEXIÓN Y CORTANTE Y ELS DE FISURACIÓN SEGÚN EHE-08	
DATOS:	
GEOMETRÍA	
ESPELOR DE HORMIGÓN	e = 15 cm
ESFUERZOS PÉSIMOS ELU :	
MOMENTO DE CÁLCULO:	Md = 3.5 kNm/m
CORTANTE DE CÁLCULO:	Vd = 11.2 kN/m
ESFUERZO PÉSIMO ELS FISURACIÓN:	
M. CUASIPERMANENTE	Mk = 2.6 kNm/m
CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS:	
RESISTENCIA CARACTERÍSTICA DE CÁLCULO	f _{ck} = 30 MPa
LÍMITE ELÁSTICO DEL ACERO	f _{yk} = 500 MPa
RECUBRIMIENTO (PARAMENTO EXTERIOR A ARMADURA)	c = 3.00 cm
ARMADURA TRACCIÓN:	
1Ø10/20	A _s = 3.93 cm ² /m
ARMADURA COMPRESIÓN:	
-	A' _s = 0.00 cm ² /m
ELS FISURACIÓN (PARÁMETROS):	
ABERTURA CARACTERÍSTICA DE FISURA:	w _{máx} = 0.1 mm
COEF. INFLUENCIA DEL DIAGRAMA DE TRACCIONES	K ₁ = 0.125
COEF. DURACIÓN DE LA CARGA	K ₂ = 0.50
COEF. ABERTURA MEDIA DE FISURA /VALOR CARACT.	β = 1.7
COEFS. DE MINORACIÓN DE RESISTENCIA:	
COEF. MINORACIÓN RESISTENCIA DEL HORMIGÓN	γ _c = 1.50 α _{ct} = 1
COEF. MINORACIÓN RESISTENCIA DEL ACERO	γ _s = 1.15
DIÁMETRO MÁXIMO DEL ÁRIDO:	DM = 20.0 mm
RESULTADOS:	
ELU (FLEXIÓN Y CORTANTE):	
ESFUERZOS ÚLTIMOS DE LA SECCIÓN:	
MOMENTO ÚLTIMO DE LA SECCIÓN	M _u = 18.09 kNm/m CUMPLE
CORTANTE ÚLTIMO DE LA SECCIÓN	V _u = 134.72 kN/m CUMPLE
CORTANTE DE AGOTAMIENTO POR C. OBLICUA DEL ALMA	V _{u1} = 690.00 kN/m
CORTANTE DE AGOTAMIENTO POR TRACCIÓN EN EL ALMA	V _{u2} = 134.72 kN/m
ARMADURA DE CORTANTE:	
ÁNGULO DE LAS ARMADURAS CON EL EJE DE LA PIEZA	α = 0°
ÁNGULO DE LAS BIELAS DE COMPRESIÓN EN EL HORMIGÓN	θ = 45°
AXIL DE CÁLCULO (COMPRESIÓN +)	N _d = 0.00 kN/m
CONTRIBUCIÓN DEL HORMIGÓN A LA RESISTENCIA A V	V _{cu} = - kN/m
CONTRIBUCIÓN DEL ACERO A LA RESISTENCIA A V	V _{su} = - kN/m
ÁREA POR UNIDAD DE LONGITUD DE ACERO NECESARIO	A _α = - cm ² /m
ELS (FISURACIÓN):	
ABERTURA DE FISURA CARACTERÍSTICA:	w _k = - mm CUMPLE
TENSIONES CÁLCULO ABERTURA DE FISURA: → NO ES NECESARIO COMPROBAR ELS oft < fct,m,fi)	
σ _{sr} = 381.38 MPa	
σ _s = 60.58 MPa	
TENSION EN FIBRA TRACCIONADA PÉSIMA:	
TIPO DE FISURA (SEGÚN EUROCÓDIGO 2-4):	σ _{ft} = 0.67 MPa
MOMENTO DE FISURACIÓN (f _{ct,m,fi}):	M _{fis} = 16.09 kNm/m
CUANTÍA GEOMÉTRICA MÍNIMA:	A _{s min,g} = 2.40 cm ² /m CUMPLE
CUANTÍA MECÁNICA MÍNIMA:	A _{s min,m} = 3.42 cm ² /m CUMPLE
	A _{s,nec} = - cm ² /m
	α = -
SEPARACIÓN ENTRE BARRAS:	
sep _{barras} = 190.0 mm	
sep _{min} = 25.0 mm CUMPLE	
sep _{máx} = 300.0 mm CUMPLE	

PROYECTO:ETAP Santillana		
ELEMENTO:Arqueta Decantador Pulsator		
COMPROBACIÓN DE ELU DE FLEXIÓN Y CORTANTE Y ELS DE FISURACIÓN SEGÚN EHE-08		
CÁLCULOS:		
FLEXIÓN:		
$\eta =$	1	ARTÍCULO 39.5 [DIAGRAMA RECTANGULAR]
$\lambda =$	0.8	ARTÍCULO 39.5 [DIAGRAMA RECTANGULAR]
$T =$	170.65 kN/m	TRACCIÓN EN LA ARMADURA (M_u)
$x =$	2.3 cm	PROFUNDIDAD FIBRA NEUTRA
$\lambda(x) \cdot h =$	1.80 cm	PROFUNDIDAD FICTICIA DE COMPRESIÓN UNIFORME ($\eta \cdot FCD$) [D. RECTANGULAR]
$d =$	11.50 cm	PROFUNDIDAD DE CÁLCULO ARMADURA PASIVA
$d' =$	3.50 cm	ALTURA DE CÁLCULO ARMADURA PASIVA
$E_{cm} =$	28576.7910 MPa	ART. 39.6: MÓDULO DE DEFORMACIÓN LONGITUDINAL DEL HORMIGÓN
$n =$	7.00	ANEJO 8, 2.2: COEFICIENTE DE EQUIVALENCIA (ACERO-HORMIGÓN) [$n = E_s/E_{cm}$]
$f_{ct,m} =$	2.90 MPa	ART 39.1: RESISTENCIA MEDIA A TRACCIÓN
$f_{ct,m,n} =$	4.20 MPa	ART 39.1: RESISTENCIA MEDIA A FLEXOTRACCIÓN
$\rho_1 =$	3.41 ‰	ANEJO 8, 2.2: CUANTÍA GEOMÉTRICA ARMADURA DE TRACCIÓN
$\rho_2 =$	0.00 ‰	ANEJO 8, 2.2: CUANTÍA GEOMÉTRICA ARMADURA DE COMPRESIÓN
$c =$	30 mm	RECUBRIMIENTO [DIST. SUP EXTERIOR SECCIÓN A BARRAS CORRUGADAS]
$f_{cd} =$	20.00 MPa	ART. 39.4: RESISTENCIA DE CÁLCULO DEL HORMIGÓN EN COMPRESIÓN
$f_{yd} =$	434.78 MPa	ART. 38.3: RESISTENCIA DE CÁLCULO DEL ACERO
$A_R =$	1523.54 cm ²	ÁREA DE LA SECCIÓN REDUCIDA
$M_e =$	11332.40696 cm ³	MOMENTO ESTÁTICO DE LA SECCIÓN REDUCIDA
$y_G =$	7.44 cm	ALTURA DE LA FIBRA NEUTRA EN LA SECCIÓN REDUCIDA
$W_{1,r} =$	3831.03 cm ³	MÓDULO RESISTENTE DE LA SECCIÓN REDUCIDA
$W_{1,b} =$	3750.00 cm ³	MÓDULO RESISTENTE DE LA SECCIÓN BRUTA
$z =$	10.60 cm	BRAZO MECÁNICO DE LA SECCIÓN [$Z=d-0,5 \cdot (\lambda(x) \cdot h)$]
$A_s =$	3.93 cm ² /m	ÁREA DE ACERO POR METRO (TRACCIÓN)
SECCIÓN SIN FISURAR:		
$x_G =$	7.56 cm	PROFUNDIDAD DE LA FIBRA NEUTRA EN LA SECCIÓN SIN FISURAR
$I_G =$	28495.90 cm ⁴ /m	MOMENTO DE INERCIA DE LA SECCIÓN SIN FISURAR
SECCIÓN FISURADA:		
$X =$	2.25 cm	PROFUNDIDAD DE LA FIBRA NEUTRA EN LA SECCIÓN FISURADA
$I_f =$	2730.07 cm ⁴ /m	MOMENTO DE INERCIA DE LA SECCIÓN FISURADA
CORTANTE:		
$\xi =$	2.00	ART44.2.3.2.1.2
$\rho_l =$	3.41 ‰	ART44.2.3.2.1.2: CUANTÍA GEOMÉTRICA ARMADURA PRINCIPAL DE TRACCIÓN
$\sigma'_{cd} =$	0.00 MPa/m	ART44.2.3.2.1.2: TENSIÓN AXIAL MEDIA EN EL ALMA DE LA SECCIÓN (COMP. =+)
$f_{1cd} =$	12 MPa	ART44.2.3.1: RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN
$K =$	1.00	ART44.2.3.1: COEFICIENTE QUE DEPENDE DEL ESFUERZO AXIL
$\cotg \theta =$	1	ART44.2.3.1: COTAG DEL ÁNGULO QUE FORMAN LAS BIELAS DE COMPRESIÓN
$\cotg \alpha =$	0	ART44.2.3.1: COTAG DEL ÁNGULO QUE FORMAN LAS ARMADURAS CON EL EJE
$f_{cv} =$	30.00 MPa	ART44.2.3.2.1.2: RESISTENCIA EFECTIVA DEL HORMIGÓN A CORTANTE
$f_{ct,k} =$	2.03 MPa	ART39.1: RESISTENCIA CARACTERÍSTICA INFERIOR A TRACCIÓN
$f_{ct,d} =$	1.35 MPa	ART39.4: RESISTENCIA DE CÁLCULO A TRACCIÓN DEL HORMIGÓN
$S =$	2859.053026 cm ³	ART44.2.3.1: MOMENTO ESTÁTICO DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL
$\sigma'_{cd} =$	0.00 MPa/m	ART44.2.3.2.1.2: RESIST. EFECTIVA DEL HORMIGÓN A CORTANTE (COMPRES=+)
FISURACIÓN:		
$S =$	150 mm	ART 49.2.4: DISTANCIA ENTRE BARRAS LONGITUDINALES (NO MAYOR QUE 150)
$A_{c,ef} =$	375 cm ²	ART 49.2.4: ÁREA DE HORMIGÓN DE LA ZONA DE REC. EF. EN LA A. FISURAS
$A_s =$	3.93 cm ²	ART 49.2.4: ÁREA DE ARMADURAS SITUADAS EN EL ÁREA $A_{c,ef}$
$S_m =$	137.8 mm	ART. 49.2.4: SEPARACIÓN MEDIA DE FISURAS
$\epsilon_{sm} =$	0.121 ‰	ART. 49.2.4: ALARGAMIENTO MEDIO DE LAS ARMADURAS (CON COLAB. HORM)
$\sigma_{sr} =$	381.38 MPa	ART 49.2.4: TENSIÓN DE LA A. EN LA S. FISURADA CON $f_{ct,m,fl}$ EN F.EXTREMA
$\sigma_s =$	60.58 MPa	ART 49.2.4: TENSIÓN DE SERVICIO DE LA ARMADURA EN SECCIÓN FISURADA
MASA NOMINAL (CUANTÍA ACERO):		
$A_{s,trac} =$	3.93 cm ² /m	ÁREA DE ACERO TRACCIONADO
$MASAn =$	20.57 kg/m ³	MASA NOMINAL SEGÚN UNE10080

PROYECTO: ETAP Santillana	
ELEMENTO: Arqueta Decantador Pulsator	
COMPROBACIÓN DE ELU DE FLEXIÓN Y CORTANTE Y ELS DE FISURACIÓN SEGÚN EHE-08	

DATOS:

GEOMETRÍA

ESPESOR DE HORMIGÓN

e = 15 cm

H =

ESFUERZOS PÉSIMOS ELU:

MOMENTO DE CÁLCULO:

Md = 4.5 kNm/m

CORTANTE DE CÁLCULO:

Vd = 16.9 kN/m

ESFUERZO PÉSIMO ELS FISURACIÓN:

M. CUASIPERMANENTE

Mk = 3.3 kNm/m

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS:

RESISTENCIA CARACTERÍSTICA DE CÁLCULO

f_{ck} = 30 MPa

LÍMITE ELÁSTICO DEL ACERO

f_{yk} = 500 MPa

RECUBRIMIENTO (PARAMENTO EXTERIOR A ARMADURA)

c = 3.00 cm

ARMADURA TRACCIÓN:

1Ø10/20

ARMADURA DISPUESTA:

A_s = 3.93 cm²/m

ARMADURA COMPRESIÓN:

-

A'_s = 0.00 cm²/m

ELS FISURACIÓN (PARÁMETROS):

ABERTURA CARACTERÍSTICA DE FISURA:

w_{máx} = 0.1 mm

COEF. INFLUENCIA DEL DIAGRAMA DE TRACCIONES

K₁ = 0.125

COEF. DURACIÓN DE LA CARGA

K₂ = 0.50

COEF. ABERTURA MEDIA DE FISURA / VALOR CARACT.

β = 1.7

COEFS. DE MINORACIÓN DE RESISTENCIA:

COEF. MINORACIÓN RESISTENCIA DEL HORMIGÓN

γ_c = 1.50 α_{ct} = 1

COEF. MINORACIÓN RESISTENCIA DEL ACERO

γ_s = 1.15

DIÁMETRO MÁXIMO DEL ÁRIDO:

DM = 20.0 mm

RESULTADOS:

ELU (FLEXIÓN Y CORTANTE):

ESFUERZOS ÚLTIMOS DE LA SECCIÓN:

MOMENTO ÚLTIMO DE LA SECCIÓN

M_u = 18.09 kNm/m

CUMPLE

CORTANTE ÚLTIMO DE LA SECCIÓN

V_u = 134.72 kN/m

CUMPLE

CORTANTE DE AGOTAMIENTO POR C. OBLICUA DEL ALMA

V_{u1} = 690.00 kN/m

CORTANTE DE AGOTAMIENTO POR TRACCIÓN EN EL ALMA

V_{u2} = 134.72 kN/m

ARMADURA DE CORTANTE:

ÁNGULO DE LAS ARMADURAS CON EL EJE DE LA PIEZA

α = - °

ÁNGULO DE LAS BIELAS DE COMPRESIÓN EN EL HORMIGÓN

θ = 45 °

AXIL DE CÁLCULO (COMPRESIÓN +)

N_d = 0.00 kN/m

CONTRIBUCIÓN DEL HORMIGÓN A LA RESISTENCIA A V

V_{cu} = - kN/m

CONTRIBUCIÓN DEL ACERO A LA RESISTENCIA A V

V_{su} = - kN/m

ÁREA POR UNIDAD DE LONGITUD DE ACERO NECESARIO

A_α = - cm²/m

ELS (FISURACIÓN):

ABERTURA DE FISURA CARACTERÍSTICA:

w_k = - mm

CUMPLE

TENSIONES CÁLCULO ABERTURA DE FISURA:

→ NO ES NECESARIO COMPROBAR ELS σ_{ft} < f_{ct,m,f}

σ_{sr} = 381.38 MPa

σ_s = 78.27 MPa

TENSIÓN EN FIBRA TRACCIONADA PÉSIMA:

σ_{ft} = 0.86 MPa

TIPO DE FISURA (SEGÚN EUROCÓDIGO 2-4):

-

MOMENTO DE FISURACIÓN (f_{ct,m,f}):

M_{fis} = 16.09 kNm/m

CUANTÍA GEOMÉTRICA MÍNIMA:

A_{s min,g} = 1.35 cm²/m

CUMPLE

CUANTÍA MECÁNICA MÍNIMA:

A_{s min,m} = 2.76 cm²/m

CUMPLE

A_{s,nec} = - cm²/m

α = -

SEPARACIÓN ENTRE BARRAS:

sep_{barras} = 190.0 mm

sep_{min} = 25.0 mm

CUMPLE

sep_{máx} = 300.0 mm

CUMPLE

PROYECTO:ETAP Santillana		
ELEMENTO:Arqueta Decantador Pulsator		
COMPROBACIÓN DE ELU DE FLEXIÓN Y CORTANTE Y ELS DE FISURACIÓN SEGÚN EHE-08		
CÁLCULOS:		
FLEXIÓN:		
η	= 1	ARTÍCULO 39.5 [DIAGRAMA RECTANGULAR]
λ	= 0.8	ARTÍCULO 39.5 [DIAGRAMA RECTANGULAR]
T	= 170.65 kN/m	TRACCIÓN EN LA ARMADURA (M_u)
x	= 2.3 cm	PROFUNDIDAD FIBRA NEUTRA
$\lambda(x) \cdot h$	= 1.80 cm	PROFUNDIDAD FICTICIA DE COMPRESIÓN UNIFORME ($\eta \cdot FCD$) [D. RECTANGULAR]
d	= 11.50 cm	PROFUNDIDAD DE CÁLCULO ARMADURA PASIVA
d'	= 3.50 cm	ALTURA DE CÁLCULO ARMADURA PASIVA
E_{cm}	= 28576.7910 MPa	ART. 39.6: MÓDULO DE DEFORMACIÓN LONGITUDINAL DEL HORMIGÓN
n	= 7.00	ANEJO 8, 2.2: COEFICIENTE DE EQUIVALENCIA (ACERO-HORMIGÓN) [$n = E_s/E_{cm}$]
$f_{ct,m}$	= 2.90 MPa	ART 39.1: RESISTENCIA MEDIA A TRACCIÓN
$f_{ct,m,fl}$	= 4.20 MPa	ART 39.1: RESISTENCIA MEDIA A FLEXOTRACCIÓN
ρ_1	= 3.41 ‰	ANEJO 8, 2.2: CUANTÍA GEOMÉTRICA ARMADURA DE TRACCIÓN
ρ_2	= 0.00 ‰	ANEJO 8, 2.2: CUANTÍA GEOMÉTRICA ARMADURA DE COMPRESIÓN
c	= 30 mm	RECUBRIMIENTO [DIST. SUP EXTERIOR SECCIÓN A BARRAS CORRUGADAS]
f_{cd}	= 20.00 MPa	ART. 39.4: RESISTENCIA DE CÁLCULO DEL HORMIGÓN EN COMPRESIÓN
f_{yd}	= 434.78 MPa	ART. 38.3: RESISTENCIA DE CÁLCULO DEL ACERO
A_R	= 1523.54 cm ²	AREA DE LA SECCIÓN REDUCIDA
M_e	= 11332.40696 cm ³	MOMENTO ESTÁTICO DE LA SECCIÓN REDUCIDA
y_G	= 7.44 cm	ALTURA DE LA FIBRA NEUTRA EN LA SECCIÓN REDUCIDA
$W_{1,r}$	= 3831.03 cm ³	MÓDULO RESISTENTE DE LA SECCIÓN REDUCIDA
$W_{1,b}$	= 3750.00 cm ³	MÓDULO RESISTENTE DE LA SECCIÓN BRUTA
z	= 10.60 cm	BRAZO MECÁNICO DE LA SECCIÓN [$z=d-0,5 \cdot (\lambda(x) \cdot h)$]
A_s	= 3.93 cm ² /m	ÁREA DE ACERO POR METRO (TRACCIÓN)
SECCIÓN SIN FISURAR:		
x_G	= 7.56 cm	PROFUNDIDAD DE LA FIBRA NEUTRA EN LA SECCIÓN SIN FISURAR
I_G	= 28495.90 cm ⁴ /m	MOMENTO DE INERCIA DE LA SECCIÓN SIN FISURAR
SECCIÓN FISURADA:		
X	= 2.25 cm	PROFUNDIDAD DE LA FIBRA NEUTRA EN LA SECCIÓN FISURADA
I_f	= 2730.07 cm ⁴ /m	MOMENTO DE INERCIA DE LA SECCIÓN FISURADA
CORTANTE:		
ξ	= 2.00	ART44.2.3.2.1.2
ρ_l	= 3.41 ‰	ART44.2.3.2.1.2: CUANTÍA GEOMÉTRICA ARMADURA PRINCIPAL DE TRACCIÓN
σ'_{cd}	= 0.00 MPa/m	ART44.2.3.2.1.2: TENSIÓN AXIAL MEDIA EN EL ALMA DE LA SECCIÓN (COMP. =+)
f_{cd}	= 12 MPa	ART44.2.3.1: RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN
K	= 1.00	ART44.2.3.1: COEFICIENTE QUE DEPENDE DEL ESFUERZO AXIL
cotg θ	= 1	ART44.2.3.1: COTANG DEL ÁNGULO QUE FORMAN LAS BIELAS DE COMPRESIÓN
cotg α	= 0	ART44.2.3.1: COTANG DEL ÁNGULO QUE FORMAN LAS ARMADURAS CON EL EJE
f_{cv}	= 30.00 MPa	ART44.2.3.2.1.2: RESISTENCIA EFECTIVA DEL HORMIGÓN A CORTANTE
$f_{ct,k}$	= 2.03 MPa	ART39.1: RESISTENCIA CARACTERÍSTICA INFERIOR A TRACCIÓN
$f_{ct,d}$	= 1.35 MPa	ART39.4: RESISTENCIA DE CÁLCULO A TRACCIÓN DEL HORMIGÓN
S	= 2859.053026 cm ³	ART44.2.3.1: MOMENTO ESTÁTICO DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL
σ'_{cd}	= 0.00 MPa/m	ART44.2.3.2.1.2: RESIST. EFECTIVA DEL HORMIGÓN A CORTANTE (COMPRES=+)
FISURACIÓN:		
s	= 150 mm	ART 49.2.4: DISTANCIA ENTRE BARRAS LONGITUDINALES (NO MAYOR QUE 150)
$A_{c,ef}$	= 375 cm ²	ART 49.2.4: ÁREA DE HORMIGÓN DE LA ZONA DE REC. EF. EN LA A. FISURAS
A_s	= 3.93 cm ²	ART 49.2.4: ÁREA DE ARMADURAS SITUADAS EN EL ÁREA $A_{c,ef}$
s_m	= 137.8 mm	ART. 49.2.4: SEPARACIÓN MEDIA DE FISURAS
ϵ_{sm}	= 0.157 ‰	ART. 49.2.4: ALARGAMIENTO MEDIO DE LAS ARMADURAS (CON COLAB. HORM)
σ_{sr}	= 381.38 MPa	ART 49.2.4: TENSIÓN DE LA A. EN LA S. FISURADA CON $f_{ct,m,fl}$ EN F.EXTREMA
σ_s	= 78.27 MPa	ART 49.2.4: TENSIÓN DE SERVICIO DE LA ARMADURA EN SECCIÓN FISURADA
MASA NOMINAL (CUANTÍA ACERO):		
$A_{s,trac}$	= 3.93 cm ² /m	AREA DE ACERO TRACCIONADO
$MASAn$	= 20.57 kg/m ³	MASA NOMINAL SEGÚN UNE10080

7.4 Filtros de Arena

7.4.1 Reparación de juntas entre placas, y entre placas y los muros

7.4.1.1 Imprimación de sistemas de sellado de poliuretano para superficies porosas

Se realizará la limpieza, mediante medios mecánicos con chorro de aire a presión o con disolventes de las posibles manchas de grasas o aceite de las superficies, dejándolas secas, limpias y libres de grasa o polvo que pueda afectar a la adherencia.

A continuación se procederá a aplicar el producto de imprimación conforme a recomendaciones del fabricante, tratando de dejar al menos un pequeño espesor que rellene la rugosidad superficial.

Dicho producto deberá ser un producto incoloro en base a resinas de poliuretano de baja viscosidad, apto para la preparación de soportes porosos y secos como hormigón, morteros de cemento, ladrillo o prefabricados.

7.4.1.2 Sellado de poliuretano modificado de bajo módulo para juntas en inmersión permanente y agua potable

Una vez aplicada la imprimación y evaporado el disolvente, aunque aún tenga cierto grado de pegajosidad se aplicará con boquilla el material de sellado, evitando que aparezcan burbujas de aire y llenando completamente la junta conforme a especificaciones del fabricante.

En el caso de juntas anchas, se aplicará en diferentes fases.

Dicho producto deberá ser apto para el sellado de juntas y grietas en contacto permanente con agua potable, de mar, residual, ácidos y bases diluidos, etc., con gran capacidad para deformarse y aplicable en juntas verticales, horizontales y bajo techo. Con buena adherencia a los materiales más utilizados en construcción y elevada resistencia a la intemperie.

7.4.1.3 Revestimiento protector de poliuretano bicomponente para exteriores

Con la superficie de aplicación limpia, seca y lo más uniforme y saneada posible, se aplica el producto conforme a las especificaciones técnicas del fabricante.

No aplicar con temperaturas extremas (frío o calor) que impidan la correcta adhesión del producto al material.

7.4.2 Reparación e impermeabilización de los paramentos verticales

7.4.2.1 Mortero de reparación estructural modificado con polímeros, humo de sílice y reforzado con fibras sintéticas

Para la reparación estructural del paramento de hormigón se utilizará un mortero tixotrópico, de buena adherencia al hormigón y armaduras, que no necesite de encofrado para su aplicación y permita su disposición mediante medios manuales.

Una vez eliminado el hormigón deteriorado mediante chorreado con arena o agua a alta presión y, en su caso, con las armaduras expuestas saneadas mediante cepillo de púas o chorreado, se aplicará el producto rellenando huecos y poros conforme a las indicaciones del fabricante.

7.4.2.2 Revestimiento semielástico o elástico de poliuretano, bicomponente y exento de disolventes

Una vez reparado el paramento, se aplicará un revestimiento impermeable y de buena resistencia a la abrasión, con buena resistencia a los ácidos y álcalis disueltos y a las grasas minerales.

Se seguirán las especificaciones del fabricante para la aplicación de dicho producto.

7.5 Peróxido de Hidrógeno

7.5.1 Geometría

Se diseña un edificio para el almacenamiento de los depósitos del reactivo coagulante, que consta de tres pórticos de 4,30 metros de luz, el cual está tapado por un forjado unidireccional en uno de sus tramos y por una cubierta practicable de poliestireno reforzado con fibra de vidrio (PRFV) en el resto, anclada a las vigas de cubierta para soportar las succiones del viento.



A continuación se presenta un cuadro descriptivo de los elementos que componen la estructura:

PERFIL	MATERIAL	SECCIÓN
Pilar	HA-30	30X30 cm
Viga	HA-30	30x60 cm
Forjado	HA-30	Unidireccional 20+5 cm
Muro	HA-30	30 cm
Losa	HA-30	30 cm
Viga de atado	HA-30	40x40 cm
Zapata	HA-30	120x120x40 cm

En lo que refiere a la cubierta practicable, cada tramo está compuesto por un marco de perfiles IPE-160 y siete perfiles en L130x130x12, los cuales van cubiertos por un panel sándwich de 5mm de espesor que garantiza el aislamiento y la estanqueidad frente a la lluvia.

Puesto que la ligereza de esta estructura no es suficiente por sí sola para soportar las cargas de viento en succión, es necesario disponer de un perno roscado $\varnothing 16$ en las esquinas.

La estructura se separa del canal de Santillana 1 metro con respecto a la posición actual del edificio, para evitar así la posible afección de la carga en cimentación contra el muro. De esta manera se asegura la seguridad del conjunto.

7.5.2 Resultados

Tras realizar el cálculo de la estructura completa, con las cargas y combinaciones correspondientes a la normativa vigente, se obtienen las siguientes cuantías de armado:

ELEMENTO	KG/M ²
Pilar	100
Viga	65
Forjado	20
Muro	80
Losa	70
Zapata	60

Se pueden consultar los resultados en el Anexo I del presente anejo.

7.6 Filtros de Carbón Activo

7.6.1 Cálculo de la pasarela de PRFV

Se sustituye la pasarela actual por otra de mayor resistencia que reduzca las deformaciones causadas por el paso de los operarios.

Para ello se dispondrán unas placas de rejilla ciega 38+38, de 60+3mm de canto, las cuales el fabricante asegura que soportan cargas conforme a la siguiente tabla:

Producto:	Rejilla Ciega 60+3
Canto:	63 mm.
Tipo de malla:	38x38 mm.
Tipo de resina:	Isoftálica
Antideslizante tipo:	Lagrimada
Color:	GRIS

Características Técnicas

CANTO ESPESOR mm.	TIPO DE MALLA mm.	DISTANCIA ENTRE APOYOS mm.		CARGA PUNTUAL EN EL CENTRO DEL VANO		CARGA CONCENTRADA LINEAL
63	38X38	1524	U	2293	C	674
			D	L/100	D	L/100
		1676	U	1724	C	
			D	L/100	D	
		1778	U	1444	C	
			D	L/100	D	

U = Carga uniformemente distribuida
D = Flecha resultante de la carga correspondiente (expresada en mm)
C = Carga Concentrada en línea kg/m
*Los valores que figuran en la tabla se refieren a una flecha correspondiente a L/100 (1%).
 Se entienden como valores medios (tolerancia $\pm 15\%$).*

Propiedades químicas¹: Inoxidable. Resistente a la mayoría de ácidos y álcalis. Resistente a los rayos UV. Resistente a la intemperie.	Propiedades térmicas: Temperatura flexión bajo carga: mayor a 250° Conductividad térmica: 0.2-0.3 W/K.m. Temperatura de aplicación: -20°C a 140°C
Propiedades físicas: Coeficiente expansión térmica: 10 - 22·10 ⁻⁶ Resistente a la tracción: 78,0 Mpa. Densidad: 1.400 g/cm	Propiedades eléctricas: Resistencia específica: 10 ¹⁰ -10 ¹⁴ Ω·cm Resistencia superficial 10 ¹⁰ -10 ¹³ Ω Resistencia eléctrica: 20-40 kV/3 mm Cte dieléctrica < 5 Factor de disipación: 0.03

Teniendo en cuenta que la pieza va biapoyada y que la fórmula de la deformación para esa disposición es $PL^3/48EI$, obtenemos que para una luz de 2000mm y una carga puntual en el centro de vano de 200kg es de 3,5mm, por lo que se considera válida para el fin buscado.

7.6.2 Reparación de los paramentos y solera de los filtros

7.6.2.1 Reparación e impermeabilización de los paramentos verticales

En los resultados obtenidos de los ensayos realizados por el Instituto Técnico de Control, s.a. en junio de 2015, donde se realizaron ensayos de resistencia y de ataques químicos al hormigón mediante la extracción de testigos, se exponen valores que en ningún caso son resultado de una insuficiente resistencia del hormigón, una mala dosificación del mismo en el momento de fabricación o una alteración de sus componentes por ataque químico.

Por lo tanto, se debe dar por hecho que la degradación que sufrió el mismo y que dio pie a dichos ensayos es fruto de un ataque puntual que no debería repetirse en el tiempo.

Como solución a dicho deterioro, se propone el saneo de la cara superficial del paramento y su reparación mediante un mortero de reparación apropiado y un recubrimiento protector de poliuretano. No será necesario realizar la pasivación y saneo del armado, puesto que las profundidades de alteración son claramente inferiores al recubrimiento.

En el Anexo VI, se incluye el informe realizado por ITC, S.A.

7.6.2.1.1 Mortero de reparación estructural

Se utilizará para la reparación un mortero tixotrópico de fraguado normal y retracción compensada, el cual será aplicado manualmente sobre la superficie previamente saneada, limpia y seca.

Dicho mortero deberá tener una buena resistencia mecánica y a los impactos, buena impermeabilidad y debe estar exento de compuestos agresivos frente a las armaduras.

La cantidad a disponer será aquella que haga recuperar el muro a sus condiciones originales, siempre siguiendo las especificaciones técnicas del fabricante.

7.6.2.1.2 Revestimiento semielástico de poliuretano, bicomponente y exento de disolventes

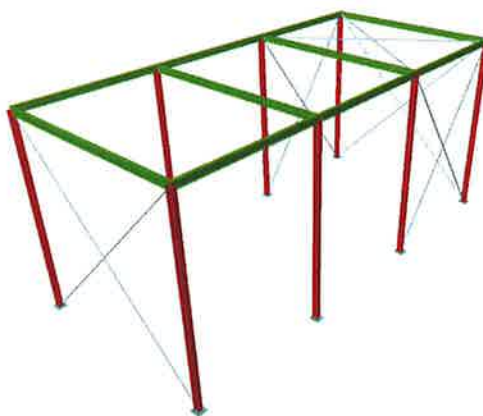
Una vez reparado el paramento, se aplicará un revestimiento impermeable y de buena resistencia a la abrasión, con buena resistencia a los ácidos y álcalis disueltos y a las grasas minerales.

Se seguirán las especificaciones del fabricante para la aplicación de dicho producto.

7.7 Cubierta para equipo de dosificación de reactivos en el agua tratada

7.7.1 Geometría

Se diseña una cubierta para evitar el congelamiento de la torre de neutralización durante los meses fríos, la cual consta de cuatro pórticos metálicos de 4,15 metros de luz tapados por una cubierta ligera a dos aguas y paredes de panel sándwich.



A continuación se presenta un cuadro descriptivo de los elementos que componen la estructura:

PERFIL	SECCIÓN
Pilar	HEB-100
Viga principal	IPE-140
Viga atado	IPE-140
Arriostramiento	L20x20x3mm
Cubierta y cerramiento	Panel sándwich grecado 6cm
Placa de anclaje	200x200x8mm

La estructura se cimienta sobre las placas alveolares que forman el forjado existente, las cuales deberán resistir el peso de la cubierta y la tracción producida por las hipótesis de viento.

7.7.2 Procedimiento de cálculo

A partir de las solicitaciones (peso propio, carga muerta, sobrecarga, viento, nieve) se han determinado dimensiones de los elementos de hormigón armado y cuantías globales de acero. Para la obtención de esfuerzos y dimensionamiento de los distintos elementos estructurales se ha utilizado el Programa de cálculo Metal 3D 2012.i. A continuación se ha realizado el cálculo del incremento de carga sobre la placa alveolar existente

7.7.3 Resultados

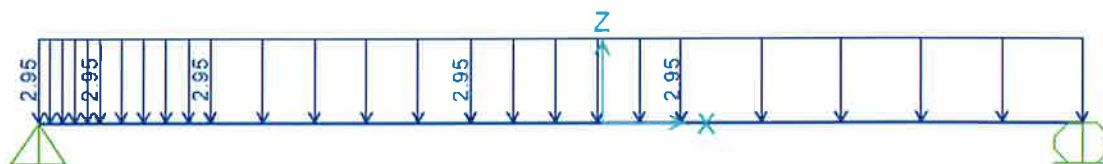
Tras realizar el cálculo de la estructura metálica completa, con las cargas y combinaciones correspondientes a la normativa vigente, se obtienen los resultados detallados en el Anexo I del presente documento.

A continuación se muestra la comprobación de la resistencia de la placa.

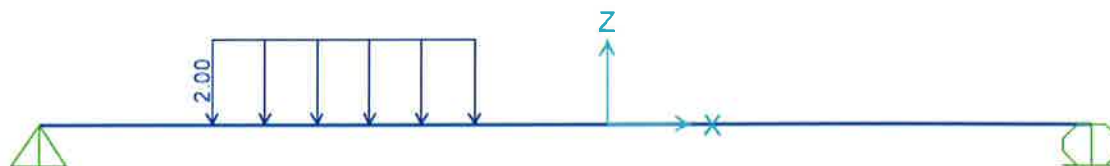
- Placa alveolar existente: Vanguard PM 20-100 (PM 20-6)
- Resistencia de la placa: $M^+_{ult}=108,99\text{mkN}$; $M'_0=80,41\text{mkN}$; $V^+_{ult}=93,72\text{kN}$
- Peso del equipo existente: 9,70kN (scrubber) + 2,33kN (ventilador)

Se reparte el peso de los equipos sobre las bancadas dispuestas y sobre las placas alveolares colocadas, sobre las cuales se dibujan las reacciones en los apoyos de la cubierta metálica y la sobrecarga de uso conforme al siguiente esquema:

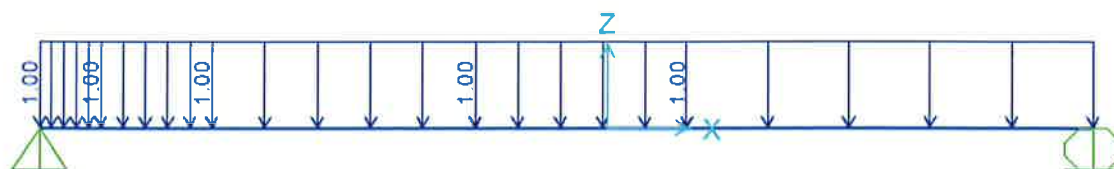
Peso Propio:



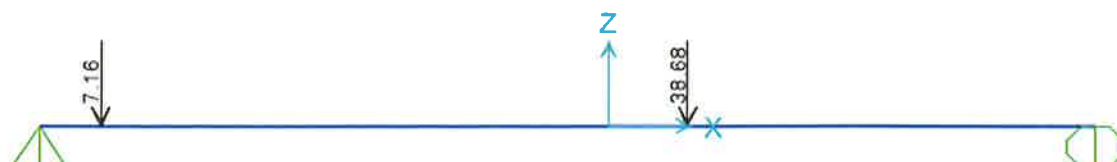
Peso Equipo:



S. Uso:

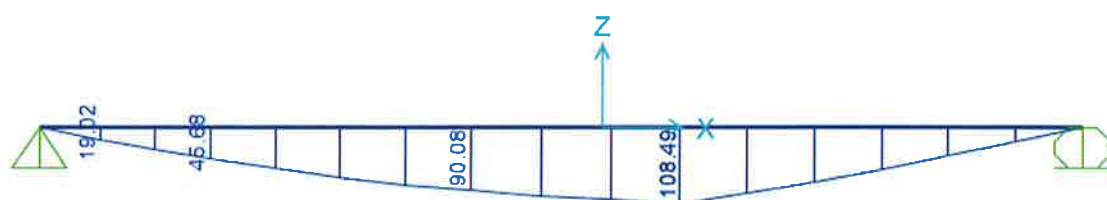


Reacciones en apoyos:

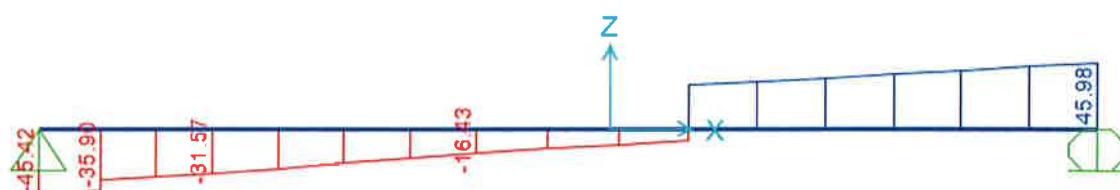


Para las cuales se obtienen los siguientes esfuerzos:

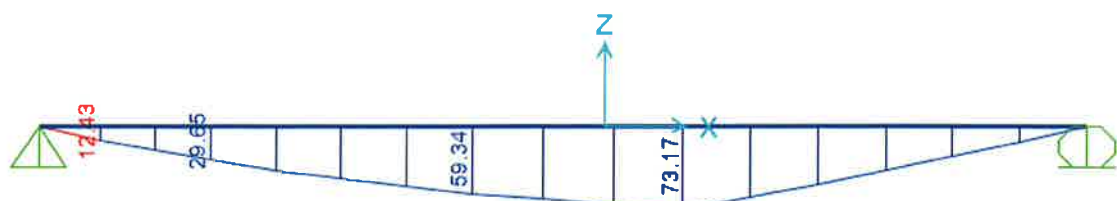
Momento Flector Ultimo:



Cortante:



Momento Flector Fisuración: (combinación cuasi permanente)



Como se observa en los diagramas anteriores, todos los esfuerzos son inferiores a los resistidos por la placa dispuesta, por lo que se da por válido el diseño de la cubierta.

7.8 Bombeo a Residencia

7.8.1 Cálculo de la bancada de hormigón para el grupo de presión

Se va a ejecutar una bancada de hormigón para soportar el grupo de presión de agua tratada, el cual tiene las siguientes características de acuerdo al fabricante:

- Peso neto grupo: 4,2kN.
- Superficie bancada: 1 m².

7.8.1.1 Dimensionamiento

Por su poco peso (aprox. 420kg) y dimensiones, el equipo puede ser clasificado como maquinaria vibrante ligera. El cálculo de los esfuerzos que transmite el grupo de presión a la bancada se ha calculado conforme a la normativa "ACI 350.3R-04 Foundations for Dynamic Equipment", ante la inexistencia de una normativa en esta temática en nuestro país.

La carga estática transmitida será:

$$N_T = \frac{9550 \times P_s}{f_0} = \frac{9550 \times 5.5 \times 3}{2900} = 54.34 Nm$$

Que se convierte en un par de fuerzas de valor 130N por la separación entre patas (0,42m) a repartir entre los 5 apoyos de cada lado (25,87 N/apoyo).

La carga dinámica transmitida será:

$$F_0 = m_r \times Q \times \omega_0 \times \frac{S_f}{1000} = 420 \times 6,3 \times \frac{2900}{60} \times 2\pi \times \frac{2}{1000} = 1607.10 N$$

Que al ser una fuerza centrífuga transmite un corte a cada uno de los 10 pernos de valor 160,71N.

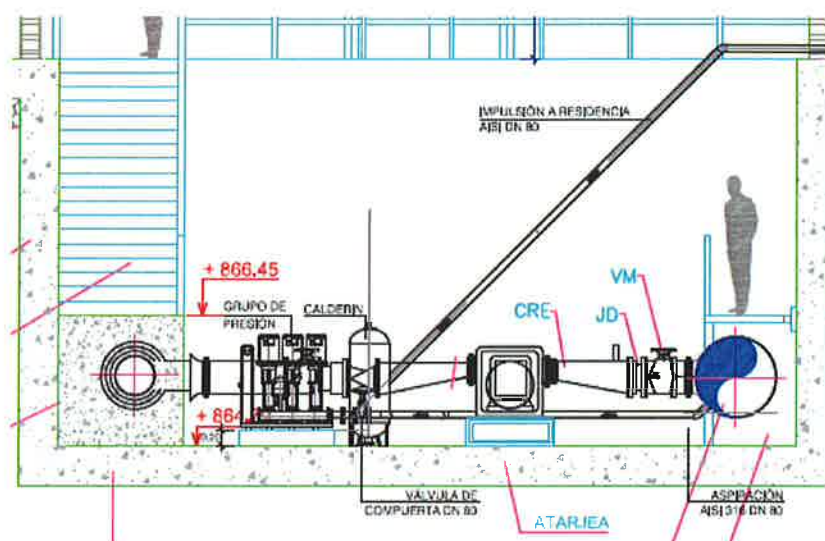
Disponiendo una bancada de 20cm de espesor sobre la solera existente, conseguimos un peso de 5kN, muy superior a la carga vertical que transmite el equipo. Colocaríamos un armado superior a 30kg/m² para evitar fisuración por retracción en la bancada y se sujetaría con los pernos que dicte el fabricante, puesto que la baja carga no será la que limite al diámetro.

7.8.2 Ampliación de la arqueta de bombeo

Puesto que la ampliación de la arqueta se realizará con bloque de ladrillo, no se considera necesario realizar ningún tipo de cálculo justificativo.

7.8.3 Anclaje de la conducción de impulsión a residencia

Se calcula el número de anclajes y su resistencia para soportar el peso de una conducción con las siguientes características:



ELEMENTO	PERFIL
Presión	70 mca
Dext	88.9mm
el	2mm
Dint	84.9mm
Ppropiol	4.36kg/m
Caudal	36 m ³ /h (10l/s)
Longitud	6,50m

Se calcula en primer lugar la presión resultante de su funcionamiento en los codos:

Empuje hidráulico en codo

PROYECTO: ETAP SANTILLANA

ELEMENTO: CODO 45° DN80 7 ATM [EMPUJE]

DATOS:

CODO:

DIÁMETRO EXTERIOR:

OD = 88,9 mm

ESPESOR DE LA TUBERÍA:

t = 2 mm

MÁXIMA PRESIÓN DE DISEÑO:

MDP = 7,00 atm

ÁNGULO DE DESVIACIÓN DEL CODO:

$\theta = 45^\circ$

CÁLCULOS:

DIÁMETRO INTERIOR DE LA TUBERÍA:

ID = 84,9 mm

ÁREA INTERIOR DE LA TUBERÍA:

$A_{int} = 0,01 \text{ m}^2$

MDP (MPa):

MDP = 0,71 MPa

PRESIÓN EN CADA TRAMO:

$E_1 = 4,02 \text{ kN}$

RESULTADOS:

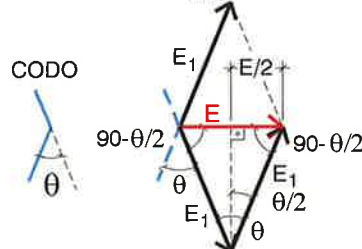
EMPUJE EN CODO:

$E = 3,07 \text{ kN}$

FÓRMULAS:

$\text{seno } (\theta/2) = (E/2)/E_1$

$E_1 = \text{MDP} \cdot A_{int}$



Descomponiendo el empuje en las componentes horizontal y vertical obtenemos que:

$$F_x = 1,17 \text{ kN} \text{ y } F_y = 2,83 \text{ kN}.$$

A continuación se calcula el peso propio de la conducción, para así obtener el peso a soportar por los anclajes de la conducción a la pared:

$$P_{Propio} = 4,36 \text{ kg/m} \times 6,50 \text{ m} = 28,34 \text{ kg} = 0,28 \text{ kN}$$

Puesto que se pondrán 3 anclajes a lo largo de la conducción, se obtiene que cada uno de ellos deberá soportar una carga de:

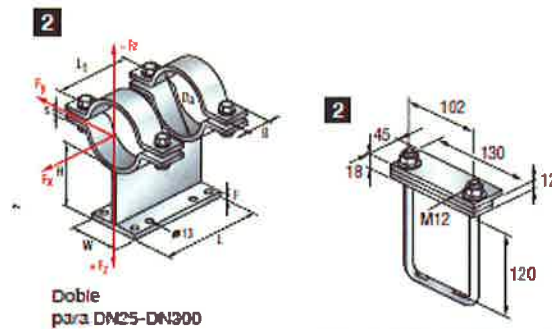
$$Carga \text{ Total } (X) = EmpujeX = 1,17 \text{ kN}$$

$$Carga \text{ Total } (Y) = P_{Propio} + EmpujeY = 0,28 \text{ kN} + 2,83 \text{ kN} = 3,11 \text{ kN}$$

Para estas cargas, conforme al catálogo del fabricante Hilti Española, S.A., habrá que utilizar las siguientes abrazaderas:

No.	Ø ext. (mm)	B (mm)	s (mm)	F (mm)	W (mm)	H (mm)	L (mm)	LI (mm)	Tornillo de apriete/sujeción	Peso (kg)	Carga permisible Fx (kg)	+Fz (kg)	-Fz (kg)	Fy (kg)	Referencia	U.M.V.	Código
2	88,9	40	6	9	80	85	250	190	M12	4,4	2,4	4,7	1,6	1,6	MI-PS2/180-85	1 un	00304856

Con pernos de fijación a la pared de métrica 12.



7.9 Escurrecidos Deshidratación

7.9.1 Introducción

Se procede al dimensionamiento de los siguientes elementos:

- Soporte metálico para un polipasto de carga 500 kg para izado de las bombas sumergibles que se instalan nueva en el depósito de homogeneización.
- Muros para la arqueta practicada en el interior del depósito que contendrá dichas bombas, y anclaje a muros y losa existentes.

7.9.2 Polipasto manual

7.9.2.1 Geometría

Se procede al dimensionamiento de un soporte metálico para un polipasto de carga 500 kg para izado de unas bombas sumergibles que se encuentran en el fondo del depósito de fangos.

La estructura se basa en un pórtico plano que describe una L y del que parte unas ménsulas sobre las que cuelgan la viga carril (IPN120). Para evitar el exceso de deformaciones provocados por la carga excéntrica del polipasto se procede a disponer unos codales (articulados en sus extremos) para minimizar al máximo el vuelo de estas ménsulas.

Todos estos elementos se han dimensionado de acero ejecutándose sus uniones mediante soldadura.

7.9.2.2 Resultados

Tras realizar el cálculo de la estructura completa, con las cargas y combinaciones correspondientes a la normativa vigente, se obtienen los siguientes perfiles:

ELEMENTO	PERFIL
Pilar	HEB-180/HEB-240
Ménsula	IPN-200
Codal	IPN-80
Viga	IPN-140
Viga carril	IPN-120

Se pueden consultar los resultados detallados en el Anexo I del presente anejo.

7.9.3 Arqueta interior

7.9.3.1 Geometría

Se procede al dimensionamiento de una arqueta formada por 3 muros nuevos anclados al muro perimetral existente. Las dimensiones del conjunto son 3,88 x 2,30 m² y 4,66 metros de altura. El muro lateral que hace la función de vertedero tiene una altura de 4,06m.

Todos los muros tienen 0,30m de espesor e irán anclados a la losa y a los muros mediante anclaje químico.

7.9.3.2 Procedimiento de cálculo

A partir de las solicitaciones (peso propio, carga muerta, sobrecarga, viento, sismo, nieve) se han determinado dimensiones de los muros mediante ábacos de cálculo de placas.

7.9.3.3 Resultados

Carga triangular $p \Delta$

$$K = \frac{P \cdot L_2 \cdot L_T}{2}$$

$$M = \frac{K}{\omega}$$

$$U = \frac{K \cdot L^2}{2}$$

$$\max M_{\text{cr}} = M_{\text{crm}}$$

$\frac{L_y}{L_z}$	m_{zer}	m_{zsm}	$\ln m_{zso}$	$\frac{y}{L_y}$	m_{zrm}	m_{zsm}	$\ln m_{zs}$	$\frac{y}{L_y}$	$m_{z0,3}$	m_{zrm}	m_{zrc}	m_{zrs}	$\ln m_{zy}$	$\frac{y}{L_y}$	$\ln m_{zy}$	$\frac{y}{L_y}$	$m_{y0,3}$	$\ln m_{y0,3}$	$\frac{y}{L_y}$	k_{10}	
0,25	-17,7	-36,5	m_{zer}		140	430	140	1,00	360	-13,8	-15,5	-485	310	0,75	—	—	—	—	—	—	
0,30	-15,7	-30,7		85,4	230	85,4	1,00	260	-12,6	-14,1	695	170	0,75	—	—	—	—	—	—	—	
0,40	-14,3	-23,9		46,8	109	46,8	1,00	125	-11,7	-14,0	114	91,0	0,60	—	—	—	—	—	—	—	
0,50	-15,0	-18,3		38,9	74,2	38,9	1,00	96,1	-11,7	-14,3	70,8	69,0	0,60	—	—	—	—	—	—	—	
0,60	-17,0	-17,8		36,6	59,2	36,6	1,00	82,0	-12,0	-15,0	59,1	59,1	0,50	—	—	—	—	—	—	—	
0,70	-20,2	-17,8		37,9	51,3	37,9	1,00	74,6	-12,5	-15,8	56,5	56,4	0,47	—	—	—	—	—	—	—	
0,80	-24,6	-16,7		41,5	46,7	40,1	0,80	70,0	-13,0	-16,6	58,6	54,0	0,45	—	—	—	—	—	—	—	
0,90	-30,2	-16,5		47,0	45,9	41,0	0,70	67,5	-13,5	-17,3	63,7	56,9	0,40	-35,40	0,90	85,5	72,5	0,38	730		
1,00	-37,1	-16,6		54,1	42,3	41,0	0,60	66,5	-14,2	-18,5	72,0	58,6	0,35	- 875	0,90	98,3	75,8	0,35	860		
1,10	-45,1	-16,9	-16,8	0,45	63,1	41,3	41,0	0,55	66,7	-14,9	-19,6	83,5	62,5	0,32	—	0,10	9,90	118	80,8	0,32	990
1,20	-54,1	-17,3	-17,7	0,43	73,8	40,9	40,9	0,50	67,5	-15,6	-20,4	99,0	66,6	0,31	—	0,10	9,90	140	85,0	0,30	1150
1,30	-64,0	-17,8	-17,7	0,40	86,1	41,1	40,6	0,47	69,0	-16,3	-21,4	119	71,4	0,30	—	0,10	9,90	170	91,7	0,28	1350
1,40	-74,6	-18,4	-17,7	0,38	100	41,6	41,2	0,45	71,1	-17,0	-22,3	145	76,2	0,30	—	0,10	9,90	205	100	0,26	1600
1,50	-85,7	-19,2	-18,1	0,36	115	42,4	41,7	0,42	73,6	-17,7	-23,6	180	80,5	0,28	- 515	0,90	265	111	0,25	1850	
$\frac{x}{L_z}$	0; 1,0	0; 1,0	0; 1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3; 0,7	0,5	0,3; 0,7	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3; 0,7	0,3; 0,7	0,5	
$\frac{y}{L_y}$	1,0	0,5	Variable	1,0	0,5	Variable	0,5	0,5	0	0	0,5	Variable	Variable	Variable	0,5	Variable	Variable	1,0			

CARGA	MOMENTO HORIZONTAL	MOMENTO VERTICAL	CORTANTE HORIZONTAL	CORTANTE VERTICAL
Agua	17,64	18,99	32,56	37,26

A continuación se muestran las tablas de armado, obtenidas de hojas de cálculo basadas en la normativa EHE-08:

Armado Vertical:

COMPROBACIÓN DE ELU DE FLEXIÓN Y CORTANTE Y ELS DE FISURACIÓN SEGÚN EHE-08

DATOS:

GEOMETRÍA

ESPESOR DE HORMIGÓN

$e = 30$ cm

$H =$

ESFUERZOS PÉSIMOS ELU :

MOMENTO DE CÁLCULO:

$M_d = 28.5$ kNm/m

CORTANTE DE CÁLCULO:

$V_d = 55.9$ kN/m

ESFUERZO PÉSIMO ELS FISURACIÓN:

M. CUASIPERMANENTE:

$M_k = 19.0$ kNm/m

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS:

RESISTENCIA CARACTERÍSTICA DE CÁLCULO

$f_{ck} = 30$ MPa

LÍMITE ELÁSTICO DEL ACERO

$f_{yk} = 500$ MPa

RECUBRIMIENTO (PARAMENTO EXTERIOR A ARMADURA)

$c = 5.00$ cm

ARMADURA TRACCIÓN:

1Ø12/20

ARMADURA DISPUESTA:

$A_s = 5.65$ cm²/m

ARMADURA COMPRESIÓN:

-

$A'_s = 0.00$ cm²/m

ELS FISURACIÓN (PARÁMETROS):

ABERTURA CARACTERÍSTICA DE FISURA:

$w_{\max} = 0.1$ mm

COEF. INFLUENCIA DEL DIAGRAMA DE TRACCIONES

$K_1 = 0.125$

COEF. DURACIÓN DE LA CARGA

$K_2 = 0.50$

COEF. ABERTURA MEDIA DE FISURA /VALOR CARACT.

$\beta = 1.7$

COEFS. DE MINORACIÓN DE RESISTENCIA:

COEF. MINORACIÓN RESISTENCIA DEL HORMIGÓN

$\gamma_c = 1.50$ $\alpha_{ct} = 1$

COEF. MINORACIÓN RESISTENCIA DEL ACERO

$\gamma_s = 1.15$

DIÁMETRO MÁXIMO DEL ÁRIDO:

$DM = 20.0$ mm

RESULTADOS:

ELU (FLEXIÓN Y CORTANTE):

ESFUERZOS ÚLTIMOS DE LA SECCIÓN:

MOMENTO ÚLTIMO DE LA SECCIÓN

$M_u = 55.99$ kNm/m

CORTANTE ÚLTIMO DE LA SECCIÓN

$V_u = 175.75$ kN/m

CORTANTE DE AGOTAMIENTO POR C. OBLICUA DEL ALMA

$V_{u1} = 1464.0$ kN/m

CORTANTE DE AGOTAMIENTO POR TRACCIÓN EN EL ALMA

$V_{u2} = 175.75$ kN/m

ARMADURA DE CORTANTE:

ÁNGULO DE LAS ARMADURAS CON EL EJE DE LA PIEZA
ÁNGULO DE LAS BIELAS DE COMPRESIÓN EN EL HORMIGÓN

$\alpha = -$ °

$\theta = 45$ °

AXIL DE CÁLCULO (COMPRESIÓN +)

$N_d = 0.00$ kN/m

CONTRIBUCIÓN DEL HORMIGÓN A LA RESISTENCIA A V

$V_{cu} = -$ kN/m

CONTRIBUCIÓN DEL ACERO A LA RESISTENCIA A V

$V_{su} = -$ kN/m

ÁREA POR UNIDAD DE LONGITUD DE ACERO NECESARIO

$A_{\alpha} = -$ cm²/m

ELS (FISURACIÓN):

ABERTURA DE FISURA CARACTERÍSTICA:

$w_k = -$ mm

COMPROBACIÓN DE ELU DE FLEXIÓN Y CORTANTE Y ELS DE FISURACIÓN SEGÚN EHE-08				
CÁLCULOS:				
FLEXIÓN:				
η	=	1		☐ ARTÍCULO 39.5 [DIAGRAMA RECTANGULAR]
λ	=	0.8		☐ ARTÍCULO 39.5 [DIAGRAMA RECTANGULAR]
T	=	245.65	kN/m	☐ TRACCIÓN EN LA ARMADURA (M_u)
x	=	4.0	cm	☐ PROFUNDIDAD FIBRA NEUTRA
$\lambda(x) \cdot h$	=	3.21	cm	☐ PROFUNDIDAD FICTICIA DE COMPRESIÓN UNIFORME ($\eta \cdot FCD$) [D. RECTANGULAR]
d	=	24.40	cm	☐ PROFUNDIDAD DE CÁLCULO ARMADURA PASIVA
d'	=	5.60	cm	☐ ALTURA DE CÁLCULO ARMADURA PASIVA
E_{cm}	=	28576.7910	MPa	☐ ART. 39.6: MÓDULO DE DEFORMACIÓN LONGITUDINAL DEL HORMIGÓN
n	=	7.00		☐ ANEJO 8, 2.2: COEFICIENTE DE EQUIVALENCIA (ACERO-HORMIGÓN) [$n = E_s/E_{cm}$]
$f_{ct,m}$	=	2.90	MPa	☐ ART 39.1: RESISTENCIA MEDIA A TRACCIÓN
$f_{ct,m,fl}$	=	3.77	MPa	☐ ART 39.1: RESISTENCIA MEDIA A FLEXOTRACCIÓN
ρ_1	=	2.32	‰	☐ ANEJO 8, 2.2: CUANTÍA GEOMÉTRICA ARMADURA DE TRACCIÓN
ρ_2	=	0.00	‰	☐ ANEJO 8, 2.2: CUANTÍA GEOMÉTRICA ARMADURA DE COMPRESIÓN
c	=	50	mm	☐ RECUBRIMIENTO [DIST. SUP EXTERIOR SECCIÓN A BARRAS CORRUGADAS]
f_{cd}	=	20.00	MPa	☐ ART. 39.4: RESISTENCIA DE CÁLCULO DEL HORMIGÓN EN COMPRESIÓN
f_{yd}	=	434.78	MPa	☐ ART. 38.3: RESISTENCIA DE CÁLCULO DEL ACERO
A_R	=	3033.89	cm ²	☐ ÁREA DE LA SECCIÓN REDUCIDA
M_e	=	45189.79844	cm ³	☐ MOMENTO ESTÁTICO DE LA SECCIÓN REDUCIDA
y_G	=	14.89	cm	☐ ALTURA DE LA FIBRA NEUTRA EN LA SECCIÓN REDUCIDA
$W_{1,r}$	=	15304.56	cm ³	☐ MÓDULO RESISTENTE DE LA SECCIÓN REDUCIDA
$W_{1,b}$	=	15000.00	cm ³	☐ MÓDULO RESISTENTE DE LA SECCIÓN BRUTA
z	=	22.79	cm	☐ BRAZO MECÁNICO DE LA SECCIÓN [$z=d-0,5 \cdot (\lambda(x) \cdot h)$]
A_s	=	5.65	cm ² /m	ÁREA DE ACERO POR METRO (TRACCIÓN)
SECCIÓN SIN FISURAR:				
x_G	=	15.11	cm	PROFUNDIDAD DE LA FIBRA NEUTRA EN LA SECCIÓN SIN FISURAR
I_G	=	227961.29	cm ⁴ /m	MOMENTO DE INERCIA DE LA SECCIÓN SIN FISURAR
SECCIÓN FISURADA:				
x	=	4.02	cm	PROFUNDIDAD DE LA FIBRA NEUTRA EN LA SECCIÓN FISURADA
I_f	=	18589.27	cm ⁴ /m	MOMENTO DE INERCIA DE LA SECCIÓN FISURADA
CORTANTE:				
ξ	=	1.91		☐ ART44.2.3.2.1.2
ρ_l	=	2.32	‰	☐ ART44.2.3.2.1.2: CUANTÍA GEOMÉTRICA ARMADURA PRINCIPAL DE TRACCIÓN
σ'_{cd}	=	0.00	MPa/m	☐ ART44.2.3.2.1.2: TENSIÓN AXIAL MEDIA EN EL ALMA DE LA SECCIÓN (COMP. =+)
f_{1cd}	=	12	MPa	☐ ART44.2.3.1: RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN
K	=	1.00		☐ ART44.2.3.1: COEFICIENTE QUE DEPENDE DEL ESFUERZO AXIL
$\cotg \theta$	=	1		☐ ART44.2.3.1: COTAG DEL ÁNGULO QUE FORMAN LAS BIELAS DE COMPRESIÓN
$\cotg \alpha$	=	0		☐ ART44.2.3.1: COTAG DEL ÁNGULO QUE FORMAN LAS ARMADURAS CON EL EJE
f_{cv}	=	30.00	MPa	☐ ART44.2.3.2.1.2: RESISTENCIA EFECTIVA DEL HORMIGÓN A CORTANTE

Armado Horizontal:

COMPROBACIÓN DE ELU DE FLEXIÓN Y CORTANTE Y ELS DE FISURACIÓN SEGÚN EHI

DATOS:

GEOMETRÍA

ESPESES DE HORMIGÓN

$e = 30$ cm
 $H =$

ESFUERZOS PÉSIMOS ELU :

MOMENTO DE CÁLCULO:

$M_d = 26.2$ kNm/m

CORTANTE DE CÁLCULO:

$V_d = 48.8$ kN/m

ESFUERZO PÉSIMO ELS FISURACIÓN:

M. CUASIPERMANENTE:

$M_k = 17.6$ kNm/m

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS:

RESISTENCIA CARACTERÍSTICA DE CÁLCULO

$f_{ck} = 30$ MPa

LÍMITE ELÁSTICO DEL ACERO

$f_{yk} = 500$ MPa

RECUBRIMIENTO (PARAMENTO EXTERIOR A ARMADURA)

$c = 5.00$ cm

ARMADURA TRACCIÓN:

1Ø12/20

ARMADURA DISPUESTA:

$A_s = 5.65$ cm²/m

ARMADURA COMPRESIÓN:

-

$A'_s = 0.00$ cm²/m

ELS FISURACIÓN (PARÁMETROS):

ABERTURA CARACTERÍSTICA DE FISURA:

$w_{max} = 0.1$ mm

COEF. INFLUENCIA DEL DIAGRAMA DE TRACCIONES

$K_1 = 0.125$

COEF. DURACIÓN DE LA CARGA

$K_2 = 0.50$

COEF. ABERTURA MEDIA DE FISURA /VALOR CARACT.

$\beta = 1.7$

COEFS. DE MINORACIÓN DE RESISTENCIA:

COEF. MINORACIÓN RESISTENCIA DEL HORMIGÓN

$\gamma_c = 1.50$ $\alpha_{ct} =$

COEF. MINORACIÓN RESISTENCIA DEL ACERO

$\gamma_s = 1.15$

DIÁMETRO MÁXIMO DEL ÁRIDO:

$DM = 20.0$ mm

RESULTADOS:

ELU (FLEXIÓN Y CORTANTE):

ESFUERZOS ÚLTIMOS DE LA SECCIÓN:

MOMENTO ÚLTIMO DE LA SECCIÓN

$M_u = 55.99$ kNm/m

CORTANTE ÚLTIMO DE LA SECCIÓN

$V_u = 175.75$ kN/m

CORTANTE DE AGOTAMIENTO POR C. OBLICUA DEL ALMA

$V_{u1} = 1464.00$ kN/m

CORTANTE DE AGOTAMIENTO POR TRACCIÓN EN EL ALMA

$V_{u2} = 175.75$ kN/m

ARMADURA DE CORTANTE:

ÁNGULO DE LAS ARMADURAS CON EL EJE DE LA PIEZA

$\alpha = -$ °

ÁNGULO DE LAS BIELAS DE COMPRESIÓN EN EL HORMIGÓN

$\theta = 45$ °

AXIL DE CÁLCULO (COMPRESIÓN +)

$N_d = 0.00$ kN/m

CONTRIBUCIÓN DEL HORMIGÓN A LA RESISTENCIA A V

$V_{cu} = -$ kN/m

CONTRIBUCIÓN DEL ACERO A LA RESISTENCIA A V

$V_{su} = -$ kN/m

ÁREA POR UNIDAD DE LONGITUD DE ACERO NECESARIO

$A_{\alpha} = -$ cm²/m

ELS (FISURACIÓN):

ABERTURA DE FISURA CARACTERÍSTICA:

$w_k = -$ mm

TENSIONES CÁLCULO ABERTURA DE FISURA:

→ NO ES NECESARIO COMPROBAR ELS
fct,m,fl)

$\sigma_{sr} = 434.78$ MPa

$\sigma_s = 135.39$ MPa

TENSIÓN EN FIBRA TRACCIONADA PÉSIMA:

$\sigma_{ft} = 1.15$ MPa

COMPROBACIÓN DE ELU DE FLEXIÓN Y CORTANTE Y ELS DE FISURACIÓN SEGÚN EHE-08

CÁLCULOS:

FLEXIÓN:

$\eta =$	1		☐	ARTÍCULO 39.5 [DIAGRAMA RECTANGULAR]
$\lambda =$	0.8		☐	ARTÍCULO 39.5 [DIAGRAMA RECTANGULAR]
$T =$	245.65	kN/m	☐	TRACCIÓN EN LA ARMADURA (M_u)
$x =$	4.0	cm	☐	PROFUNDIDAD FIBRA NEUTRA
$\lambda(x) \cdot h =$	3.21	cm	☐	PROFUNDIDAD FICTICIA DE COMPRESIÓN UNIFORME ($\eta \cdot FCD$) [D. RECTANGULAR]
$d =$	24.40	cm	☐	PROFUNDIDAD DE CÁLCULO ARMADURA PASIVA
$d' =$	5.60	cm	☐	ALTURA DE CÁLCULO ARMADURA PASIVA
$E_{cm} =$	28576.7910	MPa	☐	ART. 39.6: MÓDULO DE DEFORMACIÓN LONGITUDINAL DEL HORMIGÓN
$n =$	7.00		☐	ANEJO 8, 2.2: COEFICIENTE DE EQUIVALENCIA (ACERO-HORMIGÓN) [$n = E_s/E_{cm}$]
$f_{ct,m} =$	2.90	MPa	☐	ART 39.1: RESISTENCIA MEDIA A TRACCIÓN
$f_{ct,m,fl} =$	3.77	MPa	☐	ART 39.1: RESISTENCIA MEDIA A FLEXOTRACCIÓN
$\rho_1 =$	2.32	‰	☐	ANEJO 8, 2.2: CUANTÍA GEOMÉTRICA ARMADURA DE TRACCIÓN
$\rho_2 =$	0.00	‰	☐	ANEJO 8, 2.2: CUANTÍA GEOMÉTRICA ARMADURA DE COMPRESIÓN
$c =$	50	mm	☐	RECUBRIMIENTO [DIST. SUP EXTERIOR SECCIÓN A BARRAS CORRUGADAS]
$f_{cd} =$	20.00	MPa	☐	ART. 39.4: RESISTENCIA DE CÁLCULO DEL HORMIGÓN EN COMPRESIÓN
$f_{yd} =$	434.78	MPa	☐	ART. 38.3: RESISTENCIA DE CÁLCULO DEL ACERO
$A_R =$	3033.89	cm ²	☐	ÁREA DE LA SECCIÓN REDUCIDA
$M_e =$	45189.79844	cm ³	☐	MOMENTO ESTÁTICO DE LA SECCIÓN REDUCIDA
$y_G =$	14.89	cm	☐	ALTURA DE LA FIBRA NEUTRA EN LA SECCIÓN REDUCIDA
$W_{1,r} =$	15304.56	cm ³	☐	MÓDULO RESISTENTE DE LA SECCIÓN REDUCIDA
$W_{1,b} =$	15000.00	cm ³	☐	MÓDULO RESISTENTE DE LA SECCIÓN BRUTA
$z =$	22.79	cm	☐	BRAZO MECÁNICO DE LA SECCIÓN [$z = d - 0,5 \cdot (\lambda(x) \cdot h)$]
$A_s =$	5.65	cm ² /m		ÁREA DE ACERO POR METRO (TRACCIÓN)
SECCIÓN SIN FISURAR:				
$x_G =$	15.11	cm		PROFUNDIDAD DE LA FIBRA NEUTRA EN LA SECCIÓN SIN FISURAR
$I_G =$	227961.29	cm ⁴ /m		MOMENTO DE INERCIA DE LA SECCIÓN SIN FISURAR
SECCIÓN FISURADA:				
$X =$	4.02	cm		PROFUNDIDAD DE LA FIBRA NEUTRA EN LA SECCIÓN FISURADA
$I_f =$	18589.27	cm ⁴ /m		MOMENTO DE INERCIA DE LA SECCIÓN FISURADA

CORTANTE:

$\xi =$	1.91		☐	ART44.2.3.2.1.2
$\rho_l =$	2.32 ‰		☐	ART44.2.3.2.1.2: CUANTÍA GEOMÉTRICA ARMADURA PRINCIPAL DE TRACCIÓN
$\sigma'_{cd} =$	0.00	MPa/m	☐	ART44.2.3.2.1.2: TENSIÓN AXIAL MEDIA EN EL ALMA DE LA SECCIÓN (COMP. =+)
$f_{1cd} =$	12	MPa	☐	ART44.2.3.1: RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN
$K =$	1.00		☐	ART44.2.3.1: COEFICIENTE QUE DEPENDE DEL ESFUERZO AXIL
$\cotg \theta =$	1		☐	ART44.2.3.1: COTAG DEL ÁNGULO QUE FORMAN LAS BIELAS DE COMPRESIÓN
$\cotg \alpha =$	0		☐	ART44.2.3.1: COTAG DEL ÁNGULO QUE FORMAN LAS ARMADURAS CON EL EJE
$f_{cv} =$	30.00	MPa	☐	ART44.2.3.2.1.2: RESISTENCIA EFECTIVA DEL HORMIGÓN A CORTANTE

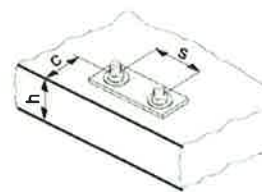
7.9.3.4 Tabla resumen de armado

HORIZONTAL BASE	HORIZONTAL REFUERZO	VERTICAL BASE	VERTICAL REFUERZO
Ø12/20	-	Ø12/20	-

Los anclajes a la estructura existente se realizarán mediante barras corrugadas de Ø16 ancladas mediante resina química.

Anclaje químico HIT-RE 500-SD

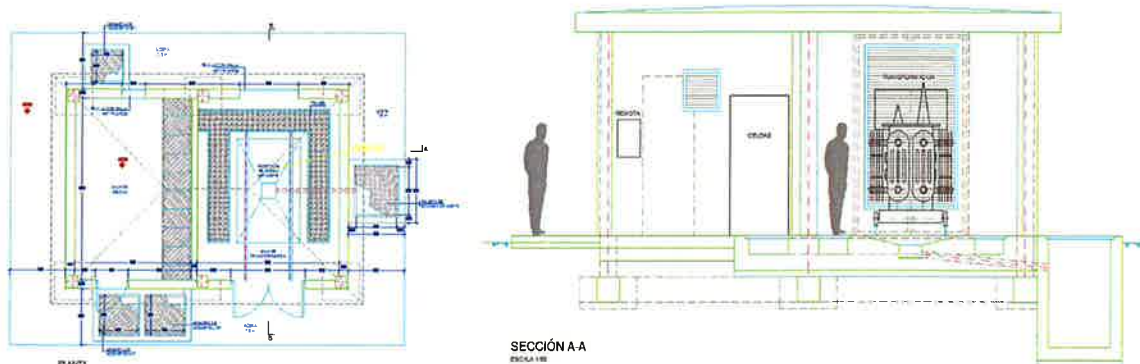
DATOS:	CÁLCULOS:	DÍAMETRO DE PERFORACIÓN:		
BARRA : Ø16	DÍAMETRO DE LA BARRA:	$d_0 = 20$ mm	VALORES GEOMÉTRICOS MÍNIMOS:	
LONGITUD DE ANCLAJE	$d = 16.00$ mm	$c_{min} = 8$ cm	$s_{min} = 80$ mm	VALE
$h_{ef} = 20$ cm	$h_{ef,typ} = 125$ mm	$h_{min} = 12.8$ cm	$h_{ef,min} = 8$ cm	VALE
ESFUERZOS:	$h/h_{ef} = 1.50$	$h_{ef,max} = 32$ cm		VALE
$N_{sd} = 12.66$ kN	$h_{ef}/d = 12.50$			VALE
$V_{sd} = 11.2$ kN	$h/c = 2.73$			
CARACT. MECÁNICAS HORMIGÓN:	$N_{Rd,p}^0 = 41.9$ kN	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN:		
$f_{ck} = 30$ MPa	$N_{Rd,c}^0 = 33.6$ kN	$N_{Rd} = T = 33.20$ kN	VALE	COEFICIENTES:
$f_{yk} = 500$ MPa	$V_{Rd,c}^0 = 18.7$ kN	RESISTENCIA AL CORTE:	VALE	$f_{B,p} = 1.04$
SECCIÓN: SIN FISURAR	$f_{ck,cube} = 37$ MPa	$V_{Rd} = 26.21$ kN	VALE	$f_B = 1.22$
CARACT. GEOMÉTRICAS:	$c_{cr,N} = 300$ mm	TRACCIÓN Y CORTE:		$f_{1,N} = 1.00$
ESPESESOR LOSA	$s_{cr,N} = 600$ mm	$\beta_N = 0.38 \leq 1$	VALE	$f_{2,N} = 1.00$
$h = 30$ cm	$c_{cr,sp} = 380$ mm	$\beta_V = 0.43 \leq 1$	VALE	$f_{3,N} = 0.67$
DISTANCIA EJE ANCLAJE A BORDE:	$s_{cr,sp} = 760$ mm	$\beta_N + \beta_V = 0.81 \leq 1,2$	VALE	$f_{h,N} = 2.02$
$c = 11$ cm	RESISTENCIA DEL ACERO:	$\beta_N^{\alpha} + \beta_V^{\alpha} = 0.51 \leq 1$	VALE	$f_{re,N} = 1.00$
SEPARACIÓN ANCLAJES:	$N_{Rd,s} = 79.3$ kN			$f_{h,p} = 1.60$
$s = 200$ mm	ARRANQUE CONO DE HORMIGÓN:			$k = 2.00$
ÁNGULO CORTANTE-EJE ANCLAJES	$N_{Rd,p} = 46.48$ kN			$f_{\beta} = 2.5$
$\beta = 90$ °	RESISTENCIA CONO DE HORMIGÓN:			$f_h = 1.00$
COEFICIENTE DE SEGURIDAD:	$N_{Rd,c} = 55.15$ kN			$f_4 = 0.33$
$\gamma = 1.40$	RESISTENCIA SPLITTING:			$f_{hef} = 3.48$
	$N_{Rd,sp} = 52.25$ kN			$f_c = 0.69$
	RESISTENCIA AL CORTE DEL ACERO:			
	$V_{Rd,s} = 36.70$ kN			
	RESISTENCIA A LA EXTRACCIÓN:			
	$V_{Rd,cp} = 92.96$ kN			
	RESISTENCIA DEL BORDE DEL HORMIGÓN:			
	$V_{Rd,c} = 44.97$ kN			



7.10 Centro de Conmutación

7.10.1.1 Geometría

Se diseña un edificio para albergar el centro de conmutación, que consta de dos pórticos de tres pilares y separación entre ellos de 3,50 y 3,75 metros, separados 5,00 metros entre sí. El conjunto está cubierto por un forjado unidireccional de viguetas de hormigón con mortero de formación de pendientes, situado a 3,50m sobre el nivel de la solera.



A continuación se presenta un cuadro descriptivo de los elementos que componen la estructura ampliada:

PERFIL	MATERIAL	SECCIÓN
Pilar	HA-30	30X30 cm
Viga	HA-30	70x25 + 30x30 cm (L perimetrales)
Forjado	HA-30	Unidireccional 20+5
Zapata simple	HA-30	100x100x40
Viga de atado	HA-30	40x40

7.10.1.2 Resultados

Tras realizar el cálculo de la estructura completa, con las cargas y combinaciones correspondientes a la normativa vigente, se obtienen las siguientes cuantías de armado:

ELEMENTO	KG/M ²
Pilar	80
Viga	70

Forjado	20
Zapata	40
Viga de Atado	50

Se pueden consultar los resultados en el Anexo 1 del presente documento.

**ANEXO I. LISTADOS DE CÁLCULO:
AMPLIACIÓN EDIFICIO DE GENERACIÓN DE OZONO**

ÍNDICE

1 DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA	120
2 NORMAS CONSIDERADAS	121
3 ACCIONES CONSIDERADAS	122
3.1 Gravitatorias	122
3.2 Viento	122
3.3 Sismo	123
3.4 Hipótesis de carga	123
3.5 Listado de cargas	123
4 ESTADOS LÍMITE	124
5 SITUACIONES DE PROYECTO	125
5.1 Coeficientes parciales de seguridad (γ) y coeficientes de combinación (ψ)	125
5.2 Combinaciones	126
6 DATOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS Y PLANTAS	133
7 DATOS GEOMÉTRICOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS	134
7.1 Pilares	134
8 DIMENSIONES, COEFICIENTES DE EMPOTRAMIENTO Y COEFICIENTES DE PANDEO PARA CADA PLANTA	135
9 LISTADO DE PAÑOS	136
9.1 Autorización de uso	136
10 LOSAS Y ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN	138
11 MATERIALES UTILIZADOS	139
11.1 Hormigones	139
11.2 Aceros por elemento y posición	139

11.2.1 Aceros en barras	139
11.2.2 Aceros en perfiles	139
12 MATERIALES	140
12.1 Hormigones	140
12.2 Aceros por elemento y posición	140
12.2.1 Aceros en barras	140
12.2.2 Aceros en perfiles	140
13 ARMADO DE PILARES Y PANTALLAS	141
13.1 Pilares	141
14 ESFUERZOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS POR HIPÓTESIS	143
15 ARRANQUES DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS POR HIPÓTESIS	148
16 PÉSIMOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS	150
16.1 Pilares	150
17 LISTADO DE MEDICIÓN DE PILARES	152
18 SUMATORIO DE ESFUERZOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS POR HIPÓTESIS Y PLANTA	153
18.1 Resumido	153
19 LISTADO DE ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN	154
19.1 Descripción	154
19.2 Medición	154
19.3 Comprobación	154
20 LISTADO DE VIGAS DE ATADO	171
20.1 Descripción	171
20.2 Medición	171
20.3 Comprobación	172

1 DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA

Proyecto: Ampliación Edificio de generación de ozono ETAP Santillana

Clave: Ampl. Ozonizacion

2 NORMAS CONSIDERADAS

Hormigón: EHE-08

Aceros conformados: EAE 2011

Aceros laminados y armados: EAE 2011

Forjados de viguetas: EHE-08

Categoría de uso: A. Zonas residenciales

3 ACCIONES CONSIDERADAS

3.1 Gravitatorias

Planta	S.C.U (kN/m ²)	Cargas muertas (kN/m ²)
Forjado 1	1.0	2.0
Cimentación	0.0	0.0

3.2 Viento

CTE Código Técnico de Documento Básico Seguridad Estructural - Acciones en la Edificación DB de la SE-AE Edificación.

Zona eólica: A

Grado de aspereza: III. Zona rural accidentada o llana con obstáculos

La acción del viento se calcula a partir de la presión estática q_e que actúa en la dirección perpendicular a la superficie expuesta. El programa obtiene de forma automática dicha presión, conforme a los criterios del Código Técnico de la Edificación DB-SE AE, en función de la geometría del edificio, la zona eólica y grado de aspereza seleccionados, y la altura sobre el terreno del punto considerado:

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

Donde:

q_b Es la presión dinámica del viento conforme al mapa eólico del Anejo D.

C_e Es el coeficiente de exposición, determinado conforme a las especificaciones del Anejo D.2, en función del grado de aspereza del entorno y la altura sobre el terreno del punto considerado.

C_p Es el coeficiente eólico o de presión, calculado según la tabla 3.5 del apartado 3.3.4, en función de la esbeltez del edificio en el plano paralelo al viento.

q_b (kN/m ²)	Viento X			Viento Y		
	esbeltez	C_p (presión)	C_p (succión)	esbeltez	C_p (presión)	C_p (succión)
0.42	0.32	0.70	-0.33	0.36	0.70	-0.35

Anchos de banda		
Plantas	Ancho de banda Y (m)	Ancho de banda X (m)
En todas las plantas	11.00	12.40

No se realiza análisis de los efectos de 2º orden

Coeficientes de Cargas

+X: 1.00 -X:1.00

+Y: 1.00 -Y:1.00

Cargas de viento		
Planta	Viento X (kN)	Viento Y (kN)
Forjado 1	20.116	23.038

Conforme al artículo 3.3.2., apartado 2 del Documento Básico AE, se ha considerado que las fuerzas de viento por planta, en cada dirección del análisis, actúan con una excentricidad de $\pm 5\%$ de la dimensión máxima del edificio.

3.3 Sismo

Sin acción de sismo

3.4 Hipótesis de carga

Automáticas	Carga permanente Sobrecarga de uso Viento +X exc.+ Viento +X exc.- Viento -X exc.+ Viento -X exc.- Viento +Y exc.+ Viento +Y exc.- Viento -Y exc.+ Viento -Y exc.-
-------------	---

3.5 Listado de cargas

Cargas especiales introducidas (en KN, KN/m y KN/m²)

Grupo	Hipótesis	Tipo	Valor	Coordenadas
1	Carga permanente	Lineal	2.50	(12.05, -5.55) (0.05, -5.55)
	Carga permanente	Lineal	2.00	(0.05, -5.50) (0.00, 5.50)
	Carga permanente	Lineal	2.00	(0.05, 5.50) (12.00, 5.55)
	Carga permanente	Lineal	2.00	(12.00, 5.50) (12.05, -5.60)
	Carga permanente	Lineal	2.00	(0.00, 0.00) (12.05, 0.00)

4 ESTADOS LÍMITE

E.L.U. de rotura. Hormigón	CTE
E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Tensiones sobre el terreno	Acciones características
Desplazamientos	

5 SITUACIONES DE PROYECTO

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

G_k Acción permanente

Q_k Acción variable

γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

$\Psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$\Psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

5.1 Coeficientes parciales de seguridad (γ) y coeficientes de combinación (ψ)

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón: EHE-08

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.700
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: EHE-08 / CTE DB-SE C

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	1.000	0.700
Viento (Q)	0.000	1.600	1.000	0.600

Tensiones sobre el terreno

	Característica			
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Desplazamientos

	Característica			
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

5.2 Combinaciones

■ Nombres de las hipótesis

G Carga permanente
 Qa Sobrecarga de uso
 V(+X exc.+) Viento +X exc.+
 V(+X exc.-) Viento +X exc.-
 V(-X exc.+) Viento -X exc.+
 V(-X exc.-) Viento -X exc.-
 V(+Y exc.+) Viento +Y exc.+
 V(+Y exc.-) Viento +Y exc.-
 V(-Y exc.+) Viento -Y exc.+
 V(-Y exc.-) Viento -Y exc.-

■ E.L.U. de rotura. Hormigón

Com b.	G	Qa	V(+X exc.+) V(+X exc.-)	V(-X exc.+) V(-X exc.-)	V(+Y exc.+) V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+) V(-Y exc.-)
1	1.00 0					
2	1.35 0					
3	1.00 0	1.50 0				

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Com b.	G	Qa	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)
4	1.35 0	1.50 0								
5	1.00 0		1.500							
6	1.35 0		1.500							
7	1.00 0	1.05 0	1.500							
8	1.35 0	1.05 0	1.500							
9	1.00 0	1.50 0	0.900							
10	1.35 0	1.50 0	0.900							
11	1.00 0			1.500						
12	1.35 0			1.500						
13	1.00 0	1.05 0		1.500						
14	1.35 0	1.05 0		1.500						
15	1.00 0	1.50 0		0.900						
16	1.35 0	1.50 0		0.900						
17	1.00 0				1.500					
18	1.35 0				1.500					
19	1.00 0	1.05 0			1.500					
20	1.35 0	1.05 0			1.500					
21	1.00 0	1.50 0			0.900					
22	1.35 0	1.50 0			0.900					
23	1.00 0					1.500				
24	1.35 0					1.500				
25	1.00 0	1.05 0				1.500				
26	1.35 0	1.05 0				1.500				
27	1.00 0	1.50 0				0.900				

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Com b.	G	Qa	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)
28	1.35 0	1.50 0				0.900				
29	1.00 0						1.500			
30	1.35 0						1.500			
31	1.00 0	1.05 0					1.500			
32	1.35 0	1.05 0					1.500			
33	1.00 0	1.50 0					0.900			
34	1.35 0	1.50 0					0.900			
35	1.00 0							1.500		
36	1.35 0							1.500		
37	1.00 0	1.05 0						1.500		
38	1.35 0	1.05 0						1.500		
39	1.00 0	1.50 0						0.900		
40	1.35 0	1.50 0						0.900		
41	1.00 0								1.500	
42	1.35 0								1.500	
43	1.00 0	1.05 0							1.500	
44	1.35 0	1.05 0							1.500	
45	1.00 0	1.50 0							0.900	
46	1.35 0	1.50 0							0.900	
47	1.00 0									1.500
48	1.35 0									1.500
49	1.00 0	1.05 0								1.500
50	1.35 0	1.05 0								1.500
51	1.00 0	1.50 0								0.900

Com b.	G	Qa	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)
52	1.35 0	1.50 0								0.900

■ E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones

Com b.	G	Qa	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)
1	1.00 0									
2	1.60 0									
3	1.00 0	1.60 0								
4	1.60 0	1.60 0								
5	1.00 0		1.600							
6	1.60 0		1.600							
7	1.00 0	1.12 0	1.600							
8	1.60 0	1.12 0	1.600							
9	1.00 0	1.60 0	0.960							
10	1.60 0	1.60 0	0.960							
11	1.00 0			1.600						
12	1.60 0			1.600						
13	1.00 0	1.12 0		1.600						
14	1.60 0	1.12 0		1.600						
15	1.00 0	1.60 0		0.960						
16	1.60 0	1.60 0		0.960						
17	1.00 0				1.600					
18	1.60 0				1.600					
19	1.00 0	1.12 0			1.600					
20	1.60 0	1.12 0			1.600					

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Com b.	G	Qa	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)
21	1.00 0	1.60 0			0.960					
22	1.60 0	1.60 0			0.960					
23	1.00 0					1.600				
24	1.60 0					1.600				
25	1.00 0	1.12 0				1.600				
26	1.60 0	1.12 0				1.600				
27	1.00 0	1.60 0				0.960				
28	1.60 0	1.60 0				0.960				
29	1.00 0						1.600			
30	1.60 0						1.600			
31	1.00 0	1.12 0					1.600			
32	1.60 0	1.12 0					1.600			
33	1.00 0	1.60 0					0.960			
34	1.60 0	1.60 0					0.960			
35	1.00 0							1.600		
36	1.60 0							1.600		
37	1.00 0	1.12 0						1.600		
38	1.60 0	1.12 0						1.600		
39	1.00 0	1.60 0						0.960		
40	1.60 0	1.60 0						0.960		
41	1.00 0								1.600	
42	1.60 0								1.600	
43	1.00 0	1.12 0							1.600	
44	1.60 0	1.12 0							1.600	

Com b.	G	Qa	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)
45	1.00 0	1.60 0							0.960	
46	1.60 0	1.60 0							0.960	
47	1.00 0									1.600
48	1.60 0									1.600
49	1.00 0	1.12 0								1.600
50	1.60 0	1.12 0								1.600
51	1.00 0	1.60 0								0.960
52	1.60 0	1.60 0								0.960

■ Tensiones sobre el terreno

■ Desplazamientos

Com b.	G	Qa	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)
1	1.00 0									
2	1.00 0	1.00 0								
3	1.00 0		1.000							
4	1.00 0	1.00 0	1.000							
5	1.00 0			1.000						
6	1.00 0	1.00 0		1.000						
7	1.00 0				1.000					
8	1.00 0	1.00 0			1.000					
9	1.00 0					1.000				
10	1.00 0	1.00 0				1.000				
11	1.00 0						1.000			
12	1.00 0	1.00 0					1.000			

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Com b.	G	Qa	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)
13	1.00 0							1.000		
14	1.00 0	1.00 0						1.000		
15	1.00 0								1.000	
16	1.00 0	1.00 0							1.000	
17	1.00 0									1.000
18	1.00 0	1.00 0								1.000

6 DATOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS Y PLANTAS

Grupo	Nombre del grupo	Planta	Nombre planta	Altura	Cota
1	Forjado 1	1	Forjado 1	4.70	4.00
0	Cimentación				-0.70

7 DATOS GEOMÉTRICOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS

7.1 Pilares

GI: grupo inicial

GF: grupo final

Ang: ángulo del pilar en grados sexagesimales

Datos de los pilares

Referencia	Coord(P.Fijo)	GI- GF	Vinculación exterior	Ang.	Punto fijo	Canto de apoyo
P2	(0.00, 0.00)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.40
P3	(6.00, 0.00)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.40
P4	(12.00, 0.00)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.40
P5	(12.00, 2.78)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.40
P6	(6.00, 2.78)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.40
P7	(0.00, 2.78)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.40
P15	(0.00, -5.60)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.40
P16	(6.00, -5.60)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.40
P17	(12.00, -5.60)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.40

8 DIMENSIONES, COEFICIENTES DE EMPOTRAMIENTO Y COEFICIENTES DE PANDEO PARA CADA PLANTA

Referencia pilar	Planta	Dimensiones	Coefs. empotramiento		Coefs. pandeo	
			Cabeza	Pie	Pandeo x	Pandeo Y
Para todos los pilares	1	0.40x0.40	0.30	1.00	1.00	1.00

9 LISTADO DE PAÑOS

Tipos de forjados considerados

Nombre	Descripción
ALEMAN TIPO 20, 20+5, De hormigón	FORJADO DE VIGUETAS PRETENSADAS Fabricante: ALEMAN TIPO 20 Tipo de bovedilla: De hormigón Canto del forjado: $25 = 20 + 5$ (cm) Intereje: 68 cm (simple) y 79 cm (doble) Hormigón obra: HA-25, $Y_c=1.5$ Hormigones viguetas: HA-25, $Y_c=1.5$ Acero pretensar: Y-1770-C Aceros negativos: B 500 S, $Y_s=1.15$ Peso propio: 3.03 kN/m^2 (simple) y 3.38 kN/m^2 (doble)

9.1 Autorización de uso

Datos del forjado

Fabricante:	ALEMAN TIPO 20
Tipo de bovedilla:	De hormigón
Canto del forjado:	$25 = 20 + 5$ (cm)
Intereje:	68 cm (simple) y 79 cm (doble)
Hormigón obra:	HA-25, $Y_c=1.5$
Hormigones viguetas:	HA-25, $Y_c=1.5$
Acero pretensar:	Y-1770-C
Aceros negativos:	B 500 S, $Y_s=1.15$
Peso propio:	3.03 kN/m^2 (simple) y 3.38 kN/m^2 (doble)

Flexión positiva - Viguetas simples								
Tipo de vigueta	Momento (kN·m/m)		Rigidez (m ² ·kN/m)		Momento de servicio (kN·m/m)			Cortante último (kN/m)
	Último	Fisuración	Total	Fisurada	Clase I	Clase II	Clase III	
T-1	21.70	8.10	13209	7920	10.40	15.10	17.50	42.80
T-2	30.60	8.10	13443	8816	14.20	19.10	21.40	42.80
T-3	43.10	8.10	13682	10010	20.10	25.10	27.50	42.80
T-4	50.70	8.10	13846	10401	24.10	28.90	31.40	42.10
T-5	57.70	8.10	13965	10698	27.70	32.70	35.20	41.10
Notas: Clase I: Ambiente agresivo Clase II: Ambiente exterior Clase III: Ambiente interior Esfuerzos por metro de ancho								

Flexión negativa - Viguetas simples						
Refuerzo superior por nervio	Área del nervio (cm ²)	Momento último (kN·m/m)		Momento de fisuración (kN·m/m)	Rigidez (m ² ·kN/m)	
		Sección tipo	Sección macizada		Total	Fisurada
2Ø8	1.01	13.40	13.60	20.50	12834	1296
1Ø8+1Ø10	1.29	17.10	17.40	20.50	12862	1638
2Ø10	1.57	20.60	21.10	20.50	12889	1653
1Ø10+1Ø12	1.92	24.90	25.60	20.50	12922	2329
2Ø12	2.26	29.10	29.90	20.50	12954	2676
1Ø12+1Ø16	3.14	38.80	40.70	20.50	13034	3491
2Ø16	4.02	47.70	51.10	20.50	13111	4182
1Ø12+2Ø16	5.15	52.50	63.50	20.50	13206	4870
Notas: Esfuerzos por metro de ancho						

Flexión positiva - Viguetas dobles								
Tipo de vigueta	Momento (kN·m/m)		Rigidez (m ² ·kN/m)		Momento de servicio (kN·m/m)			Cortante último (kN/m)
	Último	Fisuración	Total	Fisurada	Clase I	Clase II	Clase III	
2T-1	36.90	14.10	20089	10787	16.20	24.40	28.60	85.10
2T-2	51.70	14.10	20386	12090	22.30	30.60	34.80	85.10
2T-3	71.60	14.10	20678	13621	31.30	39.80	44.10	85.10
2T-4	82.90	14.10	20873	13958	37.40	45.90	50.20	83.50
2T-5	93.10	14.10	21000	14215	43.20	51.80	56.10	81.60
Notas: Clase I: Ambiente agresivo Clase II: Ambiente exterior Clase III: Ambiente interior Esfuerzos por metro de ancho								

Flexión negativa - Viguetas dobles						
Refuerzo superior por nervio	Área del nervio (cm ²)	Momento último (kN·m/m)		Momento de fisuración (kN·m/m)	Rigidez (m ² ·kN/m)	
		Sección tipo	Sección macizada		Total	Fisurada
4Ø8	2.01	23.20	23.40	23.90	19867	2241
2Ø8+2Ø10	2.58	29.70	30.10	23.90	19974	2831
4Ø10	3.14	35.70	36.20	23.90	20075	3376
2Ø10+2Ø12	3.83	43.10	43.80	23.90	20200	4026
4Ø12	4.52	50.10	51.10	23.90	20318	4625
2Ø12+2Ø16	6.28	67.20	69.10	23.90	20616	6035
4Ø16	8.04	82.80	86.10	23.90	20901	7249
2Ø12+4Ø16	10.30	99.80	106.40	23.90	21249	8517
Notas: Esfuerzos por metro de ancho						

10 LOSAS Y ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN

- Tensión admisible en situaciones persistentes: 0.300 MPa
- Tensión admisible en situaciones accidentales: 0.450 MPa

11 MATERIALES UTILIZADOS

11.1 Hormigones

Elemento	Hormigón	f_{ck} (MPa)	γ_c
Vigas y losas de cimentación	HA-30	30	1.50
Elementos de cimentación	HA-30	30	1.50
Forjados	HA-25	25	1.50
Pilares y pantallas	HA-30	30	1.50
Muros	HA-30	30	1.50

11.2 Aceros por elemento y posición

11.2.1 Aceros en barras

Para todos los elementos estructurales de la obra: B 500 S; $f_{yk} = 500$ MPa; $\gamma_s = 1.15$

11.2.2 Aceros en perfiles

Tipo de acero para perfiles	Acero	Límite elástico (MPa)	Módulo de elasticidad (GPa)
Aceros conformados	S 235	235	210
Aceros laminados	S275	275	210

12 MATERIALES

12.1 Hormigones

HA-30; $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$; $\gamma_c = 1.50$

12.2 Aceros por elemento y posición

12.2.1 Aceros en barras

Para todos los elementos estructurales de la obra: B 500 S; $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$; $\gamma_s = 1.15$

12.2.2 Aceros en perfiles

Tipo de acero para perfiles	Acero	Límite elástico (MPa)	Módulo de elasticidad (GPa)
Aceros conformados	S 235	235	210
Aceros laminados	S275	275	210

13 ARMADO DE PILARES Y PANTALLAS

13.1 Pilares

Armado de pilares											
Hormigón: HA-30, Yc=1.5											
Pila r	Geometría			Armaduras						Apro v. (%)	Estad o
	Planta	Dimension es (cm)	Tramo (m)	Barras				Estribos			
				Esquin a	Cara X	Cara Y	Cuanti a (%)	Perimetr al	Separaci ón (cm)		
P2	Forjado 1	40x40	- 0.70/3.4 5	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6	15	22.2	Cump e
	Cimentaci ón	-	-	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6	-	22.2	Cump e
P3	Forjado 1	40x40	- 0.70/3.3 5	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6	15	17.0	Cump e
	Cimentaci ón	-	-	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6	-	17.0	Cump e
P4	Forjado 1	40x40	- 0.70/3.4 5	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6	15	22.2	Cump e
	Cimentaci ón	-	-	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6	-	22.2	Cump e
P5	Forjado 1	40x40	- 0.70/3.4 5	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6	15	11.8	Cump e
	Cimentaci ón	-	-	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6	-	11.8	Cump e
P6	Forjado 1	40x40	- 0.70/3.3 5	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6	15	14.4	Cump e
	Cimentaci ón	-	-	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6	-	14.3	Cump e
P7	Forjado 1	40x40	- 0.70/3.4 5	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6	15	11.8	Cump e
	Cimentaci ón	-	-	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6	-	11.8	Cump e
P1 5	Forjado 1	40x40	- 0.70/3.4 5	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6	15	10.4	Cump e
	Cimentaci ón	-	-	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6	-	8.8	Cump e
P1 6	Forjado 1	40x40	- 0.70/3.3 5	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6	15	12.7	Cump e

Armado de pilares											
Hormigón: HA-30, Yc=1.5											
Pila r	Geometría			Armaduras						Apro v. (%)	Estad o
	Planta	Dimension es (cm)	Tramo (m)	Barras				Estribos			
				Esquin a	Cara X	Cara Y	Cuanti a (%)	Perimetr al	Separaci ón (cm)		
	Cimentaci ón	-	-	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6	-	12.0	Cumpl e
P1 7	Forjado 1	40x40	- 0.70/3.4 5	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6	15	10.3	Cumpl e
	Cimentaci ón	-	-	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6	-	8.8	Cumpl e

14 ESFUERZOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS POR HIPÓTESIS

■ Tramo: Nivel inicial / nivel final del tramo entre plantas.

■ Nota:

Los esfuerzos están referidos a ejes locales del pilar.

SopORTE	Planta	Dimensión (cm)	Tramo (m)	Hipótesis	Base						Cabeza					
					N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
P2	Forjado 1	40x40	- 0.70/3.45	Carga permanente Sobrecarga de uso	90.5			5.3	4.9					5.3	4.9	
				Viento +X exc.+	9.5	9.6	-	-	8	-0.0	74.2	-	9.2	-	8	-0.0
				Viento +X exc.-	1.1	0.9	11.1	1.	-	-0.0	-	12.4	1.1	1.	-	-0.0
				Viento -X exc.+	-	-6.7	-1.4	9	0.	0.0	1.1	-1.2	1.0	9	0.	0.0
				Viento -X exc.-	0.9	-6.5	-2.3	1.	3	0.0	-	1.3	0.4	1.	3	0.0
				Viento -Y exc.+	1.1	6.7	-1.0	9	0.	-0.0	0.9	1.2	-1.0	9	0.	-0.0
				Viento -Y exc.-	0.9	6.5	2.3	1.	8	-0.0	1.1	-1.3	-0.4	1.	8	-0.0
				Viento +Y exc.+	-	0.2	1.0	9	0.	-0.0	0.9	-1.2	3.0	9	0.	-0.0
				Viento +Y exc.-	1.2	-0.2	-6.7	0.	3	0.0	-	-0.0	3.8	0.	3	0.0
				Viento -Y exc.+	-	-0.2	-8.3	0	-	0.0	1.2	0.0	-3.0	0	-	0.0
				Viento -Y exc.-	1.6	0.2	6.7	-	2.	-0.0	-	0.0	-3.8	-	2.	-0.0
					1.2		8.3	0.	3		1.6	-0.0		0.	3	
					1.6			0	-		1.6			0	-	
								0.	9					0.	9	
								0	2.					0	2.	
								0.	3					0.	3	
								0	2.					0	2.	
								0	9					0	9	

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

SopORTE	Planta	Dimensión (cm)	Tramo (m)	Hipótesis	Base						Cabeza					
					N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
P3	Forjado 1	40x40	- 0.70/3 .35	Carga permanente Sobrecarga de uso Viento +X exc.+ Viento +X exc.- Viento -X exc.+ Viento -X exc.- Viento +Y exc.+ Viento +Y exc.- Viento -Y exc.+ Viento -Y exc.-				-	-					-	-	
								0.	6.					0.	6.	
								-	-					-	-	
								0.	1.					0.	1.	
					174			0	0		158			0	0	
					.3			-	0.		.4			-	0.	
					27.			2.	0		27.			2.	0	
					5	-0.0	14.6	5	0.	-0.0	5	0.0	12.9	5	0.	-0.0
					-	-0.0	-2.1	-	0	-0.0	-	0.0	1.9	-	0	-0.0
					0.0	-7.7	0.0	2.	-	0.0	0.0	2.3	-0.0	2.	-	0.0
					-	-7.4	0.0	4	0.	0.0	-	2.2	-0.0	4	0.	0.0
					0.0	7.7	0.0	2.	0	-0.0	0.0	-2.3	0.0	2.	0	-0.0
					0.0	7.4	-0.0	5	-	-0.0	0.0	-2.2	0.0	5	-	-0.0
					0.0	0.2	-0.0	2.	0.	-0.0	0.0	-0.1	3.6	2.	0.	-0.0
					-	-0.2	-7.8	4	0	0.0	-	0.1	3.6	4	0	0.0
					1.5	-0.2	-7.8	0.	-	0.0	1.5	0.1	-3.6	0.	-	0.0
					-	0.2	7.8	1	2.	-0.0	-	-0.1	-3.6	1	2.	-0.0
					1.5			-	8		1.5			-	8	
					1.5			0.	-		1.5			0.	-	
					1.5			1	2.		1.5			1	2.	
P4	Forjado 1	40x40	- 0.70/3 .45	Carga permanente Sobrecarga de uso Viento +X exc.+ Viento +X exc.- Viento -X exc.+ Viento -X exc.- Viento +Y exc.+ Viento +Y exc.- Viento -Y exc.+ Viento -Y exc.-				-	-					-	-	
								5.	4.					5.	4.	
								3	9					3	9	
								-	-					-	-	
								0.	0.					0.	0.	
					90.			5	6		74.			5	6	
					5			-	0.		2			-	0.	
					9.5			1.	8		9.5			1.	8	
					1.1	-9.6	11.1	9	0.	-0.0	1.1	12.4	9.3	9	0.	-0.0
					0.9	-0.9	-1.4	-	3	-0.0	0.9	1.2	1.1	-	3	-0.0
					-	-6.7	2.3	1.	-	0.0	-	1.3	-1.0	1.	-	0.0
					-	-6.5	1.0	9	0.	0.0	-	1.2	-0.4	9	0.	0.0
					1.1	6.7	-2.3	1.	8	-0.0	1.1	-1.3	1.0	1.	8	-0.0
					-	6.5	-1.0	9	-	-0.0	0.9	-1.2	0.4	9	-	-0.0
					0.9	0.2	-8.3	1.	0.	-0.0	0.9	-0.0	3.8	1.	0.	-0.0
					-	-0.2	-6.7	9	3	0.0	1.6	0.0	3.0	9	3	0.0
					1.6	-0.2	8.3	0.	-	0.0	1.6	0.0	-3.8	0.	-	0.0
					-	0.2	6.7	0	2.	-0.0	-	-0.0	-3.0	0	2.	-0.0
					1.2			-	9		1.2			-	9	
					1.6			0.	-		1.6			0.	-	
					1.2			0	2.		1.2			0	2.	
								-	3					-	3	
								0.	2.					0.	2.	
								0	9					0	9	
								0.	2.					0.	2.	
								0	3					0	3	

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

[illegible]

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

SopORTE	Planta	Dimensión (cm)	Tramo (m)	Hipótesis	Base						Cabeza					
					N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
P7	Forjado 1	40x40	-0.70/3.45	Carga permanente Sobrecarga de uso	121.9			4.0	1.6					4.0	1.6	
				Viento +X exc.+	11.2	7.2	0.7	-	-	-0.0	2	-9.3	-6.1	-	-	-0.0
				Viento +X exc.-	-	1.0	-0.1	2.0	0.0	-0.0	-	-1.3	-0.6	2.0	0.0	-0.0
				Viento -X exc.+	0.0	-7.6	-2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	1.0	0.0	0.0	0.0
				Viento -X exc.-	-	-6.8	-1.0	2.0	0.0	0.0	-	1.3	0.4	2.0	0.0	0.0
				Viento -X exc.+	0.4	7.6	2.2	2.0	0.0	-0.0	0.4	-1.5	-1.0	2.0	0.0	-0.0
				Viento -X exc.-	0.0	6.8	1.0	2.0	0.0	-0.0	0.0	-1.3	-0.4	2.0	0.0	-0.0
				Viento +Y exc.+	0.4	0.4	-6.4	0.0	0.0	-0.0	0.4	-0.1	2.8	0.0	0.0	-0.0
				Viento +Y exc.-	2.3	-0.4	-8.0	0.0	-	0.0	2.3	0.1	3.4	0.0	-	0.0
				Viento +Y exc.-	2.7	-0.4	6.4	1.0	2.0	0.0	2.7	0.1	-2.8	1.0	2.0	0.0
				Viento -Y exc.+	-	0.4	8.0	-	2.0	-0.0	-	-0.1	-3.4	-	2.0	-0.0
				Viento -Y exc.-	2.3			0.0	-		2.3			0.0	-	
				Viento -Y exc.+	-			1.0	2.0		-			1.0	2.0	
				Viento -Y exc.-	2.7			-	8.0		2.7			-	8.0	
								0.0	2.0					0.0	2.0	
								1.0	2.0					1.0	2.0	
								1.0	8.0					1.0	8.0	
P15	Forjado 1	40x40	-0.70/3.45	Carga permanente Sobrecarga de uso	77.4			2.0	2.3					2.0	2.3	
				Viento +X exc.+	5.8	3.5	1.9	-	-	-0.0	5.8	-4.6	-7.6	-	-	-0.0
				Viento +X exc.-	-	0.2	0.2	2.0	0.0	-0.0	-	-0.3	-1.0	2.0	0.0	-0.0
				Viento -X exc.+	1.3	-6.2	-2.2	4.0	0.0	0.0	1.3	2.5	0.9	4.0	0.0	0.0
				Viento -X exc.-	-	-7.1	-0.9	2.0	0.0	0.0	-	2.8	0.4	2.0	0.0	0.0
				Viento -X exc.+	1.3	6.2	2.2	1.0	0.0	-0.0	1.3	-2.5	-0.9	1.0	0.0	-0.0
				Viento -X exc.-	1.3	7.1	0.9	2.0	0.0	-0.0	1.3	-2.8	-0.4	2.0	0.0	-0.0
				Viento +Y exc.+	-	-0.5	-6.2	4.0	0.0	-0.0	-	0.2	2.5	4.0	0.0	-0.0
				Viento +Y exc.-	1.1	0.5	-7.8	-	-	0.0	1.1	-0.2	3.1	-	-	0.0
				Viento +Y exc.-	-	0.5	6.2	0.0	2.0	0.0	-	-0.2	-2.5	0.0	2.0	0.0
				Viento -Y exc.+	1.2	-0.5	7.8	2.0	1.0	-0.0	1.2	0.2	-3.1	2.0	1.0	-0.0
				Viento -Y exc.-	1.1			0.0	-		1.1			0.0	-	
				Viento -Y exc.+	1.2			2.0	2.0		1.2			2.0	2.0	
				Viento -Y exc.-				0.0	6.0					0.0	6.0	
								2.0	2.0					2.0	2.0	
								0.0	1.0					0.0	1.0	
								2.0	6.0					2.0	6.0	

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Sopo rte	Planta	Dimen sión (cm)	Tramo (m)	Hipótesis	Base						Cabeza					
					N (kN)	Mx (kN· m)	My (kN· m)	Qx (k N)	Qy (k N)	T (kN· m)	N (kN)	Mx (kN· m)	My (kN· m)	Qx (k N)	Qy (k N)	T (kN· m)
P16	Forjad o 1	40x40	- 0.70/3 .35	Carga permanente Sobrecarga de uso	167 .2			- 0. 0 0 0 - 2. 5	4. 7 0 9 - 0. 0		151 .3			- 0. 0 0 0 - 2. 5	4. 7 0 9 - 0. 0	
				Viento +X exc.+	17. 2	-0.0	6.4	5 -	-0.0 -	-0.0	17. 2	0.0	-	5 -	-	-0.0
				Viento +X exc.-	- 0.0	0.0	1.3	2. 8	0. 0	-0.0 0.0	- 0.0	-0.0	-2.3 3.1	2. 8	0. 0	-0.0 0.0
				Viento -X exc.+	- 0.0	-7.9	-0.0	2. 5	0. 0	0.0 -0.0	0.0 0.0	3.1 -3.1	0.0 -0.0	2. 5	0. 0	0.0 -0.0
				Viento -X exc.-	0.0 0.0	6.9 7.9	0.0 0.0	5 8	0. 0	-0.0 -0.0	0.0 0.0	-3.1 -3.5	-0.0 -0.0	5 2.	0. 0	-0.0 -0.0
				Viento +Y exc.+	- 1.3	0.6	-7.4 7.4	8 0	- 2.	0.0 0.0	- 1.3	-0.3 -0.3	3.1 -3.1	8 0	- 2.	0.0 0.0
				Viento +Y exc.-	1.3 1.3	-0.6	7.4	2 -	6 -	-0.0 -	- 1.3	0.3 -3.1	3.1 -3.1	2 0	6 -	-0.0 -
				Viento -Y exc.+	1.3			2 0.	2. 6		1.3 1.3			2 0.	2. 6	
				Viento -Y exc.-				2 -	2. 6					2 -	2. 6	
								0. 2	2. 6					0. 2	2. 6	
P17	Forjad o 1	40x40	- 0.70/3 .45	Carga permanente Sobrecarga de uso	77. 9			- 2. 0 0 1 - 2. 0			61. 6			- 2. 0 0 1 - 2. 0		
				Viento +X exc.+	5.8 1.3	-3.6	1.9	1 -	3 -	-0.0 -	5.8 1.3	4.6	-7.7	1 -	3 -	-0.0
				Viento +X exc.-	1.3 1.3	-0.2	0.2	2. 0	- 0.	-0.0 0.0	1.3 1.3	0.3	-1.0	- 2.	- 0.	-0.0 0.0
				Viento -X exc.+	- 1.3	-6.2	2.2	2. 4	0. 7	0.0 0.0	- 1.3	2.5	-0.9	4 7	0. 0	0.0
				Viento -X exc.-	1.3 -	-7.1	0.9	2. -	0. -	0.0 -0.0	1.3 1.3	-2.8	-0.4	2. -	0. -	-0.0
				Viento -X exc.-	1.3 1.3	6.2	-2.2	2. 3	- 0.	-0.0 -0.0	1.3 1.3	-2.5	0.9	1 0.	0. 0	-0.0
				Viento +Y exc.+	1.2 -	-0.5	-7.8	2. 4	3 -	-0.0 0.0	1.2 -	0.2	3.1	2. 4	3 -	-0.0
				Viento +Y exc.-	1.1 1.2	0.5	7.8	0. 2	6 -	-0.0 -	1.1 1.2	-0.2	-3.1	0. 2	6 -	-0.0
				Viento -Y exc.+	1.1			0. 2	2. 1		1.1			0. 2	2. 1	
				Viento -Y exc.-				0. 2	2. 6					0. 2	2. 6	
								- 0. 2	2. 1					- 0. 2	2. 1	

15 ARRANQUES DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS POR HIPÓTESIS

■ Nota:

Los esfuerzos están referidos a ejes locales del pilar.

Soporte	Hipótesis	Esfuerzos en arranques					
		N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
P2	Carga permanente	90.5	9.6	-11.1	5.3	-4.9	-0.0
	Sobrecarga de uso	9.5	0.9	-1.4	0.5	-0.6	-0.0
	Viento +X exc.+	-1.1	-6.7	-2.3	-1.9	-0.8	0.0
	Viento +X exc.-	-0.9	-6.5	-1.0	-1.9	-0.3	0.0
	Viento -X exc.+	1.1	6.7	2.3	1.9	0.8	-0.0
	Viento -X exc.-	0.9	6.5	1.0	1.9	0.3	-0.0
	Viento +Y exc.+	-1.2	0.2	-6.7	0.0	-2.3	-0.0
	Viento +Y exc.-	-1.6	-0.2	-8.3	-0.0	-2.9	0.0
	Viento -Y exc.+	1.2	-0.2	6.7	-0.0	2.3	0.0
	Viento -Y exc.-	1.6	0.2	8.3	0.0	2.9	-0.0
P3	Carga permanente	174.3	-0.0	-14.6	-0.0	-6.8	-0.0
	Sobrecarga de uso	27.5	-0.0	-2.1	-0.0	-1.0	-0.0
	Viento +X exc.+	-0.0	-7.7	0.0	-2.5	0.0	0.0
	Viento +X exc.-	-0.0	-7.4	0.0	-2.4	0.0	0.0
	Viento -X exc.+	0.0	7.7	-0.0	2.5	-0.0	-0.0
	Viento -X exc.-	0.0	7.4	-0.0	2.4	-0.0	-0.0
	Viento +Y exc.+	-1.5	0.2	-7.8	0.1	-2.8	-0.0
	Viento +Y exc.-	-1.5	-0.2	-7.8	-0.1	-2.8	0.0
	Viento -Y exc.+	1.5	-0.2	7.8	-0.1	2.8	0.0
	Viento -Y exc.-	1.5	0.2	7.8	0.1	2.8	-0.0
P4	Carga permanente	90.5	-9.6	-11.1	-5.3	-4.9	-0.0
	Sobrecarga de uso	9.5	-0.9	-1.4	-0.5	-0.6	-0.0
	Viento +X exc.+	1.1	-6.7	2.3	-1.9	0.8	0.0
	Viento +X exc.-	0.9	-6.5	1.0	-1.9	0.3	0.0
	Viento -X exc.+	-1.1	6.7	-2.3	1.9	-0.8	-0.0
	Viento -X exc.-	-0.9	6.5	-1.0	1.9	-0.3	-0.0
	Viento +Y exc.+	-1.6	0.2	-8.3	0.0	-2.9	-0.0
	Viento +Y exc.-	-1.2	-0.2	-6.7	-0.0	-2.3	0.0
	Viento -Y exc.+	1.6	-0.2	8.3	-0.0	2.9	0.0
	Viento -Y exc.-	1.2	0.2	6.7	0.0	2.3	-0.0
P5	Carga permanente	122.1	-7.2	0.7	-4.0	1.6	-0.0
	Sobrecarga de uso	11.2	-1.0	-0.1	-0.5	0.1	-0.0
	Viento +X exc.+	0.0	-7.6	2.2	-2.2	0.8	0.0
	Viento +X exc.-	0.4	-6.8	1.0	-2.0	0.3	0.0
	Viento -X exc.+	-0.0	7.6	-2.2	2.2	-0.8	-0.0
	Viento -X exc.-	-0.4	6.8	-1.0	2.0	-0.3	-0.0
	Viento +Y exc.+	2.7	0.4	-8.0	0.1	-2.8	-0.0
	Viento +Y exc.-	2.3	-0.4	-6.4	-0.1	-2.2	0.0
	Viento -Y exc.+	-2.7	-0.4	8.0	-0.1	2.8	0.0
	Viento -Y exc.-	-2.3	0.4	6.4	0.1	2.2	-0.0

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Soporte	Hipótesis	Esfuerzos en arranques					
		N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
P6	Carga permanente	255.3	-0.0	5.0	-0.0	4.0	-0.0
	Sobrecarga de uso	30.7	0.0	0.6	0.0	0.5	-0.0
	Viento +X exc.+	0.0	-8.7	-0.0	-2.8	-0.0	0.0
	Viento +X exc.-	0.0	-7.8	-0.0	-2.5	-0.0	0.0
	Viento -X exc.+	-0.0	8.7	0.0	2.8	0.0	-0.0
	Viento -X exc.-	-0.0	7.8	0.0	2.5	0.0	-0.0
	Viento +Y exc.+	2.8	0.5	-7.6	0.2	-2.7	-0.0
	Viento +Y exc.-	2.8	-0.5	-7.6	-0.2	-2.7	0.0
	Viento -Y exc.+	-2.8	-0.5	7.6	-0.2	2.7	0.0
	Viento -Y exc.-	-2.8	0.5	7.6	0.2	2.7	-0.0
P7	Carga permanente	121.9	7.2	0.7	4.0	1.6	-0.0
	Sobrecarga de uso	11.2	1.0	-0.1	0.5	0.1	-0.0
	Viento +X exc.+	-0.0	-7.6	-2.2	-2.2	-0.8	0.0
	Viento +X exc.-	-0.4	-6.8	-1.0	-2.0	-0.3	0.0
	Viento -X exc.+	0.0	7.6	2.2	2.2	0.8	-0.0
	Viento -X exc.-	0.4	6.8	1.0	2.0	0.3	-0.0
	Viento +Y exc.+	2.3	0.4	-6.4	0.1	-2.2	-0.0
	Viento +Y exc.-	2.7	-0.4	-8.0	-0.1	-2.8	0.0
	Viento -Y exc.+	-2.3	-0.4	6.4	-0.1	2.2	0.0
	Viento -Y exc.-	-2.7	0.4	8.0	0.1	2.8	-0.0
P15	Carga permanente	77.4	3.5	1.9	2.0	2.3	-0.0
	Sobrecarga de uso	5.8	0.2	0.2	0.1	0.3	-0.0
	Viento +X exc.+	-1.3	-6.2	-2.2	-2.1	-0.7	0.0
	Viento +X exc.-	-1.3	-7.1	-0.9	-2.4	-0.3	0.0
	Viento -X exc.+	1.3	6.2	2.2	2.1	0.7	-0.0
	Viento -X exc.-	1.3	7.1	0.9	2.4	0.3	-0.0
	Viento +Y exc.+	-1.1	-0.5	-6.2	-0.2	-2.1	-0.0
	Viento +Y exc.-	-1.2	0.5	-7.8	0.2	-2.6	0.0
	Viento -Y exc.+	1.1	0.5	6.2	0.2	2.1	0.0
	Viento -Y exc.-	1.2	-0.5	7.8	-0.2	2.6	-0.0
P16	Carga permanente	167.2	-0.0	6.4	-0.0	4.7	-0.0
	Sobrecarga de uso	17.2	0.0	1.3	0.0	0.9	-0.0
	Viento +X exc.+	-0.0	-6.9	-0.0	-2.5	-0.0	0.0
	Viento +X exc.-	-0.0	-7.9	-0.0	-2.8	-0.0	0.0
	Viento -X exc.+	0.0	6.9	0.0	2.5	0.0	-0.0
	Viento -X exc.-	0.0	7.9	0.0	2.8	0.0	-0.0
	Viento +Y exc.+	-1.3	-0.6	-7.4	-0.2	-2.6	-0.0
	Viento +Y exc.-	-1.3	0.6	-7.4	0.2	-2.6	0.0
	Viento -Y exc.+	1.3	0.6	7.4	0.2	2.6	0.0
	Viento -Y exc.-	1.3	-0.6	7.4	-0.2	2.6	-0.0
P17	Carga permanente	77.9	-3.6	1.9	-2.0	2.3	-0.0
	Sobrecarga de uso	5.8	-0.2	0.2	-0.1	0.3	-0.0
	Viento +X exc.+	1.3	-6.2	2.2	-2.1	0.7	0.0
	Viento +X exc.-	1.3	-7.1	0.9	-2.4	0.3	0.0
	Viento -X exc.+	-1.3	6.2	-2.2	2.1	-0.7	-0.0
	Viento -X exc.-	-1.3	7.1	-0.9	2.4	-0.3	-0.0
	Viento +Y exc.+	-1.2	-0.5	-7.8	-0.2	-2.6	-0.0
	Viento +Y exc.-	-1.1	0.5	-6.2	0.2	-2.1	0.0
	Viento -Y exc.+	1.2	0.5	7.8	0.2	2.6	0.0
	Viento -Y exc.-	1.1	-0.5	6.2	-0.2	2.1	-0.0

16 PÉSIMOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS

16.1 Pilares

Resumen de las comprobaciones													
Pilar es	Planta	Tramo (m)	Dimensi ón	Posici ón	Esfuerzos pésimos						Pési ma	Apro v. (%)	Estad o
					Naturale za	N (kN)	Mxx (kN· m)	Myy (kN· m)	Qx (kN)	Qy (kN)			
P2	Forjado 1	0.00/4.70	40x40	Pie	G, Q, V	129.8	28.9	-13.6	-7.6	-11.6	N,M	22.2	Cumple
				Cabeza	G, Q, V	107.8	-19.3	17.9	-7.6	-11.6	N,M	18.6	Cumple
	Cimentación	-0.20/0.00	40x40	Pie	G, Q, V	129.8	28.9	-13.6	-7.6	-11.6	N,M	22.2	Cumple
P3	Forjado 1	0.00/4.70	40x40	Pie	G, Q, V	261.9	33.6	0.3	0.1	-14.4	N,M	17.0	Cumple
				Cabeza	G, Q, V	240.4	-24.7	-0.1	0.1	-14.4	Q	13.6	Cumple
	Cimentación	-0.20/0.00	40x40	Pie	G, Q, V	261.9	33.6	0.3	0.1	-14.4	N,M	17.0	Cumple
P4	Forjado 1	0.00/4.70	40x40	Pie	G, Q, V	129.8	28.9	13.6	7.6	-11.6	N,M	22.2	Cumple
				Cabeza	G, Q, V	107.8	-19.3	-17.9	7.6	-11.6	N,M	18.6	Cumple
	Cimentación	-0.20/0.00	40x40	Pie	G, Q, V	129.8	28.9	13.6	7.6	-11.6	N,M	22.2	Cumple
P5	Forjado 1	0.00/4.70	40x40	Pie	G, Q, V	176.6	-4.2	22.0	9.2	3.5	N,M	11.8	Cumple
				Cabeza	G, Q, V	154.6	10.3	-16.1	9.2	3.5	N,M	10.9	Cumple
	Cimentación	-0.20/0.00	40x40	Pie	G, Q, V	176.6	-4.2	22.0	9.2	3.5	N,M	11.8	Cumple
P6	Forjado 1	0.00/4.70	40x40	Cabeza	G, Q, V	366.7	20.0	-0.1	0.1	8.5	N,M	14.4	Cumple
				Cabeza	G, Q, V	351.2	21.3	-0.2	0.2	9.9	N,M	14.3	Cumple

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Resumen de las comprobaciones													
Pilar es	Planta	Tramo (m)	Dimensi ón	Posici ón	Esfuerzos pésimos						Pési ma	Apro v. (%)	Estad o
					Naturale za	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)			
	Cimentac ión	0.20/0.00	40x40	Pie	G, Q, V	372.6	-18.8	0.8	0.2	9.9	N,M	14.3	Cump le
P7	Forjado 1	0.00/4.70	40x40	Pie	G, Q, V	176.3	-4.2	-22.0	-9.2	3.5	N,M	11.8	Cump le
				Cabez a	G, Q, V	154.3	10.3	16.1	-9.2	3.5	N,M	10.8	Cump le
	Cimentac ión	0.20/0.00	40x40	Pie	G, Q, V	176.3	-4.2	-22.0	-9.2	3.5	N,M	11.8	Cump le
P15	Forjado 1	0.00/4.70	40x40	Cabez a	G, Q, V	90.4	16.0	6.2	-2.5	7.3	N,M	10.4	Cump le
	Cimentac ión	0.20/0.00	40x40	Pie	G, Q, V	112.5	-4.2	-15.6	-6.3	3.9	N,M	8.8	Cump le
P16	Forjado 1	0.00/4.70	40x40	Cabez a	G, Q, V	224.3	24.3	-0.4	0.3	11.2	N,M	12.7	Cump le
	Cimentac ión	0.20/0.00	40x40	Pie	G, Q, V	245.8	-21.2	0.9	0.3	11.2	N,M	12.0	Cump le
P17	Forjado 1	0.00/4.70	40x40	Cabez a	G, Q, V	91.0	16.0	-6.2	2.5	7.3	N,M	10.3	Cump le
	Cimentac ión	0.20/0.00	40x40	Pie	G, Q, V	113.1	-4.2	15.6	6.3	3.9	N,M	8.8	Cump le
Notas: N,M: Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas) Q: Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas)													

17 LISTADO DE MEDICIÓN DE PILARES

Resumen de medición - Forjado 1							
Pilares	Dimensiones (cm)	Encofrado (m ²)	Hormigón HA-30, Yc=1.5 (m ³)	Armaduras B 500 S, Ys=1.15			Cantidad (kg/m ³)
				Longitudinal Ø12 (kg)	Estribos Ø6 (kg)	Total +10 % (kg)	
P2, P4, P5, P7, P15 y P17	40x40	39.84	3.96	199.2	78.6	305.6	77.17
P3, P6 y P16	40x40	19.44	1.95	99.6	39.3	152.8	78.36
Total		59.28	5.91	298.8	117.9	458.4	77.56

18 SUMATORIO DE ESFUERZOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS POR HIPÓTESIS Y PLANTA

- Sólo se tienen en cuenta los esfuerzos de pilares, muros y pantallas, por lo que si la obra tiene vigas con vinculación exterior, vigas inclinadas, diagonales o estructuras 3D integradas, los esfuerzos de dichos elementos no se muestran en el siguiente listado.
- Este listado es de utilidad para conocer las cargas actuantes por encima de la cota de la base de los soportes sobre una planta, por lo que para casos tales como pilares apeados traccionados, los esfuerzos de dichos pilares tendrán la influencia no sólo de las cargas por encima sino también la de las cargas que recibe de plantas inferiores.

18.1 Resumido

Valores referidos al origen (X=0.00, Y=0.00)								
Planta	Cota (m)	Hipótesis	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
Cimentación	-0.70	Carga permanente	1177.1	7066.4	-398.0	-0.0	0.0	0.0
		Sobrecarga de uso	128.2	769.4	-10.9	-0.0	0.0	0.0
		Viento +X exc.+	0.0	94.5	-0.0	20.1	0.0	-10.6
		Viento +X exc.-	0.0	94.5	-0.0	20.1	-0.0	12.6
		Viento -X exc.+	-0.0	-94.5	0.0	-20.1	0.0	10.6
		Viento -X exc.-	-0.0	-94.5	0.0	-20.1	0.0	-12.6
		Viento +Y exc.+	-0.0	-0.0	108.3	-0.0	23.0	152.5
		Viento +Y exc.-	-0.0	-0.0	108.3	0.0	23.0	123.9
		Viento -Y exc.+	0.0	0.0	-108.3	0.0	-23.0	-152.5
		Viento -Y exc.-	0.0	0.0	-108.3	-0.0	-23.0	-123.9

19 LISTADO DE ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN

19.1 Descripción

Referencias	Geometría	Armado
P2, P3, P4, P5, P6, P7, P15, P16, P17	Zapata cuadrada Ancho: 110.0 cm Canto: 40.0 cm	X: 4Ø12c/27 Y: 4Ø12c/27

19.2 Medición

Referencias: P2, P3, P4, P5, P6, P7, P15, P16 y P17		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø6	Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)		4x1.24	4.96
	Peso (kg)		4x1.10	4.40
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)		4x1.24	4.96
	Peso (kg)		4x1.10	4.40
Arranque - Armado longitudinal	Longitud (m)		8x0.92	7.36
	Peso (kg)		8x0.82	6.53
Arranque - Estribos	Longitud (m)	3x1.46		4.38
	Peso (kg)	3x0.32		0.97
Totales	Longitud (m)	4.38	17.28	
	Peso (kg)	0.97	15.33	16.30
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	4.82	19.01	
	Peso (kg)	1.07	16.86	17.93

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

Elemento	B 500 S, Ys=1.15 (kg)			Hormigón (m³)		Encofrado (m²)
	Ø6	Ø12	Total	HA-30, Yc=1.5	Limpieza	
Referencias: P2, P3, P4, P5, P6, P7, P15, P16 y P17	9x1.0 7	9x16.8 6	161.3 7	9x0.48	9x0.12	9x1.28
Totales	9.63	151.74	161.3 7	4.36	1.09	11.52

19.3 Comprobación

Referencia: P2 Dimensiones: 110 x 110 x 40 Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		

Referencia: P2 Dimensiones: 110 x 110 x 40 Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.3 MPa Calculado: 0.109087 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.374938 MPa Calculado: 0.217978 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.374938 MPa Calculado: 0.27517 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 142.4 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 94.9 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 22.24 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 24.20 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 3.73 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 4.12 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 6000 kN/m ² Calculado: 343.3 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 (norma EHE-08)</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- P2:	Mínimo: 20 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 (norma EHE-08)</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0011	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i>		
	Calculado: 0.0011	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0006	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0007	Cumple
Diámetro mínimo de las barras:		
- Parrilla inferior: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple

Referencia: P2 Dimensiones: 110 x 110 x 40 Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 12 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: P3 Dimensiones: 110 x 110 x 40 Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.3 MPa Calculado: 0.177757 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.374938 MPa Calculado: 0.265557 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.374938 MPa Calculado: 0.30568 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		

Referencia: P3 Dimensiones: 110 x 110 x 40 Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección X:	Reserva seguridad: 635.8 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 219.4 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 28.02 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 37.50 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 4.22 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 6.08 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 6000 kN/m ² Calculado: 689.4 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- P3:	Mínimo: 20 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0011	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i>	Calculado: 0.0011	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0008	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras:		
- Parrilla inferior: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Referencia: P3		
Dimensiones: 110 x 110 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 12 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: P4		
Dimensiones: 110 x 110 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.3 MPa Calculado: 0.109185 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.374938 MPa Calculado: 0.217978 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.374938 MPa Calculado: 0.27517 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 142.6 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 94.8 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 22.23 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 24.21 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 3.73 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 4.12 kN	Cumple

Referencia: P4 Dimensiones: 110 x 110 x 40 Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 6000 kN/m ² Calculado: 343.3 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - P4:	Mínimo: 20 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 (norma EHE-08)</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0011 Calculado: 0.0011	Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0011 Mínimo: 0.0006 Mínimo: 0.0007	Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: - Parrilla inferior: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 27 cm Calculado: 27 cm	Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 27 cm Calculado: 27 cm	Cumple Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i> - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq: - Armado inf. dirección Y hacia arriba: - Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	

Referencia: P4		
Dimensiones: 110 x 110 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 12 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: P5		
Dimensiones: 110 x 110 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.3 MPa Calculado: 0.122134 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.374938 MPa Calculado: 0.170792 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.374938 MPa Calculado: 0.220234 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 231.6 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 345.8 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 24.91 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 20.80 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 4.02 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 3.24 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 6000 kN/m ² Calculado: 459 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- P5:	Mínimo: 20 cm Calculado: 33 cm	Cumple

Referencia: P5		
Dimensiones: 110 x 110 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0011	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i>	Calculado: 0.0011	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0007	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0006	Cumple
Diámetro mínimo de las barras:		
- Parrilla inferior: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 12 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: P6 Dimensiones: 110 x 110 x 40 Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> - Tensión media en situaciones persistentes: - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento: - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.3 MPa Calculado: 0.248487 MPa Máximo: 0.374938 MPa Calculado: 0.279291 MPa Máximo: 0.374938 MPa Calculado: 0.323338 MPa	Cumple Cumple Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i> - En dirección X: - En dirección Y:	Reserva seguridad: 838.8 % Reserva seguridad: 603.8 %	Cumple Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: 38.74 kN·m Momento: 41.43 kN·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Cortante: 5.79 kN Cortante: 6.28 kN	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 6000 kN/m ² Calculado: 978.7 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - P6:	Mínimo: 20 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 (norma EHE-08)</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0011 Calculado: 0.0011	Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0011 Mínimo: 0.001 Mínimo: 0.0011	Cumple Cumple

Referencia: P6		
Dimensiones: 110 x 110 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo de las barras: - Parrilla inferior: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 27 cm Calculado: 27 cm	Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 27 cm Calculado: 27 cm	Cumple Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i> - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq: - Armado inf. dirección Y hacia arriba: - Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm Mínimo: 15 cm Mínimo: 15 cm Mínimo: 15 cm Mínimo: 16 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud mínima de las patillas: - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq: - Armado inf. dirección Y hacia arriba: - Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 12 cm Calculado: 12 cm Calculado: 12 cm Calculado: 12 cm Calculado: 12 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: P7		
Dimensiones: 110 x 110 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> - Tensión media en situaciones persistentes: - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.3 MPa Calculado: 0.122036 MPa Máximo: 0.374938 MPa Calculado: 0.170498 MPa	Cumple Cumple

Referencia: P7		
Dimensiones: 110 x 110 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.374938 MPa Calculado: 0.21994 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 231.1 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 345.6 %	Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X: Momento: 24.89 kN·m Cumple - En dirección Y: Momento: 20.77 kN·m Cumple		
Cortante en la zapata: - En dirección X: Cortante: 4.02 kN Cumple - En dirección Y: Cortante: 3.24 kN Cumple		
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
	Máximo: 6000 kN/m ² Calculado: 458.3 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 (norma EHE-08)</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - P7:		
	Mínimo: 20 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 (norma EHE-08)</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0011	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i>		
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0011 Mínimo: 0.0007	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0006	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: - Parrilla inferior: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>		
	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>		
- Armado inferior dirección X:	Máximo: 30 cm Calculado: 27 cm	Cumple

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Referencia: P7		
Dimensiones: 110 x 110 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 12 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: P15		
Dimensiones: 110 x 110 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.3 MPa Calculado: 0.0796572 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.374938 MPa Calculado: 0.113502 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.374938 MPa Calculado: 0.157549 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 192.2 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 196.8 %	Cumple

Referencia: P15 Dimensiones: 110 x 110 x 40 Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 16.40 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 16.05 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 2.65 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 2.65 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 6000 kN/m ² Calculado: 285.8 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- P15:	Mínimo: 20 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0011	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 0.0005	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0011	Cumple
Diámetro mínimo de las barras:		
- Parrilla inferior: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Referencia: P15		
Dimensiones: 110 x 110 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 12 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: P16		
Dimensiones: 110 x 110 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.3 MPa Calculado: 0.163238 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.374938 MPa Calculado: 0.207187 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.374938 MPa Calculado: 0.249566 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 583.9 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 355.3 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 26.42 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 31.08 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 4.02 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 4.91 kN	Cumple

Referencia: P16		
Dimensiones: 110 x 110 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 6000 kN/m ²	
<i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Calculado: 630 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo:	Mínimo: 25 cm	
<i>Artículo 58.8.1 (norma EHE-08)</i>	Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- P16:	Mínimo: 20 cm	
	Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima:		
<i>Artículo 42.3.5 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0011	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión:		
<i>Artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i>	Calculado: 0.0011	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0007	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0009	Cumple
Diámetro mínimo de las barras:		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 12 mm	
<i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras:		
<i>Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Separación mínima entre barras:		
<i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Longitud de anclaje:		
<i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	

Referencia: P16		
Dimensiones: 110 x 110 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 12 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: P17		
Dimensiones: 110 x 110 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.3 MPa Calculado: 0.0800496 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.374938 MPa Calculado: 0.113992 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.374938 MPa Calculado: 0.158039 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 193.5 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 198.3 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 16.46 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 16.11 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 2.65 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 2.65 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 6000 kN/m ² Calculado: 287.4 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- P17:	Mínimo: 20 cm Calculado: 33 cm	Cumple

Referencia: P17		
Dimensiones: 110 x 110 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0011	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 0.0005	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0011	Cumple
Diámetro mínimo de las barras:		
- Parrilla inferior: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 12 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

20 LISTADO DE VIGAS DE ATADO

20.1 Descripción

Referencias	Tipo	Geometría	Armado
[P15 - P16], [P16 - P17], [P3 - P4], [P2 - P3], [P7 - P6], [P6 - P5]	C.1	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2 Ø12 Inferior: 2 Ø12 Estribos: 1xØ8c/30
[P17 - P4], [P16 - P3], [P15 - P2]	C.1	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2 Ø12 Inferior: 2 Ø12 Estribos: 1xØ8c/30
[P3 - P6], [P2 - P7], [P4 - P5]	C.1	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2 Ø12 Inferior: 2 Ø12 Estribos: 1xØ8c/30

20.2 Medición

Referencias: [P15 - P16], [P16 - P17], [P3 - P4], [P2 - P3], [P7 - P6] y [P6 - P5]		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x6.30	12.60
	Peso (kg)		2x5.59	11.19
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x6.30	12.60
	Peso (kg)		2x5.59	11.19
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	18x1.41		25.38
	Peso (kg)	18x0.56		10.02
Totales	Longitud (m)	25.38	25.20	
	Peso (kg)	10.02	22.38	32.40
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	27.92	27.72	
	Peso (kg)	11.02	24.62	35.64

Referencias: [P17 - P4], [P16 - P3] y [P15 - P2]		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x5.90	11.80
	Peso (kg)		2x5.24	10.48
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x5.90	11.80
	Peso (kg)		2x5.24	10.48
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	16x1.41		22.56
	Peso (kg)	16x0.56		8.90
Totales	Longitud (m)	22.56	23.60	
	Peso (kg)	8.90	20.96	29.86
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	24.82	25.96	
	Peso (kg)	9.79	23.06	32.85

Referencias: [P3 - P6], [P2 - P7] y [P4 - P5]		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x3.08	6.16
	Peso (kg)		2x2.73	5.47
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x3.08	6.16
	Peso (kg)		2x2.73	5.47
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	7x1.41		9.87
	Peso (kg)	7x0.56		3.89
Totales	Longitud (m)	9.87	12.32	
	Peso (kg)	3.89	10.94	14.83
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	10.86	13.55	
	Peso (kg)	4.28	12.03	16.31

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

Elemento	B 500 S, Ys=1.15 (kg)			Hormigón (m³)		Encofrado (m²)
	Ø8	Ø12	Total	HA-30, Yc=1.5	Limpieza	
Referencias: [P15 - P16], [P16 - P17], [P3 - P4], [P2 - P3], [P7 - P6] y [P6 - P5]	6x11.02	6x24.62	213.84	6x0.78	6x0.20	6x3.92
Referencias: [P17 - P4], [P16 - P3] y [P15 - P2]	3x9.79	3x23.06	98.55	3x0.72	3x0.18	3x3.60
Referencias: [P3 - P6], [P2 - P7] y [P4 - P5]	3x4.28	3x12.03	48.93	3x0.27	3x0.07	3x1.34
Totales	108.33	252.99	361.32	7.67	1.92	38.35

20.3 Comprobación

Referencia: C.1 [P15 - P16] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Recomendación para el ancho mínimo de la viga de atado: <i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.15 (pag.126).</i>	Mínimo: 24.5 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Recomendación para el canto mínimo de la viga de atado: <i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.15 (pag.126).</i>	Mínimo: 24.5 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 2 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple

Referencia: C.1 [P15 - P16] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 (norma EHE-08)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 2 cm Calculado: 28 cm Calculado: 28 cm	 Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 (norma EHE-08)</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	 Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 (norma EHE-08)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 28 cm Calculado: 28 cm	 Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [P16 - P17] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Recomendación para el ancho mínimo de la viga de atado: <i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.15 (pag.126).</i>	Mínimo: 24.5 cm Calculado: 40 cm	 Cumple
Recomendación para el canto mínimo de la viga de atado: <i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.15 (pag.126).</i>	Mínimo: 24.5 cm Calculado: 40 cm	 Cumple
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	 Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 2 cm Calculado: 29.2 cm	 Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 (norma EHE-08)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 2 cm Calculado: 28 cm Calculado: 28 cm	 Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 (norma EHE-08)</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	 Cumple

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Referencia: C.1 [P16 - P17] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 (norma EHE-08)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 28 cm Calculado: 28 cm	 Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: C.1 [P17 - P4] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Recomendación para el ancho mínimo de la viga de atado: <i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.15 (pag.126).</i>	Mínimo: 22.5 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Recomendación para el canto mínimo de la viga de atado: <i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.15 (pag.126).</i>	Mínimo: 22.5 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 2 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 (norma EHE-08)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 2 cm Calculado: 28 cm Calculado: 28 cm	 Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 (norma EHE-08)</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 (norma EHE-08)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 28 cm Calculado: 28 cm	 Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Referencia: C.1 [P3 - P6] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Recomendación para el ancho mínimo de la viga de atado: <i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.15 (pag.126).</i>	Mínimo: 8.4 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Recomendación para el canto mínimo de la viga de atado: <i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.15 (pag.126).</i>	Mínimo: 8.4 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 2 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 (norma EHE-08)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 2 cm Calculado: 28 cm Calculado: 28 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 (norma EHE-08)</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 (norma EHE-08)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 28 cm Calculado: 28 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: C.1 [P16 - P3] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Recomendación para el ancho mínimo de la viga de atado: <i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.15 (pag.126).</i>	Mínimo: 22.5 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Recomendación para el canto mínimo de la viga de atado: <i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.15 (pag.126).</i>	Mínimo: 22.5 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 2 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple

Referencia: C.1 [P16 - P3] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 (norma EHE-08)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 2 cm Calculado: 28 cm Calculado: 28 cm	 Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 (norma EHE-08)</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	 Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 (norma EHE-08)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 28 cm Calculado: 28 cm	 Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [P3 - P4] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Recomendación para el ancho mínimo de la viga de atado: <i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.15 (pag.126).</i>	Mínimo: 24.5 cm Calculado: 40 cm	 Cumple
Recomendación para el canto mínimo de la viga de atado: <i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.15 (pag.126).</i>	Mínimo: 24.5 cm Calculado: 40 cm	 Cumple
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	 Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 2 cm Calculado: 29.2 cm	 Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 (norma EHE-08)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 2 cm Calculado: 28 cm Calculado: 28 cm	 Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 (norma EHE-08)</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	 Cumple

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Referencia: C.1 [P3 - P4] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 (norma EHE-08)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 28 cm Calculado: 28 cm	 Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: C.1 [P15 - P2] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Recomendación para el ancho mínimo de la viga de atado: <i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.15 (pag.126).</i>	Mínimo: 22.5 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Recomendación para el canto mínimo de la viga de atado: <i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.15 (pag.126).</i>	Mínimo: 22.5 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 2 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 (norma EHE-08)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 2 cm Calculado: 28 cm Calculado: 28 cm	 Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 (norma EHE-08)</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 (norma EHE-08)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 28 cm Calculado: 28 cm	 Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Referencia: C.1 [P2 - P3] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Recomendación para el ancho mínimo de la viga de atado: <i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.15 (pag.126).</i>	Mínimo: 24.5 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Recomendación para el canto mínimo de la viga de atado: <i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.15 (pag.126).</i>	Mínimo: 24.5 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 2 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 (norma EHE-08)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 2 cm Calculado: 28 cm Calculado: 28 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 (norma EHE-08)</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 (norma EHE-08)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 28 cm Calculado: 28 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [P7 - P6] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Recomendación para el ancho mínimo de la viga de atado: <i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.15 (pag.126).</i>	Mínimo: 24.5 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Recomendación para el canto mínimo de la viga de atado: <i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.15 (pag.126).</i>	Mínimo: 24.5 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 2 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple

Referencia: C.1 [P7 - P6] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 (norma EHE-08)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 2 cm Calculado: 28 cm Calculado: 28 cm	 Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 (norma EHE-08)</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	 Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 (norma EHE-08)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 28 cm Calculado: 28 cm	 Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [P2 - P7] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Recomendación para el ancho mínimo de la viga de atado: <i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.15 (pag.126).</i>	Mínimo: 8.4 cm Calculado: 40 cm	 Cumple
Recomendación para el canto mínimo de la viga de atado: <i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.15 (pag.126).</i>	Mínimo: 8.4 cm Calculado: 40 cm	 Cumple
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	 Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 2 cm Calculado: 29.2 cm	 Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 (norma EHE-08)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 2 cm Calculado: 28 cm Calculado: 28 cm	 Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 (norma EHE-08)</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	 Cumple

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Referencia: C.1 [P2 - P7] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 (norma EHE-08)</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 28 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: C.1 [P6 - P5] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Recomendación para el ancho mínimo de la viga de atado: <i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.15 (pag.126).</i>	Mínimo: 24.5 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Recomendación para el canto mínimo de la viga de atado: <i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.15 (pag.126).</i>	Mínimo: 24.5 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 2 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 2 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 28 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 (norma EHE-08)</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 (norma EHE-08)</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 28 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [P4 - P5] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Recomendación para el ancho mínimo de la viga de atado: <i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.15 (pag.126).</i>	Mínimo: 8.4 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Recomendación para el canto mínimo de la viga de atado: <i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.15 (pag.126).</i>	Mínimo: 8.4 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 2 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 (norma EHE-08)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 2 cm Calculado: 28 cm Calculado: 28 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 (norma EHE-08)</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 (norma EHE-08)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 28 cm Calculado: 28 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Forjado 1 - Superficie total: 142.60 m2

Elemento	Superficie (m2)	Volumen (m3)	Barras (Kg)
Forjados	112.00	6.74	147
Vigas	29.16	13.89	880
Encofrado lateral	37.95		
Pilares (Sup. Encofrado)	59.28	5.91	458
Total	238.39	26.54	1485
Índices (por m2)	1.672	0.186	10.41

Total obra - Superficie total: 142.60 m2

Elemento	Superficie (m2)	Volumen (m3)	Barras (Kg)
Forjados	112.00	6.74	147

Elemento	Superficie (m2)	Volumen (m3)	Barras (Kg)
Vigas	29.16	13.89	880
Encofrado lateral	37.95		
Pilares (Sup. Encofrado)	59.28	5.91	458
Total	238.39	26.54	1485
Índices (por m2)	1.672	0.186	10.41

**ANEXO II. LISTADOS DE CÁLCULO:
EDIFICIO PARA DOSIFICACIÓN DE SULFATO DE ALÚMINA**

ÍNDICE

1 DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA	186
2 NORMAS CONSIDERADAS	187
3 ACCIONES CONSIDERADAS	188
3.1 Gravitatorias	188
3.2 Viento	188
3.3 Sismo	189
3.4 Hipótesis de carga	189
3.5 Empujes en muros	189
3.6 Listado de cargas	190
4 ESTADOS LÍMITE	191
5 SITUACIONES DE PROYECTO	192
5.1 Coeficientes parciales de seguridad (γ) y coeficientes de combinación (ψ)	192
5.2 Combinaciones	193
6 DATOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS Y PLANTAS	199
7 DATOS GEOMÉTRICOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS	200
7.1 Pilares	200
7.2 Muros	200
8 DIMENSIONES, COEFICIENTES DE EMPOTRAMIENTO Y COEFICIENTES DE PANDEO PARA CADA PLANTA	202
9 LISTADO DE PAÑOS	203
9.1 Autorización de uso	203
10 LOSAS Y ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN	206
10.1 Zapatas	206

10.2 Losas de cimentación	206
11 MATERIALES UTILIZADOS	207
11.1 Hormigones	207
11.2 Aceros por elemento y posición	207
11.2.1 Aceros en barras	207
11.2.2 Aceros en perfiles	207
12 ARMADO DE PILARES Y PANTALLAS	208
12.1 Pilares	208
13 ESFUERZOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS POR HIPÓTESIS	209
14 ARRANQUES DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS POR HIPÓTESIS	212
15 PÉSIMOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS	214
15.1 Pilares	214
15.2 Muros	215
16 LISTADO DE ARMADO DE MUROS DE SÓTANO	217
17 LISTADO DE MEDICIÓN DE PILARES	218
18 SUMATORIO DE ESFUERZOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS POR HIPÓTESIS Y PLANTA	219
18.1 Resumido	219
19 DESCRIPCIÓN	220
20 MEDICIÓN	221
21 COMPROBACIÓN	223

1 DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA

Proyecto: Edificio para Sulfato de Alumina

Clave: Ed Sulfato

2 NORMAS CONSIDERADAS

Hormigón: EHE-08

Aceros conformados: EAE 2011

Aceros laminados y armados: EAE 2011

Forjados de viguetas: EHE-08

Categoría de uso: A. Zonas residenciales

3 ACCIONES CONSIDERADAS

3.1 Gravitatorias

Planta	S.C.U (kN/m ²)	Cargas muertas (kN/m ²)
Cubierta	1.5	2.0
Forjado 1	0.0	0.0
Planta baja	3.9	2.0

3.2 Viento

CTE DB SE-AE

Código Técnico de la Edificación.

Documento Básico Seguridad Estructural - Acciones en la Edificación

Zona eólica: A

Grado de aspereza: III. Zona rural accidentada o llana con obstáculos

La acción del viento se calcula a partir de la presión estática q_e que actúa en la dirección perpendicular a la superficie expuesta. El programa obtiene de forma automática dicha presión, conforme a los criterios del Código Técnico de la Edificación DB-SE AE, en función de la geometría del edificio, la zona eólica y grado de aspereza seleccionados, y la altura sobre el terreno del punto considerado:

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

Donde:

q_b Es la presión dinámica del viento conforme al mapa eólico del Anejo D.

C_e Es el coeficiente de exposición, determinado conforme a las especificaciones del Anejo D.2, en función del grado de aspereza del entorno y la altura sobre el terreno del punto considerado.

C_p Es el coeficiente eólico o de presión, calculado según la tabla 3.5 del apartado 3.3.4, en función de la esbeltez del edificio en el plano paralelo al viento.

q_b (kN/m ²)	Viento X			Viento Y		
	esbeltez	C_p (presión)	C_p (succión)	esbeltez	C_p (presión)	C_p (succión)
0.42	1.28	0.80	-0.60	0.57	0.73	-0.40

Anchos de banda		
Plantas	Ancho de banda Y (m)	Ancho de banda X (m)
En todas las plantas	11.70	5.20

No se realiza análisis de los efectos de 2º orden

Coefficientes de Cargas

+X: 1.00 -X:1.00

+Y: 1.00 -Y:1.00

Cargas de viento		
Planta	Viento X (kN)	Viento Y (kN)
Cubierta	46.237	16.539
Forjado 1	40.417	14.457

Conforme al artículo 3.3.2., apartado 2 del Documento Básico AE, se ha considerado que las fuerzas de viento por planta, en cada dirección del análisis, actúan con una excentricidad de $\pm 5\%$ de la dimensión máxima del edificio.

3.3 Sismo

Sin acción de sismo

3.4 Hipótesis de carga

Automáticas	Carga permanente Sobrecarga de uso Viento +X exc.+ Viento +X exc.- Viento -X exc.+ Viento -X exc.- Viento +Y exc.+ Viento +Y exc.- Viento -Y exc.+ Viento -Y exc.-
-------------	---

3.5 Empujes en muros

3.6 Listado de cargas

Cargas especiales introducidas (en KN, KN/m y KN/m2)

Grupo	Hipótesis	Tipo	Valor	Coordenadas
0	Carga permanente	Superficial	16.91	(11.55, 5.05) (2.75, 5.05) (2.75, -0.25) (11.55, -0.25)
2	Carga permanente	Lineal	1.48	(3.00, 0.00) (3.00, 4.80)
	Carga permanente	Lineal	1.48	(11.30, 0.00) (11.30, 4.80)
	Carga permanente	Lineal	0.42	(3.00, 4.80) (7.15, 4.80)
	Carga permanente	Lineal	0.42	(3.00, 0.00) (7.15, 0.00)
	Carga permanente	Lineal	0.42	(7.15, 0.00) (11.30, 0.00)
	Carga permanente	Lineal	0.42	(7.15, 4.80) (11.30, 4.80)
	Carga permanente	Lineal	2.96	(7.15, 0.00) (7.15, 4.80)
	Sobrecarga de uso	Lineal	1.96	(-0.65, 5.45) (11.95, 5.45)
	Sobrecarga de uso	Lineal	1.96	(11.90, 5.40) (11.90, -0.60)
	Sobrecarga de uso	Lineal	1.96	(11.85, -0.60) (-0.65, -0.60)
	Sobrecarga de uso	Lineal	1.96	(-0.65, -0.65) (-0.65, 5.45)
	Sobrecarga de uso	Lineal	2.25	(3.00, 4.80) (7.15, 4.80)
	Sobrecarga de uso	Lineal	2.25	(7.15, 4.80) (11.30, 4.80)
	Sobrecarga de uso	Lineal	2.25	(7.15, 0.00) (11.30, 0.00)
	Sobrecarga de uso	Lineal	2.25	(3.00, 0.00) (7.15, 0.00)
	Sobrecarga de uso	Lineal	2.03	(3.00, 0.00) (3.00, 4.80)
	Sobrecarga de uso	Lineal	2.03	(11.30, 0.00) (11.30, 4.80)
	Sobrecarga de uso	Lineal	4.06	(7.15, 0.00) (7.15, 4.80)

4 ESTADOS LÍMITE

E.L.U. de rotura. Hormigón	CTE
E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Tensiones sobre el terreno	Acciones características
Desplazamientos	

5 SITUACIONES DE PROYECTO

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

G_k Acción permanente

Q_k Acción variable

γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

$\Psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$\Psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

5.1 Coeficientes parciales de seguridad (γ) y coeficientes de combinación (ψ)

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón: EHE-08

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.700
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: EHE-08 / CTE DB-SE C

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	1.000	0.700

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Viento (Q)	0.000	1.600	1.000	0.600

Tensiones sobre el terreno

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

5.2 Combinaciones

■ Nombres de las hipótesis

G Carga permanente
 Qa Sobrecarga de uso
 V(+X exc.+) Viento +X exc.+
 V(+X exc.-) Viento +X exc.-
 V(-X exc.+) Viento -X exc.+
 V(-X exc.-) Viento -X exc.-
 V(+Y exc.+) Viento +Y exc.+
 V(+Y exc.-) Viento +Y exc.-
 V(-Y exc.+) Viento -Y exc.+
 V(-Y exc.-) Viento -Y exc.-

■ E.L.U. de rotura. Hormigón

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Comb	G	Qa	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)
1	1.00 0									
2	1.35 0									
3	1.00 0	1.50 0								
4	1.35 0	1.50 0								
5	1.00 0		1.500							
6	1.35 0		1.500							
7	1.00 0	1.05 0	1.500							
8	1.35 0	1.05 0	1.500							
9	1.00 0	1.50 0	0.900							
10	1.35 0	1.50 0	0.900							
11	1.00 0			1.500						
12	1.35 0			1.500						
13	1.00 0	1.05 0		1.500						
14	1.35 0	1.05 0		1.500						
15	1.00 0	1.50 0		0.900						
16	1.35 0	1.50 0		0.900						
17	1.00 0				1.500					
18	1.35 0				1.500					
19	1.00 0	1.05 0			1.500					
20	1.35 0	1.05 0			1.500					
21	1.00 0	1.50 0			0.900					
22	1.35 0	1.50 0			0.900					
23	1.00 0					1.500				
24	1.35 0					1.500				
25	1.00 0	1.05 0				1.500				
26	1.35 0	1.05 0				1.500				
27	1.00 0	1.50 0				0.900				
28	1.35 0	1.50 0				0.900				

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Comb	G	Qa	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)
29	1.00 0						1.500			
30	1.35 0						1.500			
31	1.00 0	1.05 0					1.500			
32	1.35 0	1.05 0					1.500			
33	1.00 0	1.50 0					0.900			
34	1.35 0	1.50 0					0.900			
35	1.00 0							1.500		
36	1.35 0							1.500		
37	1.00 0	1.05 0						1.500		
38	1.35 0	1.05 0						1.500		
39	1.00 0	1.50 0						0.900		
40	1.35 0	1.50 0						0.900		
41	1.00 0								1.500	
42	1.35 0								1.500	
43	1.00 0	1.05 0							1.500	
44	1.35 0	1.05 0							1.500	
45	1.00 0	1.50 0							0.900	
46	1.35 0	1.50 0							0.900	
47	1.00 0									1.500
48	1.35 0									1.500
49	1.00 0	1.05 0								1.500
50	1.35 0	1.05 0								1.500
51	1.00 0	1.50 0								0.900
52	1.35 0	1.50 0								0.900

■ E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones

Comb	G	Qa	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)
1	1.00 0									

Comb.	G	Qa	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)
2	1.60 0									
3	1.00 0	1.60 0								
4	1.60 0	1.60 0								
5	1.00 0		1.600							
6	1.60 0		1.600							
7	1.00 0	1.12 0	1.600							
8	1.60 0	1.12 0	1.600							
9	1.00 0	1.60 0	0.960							
10	1.60 0	1.60 0	0.960							
11	1.00 0			1.600						
12	1.60 0			1.600						
13	1.00 0	1.12 0		1.600						
14	1.60 0	1.12 0		1.600						
15	1.00 0	1.60 0		0.960						
16	1.60 0	1.60 0		0.960						
17	1.00 0				1.600					
18	1.60 0				1.600					
19	1.00 0	1.12 0			1.600					
20	1.60 0	1.12 0			1.600					
21	1.00 0	1.60 0			0.960					
22	1.60 0	1.60 0			0.960					
23	1.00 0					1.600				
24	1.60 0					1.600				
25	1.00 0	1.12 0				1.600				
26	1.60 0	1.12 0				1.600				
27	1.00 0	1.60 0				0.960				
28	1.60 0	1.60 0				0.960				
29	1.00 0						1.600			

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Comb	G	Qa	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)
30	1.60 0						1.600			
31	1.00 0	1.12 0					1.600			
32	1.60 0	1.12 0					1.600			
33	1.00 0	1.60 0					0.960			
34	1.60 0	1.60 0					0.960			
35	1.00 0							1.600		
36	1.60 0							1.600		
37	1.00 0	1.12 0						1.600		
38	1.60 0	1.12 0						1.600		
39	1.00 0	1.60 0						0.960		
40	1.60 0	1.60 0						0.960		
41	1.00 0								1.600	
42	1.60 0								1.600	
43	1.00 0	1.12 0							1.600	
44	1.60 0	1.12 0							1.600	
45	1.00 0	1.60 0							0.960	
46	1.60 0	1.60 0							0.960	
47	1.00 0									1.600
48	1.60 0									1.600
49	1.00 0	1.12 0								1.600
50	1.60 0	1.12 0								1.600
51	1.00 0	1.60 0								0.960
52	1.60 0	1.60 0								0.960

■ Tensiones sobre el terreno

■ Desplazamientos

Comb	G	Qa	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)
1	1.00 0									

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Comb	G	Qa	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)
2	1.00 0	1.00 0								
3	1.00 0		1.000							
4	1.00 0	1.00 0	1.000							
5	1.00 0			1.000						
6	1.00 0	1.00 0		1.000						
7	1.00 0				1.000					
8	1.00 0	1.00 0			1.000					
9	1.00 0					1.000				
10	1.00 0	1.00 0				1.000				
11	1.00 0						1.000			
12	1.00 0	1.00 0					1.000			
13	1.00 0							1.000		
14	1.00 0	1.00 0						1.000		
15	1.00 0								1.000	
16	1.00 0	1.00 0							1.000	
17	1.00 0									1.000
18	1.00 0	1.00 0								1.000

6 DATOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS Y PLANTAS

Grupo	Nombre del grupo	Planta	Nombre planta	Altura	Cota
2	Cubierta	2	Cubierta	6.40	6.65
1	Forjado 1	1	Forjado 1	1.85	0.25
0	Planta baja				-1.60

7 DATOS GEOMÉTRICOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS

7.1 Pilares

GI: grupo inicial

GF: grupo final

Ang: ángulo del pilar en grados sexagesimales

Datos de los pilares					
Referencia	Coord(P.Fijo)	GI- GF	Vinculación exterior	Ang.	Punto fijo
P1	(3.00, 4.80)	1-2	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P2	(0.00, 4.80)	0-2	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P3	(7.15, 4.80)	1-2	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P4	(3.00, 0.00)	1-2	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P5	(0.00, 0.00)	0-2	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P6	(7.15, 0.00)	1-2	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P7	(11.30, 4.80)	1-2	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P8	(11.30, 0.00)	1-2	Sin vinculación exterior	0.0	Centro

7.2 Muros

- Las coordenadas de los vértices inicial y final son absolutas.
- Las dimensiones están expresadas en metros.

Datos geométricos del muro					
Referencia	Tipo muro	GI- GF	Vértices Inicial Final	Plant a	Dimensiones Izquierda+Derecha=Total
M1	Muro de hormigón armado	0-1	(3.00, 0.00) (11.30, 0.00)	1	0.15+0.15=0.3
M2	Muro de hormigón armado	0-1	(11.30, 0.00) (11.30, 4.80)	1	0.15+0.15=0.3
M3	Muro de hormigón armado	0-1	(3.00, 4.80) (11.30, 4.80)	1	0.15+0.15=0.3
M4	Muro de hormigón armado	0-1	(3.00, 0.00) (3.00, 4.80)	1	0.15+0.15=0.3

Empujes y zapata del muro		
Referencia	Empujes	Zapata del muro
M1	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Sin empujes	Zapata corrida: 0.550 x 0.300 Vuelos: izq.:0.25 der.:0.00 canto:0.30 Módulo de balasto: 78480.00 kN/m³

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Referencia	Empujes	Zapata del muro
M2	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Sin empujes	Zapata corrida: 0.550 x 0.300 Vuelos: izq.:0.25 der.:0.00 canto:0.30 Módulo de balasto: 78480.00 kN/m ³
M3	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Sin empujes	Zapata corrida: 0.550 x 0.300 Vuelos: izq.:0.00 der.:0.25 canto:0.30 Módulo de balasto: 78480.00 kN/m ³
M4	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Sin empujes	Zapata corrida: 0.550 x 0.300 Vuelos: izq.:0.00 der.:0.25 canto:0.30 Módulo de balasto: 78480.00 kN/m ³

8 DIMENSIONES, COEFICIENTES DE EMPOTRAMIENTO Y COEFICIENTES DE PANDEO PARA CADA PLANTA

Referencia pilar	Planta	Dimensiones	Coefs. empotramiento		Coefs. pandeo	
			Cabeza	Pie	Pandeo x	Pandeo Y
P1,P3,P4,P6,P7,P8	2	0.30x0.30	0.30	1.00	1.00	1.00
P2,P5	2	0.30x0.30	0.30	1.00	1.00	1.00
	1	0.30x0.30	1.00	1.00	1.00	1.00

9 LISTADO DE PAÑOS

Tipos de forjados considerados

Nombre	Descripción
ALVAREZ T18, 20+4, De hormigón	FORJADO DE VIGUETAS PRETENSADAS Fabricante: ALVAREZ T18 Tipo de bovedilla: De hormigón Canto del forjado: 24 = 20 + 4 (cm) Intereje: 69 cm (simple) y 81 cm (doble) Hormigón obra: HA-25, Yc=1.5 Hormigones viguetas: HA-25, Yc=1.5 Acero pretensar: Y 1860 C I1 Aceros negativos: B 500 S, Ys=1.15 Peso propio: 2.96 kN/m ² (simple) y 3.33 kN/m ² (doble)

9.1 Autorización de uso

Datos del forjado

Fabricante:	ALVAREZ T18
Tipo de bovedilla:	De hormigón
Canto del forjado:	24 = 20 + 4 (cm)
Intereje:	69 cm (simple) y 81 cm (doble)
Hormigón obra:	HA-25, Yc=1.5
Hormigones viguetas:	HA-25, Yc=1.5
Acero pretensar:	Y 1860 C I1
Aceros negativos:	B 500 S, Ys=1.15
Peso propio:	2.96 kN/m ² (simple) y 3.33 kN/m ² (doble)

Flexión positiva - Viguetas simples								
Tipo de vigueta	Momento (kN·m/m)		Rigidez (m ² ·kN/m)		Momento de servicio (kN·m/m)			Cortante último (kN/m)
	Último	Fisuración	Total	Fisurada	Clase I	Clase II	Clase III	
ALV T18-1	11.97	10.30	10791	9221	3.92	4.91	11.18	19.82
ALV T18-2	21.78	10.50	11085	9516	11.97	13.54	19.42	25.41
ALV T18-3	30.12	10.59	11183	9614	17.66	19.91	25.31	28.25
ALV T18-4	38.95	10.79	11380	9810	23.94	27.17	31.78	31.59
ALV T18-5	46.30	10.89	11478	9908	28.84	32.67	36.79	34.14
ALV T18-6	52.58	10.99	11576	10006	29.63	33.55	37.67	34.34
Notas: Clase I: Ambiente agresivo Clase II: Ambiente exterior Clase III: Ambiente interior Esfuerzos por metro de ancho								

Flexión negativa - Viguetas simples						
Refuerzo superior por nervio	Área del nervio (cm ²)	Momento último (kN·m/m)		Momento de fisuración (kN·m/m)	Rigidez (m ² ·kN/m)	
		Sección tipo	Sección macizada		Total	Fisurada
1Ø10	0.79	7.16	7.26	16.38	10791	981
2Ø8	1.01	9.12	9.22	16.48	10791	1177
1Ø12	1.13	10.01	10.10	16.48	10791	1177
1Ø8+1Ø10	1.29	15.21	15.30	16.58	10791	1373
2Ø10	1.57	18.15	18.25	16.68	10791	1570
1Ø10+1Ø12	1.92	21.39	21.48	16.78	10889	1766
2Ø12	2.26	24.53	24.62	16.97	10889	1962
1Ø10+1Ø16	2.80	28.65	34.34	17.07	10987	2256
1Ø12+1Ø16	3.14	31.20	38.46	17.27	10987	2453
3Ø12	3.39	33.16	41.69	17.36	11085	2649
2Ø16	4.02	38.95	48.56	17.56	11085	2845
4Ø12	4.52	45.32	54.84	17.85	11183	3139
2Ø16+1Ø12	5.15	45.91	61.61	17.95	11183	3434
3Ø16	6.03	45.91	71.22	18.25	11282	3728
6Ø12	6.79	45.91	80.25	18.74	11478	4120
4Ø16	8.04	45.91	92.80	19.03	11576	4513

Notas:
Esfuerzos por metro de ancho

Flexión positiva - Viguetas dobles								
Tipo de viga	Momento (kN·m/m)		Rigidez (m ² ·kN/m)		Momento de servicio (kN·m/m)			Cortante último (kN/m)
	Último	Fisuración	Total	Fisurada	Clase I	Clase II	Clase III	
ALV T18-1	20.31	16.78	15402	13538	6.28	8.14	17.95	34.04
ALV T18-2	36.79	17.17	15696	13930	19.33	22.17	31.39	43.56
ALV T18-3	50.42	17.36	15892	14126	28.35	32.57	40.71	48.46
ALV T18-4	64.94	17.56	16088	14323	38.85	44.64	51.50	54.35
ALV T18-5	76.62	17.76	16285	14519	46.70	53.66	59.55	58.66
ALV T18-6	86.43	17.76	16285	14617	47.87	55.03	60.82	58.96

Notas:
Clase I: Ambiente agresivo
Clase II: Ambiente exterior
Clase III: Ambiente interior
Esfuerzos por metro de ancho

Flexión negativa - Viguetas dobles						
Refuerzo superior por nervio	Área del nervio (cm ²)	Momento último (kN·m/m)		Momento de fisuración (kN·m/m)	Rigidez (m ² ·kN/m)	
		Sección tipo	Sección macizada		Total	Fisurada
1Ø10	0.79	0.00	0.00	19.33	15304	981
2Ø8	1.01	0.00	0.00	19.42	15402	1079

Flexión negativa - Viguetas dobles						
Refuerzo superior por nervio	Área del nervio (cm ²)	Momento último (kN·m/m)		Momento de fisuración (kN·m/m)	Rigidez (m ² ·kN/m)	
		Sección tipo	Sección macizada		Total	Fisurada
1Ø12	1.13	0.00	0.00	19.42	15402	1177
1Ø8+1Ø10	1.29	0.00	0.00	19.52	15402	1373
2Ø10	1.57	12.36	12.46	19.62	15500	1472
1Ø10+1Ø12	1.92	19.72	19.82	19.82	15500	1766
2Ø12	2.26	22.96	23.05	19.91	15598	1962
1Ø10+1Ø16	2.80	27.66	27.76	20.11	15696	2256
1Ø12+1Ø16	3.14	30.71	33.16	20.21	15696	2453
3Ø12	3.39	33.06	36.00	20.40	15794	2649
2Ø16	4.02	37.87	41.99	20.60	15794	2943
4Ø12	4.52	42.28	43.16	20.90	15990	3237
2Ø16+1Ø12	5.15	46.50	53.37	20.99	16088	3532
3Ø16	6.03	52.29	61.80	21.39	16187	3924
6Ø12	6.79	57.39	69.65	21.88	16383	4415
4Ø16	8.04	65.63	80.74	22.17	16579	4807
Notas: Esfuerzos por metro de ancho						

10 LOSAS Y ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN

10.1 Zapatas

- Tensión admisible en situaciones persistentes: 0.294 MPa
- Tensión admisible en situaciones accidentales: 0.441 MPa

10.2 Losas de cimentación

Grupo	Losas cimentación	Canto (cm)	Módulo balasto (kN/m ³)	Tensión admisible en situaciones persistentes (MPa)	Tensión admisible en situaciones accidentales (MPa)
Planta baja	L2	25	78480.00	0.294	0.441
	L3	25	78480.00	0.294	0.441
	L1	50	78480.00	0.294	0.441
	L4	50	78480.00	0.294	0.441

11 MATERIALES UTILIZADOS

11.1 Hormigones

Elemento	Hormigón	f_{ck} (MPa)	γ_c
Vigas y losas de cimentación	HA-30	30	1.50
Elementos de cimentación	HA-30	30	1.50
Forjados	HA-25	25	1.50
Pilares y pantallas	HA-30	30	1.50
Muros	HA-30	30	1.50

11.2 Aceros por elemento y posición

11.2.1 Aceros en barras

Para todos los elementos estructurales de la obra: B 500 S; $f_{yk} = 500$ MPa; $\gamma_s = 1.15$

11.2.2 Aceros en perfiles

Tipo de acero para perfiles	Acero	Límite elástico (MPa)	Módulo de elasticidad (GPa)
Aceros conformados	S 235	235	210
Aceros laminados	S275	275	210

12 ARMADO DE PILARES Y PANTALLAS

12.1 Pilares

Armado de pilares									
Hormigón: HA-30, Yc=1.5									
Pilar	Geometría			Armaduras				Aprov. (%)	Estado
	Planta	Dimensiones (cm)	Tramo (m)	Barras		Estribos			
				Esquina	Cuantía (%)	Perimetral	Separación (cm)		
P1	Cubierta	30x30	0.25/6.05	4Ø16	0.89	1eØ6	20	82.1	Cumple
	Forjado 1	-	-	4Ø16	0.89	1eØ6	-	82.1	Cumple
P2	Cubierta	30x30	0.25/6.05	4Ø12	0.50	1eØ6	15	26.1	Cumple
	Forjado 1	30x30	-1.60/0.25	4Ø16	0.89	1eØ6	20	89.6	Cumple
	Planta baja	-	-	4Ø16	0.89	1eØ6	-	89.6	Cumple
P3	Cubierta	30x30	0.25/6.05	4Ø16	0.89	1eØ6	20	83.7	Cumple
	Forjado 1	-	-	4Ø16	0.89	1eØ6	-	83.7	Cumple
P4	Cubierta	30x30	0.25/6.05	4Ø16	0.89	1eØ6	20	82.1	Cumple
	Forjado 1	-	-	4Ø16	0.89	1eØ6	-	82.1	Cumple
P5	Cubierta	30x30	0.25/6.05	4Ø12	0.50	1eØ6	15	26.1	Cumple
	Forjado 1	30x30	-1.60/0.25	4Ø16	0.89	1eØ6	20	89.5	Cumple
	Planta baja	-	-	4Ø16	0.89	1eØ6	-	89.5	Cumple
P6	Cubierta	30x30	0.25/6.05	4Ø16	0.89	1eØ6	20	84.8	Cumple
	Forjado 1	-	-	4Ø16	0.89	1eØ6	-	84.8	Cumple
P7	Cubierta	30x30	0.25/6.05	4Ø16	0.89	1eØ6	20	84.7	Cumple
	Forjado 1	-	-	4Ø16	0.89	1eØ6	-	84.7	Cumple
P8	Cubierta	30x30	0.25/6.05	4Ø16	0.89	1eØ6	20	84.7	Cumple
	Forjado 1	-	-	4Ø16	0.89	1eØ6	-	84.7	Cumple

13 ESFUERZOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS POR HIPÓTESIS

■ Tramo: Nivel inicial / nivel final del tramo entre plantas.

■ Nota:

Los esfuerzos están referidos a ejes locales del pilar.

Soporte	Planta	Dimensión (cm)	Tramo (m)	Hipótesis	Base						Cabeza					
					N (kN)	Mx (kN-m)	My (kN-m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN-m)	N (kN)	Mx (kN-m)	My (kN-m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN-m)
P1	Cubierta	30x30	0.25/6.05	Carga permanente	73.5	-0.4	-0.8	-0.1	-0.4	0.0	60.7	0.1	1.5	-0.1	-0.4	0.0
				Sobrecarga de uso	25.8	-0.1	-0.2	-0.0	-0.1	0.0	25.8	-0.0	0.4	-0.0	-0.1	0.0
				Viento +X exc.+	4.4	-28.2	-1.6	-7.1	-0.4	0.1	4.4	13.3	0.6	-7.1	-0.4	0.1
				Viento +X exc.-	4.1	-26.3	0.8	-6.7	0.2	-0.1	4.1	12.4	-0.5	-6.7	0.2	-0.1
				Viento -X exc.+	-4.4	28.2	1.6	7.1	0.4	-0.1	-4.4	-13.3	-0.6	7.1	0.4	-0.1
				Viento -X exc.-	-4.1	26.3	-0.8	6.7	-0.2	0.1	-4.1	-12.4	0.5	6.7	-0.2	0.1
				Viento +Y exc.+	0.9	-0.2	-10.4	-0.0	-2.6	0.0	0.9	0.1	4.5	-0.0	-2.6	0.0
				Viento +Y exc.-	1.1	-1.6	-12.1	-0.4	-3.0	0.1	1.1	0.7	5.3	-0.4	-3.0	0.1
				Viento -Y exc.+	-0.9	0.2	10.4	0.0	2.6	-0.0	-0.9	-0.1	-4.5	0.0	2.6	-0.0
				Viento -Y exc.-	-1.1	1.6	12.1	0.4	3.0	-0.1	-1.1	-0.7	-5.3	0.4	3.0	-0.1
P2	Cubierta	30x30	0.25/6.05	Carga permanente	69.5	0.1	-0.2	0.1	-0.2	0.0	56.7	-0.4	1.1	0.1	-0.2	0.0
				Sobrecarga de uso	18.9	-0.0	-0.1	-0.0	-0.1	0.0	18.9	0.0	0.3	-0.0	-0.1	0.0
				Viento +X exc.+	-6.7	-6.3	-0.8	-2.5	-0.3	0.0	-6.7	8.1	0.7	-2.5	-0.3	0.0
				Viento +X exc.-	-7.2	-5.7	0.8	-2.3	0.3	-0.0	-7.2	7.5	-0.7	-2.3	0.3	-0.0
				Viento -X exc.+	6.7	6.3	0.8	2.5	0.3	-0.0	6.7	-8.1	-0.7	2.5	0.3	-0.0
				Viento -X exc.-	7.2	5.7	-0.8	2.3	-0.3	0.0	7.2	-7.5	0.7	2.3	-0.3	0.0
				Viento +Y exc.+	2.9	-0.0	-2.6	-0.0	-1.0	0.0	2.9	-0.0	3.1	-0.0	-1.0	0.0
				Viento +Y exc.-	3.3	-0.5	-3.7	-0.1	-1.4	0.1	3.3	0.4	4.2	-0.1	-1.4	0.1
				Viento -Y exc.+	-2.9	0.0	2.6	0.0	1.0	-0.0	-2.9	0.0	-3.1	0.0	1.0	-0.0
				Viento -Y exc.-	-3.3	0.5	3.7	0.1	1.4	-0.1	-3.3	-0.4	-4.2	0.1	1.4	-0.1
	Forjado 1	30x30	1.60/0.25	Carga permanente	73.6	0.2	-0.6	0.1	-0.2	0.0	69.5	0.1	-0.2	0.1	-0.2	0.0
				Sobrecarga de uso	18.9	-0.0	-0.1	-0.0	-0.1	0.0	18.9	-0.0	-0.1	-0.0	-0.1	0.0
				Viento +X exc.+	-6.7	-20.3	-1.3	-7.5	-0.3	0.1	-6.7	-6.3	-0.8	-7.5	-0.3	0.1
				Viento +X exc.-	-7.2	-19.3	1.3	-7.3	0.3	-0.1	-7.2	-5.7	0.8	-7.3	0.3	-0.1
				Viento -X exc.+	6.7	20.3	1.3	7.5	0.3	-0.1	6.7	6.3	0.8	7.5	0.3	-0.1
				Viento -X exc.-	7.2	19.3	-1.3	7.3	-0.3	0.1	7.2	5.7	-0.8	7.3	-0.3	0.1
				Viento +Y exc.+	2.9	-0.0	-7.7	-0.0	-2.8	-0.0	2.9	-0.0	-2.6	-0.0	-2.8	-0.0
				Viento +Y exc.-	3.3	-0.7	-9.6	-0.1	-3.2	0.1	3.3	-0.5	-3.7	-0.1	-3.2	0.1
				Viento -Y exc.+	-2.9	0.0	7.7	0.0	2.8	0.0	-2.9	0.0	2.6	0.0	2.8	0.0
				Viento -Y exc.-	-3.3	0.7	9.6	0.1	3.2	-0.1	-3.3	0.5	3.7	0.1	3.2	-0.1
P3	Cubierta	30x30	0.25/6.05	Carga permanente	75.8	-0.0	1.4	0.0	0.1	-0.0	63.0	-0.0	0.5	0.0	0.1	-0.0
				Sobrecarga de uso	35.0	0.0	0.1	0.0	-0.1	0.0	35.0	-0.0	0.5	0.0	-0.1	0.0
				Viento +X exc.+	-4.0	-28.9	0.3	-7.3	0.1	0.1	-4.0	13.4	-0.1	-7.3	0.1	0.1
				Viento +X exc.-	-3.8	-27.0	-0.3	-6.8	-0.1	-0.1	-3.8	12.5	0.2	-6.8	-0.1	-0.1
				Viento -X exc.+	4.0	28.9	-0.3	7.3	-0.1	-0.1	4.0	-13.4	0.1	7.3	-0.1	-0.1
				Viento -X exc.-	3.8	27.0	0.3	6.8	0.1	0.1	3.8	-12.5	-0.2	6.8	0.1	0.1
				Viento +Y exc.+	2.0	-0.1	-8.4	-0.0	-2.1	0.0	2.0	0.0	4.0	-0.0	-2.1	0.0
				Viento +Y exc.-	1.9	-1.5	-8.0	-0.4	-2.0	0.1	1.9	0.7	3.8	-0.4	-2.0	0.1
				Viento -Y exc.+	-2.0	0.1	8.4	0.0	2.1	-0.0	-2.0	-0.0	-4.0	0.0	2.1	-0.0
				Viento -Y exc.-	-1.9	1.5	8.0	0.4	2.0	-0.1	-1.9	-0.7	-3.8	0.4	2.0	-0.1
P4	Cubierta	30x30	0.25/6.05	Carga permanente	73.5	-0.4	0.8	-0.1	0.4	-0.0	60.7	0.1	-1.5	-0.1	0.4	-0.0
				Sobrecarga de uso	25.6	-0.1	0.2	-0.0	0.1	-0.0	25.6	-0.0	-0.4	-0.0	0.1	-0.0
				Viento +X exc.+	4.1	-26.3	-0.8	-6.7	-0.2	0.1	4.1	12.4	0.5	-6.7	-0.2	0.1
				Viento +X exc.-	4.4	-28.2	1.6	-7.1	0.4	-0.1	4.4	13.3	-0.6	-7.1	0.4	-0.1
				Viento -X exc.+	-4.1	26.3	0.8	6.7	0.2	-0.1	-4.1	-12.4	-0.5	6.7	0.2	-0.1
				Viento -X exc.-	-4.4	28.2	-1.6	7.1	-0.4	0.1	-4.4	-13.3	0.6	7.1	-0.4	0.1
				Viento +Y exc.+	-0.9	0.2	-10.4	0.0	-2.6	0.0	-0.9	-0.1	4.5	0.0	-2.6	0.0
				Viento +Y exc.-	-1.1	1.6	-12.1	0.4	-3.0	0.1	-1.1	-0.7	5.3	0.4	-3.0	0.1
				Viento -Y exc.+	0.9	-0.2	10.4	-0.0	2.6	-0.0	0.9	0.1	-4.5	-0.0	2.6	-0.0
				Viento -Y exc.-	1.1	-1.6	12.1	-0.4	3.0	-0.1	1.1	0.7	-5.3	-0.4	3.0	-0.1

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Soporte	Planta	Dimensión (cm)	Tramo (m)	Hipótesis	Base						Cabeza					
					N (kN)	Mx (kN-m)	My (kN-m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN-m)	N (kN)	Mx (kN-m)	My (kN-m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN-m)
P5	Cubierta	30x30	0.25/6.05	Carga permanente	69.5	0.1	0.2	0.1	0.2	0.0	56.7	-0.4	-1.1	0.1	0.2	0.0
				Sobrecarga de uso	18.8	-0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0	18.8	0.0	-0.2	-0.0	0.0	0.0
				Viento +X exc.+	-7.2	-5.7	-0.8	-2.3	-0.3	0.0	-7.2	7.5	0.7	-2.3	-0.3	0.0
				Viento +X exc.-	-6.7	-6.3	0.8	-2.5	0.3	-0.0	-6.7	8.1	-0.7	-2.5	0.3	-0.0
				Viento -X exc.+	7.2	5.7	0.8	2.3	0.3	-0.0	7.2	-7.5	-0.7	2.3	0.3	-0.0
				Viento -X exc.-	6.7	6.3	-0.8	2.5	-0.3	0.0	6.7	-8.1	0.7	2.5	-0.3	0.0
				Viento +Y exc.+	-2.9	0.0	-2.6	0.0	-1.0	0.0	-2.9	0.0	3.1	0.0	-1.0	0.0
				Viento +Y exc.-	-3.3	0.5	-3.7	0.1	-1.4	0.1	-3.3	-0.4	4.2	0.1	-1.4	0.1
				Viento -Y exc.+	2.9	-0.0	2.6	-0.0	1.0	-0.0	2.9	-0.0	-3.1	-0.0	1.0	-0.0
				Viento -Y exc.-	3.3	-0.5	3.7	-0.1	1.4	-0.1	3.3	0.4	-4.2	-0.1	1.4	-0.1
	Forjado 1	30x30	1.60/0.25	Carga permanente	73.6	0.2	0.6	0.1	0.2	0.0	69.5	0.1	0.2	0.1	0.2	0.0
				Sobrecarga de uso	18.8	-0.0	0.1	-0.0	0.0	0.0	18.8	-0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0
				Viento +X exc.+	-7.2	-19.3	-1.3	-7.3	-0.3	0.1	-7.2	-5.7	-0.8	-7.3	-0.3	0.1
				Viento +X exc.-	-6.7	-20.3	1.3	-7.5	0.3	-0.1	-6.7	-6.3	0.8	-7.5	0.3	-0.1
				Viento -X exc.+	7.2	19.3	1.3	7.3	0.3	-0.1	7.2	5.7	0.8	7.3	0.3	-0.1
				Viento -X exc.-	6.7	20.3	-1.3	7.5	-0.3	0.1	6.7	6.3	-0.8	7.5	-0.3	0.1
				Viento +Y exc.+	-2.9	0.0	-7.7	0.0	-2.8	-0.0	-2.9	0.0	-2.6	0.0	-2.8	-0.0
				Viento +Y exc.-	-3.3	0.7	-9.6	0.1	-3.2	0.1	-3.3	0.5	-3.7	0.1	-3.2	0.1
				Viento -Y exc.+	2.9	-0.0	7.7	-0.0	2.8	0.0	2.9	-0.0	2.6	-0.0	2.8	0.0
				Viento -Y exc.-	3.3	-0.7	9.6	-0.1	3.2	-0.1	3.3	-0.5	3.7	-0.1	3.2	-0.1
P6	Cubierta	30x30	0.25/6.05	Carga permanente	75.8	-0.0	-1.4	0.0	-0.1	0.0	63.0	-0.0	-0.5	0.0	-0.1	0.0
				Sobrecarga de uso	35.0	0.0	-0.0	0.0	0.1	0.0	35.0	-0.0	-0.5	0.0	0.1	0.0
				Viento +X exc.+	-3.8	-27.0	0.3	-6.8	0.1	0.1	-3.8	12.5	-0.2	-6.8	0.1	0.1
				Viento +X exc.-	-4.0	-28.9	-0.3	-7.3	-0.1	-0.1	-4.0	13.4	0.1	-7.3	-0.1	-0.1
				Viento -X exc.+	3.8	27.0	-0.3	6.8	-0.1	-0.1	3.8	-12.5	0.2	6.8	-0.1	-0.1
				Viento -X exc.-	4.0	28.9	0.3	7.3	0.1	0.1	4.0	-13.4	-0.1	7.3	0.1	0.1
				Viento +Y exc.+	-2.0	0.1	-8.4	0.0	-2.1	0.0	-2.0	-0.0	4.0	0.0	-2.1	0.0
				Viento +Y exc.-	-1.9	1.5	-8.0	0.4	-2.0	0.1	-1.9	-0.7	3.8	0.4	-2.0	0.1
				Viento -Y exc.+	2.0	-0.1	8.4	-0.0	2.1	-0.0	2.0	0.0	-4.0	-0.0	2.1	-0.0
				Viento -Y exc.-	1.9	-1.5	8.0	-0.4	2.0	-0.1	1.9	0.7	-3.8	-0.4	2.0	-0.1
P7	Cubierta	30x30	0.25/6.05	Carga permanente	66.8	0.1	-0.3	-0.0	-0.2	-0.0	54.0	0.2	0.9	-0.0	-0.2	-0.0
				Sobrecarga de uso	26.5	0.1	-0.1	0.0	-0.1	-0.0	26.5	0.1	0.3	0.0	-0.1	-0.0
				Viento +X exc.+	6.4	-27.8	2.4	-7.0	0.6	0.1	6.4	12.9	-1.0	-7.0	0.6	0.1
				Viento +X exc.-	6.9	-25.9	-1.4	-6.5	-0.4	-0.1	6.9	12.0	0.8	-6.5	-0.4	-0.1
				Viento -X exc.+	-6.4	27.8	-2.4	7.0	-0.6	-0.1	-6.4	-12.9	1.0	7.0	-0.6	-0.1
				Viento -X exc.-	-6.9	25.9	1.4	6.5	0.4	0.1	-6.9	-12.0	-0.8	6.5	0.4	0.1
				Viento +Y exc.+	3.1	0.1	-10.2	0.0	-2.6	0.0	3.1	-0.0	4.7	0.0	-2.6	0.0
				Viento +Y exc.-	2.7	-1.3	-7.4	-0.3	-1.9	0.1	2.7	0.6	3.5	-0.3	-1.9	0.1
				Viento -Y exc.+	-3.1	-0.1	10.2	-0.0	2.6	-0.0	-3.1	0.0	-4.7	-0.0	2.6	-0.0
				Viento -Y exc.-	-2.7	1.3	7.4	0.3	1.9	-0.1	-2.7	-0.6	-3.5	0.3	1.9	-0.1
P8	Cubierta	30x30	0.25/6.05	Carga permanente	66.8	0.1	0.3	-0.0	0.2	0.0	54.0	0.2	-0.9	-0.0	0.2	0.0
				Sobrecarga de uso	26.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	26.1	0.1	-0.3	0.0	0.1	0.0
				Viento +X exc.+	6.9	-25.9	1.4	-6.5	0.4	0.1	6.9	12.0	-0.8	-6.5	0.4	0.1
				Viento +X exc.-	6.4	-27.8	-2.4	-7.0	-0.6	-0.1	6.4	12.9	1.0	-7.0	-0.6	-0.1
				Viento -X exc.+	-6.9	25.9	-1.4	6.5	-0.4	-0.1	-6.9	-12.0	0.8	6.5	-0.4	-0.1
				Viento -X exc.-	-6.4	27.8	2.4	7.0	0.6	0.1	-6.4	-12.9	-1.0	7.0	0.6	0.1
				Viento +Y exc.+	-3.1	-0.1	-10.2	-0.0	-2.6	0.0	-3.1	0.0	4.7	-0.0	-2.6	0.0
				Viento +Y exc.-	-2.7	1.3	-7.4	0.3	-1.9	0.1	-2.7	-0.6	3.5	0.3	-1.9	0.1
				Viento -Y exc.+	3.1	0.1	10.2	0.0	2.6	-0.0	3.1	-0.0	-4.7	0.0	2.6	-0.0
				Viento -Y exc.-	2.7	-1.3	7.4	-0.3	1.9	-0.1	2.7	0.6	-3.5	-0.3	1.9	-0.1
M1	Forjado 1	30.0	1.60/0.25	Carga permanente	243.7	-13.5	52.8	0.4	52.3	-9.0	101.7	-18.3	-3.0	-0.6	15.5	-5.6
				Sobrecarga de uso	54.3	0.2	10.0	42.2	10.5	-0.7	41.4	-2.2	-1.3	137.7	3.9	-1.1
				Viento +X exc.+	4.2	59.4	0.6	44.0	0.9	19.7	7.9	-553.8	-0.0	145.4	-0.4	68.5
				Viento +X exc.-	3.2	51.2	1.0	-	0.7	19.0	6.2	-626.5	0.7	-	-0.8	57.8
				Viento -X exc.+	-4.2	-59.4	-0.6	42.2	-0.9	-19.7	-7.9	553.8	0.0	137.7	0.4	-68.5
				Viento -X exc.-	-3.2	-51.2	-1.0	-	-0.7	-19.0	-6.2	-553.8	-0.7	-	0.8	-57.8
				Viento +Y exc.+	-17.4	-4.8	8.4	44.0	-1.2	0.2	-32.4	2.5	12.0	145.4	-8.4	3.6
				Viento +Y exc.-	17.4	4.8	-8.4	-1.5	1.2	-0.2	32.4	-2.5	-12.0	-4.8	8.4	-3.6
				Viento -Y exc.+	16.7	-1.1	-8.1	0.2	1.1	-0.7	31.3	-55.7	-11.4	-0.7	8.1	-11.1
				Viento -Y exc.-				1.5						4.8		

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Soporte	Planta	Dimensión (cm)	Tramo (m)	Hipótesis	Base						Cabeza					
					N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
M2	Forjado 1	30.0	1.60/0.25	Carga permanente	146.8	-43.0	-0.9	50.8	0.3	-3.7	31.5	4.3	0.0	-12.9	0.1	0.0
				Sobrecarga de uso	32.9	-8.5	0.1	-	-1.1	-0.7	12.5	1.4	0.1	-3.5	-6.6	0.0
				Viento +X exc.+	29.3	-5.9	-1.1	10.3	1.4	-0.5	75.2	15.9	29.9	-31.3	6.6	0.7
				Viento +X exc.-	29.3	-5.9	0.9	-8.4	1.1	-0.5	75.2	15.9	-29.9	-31.3	6.6	-0.7
				Viento -X exc.+	-29.3	5.9	1.1	-8.4	-1.4	0.5	-75.2	-15.9	-29.9	31.3	-6.6	-0.7
				Viento -X exc.-	-29.3	5.9	-0.9	8.4	13.9	0.5	-75.2	-15.9	29.9	31.3	42.6	0.7
				Viento +Y exc.+	-0.1	0.1	18.6	8.4	12.1	8.4	-0.0	-134.2	-0.0	33.1	13.9	-
				Viento +Y exc.-	-0.1	0.1	17.1	0.2	-	8.4	-0.0	-90.5	-0.0	-	14.7	-
				Viento -Y exc.+	0.1	-0.1	-18.6	0.2	13.9	-8.4	0.0	134.2	0.0	42.6	-13.9	-
				Viento -Y exc.-	0.1	-0.1	-17.1	-0.2	-	-8.4	0.0	90.5	0.0	-	-14.7	-
								-0.2	12.1					33.1		
								-2.3	-					-1.9	-	
								-0.2	52.2	-2.0	101.7	-18.4	3.0	-0.6	15.5	5.6
								-10.0	43.9	-1.5	41.6	-1.8	1.3	145.4	-4.0	1.1
M3	Forjado 1	30.0	1.60/0.25	Sobrecarga de uso	54.8	1.7	-10.0	43.9	-	-1.5	41.6	-626.5	-0.7	137.7	-	-57.8
				Viento +X exc.+	3.3	59.5	-0.8	-	-1.1	-19.9	6.2	-553.7	0.0	-	0.8	-68.5
				Viento +X exc.-	4.3	-51.2	1.2	43.9	-1.2	19.2	7.9	626.5	0.7	145.4	-	57.8
				Viento -X exc.+	-3.3	-59.5	0.8	-	1.1	19.9	-6.2	553.7	-0.0	-	-0.4	68.5
				Viento -X exc.-	-4.3	51.2	-1.2	-43.9	1.2	-19.2	-7.9	-626.5	-0.7	-145.4	-	-57.8
				Viento +Y exc.+	17.4	-0.8	8.1	-0.2	-1.2	0.5	32.4	-55.7	11.4	-0.7	-8.4	3.6
				Viento +Y exc.-	16.7	-5.1	-8.5	1.1	-1.1	0.0	31.3	2.5	-12.0	4.8	-8.1	11.1
				Viento -Y exc.+	-17.4	0.8	-8.1	0.2	1.2	-0.5	-32.4	55.7	-11.4	0.7	8.4	-3.6
				Viento -Y exc.-	-16.7	-0.8	8.1	-0.2	-1.2	0.5	-31.3	-55.7	11.4	-0.7	-8.4	11.1
								-1.1	1.1					-4.8	8.1	-11.1
								-1.4	-					0.0	-	
								-0.2	-					0.0	-	
								-0.7	-					0.0	-	
								-0.4	-					0.0	-	
M4	Forjado 1	30.0	1.60/0.25	Carga permanente	154.9	44.6	0.9	52.5	-0.2	-3.9	34.8	-4.8	-0.0	14.9	0.0	-0.0
				Sobrecarga de uso	32.1	8.4	0.2	10.1	0.7	-0.8	12.6	-1.5	0.0	3.9	3.8	-0.0
				Viento +X exc.+	-22.8	-4.3	0.0	-6.0	-0.4	0.8	-73.9	15.0	-20.0	-31.5	-3.8	1.5
				Viento +X exc.-	-22.8	-4.3	-0.2	-6.0	-0.7	-0.2	-73.9	15.0	20.0	-31.5	-3.8	-1.5
				Viento -X exc.+	22.8	4.3	-0.0	6.0	0.4	-0.8	73.9	-15.0	20.0	31.5	3.8	-1.5
				Viento -X exc.-	22.8	4.3	0.2	6.0	14.0	0.2	73.9	-15.0	-20.0	31.5	42.5	1.5
				Viento +Y exc.+	0.1	0.1	14.6	0.2	14.8	-8.2	0.0	-0.0	-133.8	0.0	47.9	-15.9
				Viento +Y exc.-	0.1	0.1	14.8	0.2	-	-7.5	0.0	-0.0	-163.1	0.0	-	-13.8
				Viento -Y exc.+	-0.1	-0.1	-14.6	-0.2	14.0	8.2	-0.0	0.0	133.8	-0.0	42.5	15.9
				Viento -Y exc.-	-0.1	-0.1	-14.8	-0.2	-	7.5	-0.0	0.0	163.1	-0.0	-	13.8
								-	14.8					47.9		
								-	-					-	-	
								-	-					-	-	
								-	-					-	-	

14 ARRANQUES DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS POR HIPÓTESIS

■ Nota:

Los esfuerzos están referidos a ejes locales del pilar.

Los esfuerzos de pantallas y muros son en ejes generales y referidos al centro de gravedad de la pantalla o muro en la planta.

Soporte	Hipótesis	Esfuerzos en arranques					
		N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
P2	Carga permanente	73.6	0.2	-0.6	0.1	-0.2	0.0
	Sobrecarga de uso	18.9	-0.0	-0.1	-0.0	-0.1	0.0
	Viento +X exc.+	-6.7	-20.3	-1.3	-7.5	-0.3	0.1
	Viento +X exc.-	-7.2	-19.3	1.3	-7.3	0.3	-0.1
	Viento -X exc.+	6.7	20.3	1.3	7.5	0.3	-0.1
	Viento -X exc.-	7.2	19.3	-1.3	7.3	-0.3	0.1
	Viento +Y exc.+	2.9	-0.0	-7.7	-0.0	-2.8	-0.0
	Viento +Y exc.-	3.3	-0.7	-9.6	-0.1	-3.2	0.1
	Viento -Y exc.+	-2.9	0.0	7.7	0.0	2.8	0.0
	Viento -Y exc.-	-3.3	0.7	9.6	0.1	3.2	-0.1
P5	Carga permanente	73.6	0.2	0.6	0.1	0.2	0.0
	Sobrecarga de uso	18.8	-0.0	0.1	-0.0	0.0	0.0
	Viento +X exc.+	-7.2	-19.3	-1.3	-7.3	-0.3	0.1
	Viento +X exc.-	-6.7	-20.3	1.3	-7.5	0.3	-0.1
	Viento -X exc.+	7.2	19.3	1.3	7.3	0.3	-0.1
	Viento -X exc.-	6.7	20.3	-1.3	7.5	-0.3	0.1
	Viento +Y exc.+	-2.9	0.0	-7.7	0.0	-2.8	-0.0
	Viento +Y exc.-	-3.3	0.7	-9.6	0.1	-3.2	0.1
	Viento -Y exc.+	2.9	-0.0	7.7	-0.0	2.8	0.0
	Viento -Y exc.-	3.3	-0.7	9.6	-0.1	3.2	-0.1
M1	Carga permanente	243.7	-13.5	52.8	0.9	52.3	-9.0
	Sobrecarga de uso	54.3	0.2	10.0	0.4	10.5	-0.7
	Viento +X exc.+	4.2	59.4	0.6	42.2	0.9	19.7
	Viento +X exc.-	3.2	51.2	1.0	44.0	0.7	19.0
	Viento -X exc.+	-4.2	-59.4	-0.6	-42.2	-0.9	-19.7
	Viento -X exc.-	-3.2	-51.2	-1.0	-44.0	-0.7	-19.0
	Viento +Y exc.+	-17.4	-4.8	8.4	-0.2	-1.2	0.2
	Viento +Y exc.-	-16.7	1.1	8.1	-1.5	-1.1	0.7
	Viento -Y exc.+	17.4	4.8	-8.4	0.2	1.2	-0.2
	Viento -Y exc.-	16.7	-1.1	-8.1	1.5	1.1	-0.7
M2	Carga permanente	146.8	-43.0	-0.9	-50.8	1.3	-3.7
	Sobrecarga de uso	32.9	-8.5	0.1	-10.3	0.3	-0.7
	Viento +X exc.+	29.3	-5.9	-1.1	-8.4	-1.1	-0.5
	Viento +X exc.-	29.3	-5.9	0.9	-8.4	1.4	-0.5
	Viento -X exc.+	-29.3	5.9	1.1	8.4	1.1	0.5
	Viento -X exc.-	-29.3	5.9	-0.9	8.4	-1.4	0.5
	Viento +Y exc.+	-0.1	0.1	18.6	0.2	13.9	8.4
	Viento +Y exc.-	-0.1	0.1	17.1	0.2	12.1	8.4
	Viento -Y exc.+	0.1	-0.1	-18.6	-0.2	-13.9	-8.4
	Viento -Y exc.-	0.1	-0.1	-17.1	-0.2	-12.1	-8.4

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Soporte	Hipótesis	Esfuerzos en arranques					
		N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
M3	Carga permanente	243.6	-9.6	-52.8	-2.3	-52.2	-2.0
	Sobrecarga de uso	54.8	1.7	-10.0	-0.2	-10.5	-1.5
	Viento +X exc.+	3.3	51.2	-1.2	43.9	-1.1	-19.2
	Viento +X exc.-	4.3	59.5	-0.8	42.1	-1.2	-19.9
	Viento -X exc.+	-3.3	-51.2	1.2	-43.9	1.1	19.2
	Viento -X exc.-	-4.3	-59.5	0.8	-42.1	1.2	19.9
	Viento +Y exc.+	17.4	5.1	8.5	-0.2	-1.2	-0.0
	Viento +Y exc.-	16.7	-0.8	8.1	1.1	-1.1	0.5
	Viento -Y exc.+	-17.4	-5.1	-8.5	0.2	1.2	0.0
	Viento -Y exc.-	-16.7	0.8	-8.1	-1.1	1.1	-0.5
M4	Carga permanente	154.9	44.6	0.9	52.5	-1.4	-3.9
	Sobrecarga de uso	32.1	8.4	0.2	10.1	-0.2	-0.8
	Viento +X exc.+	-22.8	-4.3	0.0	-6.0	0.7	0.8
	Viento +X exc.-	-22.8	-4.3	-0.2	-6.0	-0.4	-0.2
	Viento -X exc.+	22.8	4.3	-0.0	6.0	-0.7	-0.8
	Viento -X exc.-	22.8	4.3	0.2	6.0	0.4	0.2
	Viento +Y exc.+	0.1	0.1	14.6	0.2	14.0	-8.2
	Viento +Y exc.-	0.1	0.1	14.8	0.2	14.8	-7.5
	Viento -Y exc.+	-0.1	-0.1	-14.6	-0.2	-14.0	8.2
	Viento -Y exc.-	-0.1	-0.1	-14.8	-0.2	-14.8	7.5

15 PÉSIMOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS

15.1 Pilares

Resumen de las comprobaciones													
Pilares	Planta	Tramo (m)	Dimensión	Posición	Esfuerzos pésimos						Pésima	Aprov. (%)	Estado
					Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)			
P1	Cubierta	0.00/6.40	30x30	Pie	G, V	67.0	-1.6	-41.9	-10.6	0.2	N,M	82.1	Cumple
				Cabeza	G, V	54.2	-0.6	19.8	-10.6	0.2	N,M	33.1	Cumple
	Forjado 1	-0.27/0.00	30x30	Pie	G, V	67.0	-1.6	-41.9	-10.6	0.2	N,M	82.1	Cumple
P2	Cubierta	7.00/8.25	30x30	Cabeza	G, V	46.6	-2.2	-11.7	3.6	-0.6	N,M	26.1	Cumple
		0.00/7.00	30x30	Pie	G, Q, V	129.3	-0.9	-51.7	-11.4	0.0	N,M	89.6	Cumple
	Forjado 1			Cabeza	G, V	59.4	1.4	9.4	11.2	-0.6	Q	18.1	Cumple
	Planta baja	-0.45/0.00	30x30	Pie	G, Q, V	129.3	-0.9	-51.7	-11.4	0.0	N,M	89.6	Cumple
P3	Cubierta	0.00/6.40	30x30	Pie	G, V	69.9	-1.8	43.4	10.9	0.3	N,M	83.7	Cumple
				Cabeza	G, V	57.1	-0.3	-20.0	10.9	0.3	N,M	33.1	Cumple
	Forjado 1	-0.27/0.00	30x30	Pie	G, V	69.9	-1.8	43.4	10.9	0.3	N,M	83.7	Cumple
P4	Cubierta	0.00/6.40	30x30	Pie	G, V	67.0	1.6	-41.9	-10.6	-0.2	N,M	82.1	Cumple
				Cabeza	G, V	54.2	0.6	19.8	-10.6	-0.2	N,M	33.3	Cumple
	Forjado 1	-0.27/0.00	30x30	Pie	G, V	67.0	1.6	-41.9	-10.6	-0.2	N,M	82.1	Cumple
P5	Cubierta	7.00/8.25	30x30	Cabeza	G, V	46.6	2.2	-11.7	3.6	0.6	N,M	26.1	Cumple
		0.00/7.00	30x30	Pie	G, Q, V	129.2	0.9	-51.6	-11.4	0.0	N,M	89.5	Cumple
	Forjado 1			Cabeza	G, V	59.4	-1.4	9.4	11.2	0.6	Q	18.1	Cumple
	Planta baja	-0.45/0.00	30x30	Pie	G, Q, V	129.2	0.9	-51.6	-11.4	0.0	N,M	89.5	Cumple
P6	Cubierta	0.00/6.40	30x30	Pie	G, V	69.9	1.8	43.4	10.9	-0.3	N,M	84.8	Cumple
				Cabeza	G, V	57.1	0.3	-20.0	10.9	-0.3	N,M	33.1	Cumple
	Forjado 1	-0.27/0.00	30x30	Pie	G, V	69.9	1.8	43.4	10.9	-0.3	N,M	84.8	Cumple
P7	Cubierta	0.00/6.40	30x30	Pie	G, V	57.2	3.9	-41.9	-10.5	-1.1	N,M	84.7	Cumple
				Cabeza	G, V	44.4	-2.3	19.2	-10.5	-1.1	N,M	34.1	Cumple
	Forjado 1	-0.27/0.00	30x30	Pie	G, V	57.2	3.9	-41.9	-10.5	-1.1	N,M	84.7	Cumple

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Resumen de las comprobaciones													
Pilares	Planta	Tramo (m)	Dimensión	Posición	Esfuerzos p _{simos}						P _{sim} a	Aprov. (%)	Estado
					Naturaleza	N (kN)	M _{xx} (kN·m)	M _{yy} (kN·m)	Q _x (kN)	Q _y (kN)			
P8	Cubierta	0.00/6.40	30x30	Pie	G, V	57.2	-3.9	-41.9	-10.5	1.1	N,M	84.7	Cumple
				Cabeza	G, V	44.4	2.3	19.2	-10.5	1.1	N,M	34.2	Cumple
	Forjado 1	0.27/0.00	30x30	Pie	G, V	57.2	-3.9	-41.9	-10.5	1.1	N,M	84.7	Cumple

Notas:
N,M: Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas)
Q: Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas)

15.2 Muros

Referencias:

Aprovechamiento: Nivel de tensiones (relación entre la tensión máxima y la admisible). Equivale al inverso del coeficiente de seguridad.

N_x : Axil vertical.

N_y : Axil horizontal.

N_{xy}: Axil tangencial.

M_x : Momento vertical (alrededor del eje horizontal).

M_y : Momento horizontal (alrededor del eje vertical).

M_{xy}: Momento torsor.

Q_x : Cortante transversal vertical.

Q_y : Cortante transversal horizontal.

Muro M1: Longitud: 830 cm [Nudo inicial: 3.00;0.00 -> Nudo final: 11.30;0.00]											
Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	P _{simos}								
			N _x (kN/m)	N _y (kN/m)	N _{xy} (kN/m)	M _x (kN·m/m)	M _y (kN·m/m)	M _{xy} (kN·m/m)	Q _x (kN/m)	Q _y (kN/m)	
Forjado 1 (e=30.0 cm)	Arm. vert. der.	119.15	515.20	259.40	132.91	0.00	-10.30	4.17	---	---	
	Arm. horz. der.	59.93	515.20	259.40	132.91	0.00	-10.30	4.17	---	---	
	Arm. vert. izq.	170.86	488.03	271.24	131.51	-20.70	-12.36	4.56	---	---	
	Arm. horz. izq.	122.82	459.45	283.23	129.51	-23.05	-13.64	4.96	---	---	
	Hormigón	12.85	726.17	167.88	144.27	14.52	-4.75	-1.19	---	---	
	Arm. transve.	1.52	-53.36	25.61	59.91	---	---	---	1.54	20.69	

Muro M2: Longitud: 480 cm [Nudo inicial: 11.30;0.00 -> Nudo final: 11.30;4.80]										
Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos							
			Nx (kN/m)	Ny (kN/m)	Nxy (kN/m)	Mx (kN·m/m)	My (kN·m/m)	Mxy (kN·m/m)	Qx (kN/m)	Qy (kN/m)
Forjado 1 (e=30.0 cm)	Arm. vert. der.	77.00	132.04	19.53	-2.61	24.29	-4.82	-2.08	---	---
	Arm. horz. der.	6.99	111.93	35.76	-4.76	22.00	-6.08	-1.76	---	---
	Arm. vert. izq.	68.81	80.18	160.09	-61.53	-17.27	-11.37	2.86	---	---
	Arm. horz. izq.	70.55	80.18	160.09	-61.53	-17.27	-11.37	2.86	---	---
	Hormigón	14.00	268.80	104.96	-16.13	-43.32	-10.28	4.65	---	---
	Arm. transve.	3.17	101.91	-51.70	116.35	---	---	---	-19.18	-38.73

Muro M3: Longitud: 830 cm [Nudo inicial: 3.00;4.80 -> Nudo final: 11.30;4.80]										
Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos							
			Nx (kN/m)	Ny (kN/m)	Nxy (kN/m)	Mx (kN·m/m)	My (kN·m/m)	Mxy (kN·m/m)	Qx (kN/m)	Qy (kN/m)
Forjado 1 (e=30.0 cm)	Arm. vert. der.	170.89	488.10	271.55	131.49	20.72	12.34	-4.56	---	---
	Arm. horz. der.	122.85	458.91	283.69	129.41	23.10	13.62	-4.96	---	---
	Arm. vert. izq.	119.16	515.24	259.63	132.89	0.00	10.29	-4.17	---	---
	Arm. horz. izq.	59.99	515.24	259.63	132.89	0.00	10.29	-4.17	---	---
	Hormigón	12.87	726.70	167.50	144.36	-14.53	4.73	1.18	---	---
	Arm. transve.	1.52	-53.37	25.91	59.91	---	---	---	-1.53	-20.71

Muro M4: Longitud: 480 cm [Nudo inicial: 3.00;0.00 -> Nudo final: 3.00;4.80]										
Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos							
			Nx (kN/m)	Ny (kN/m)	Nxy (kN/m)	Mx (kN·m/m)	My (kN·m/m)	Mxy (kN·m/m)	Qx (kN/m)	Qy (kN/m)
Forjado 1 (e=30.0 cm)	Arm. vert. der.	146.90	102.52	174.76	-69.47	17.09	11.96	-2.95	---	---
	Arm. horz. der.	168.28	102.52	174.76	-69.47	17.09	11.96	-2.95	---	---
	Arm. vert. izq.	130.13	112.57	25.07	1.20	-21.88	4.87	-1.86	---	---
	Arm. horz. izq.	14.30	92.28	41.16	-3.30	-19.55	6.13	1.54	---	---
	Hormigón	13.32	262.86	109.48	-19.56	42.14	10.62	-4.57	---	---
	Arm. transve.	2.92	-94.99	-49.48	112.38	---	---	---	18.86	-35.88

16 LISTADO DE ARMADO DE MUROS DE SÓTANO

Muro M1: Longitud: 830 cm [Nudo inicial: 3.00;0.00 -> Nudo final: 11.30;0.00]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
Forjado 1	30.0	Ø12c/20 cm	Ø12c/20 cm	Ø12c/20 cm	Ø12c/20 cm	---	---	---	---	98.4	---

Muro M2: Longitud: 480 cm [Nudo inicial: 11.30;0.00 -> Nudo final: 11.30;4.80]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
Forjado 1	30.0	Ø12c/20 cm	Ø12c/20 cm	Ø12c/20 cm	Ø12c/20 cm	1	Ø10	40	20	100.0	---

Muro M3: Longitud: 830 cm [Nudo inicial: 3.00;4.80 -> Nudo final: 11.30;4.80]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
Forjado 1	30.0	Ø12c/20 cm	Ø12c/20 cm	Ø12c/20 cm	Ø12c/20 cm	---	---	---	---	98.4	---

Muro M4: Longitud: 480 cm [Nudo inicial: 3.00;0.00 -> Nudo final: 3.00;4.80]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
Forjado 1	30.0	Ø6c/10 cm	Ø6c/10 cm	Ø8c/20 cm	Ø8c/20 cm	1	Ø10	40	20	97.0	---

F.C. = El factor de cumplimiento indica el porcentaje de área en el cual el armado y espesor de hormigón son suficientes.

17 LISTADO DE MEDICIÓN DE PILARES

Resumen de medición - Forjado 1								
Pilares	Dimensiones (cm)	Encofrado (m²)	Hormigón HA-30, Yc=1.5 (m³)	Armaduras B 500 S, Ys=1.15				Cuantía (kg/m³)
				Longitudinal		Estribos Ø6 (kg)	Total +10 % (kg)	
				Ø16 (kg)	Ø12 (kg)			
P2 y P5	30x30	18.36	1.38	93.4	8.6	24.2	138.8	100.58
Total		18.36	1.38	93.4	8.6	24.2	138.8	100.58

Resumen de medición - Cubierta							
Pilares	Dimensiones (cm)	Encofrado (m²)	Hormigón HA-30, Yc=1.5 (m³)	Armaduras B 500 S, Ys=1.15			Cuantía (kg/m³)
				Longitudinal	Estribos	Total	
				Ø16 (kg)	Ø6 (kg)	+10 % (kg)	
P1, P3, P4, P6, P7 y P8	30x30	41.76	3.12	241.2	60.6	332.0	106.41
Total		41.76	3.12	241.2	60.6	332.0	106.41

18 SUMATORIO DE ESFUERZOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS POR HIPÓTESIS Y PLANTA

- Sólo se tienen en cuenta los esfuerzos de pilares, muros y pantallas, por lo que si la obra tiene vigas con vinculación exterior, vigas inclinadas, diagonales o estructuras 3D integradas, los esfuerzos de dichos elementos no se muestran en el siguiente listado.
- Este listado es de utilidad para conocer las cargas actuantes por encima de la cota de la base de los soportes sobre una planta, por lo que para casos tales como pilares apeados traccionados, los esfuerzos de dichos pilares tendrán la influencia no sólo de las cargas por encima sino también la de las cargas que recibe de plantas inferiores.

18.1 Resumido

Valores referidos al origen (X=0.00, Y=0.00)								
Planta	Cota (m)	Hipótesis	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
Forjado 1	0.25	Carga permanente	571.3	3035.6	1371.2	-0.0	-0.0	-0.0
		Sobrecarga de uso	211.7	1248.8	510.0	0.0	-0.0	-0.0
		Viento +X exc.+	-0.0	295.9	-0.0	46.2	0.0	-125.5
		Viento +X exc.-	-0.0	295.9	-0.0	46.2	-0.0	-96.4
		Viento -X exc.+	0.0	-295.9	0.0	-46.2	-0.0	125.5
		Viento -X exc.-	0.0	-295.9	0.0	-46.2	0.0	96.4
		Viento +Y exc.+	0.0	0.0	105.8	-0.0	16.5	104.0
		Viento +Y exc.-	0.0	0.0	105.8	-0.0	16.5	82.9
		Viento -Y exc.+	-0.0	-0.0	-105.8	0.0	-16.5	-104.0
		Viento -Y exc.-	-0.0	-0.0	-105.8	0.0	-16.5	-82.9
Planta baja	-1.60	Carga permanente	936.1	5585.5	2246.7	0.0	0.0	-0.0
		Sobrecarga de uso	211.7	1248.8	510.0	0.0	0.0	-0.0
		Viento +X exc.+	-0.0	456.2	-0.0	86.7	0.0	-223.1
		Viento +X exc.-	-0.0	456.2	-0.0	86.7	0.0	-192.8
		Viento -X exc.+	0.0	-456.2	0.0	-86.7	-0.0	223.1
		Viento -X exc.-	0.0	-456.2	0.0	-86.7	-0.0	192.8
		Viento +Y exc.+	-0.0	0.0	163.2	0.0	31.0	181.8
		Viento +Y exc.-	-0.0	0.0	163.2	0.0	31.0	160.2
		Viento -Y exc.+	0.0	-0.0	-163.2	-0.0	-31.0	-181.8
		Viento -Y exc.-	0.0	-0.0	-163.2	-0.0	-31.0	-160.2

19 DESCRIPCIÓN

Referencias	GEOMETRÍA	ARMADO
M1	Vuelo a la izquierda: 25.0 cm Vuelo a la derecha: 0.0 cm Ancho total: 55.0 cm Canto de la zapata: 30.0 cm	Inferior Longitudinal: 3Ø12c/30 Inferior Transversal: Ø12c/30
M2	Vuelo a la izquierda: 25.0 cm Vuelo a la derecha: 0.0 cm Ancho total: 55.0 cm Canto de la zapata: 30.0 cm	Inferior Longitudinal: 3Ø12c/30 Inferior Transversal: Ø12c/30
M3	Vuelo a la izquierda: 0.0 cm Vuelo a la derecha: 25.0 cm Ancho total: 55.0 cm Canto de la zapata: 30.0 cm	Inferior Longitudinal: 3Ø12c/30 Inferior Transversal: Ø12c/30
M4	Vuelo a la izquierda: 0.0 cm Vuelo a la derecha: 25.0 cm Ancho total: 55.0 cm Canto de la zapata: 30.0 cm	Inferior Longitudinal: 3Ø12c/30 Inferior Transversal: Ø12c/30

20 MEDICIÓN

Referencia: M1		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø12	
Armadura inferior - Transversal	Longitud (m)	30x0.74	22.20
	Peso (kg)	30x0.66	19.71
Armadura inferior - Longitudinal	Longitud (m)	3x8.50	25.50
	Peso (kg)	3x7.55	22.64
Arranques - Transversal - Izquierda	Longitud (m)	44x0.82	36.08
	Peso (kg)	44x0.73	32.03
Arranques - Transversal - Derecha	Longitud (m)	44x0.82	36.08
	Peso (kg)	44x0.73	32.03
Totales	Longitud (m)	119.86	
	Peso (kg)	106.41	106.41
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	131.85	
	Peso (kg)	117.05	117.05

Referencia: M2		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø12	
Armadura inferior - Transversal	Longitud (m)	18x0.74	13.32
	Peso (kg)	18x0.66	11.83
Armadura inferior - Longitudinal	Longitud (m)	3x5.00	15.00
	Peso (kg)	3x4.44	13.32
Arranques - Transversal - Izquierda	Longitud (m)	26x0.82	21.32
	Peso (kg)	26x0.73	18.93
Arranques - Transversal - Derecha	Longitud (m)	26x0.82	21.32
	Peso (kg)	26x0.73	18.93
Totales	Longitud (m)	70.96	
	Peso (kg)	63.01	63.01
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	78.06	
	Peso (kg)	69.31	69.31

Referencia: M3		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø12	
Armadura inferior - Transversal	Longitud (m)	30x0.74	22.20
	Peso (kg)	30x0.66	19.71
Armadura inferior - Longitudinal	Longitud (m)	3x8.50	25.50
	Peso (kg)	3x7.55	22.64
Arranques - Transversal - Izquierda	Longitud (m)	44x0.82	36.08
	Peso (kg)	44x0.73	32.03
Arranques - Transversal - Derecha	Longitud (m)	44x0.82	36.08
	Peso (kg)	44x0.73	32.03
Totales	Longitud (m)	119.86	
	Peso (kg)	106.41	106.41
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	131.85	
	Peso (kg)	117.05	117.05

Referencia: M4		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø6 Ø12	
Armadura inferior - Transversal	Longitud (m)		18x0.74 13.32
	Peso (kg)		18x0.66 11.83

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Referencia: M4		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø6	Ø12	
Armadura inferior - Longitudinal	Longitud (m)		3x5.00	15.00
	Peso (kg)		3x4.44	13.32
Arranques - Transversal - Izquierda	Longitud (m)	51x0.67		34.17
	Peso (kg)	51x0.15		7.58
Arranques - Transversal - Derecha	Longitud (m)	51x0.67		34.17
	Peso (kg)	51x0.15		7.58
Totales	Longitud (m)	68.34	28.32	
	Peso (kg)	15.16	25.15	40.31
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	75.17	31.15	
	Peso (kg)	16.68	27.66	44.34

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

Elemento	B 500 S, Ys=1.15 (kg)			Hormigón (m³)		Encofrado (m²)
	Ø6	Ø12	Total	HA-30, Yc=1.5	Limpieza	
Referencia: M1		117.05	117.05	1.42	0.47	5.16
Referencia: M2		69.31	69.31	0.84	0.28	3.06
Referencia: M3		117.05	117.05	1.42	0.47	5.16
Referencia: M4	16.67	27.67	44.34	0.84	0.28	3.06
Totales	16.67	331.08	347.75	4.52	1.51	16.44

21 COMPROBACIÓN

Referencia: M1		
Dimensiones: 55 x 30		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2943 MPa Calculado: 0.113011 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.367875 MPa Calculado: 0.111736 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.367875 MPa Calculado: 0.121448 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 1354.1 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 21431.3 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 0.00 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 118.03 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 46.21 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 6000 kN/m ² Calculado: 337.4 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 (norma EHE-08)</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- M1:	Mínimo: 20 cm Calculado: 23 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 (norma EHE-08)</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0013	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0013	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión:		
- Armado inferior dirección Y: <i>Artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 0.0008 Calculado: 0.0013	Cumple

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Referencia: M1		
Dimensiones: 55 x 30		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo de las barras: - Parrilla inferior: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i> - Armado inf. dirección Y hacia arriba: - Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple Cumple
Longitud mínima de las patillas: - Armado inf. dirección Y hacia arriba: - Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 12 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: M2		
Dimensiones: 55 x 30		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> - Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2943 MPa Calculado: 0.122036 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.367875 MPa Calculado: 0.119093 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.367875 MPa Calculado: 0.130081 MPa	Cumple

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Referencia: M2		
Dimensiones: 55 x 30		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 1335.3 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 13144.0 %	Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X: Momento: 0.00 kN·m - En dirección Y: Momento: 106.83 kN·m		
Cortante en la zapata: - En dirección X: Cortante: 0.00 kN - En dirección Y: Cortante: 27.47 kN		
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
	Máximo: 6000 kN/m ² Calculado: 367.3 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 (norma EHE-08)</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - M2:		
	Mínimo: 20 cm Calculado: 23 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 (norma EHE-08)</i>		
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0013	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0013	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: - Armado inferior dirección Y: <i>Artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i>		
	Mínimo: 0.0011 Calculado: 0.0013	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: - Parrilla inferior: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>		
	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>		
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Referencia: M2		
Dimensiones: 55 x 30		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: M3		
Dimensiones: 55 x 30		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2943 MPa Calculado: 0.11203 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.367875 MPa Calculado: 0.113207 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.367875 MPa Calculado: 0.122919 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 1162.8 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 21242.2 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 0.00 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 118.47 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Referencia: M3		
Dimensiones: 55 x 30		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 28.45 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 6000 kN/m ² Calculado: 337.9 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- M3:	Mínimo: 20 cm Calculado: 23 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0013	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0013	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión:		
- Armado inferior dirección Y: <i>Artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 0.0008 Calculado: 0.0013	Cumple
Diámetro mínimo de las barras:		
- Parrilla inferior: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Referencia: M3		
Dimensiones: 55 x 30		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: M4		
Dimensiones: 55 x 30		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2943 MPa Calculado: 0.120369 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.367875 MPa Calculado: 0.115366 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.367875 MPa Calculado: 0.123508 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 2105.2 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 13252.1 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 0.00 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 107.56 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 6.77 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 6000 kN/m ² Calculado: 370.4 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 (norma EHE-08)</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- M4:	Mínimo: 15 cm Calculado: 23 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 (norma EHE-08)</i>		
	Mínimo: 0.0009	

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Referencia: M4		
Dimensiones: 55 x 30		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0013	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0013	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión:		
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0011	
Artículo 42.3.2 (norma EHE-08)	Calculado: 0.0013	Cumple
Diámetro mínimo de las barras:		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 12 mm	
Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras:		
Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Separación mínima entre barras:		
Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Longitud de anclaje:		
Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991		
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 0 cm	
	Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm	
	Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Planta baja - Superficie total: 51.78 m2

Elemento	Superficie (m2)	Volumen (m3)	Barras (Kg)
Forjados	37.72	10.67	
*Arm. base losas			563
Vigas	13.88		
Encofrado lateral	15.98		
Total	67.58	10.67	563
Índices (por m2)	1.305	0.206	10.87

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Forjado 1 - Superficie total: 8.04 m2

Elemento	Superficie (m2)	Volumen (m3)	Barras (Kg)
Vigas	7.32		
Muros	101.38	15.21	1228
Pilares (Sup. Encofrado)	18.36	1.38	139
Total	127.06	16.59	1367
Índices (por m2)	15.803	2.063	170.02

Cubierta - Superficie total: 46.01 m2

Elemento	Superficie (m2)	Volumen (m3)	Barras (Kg)
Losas macizas	21.48	6.44	
*Arm. base losas			348
Unidireccionales	12.15	0.64	10
Vigas	11.66	7.02	460
Encofrado lateral	40.18		
Pilares (Sup. Encofrado)	41.76	3.12	332
Total	127.23	17.22	1150
Índices (por m2)	2.765	0.374	24.99

Total obra - Superficie total: 105.83 m2

Elemento	Superficie (m2)	Volumen (m3)	Barras (Kg)
Losas de cimentación	37.72	10.67	
Losas macizas	21.48	6.44	
*Arm. base losas			911
Unidireccionales	12.15	0.64	10
Vigas	32.86	7.02	460
Encofrado lateral	56.16		
Muros	101.38	15.21	1228
Pilares (Sup. Encofrado)	60.12	4.50	471
Total	321.87	44.48	3080
Índices (por m2)	3.041	0.420	29.10

**ANEXO III. LISTADOS DE CÁLCULO:
EDIFICIO DE ALMACENAMIENTO DE PREÓXIDO DE HIDRÓGENO**

ÍNDICE

1 DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA	235
2 NORMAS CONSIDERADAS	236
3 ACCIONES CONSIDERADAS	237
3.1 Gravitatorias	237
3.2 Viento	237
3.3 3.3.- Sismo	238
3.4 Hipótesis de carga	238
3.5 Empujes en muros	238
3.6 Listado de cargas	238
4 ESTADOS LÍMITE	240
5 SITUACIONES DE PROYECTO	241
5.1 Coeficientes parciales de seguridad (γ) y coeficientes de combinación (ψ)	241
5.2 Combinaciones	242
6 DATOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS Y PLANTAS	248
7 7.- DATOS GEOMÉTRICOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS	249
7.1 Pilares	249
7.2 Muros	249
8 DIMENSIONES, COEFICIENTES DE EMPOTRAMIENTO Y COEFICIENTES DE PANDEO PARA CADA PLANTA	251
9 LISTADO DE PAÑOS	252
9.1 Autorización de uso	252
10 LOSAS Y ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN	255
10.1 Zapatas	255

10.2 Losas de cimentación	255
11 MATERIALES UTILIZADOS	256
11.1 Hormigones	256
11.2 11.2.- Aceros por elemento y posición	256
11.2.1 Aceros en barras	256
11.2.2 Aceros en perfiles	256
12 MATERIALES	257
12.1 Hormigones	257
12.2 Aceros por elemento y posición	257
12.2.1 Aceros en barras	257
12.2.2 Aceros en perfiles	257
13 ARMADO DE PILARES Y PANTALLAS	258
13.1 Pilares	258
14 ESFUERZOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS POR HIPÓTESIS	259
15 ARRANQUES DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS POR HIPÓTESIS	263
16 PÉSIMOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS	266
16.1 Pilares	266
16.2 Muros	266
17 LISTADO DE ARMADO DE MUROS DE SÓTANO	269
18 LISTADO DE MEDICIÓN DE PILARES	270
19 SUMATORIO DE ESFUERZOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS POR HIPÓTESIS Y PLANTA	271
19.1 Resumido	271
20 LISTADO DE ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN	272
20.1 Descripción	272
20.2 Medición	272

20.3 Comprobación	273
21 LISTADO DE ZAPATAS CORRIDAS	279
21.1 Descripción	279
21.2 Medición	279
21.3 Comprobación	281
22 LISTADO DE VIGAS DE ATADO	289
22.1 Descripción	289
22.2 Medición	289
22.3 Comprobación	289

1 DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA

Proyecto: Edificio de Peróxido de Hidrógeno

Clave: Ed Peroxido

2 NORMAS CONSIDERADAS

Hormigón: EHE-08

Aceros conformados: EAE 2011

Aceros laminados y armados: EAE 2011

Forjados de viguetas: EHE-08

Categoría de uso: A. Zonas residenciales

3 ACCIONES CONSIDERADAS

3.1 Gravitatorias

Planta	S.C.U (kN/m ²)	Cargas muertas (kN/m ²)
Cubierta	1.4	2.0
Planta 1	0.0	0.0
Planta baja	2.9	1.0

3.2 Viento

CTE DB SE-AE

Código Técnico de la Edificación.

Documento Básico Seguridad Estructural - Acciones en la Edificación

Zona eólica: A

Grado de aspereza: III. Zona rural accidentada o llana con obstáculos

La acción del viento se calcula a partir de la presión estática q_e que actúa en la dirección perpendicular a la superficie expuesta. El programa obtiene de forma automática dicha presión, conforme a los criterios del Código Técnico de la Edificación DB-SE AE, en función de la geometría del edificio, la zona eólica y grado de aspereza seleccionados, y la altura sobre el terreno del punto considerado:

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

Donde:

q_b Es la presión dinámica del viento conforme al mapa eólico del Anejo D.

C_e Es el coeficiente de exposición, determinado conforme a las especificaciones del Anejo D.2, en función del grado de aspereza del entorno y la altura sobre el terreno del punto considerado.

C_p Es el coeficiente eólico o de presión, calculado según la tabla 3.5 del apartado 3.3.4, en función de la esbeltez del edificio en el plano paralelo al viento.

q_b (kN/m ²)	Viento X			Viento Y		
	esbeltez	C_p (presión)	C_p (succión)	esbeltez	C_p (presión)	C_p (succión)
0.42	0.66	0.76	-0.40	1.17	0.80	-0.57

Anchos de banda		
Plantas	Ancho de banda Y (m)	Ancho de banda X (m)
En todas las plantas	5.20	9.20

No se realiza análisis de los efectos de 2º orden

Coeficientes de Cargas

+X: 1.00 -X:1.00

+Y: 1.00 -Y:1.00

Cargas de viento		
Planta	Viento X (kN)	Viento Y (kN)
Cubierta	14.303	29.714
Planta 1	13.853	28.779

Conforme al artículo 3.3.2., apartado 2 del Documento Básico AE, se ha considerado que las fuerzas de viento por planta, en cada dirección del análisis, actúan con una excentricidad de $\pm 5\%$ de la dimensión máxima del edificio.

3.3 3.3.- Sismo

Sin acción de sismo

3.4 Hipótesis de carga

Automáticas	Carga permanente Sobrecarga de uso Viento +X exc.+ Viento +X exc.- Viento -X exc.+ Viento -X exc.- Viento +Y exc.+ Viento +Y exc.- Viento -Y exc.+ Viento -Y exc.-
-------------	---

3.5 Empujes en muros

3.6 Listado de cargas

Cargas especiales introducidas (en KN, KN/m y KN/m2)

Grupo	Hipótesis	Tipo	Valor	Coordenadas
2	Carga permanente	Lineal	1.45 (4.20, 4.90) (9.00, 4.90)	

Grupo	Hipótesis	Tipo	Valor	Coordenadas
	Carga permanente	Lineal	1.45	(4.20, 0.20) (9.00, 0.20)
	Carga permanente	Lineal	0.67	(4.20, 4.90) (4.20, 0.20)
	Carga permanente	Lineal	0.67	(9.00, 4.90) (9.00, 0.20)
	Sobrecarga de uso	Lineal	2.00	(-0.30, 5.40) (9.40, 5.40)
	Sobrecarga de uso	Lineal	2.00	(9.40, 5.40) (9.40, -0.30)
	Sobrecarga de uso	Lineal	2.00	(9.40, -0.30) (-0.30, -0.30)
	Sobrecarga de uso	Lineal	2.00	(-0.30, -0.30) (-0.30, 5.40)
	Sobrecarga de uso	Lineal	2.40	(4.20, 4.90) (9.00, 4.90)
	Sobrecarga de uso	Lineal	2.40	(4.20, 0.20) (9.00, 0.20)

4 ESTADOS LÍMITE

E.L.U. de rotura. Hormigón	CTE
E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Tensiones sobre el terreno	Acciones características
Desplazamientos	

5 SITUACIONES DE PROYECTO

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

G_k Acción permanente

Q_k Acción variable

γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

$\Psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$\Psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

5.1 Coeficientes parciales de seguridad (γ) y coeficientes de combinación (ψ)

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón: EHE-08

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.700
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: EHE-08 / CTE DB-SE C

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	1.000	0.700

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Viento (Q)	0.000	1.600	1.000	0.600

Tensiones sobre el terreno

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

5.2 Combinaciones

■ Nombres de las hipótesis

G Carga permanente
 Qa Sobrecarga de uso
 V(+X exc.+) Viento +X exc.+
 V(+X exc.-) Viento +X exc.-
 V(-X exc.+) Viento -X exc.+
 V(-X exc.-) Viento -X exc.-
 V(+Y exc.+) Viento +Y exc.+
 V(+Y exc.-) Viento +Y exc.-
 V(-Y exc.+) Viento -Y exc.+
 V(-Y exc.-) Viento -Y exc.-

■ E.L.U. de rotura. Hormigón

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Comb	G	Qa	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)
1	1.00 0									
2	1.35 0									
3	1.00 0	1.50 0								
4	1.35 0	1.50 0								
5	1.00 0		1.500							
6	1.35 0		1.500							
7	1.00 0	1.05 0	1.500							
8	1.35 0	1.05 0	1.500							
9	1.00 0	1.50 0	0.900							
10	1.35 0	1.50 0	0.900							
11	1.00 0			1.500						
12	1.35 0			1.500						
13	1.00 0	1.05 0		1.500						
14	1.35 0	1.05 0		1.500						
15	1.00 0	1.50 0		0.900						
16	1.35 0	1.50 0		0.900						
17	1.00 0				1.500					
18	1.35 0				1.500					
19	1.00 0	1.05 0			1.500					
20	1.35 0	1.05 0			1.500					
21	1.00 0	1.50 0			0.900					
22	1.35 0	1.50 0			0.900					
23	1.00 0					1.500				
24	1.35 0					1.500				
25	1.00 0	1.05 0				1.500				
26	1.35 0	1.05 0				1.500				
27	1.00 0	1.50 0				0.900				
28	1.35 0	1.50 0				0.900				

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Comb.	G	Qa	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)
29	1.00 0						1.500			
30	1.35 0						1.500			
31	1.00 0	1.05 0					1.500			
32	1.35 0	1.05 0					1.500			
33	1.00 0	1.50 0					0.900			
34	1.35 0	1.50 0					0.900			
35	1.00 0							1.500		
36	1.35 0							1.500		
37	1.00 0	1.05 0						1.500		
38	1.35 0	1.05 0						1.500		
39	1.00 0	1.50 0						0.900		
40	1.35 0	1.50 0						0.900		
41	1.00 0								1.500	
42	1.35 0								1.500	
43	1.00 0	1.05 0							1.500	
44	1.35 0	1.05 0							1.500	
45	1.00 0	1.50 0							0.900	
46	1.35 0	1.50 0							0.900	
47	1.00 0									1.500
48	1.35 0									1.500
49	1.00 0	1.05 0								1.500
50	1.35 0	1.05 0								1.500
51	1.00 0	1.50 0								0.900
52	1.35 0	1.50 0								0.900

■ E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones

Comb.	G	Qa	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)
1	1.00 0									

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Comb	G	Qa	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)
2	1.60 0									
3	1.00 0	1.60 0								
4	1.60 0	1.60 0								
5	1.00 0		1.600							
6	1.60 0		1.600							
7	1.00 0	1.12 0	1.600							
8	1.60 0	1.12 0	1.600							
9	1.00 0	1.60 0	0.960							
10	1.60 0	1.60 0	0.960							
11	1.00 0			1.600						
12	1.60 0			1.600						
13	1.00 0	1.12 0		1.600						
14	1.60 0	1.12 0		1.600						
15	1.00 0	1.60 0		0.960						
16	1.60 0	1.60 0		0.960						
17	1.00 0				1.600					
18	1.60 0				1.600					
19	1.00 0	1.12 0			1.600					
20	1.60 0	1.12 0			1.600					
21	1.00 0	1.60 0			0.960					
22	1.60 0	1.60 0			0.960					
23	1.00 0					1.600				
24	1.60 0					1.600				
25	1.00 0	1.12 0				1.600				
26	1.60 0	1.12 0				1.600				
27	1.00 0	1.60 0				0.960				
28	1.60 0	1.60 0				0.960				
29	1.00 0						1.600			

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Comb	G	Qa	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)
30	1.60 0						1.600			
31	1.00 0	1.12 0					1.600			
32	1.60 0	1.12 0					1.600			
33	1.00 0	1.60 0					0.960			
34	1.60 0	1.60 0					0.960			
35	1.00 0							1.600		
36	1.60 0							1.600		
37	1.00 0	1.12 0						1.600		
38	1.60 0	1.12 0						1.600		
39	1.00 0	1.60 0						0.960		
40	1.60 0	1.60 0						0.960		
41	1.00 0								1.600	
42	1.60 0								1.600	
43	1.00 0	1.12 0							1.600	
44	1.60 0	1.12 0							1.600	
45	1.00 0	1.60 0							0.960	
46	1.60 0	1.60 0							0.960	
47	1.00 0									1.600
48	1.60 0									1.600
49	1.00 0	1.12 0								1.600
50	1.60 0	1.12 0								1.600
51	1.00 0	1.60 0								0.960
52	1.60 0	1.60 0								0.960

■ Tensiones sobre el terreno

■ Desplazamientos

Comb	G	Qa	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)
1	1.00 0									

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Comb .	G	Qa	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)
2	1.00 0	1.00 0								
3	1.00 0		1.000							
4	1.00 0	1.00 0	1.000							
5	1.00 0			1.000						
6	1.00 0	1.00 0		1.000						
7	1.00 0				1.000					
8	1.00 0	1.00 0			1.000					
9	1.00 0					1.000				
10	1.00 0	1.00 0				1.000				
11	1.00 0						1.000			
12	1.00 0	1.00 0					1.000			
13	1.00 0							1.000		
14	1.00 0	1.00 0						1.000		
15	1.00 0								1.000	
16	1.00 0	1.00 0							1.000	
17	1.00 0									1.000
18	1.00 0	1.00 0								1.000

6 DATOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS Y PLANTAS

Grupo	Nombre del grupo	Planta	Nombre planta	Altura	Cota
2	Cubierta	2	Cubierta	5.51	6.06
1	Planta 1	1	Planta 1	2.15	0.55
0	Planta baja				-1.60

7 7.- DATOS GEOMÉTRICOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS

7.1 Pilares

GI: grupo inicial

GF: grupo final

Ang: ángulo del pilar en grados sexagesimales

Datos de los pilares

Referencia	Coord(P.Fijo)	GI- GF	Vinculación exterior	Ang.	Punto fijo	Canto de apoyo
P1	(4.15, 4.95)	0-2	Sin vinculación exterior	0.0	Centro	
P2	(0.15, 4.95)	0-2	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.80
P3	(4.15, 0.15)	0-2	Sin vinculación exterior	0.0	Centro	
P4	(0.15, 0.15)	0-2	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.80
P5	(8.95, 4.95)	0-2	Sin vinculación exterior	0.0	Centro	
P6	(8.95, 0.15)	0-2	Sin vinculación exterior	0.0	Centro	

7.2 Muros

- Las coordenadas de los vértices inicial y final son absolutas.
- Las dimensiones están expresadas en metros.

Datos geométricos del muro

Referencia	Tipo muro	GI- GF	Vértices		Planta	Dimensiones Izquierda+Derecha=Total
			Inicial	Final		
M3	Muro de hormigón armado	0-1	(4.15, 0.15)	(4.15, 4.95)	1	0.15+0.15=0.3
M4	Muro de hormigón armado	0-1	(4.15, 0.15)	(8.95, 0.15)	1	0.15+0.15=0.3
M5	Muro de hormigón armado	0-1	(8.95, 0.15)	(8.95, 4.95)	1	0.15+0.15=0.3
M6	Muro de hormigón armado	0-1	(4.15, 4.95)	(8.95, 4.95)	1	0.15+0.15=0.3

Empujes y zapata del muro

Referencia	Empujes	Zapata del muro
M3	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Sin empujes	Zapata corrida: 0.550 x 0.300 Vuelos: izq.:0.00 der.:0.25 canto:0.30 Módulo de balasto: 196200.00 kN/m³
M4	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Sin empujes	Zapata corrida: 0.550 x 0.400 Vuelos: izq.:0.25 der.:0.00 canto:0.40 Módulo de balasto: 196200.00 kN/m³

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Referencia	Empujes	Zapata del muro
M5	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Sin empujes	Zapata corrida: 0.550 x 0.400 Vuelos: izq.:0.25 der.:0.00 canto:0.40 Módulo de balasto: 196200.00 kN/m ³
M6	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Sin empujes	Zapata corrida: 0.550 x 0.400 Vuelos: izq.:0.00 der.:0.25 canto:0.40 Módulo de balasto: 196200.00 kN/m ³

8 DIMENSIONES, COEFICIENTES DE EMPOTRAMIENTO Y COEFICIENTES DE PANDEO PARA CADA PLANTA

Referencia pilar	Planta	Dimensiones	Coefs. empotramiento		Coefs. pandeo	
			Cabeza	Pie	Pandeo x	Pandeo Y
Para todos los pilares	2	0.30x0.30	0.30	1.00	1.00	1.00
	1	0.30x0.30	1.00	1.00	1.00	1.00

9 LISTADO DE PAÑOS

Tipos de forjados considerados

Nombre	Descripción
ALVAREZ T18, 20+5, De hormigón	FORJADO DE VIGUETAS PRETENSADAS Fabricante: ALVAREZ T18 Tipo de bovedilla: De hormigón Canto del forjado: $25 = 20 + 5$ (cm) Intereje: 69 cm (simple) y 81 cm (doble) Hormigón obra: HA-25, $Y_c=1.5$ Hormigones viguetas: HA-25, $Y_c=1.5$ Acero pretensar: Y 1860 C I1 Aceros negativos: B 500 S, $Y_s=1.15$ Peso propio: 3.19 kN/m^2 (simple) y 3.56 kN/m^2 (doble)

9.1 Autorización de uso

Datos del forjado

Fabricante: ALVAREZ T18
 Tipo de bovedilla: De hormigón
 Canto del forjado: $25 = 20 + 5$ (cm)
 Intereje: 69 cm (simple) y 81 cm (doble)
 Hormigón obra: HA-25, $Y_c=1.5$
 Hormigones viguetas: HA-25, $Y_c=1.5$
 Acero pretensar: Y 1860 C I1
 Aceros negativos: B 500 S, $Y_s=1.15$
 Peso propio: 3.19 kN/m^2 (simple) y 3.56 kN/m^2 (doble)

Flexión positiva - Viguetas simples								
Tipo de vigueta	Momento (kN·m/m)		Rigidez (m ² ·kN/m)		Momento de servicio (kN·m/m)			Cortante último (kN/m)
	Último	Fisuración	Total	Fisurada	Clase I	Clase II	Clase III	
ALV T18-1	12.85	10.99	12459	10399	4.12	5.20	11.97	20.40
ALV T18-2	23.05	11.28	12655	10693	12.75	14.42	20.80	26.39
ALV T18-3	31.88	11.38	12851	10889	18.84	21.19	27.08	29.43
ALV T18-4	41.10	11.58	13047	11085	25.60	28.84	33.94	32.96
ALV T18-5	48.95	11.67	13145	11282	30.71	34.43	39.14	35.61
ALV T18-6	55.62	11.77	13244	11380	31.78	35.81	40.42	35.81
Notas: Clase I: Ambiente agresivo Clase II: Ambiente exterior Clase III: Ambiente interior Esfuerzos por metro de ancho								

Flexión negativa - Viguetas simples						
Refuerzo superior por nervio	Área del nervio (cm ²)	Momento último (kN·m/m)		Momento de fisuración (kN·m/m)	Rigidez (m ² ·kN/m)	
		Sección tipo	Sección macizada		Total	Fisurada
1Ø10	0.79	7.55	7.65	18.54	12361	1079
2Ø8	1.01	9.52	9.61	18.64	12361	1275
1Ø12	1.13	10.59	10.69	18.64	12361	1373
1Ø8+1Ø10	1.29	11.97	12.07	18.74	12459	1472
2Ø10	1.57	19.03	19.13	18.84	12459	1668
1Ø10+1Ø12	1.92	22.56	22.66	18.93	12459	1962
2Ø12	2.26	25.90	26.00	19.13	12557	2158
1Ø10+1Ø16	2.80	30.31	36.10	19.23	12557	2453
1Ø12+1Ø16	3.14	33.06	40.32	19.42	12655	2747
3Ø12	3.39	35.32	43.75	19.52	12655	2943
2Ø16	4.02	40.22	51.01	19.72	12655	3139
4Ø12	4.52	46.60	57.58	20.01	12753	3532
2Ø16+1Ø12	5.15	52.09	64.75	20.21	12851	3826
3Ø16	6.03	52.78	74.85	20.50	12949	4218
6Ø12	6.79	52.78	84.37	20.99	13047	4611
4Ø16	8.04	52.78	97.71	21.29	13145	4807
Notas: Esfuerzos por metro de ancho						

Flexión positiva - Viguetas dobles								
Tipo de viga	Momento (kN·m/m)		Rigidez (m ² ·kN/m)		Momento de servicio (kN·m/m)			Cortante último (kN/m)
	Último	Fisuración	Total	Fisurada	Clase I	Clase II	Clase III	
ALV T18-1	21.78	17.95	17756	15402	6.77	8.53	19.33	35.12
ALV T18-2	38.95	18.25	18050	15794	20.70	23.54	33.65	45.32
ALV T18-3	53.46	18.54	18345	15990	30.41	34.63	43.65	50.52
ALV T18-4	68.67	18.84	18639	16285	41.59	47.48	55.23	56.60
ALV T18-5	81.13	18.93	18737	16481	49.74	56.60	63.37	61.21
ALV T18-6	91.63	19.03	18835	16579	51.31	58.57	65.24	61.61
Notas: Clase I: Ambiente agresivo Clase II: Ambiente exterior Clase III: Ambiente interior Esfuerzos por metro de ancho								

Flexión negativa - Viguetas dobles						
Refuerzo superior por nervio	Área del nervio (cm ²)	Momento último (kN·m/m)		Momento de fisuración (kN·m/m)	Rigidez (m ² ·kN/m)	
		Sección tipo	Sección macizada		Total	Fisurada
1Ø10	0.79	0.00	0.00	21.88	17658	1079
2Ø8	1.01	0.00	0.00	21.97	17658	1275

Flexión negativa - Viguetas dobles						
Refuerzo superior por nervio	Área del nervio (cm ²)	Momento último (kN·m/m)		Momento de fisuración (kN·m/m)	Rigidez (m ² ·kN/m)	
		Sección tipo	Sección macizada		Total	Fisurada
1Ø12	1.13	0.00	0.00	21.97	17756	1275
1Ø8+1Ø10	1.29	0.00	0.00	22.07	17756	1472
2Ø10	1.57	12.95	13.05	22.17	17756	1668
1Ø10+1Ø12	1.92	20.70	20.80	22.37	17854	1962
2Ø12	2.26	24.13	24.23	22.46	17952	2158
1Ø10+1Ø16	2.80	29.14	29.23	22.66	17952	2551
1Ø12+1Ø16	3.14	32.37	34.83	22.76	18050	2747
3Ø12	3.39	34.83	37.77	22.96	18149	2943
2Ø16	4.02	40.02	44.05	23.15	18149	3237
4Ø12	4.52	44.64	49.83	23.45	18345	3630
2Ø16+1Ø12	5.15	49.15	56.02	23.64	18443	3924
3Ø16	6.03	55.43	64.94	24.03	18541	4415
6Ø12	6.79	61.21	73.28	24.43	18737	4905
4Ø16	8.04	68.08	84.95	24.82	18933	5396
Notas: Esfuerzos por metro de ancho						

10 LOSAS Y ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN

10.1 Zapatas

- Tensión admisible en situaciones persistentes: 0.294 MPa
- Tensión admisible en situaciones accidentales: 0.441 MPa

10.2 Losas de cimentación

Losas cimentación	Canto (cm)	Módulo balasto (kN/m ³)	Tensión admisible en situaciones persistentes (MPa)	Tensión admisible en situaciones accidentales (MPa)
Todas	30	196200.00	0.294	0.441

11 MATERIALES UTILIZADOS

11.1 Hormigones

Elemento	Hormigón	f_{ck} (MPa)	γ_c
Vigas y losas de cimentación	HA-30	30	1.50
Elementos de cimentación	HA-30	30	1.50
Forjados	HA-25	25	1.50
Pilares y pantallas	HA-30	30	1.50
Muros	HA-30	30	1.50

11.2 11.2.- Aceros por elemento y posición

11.2.1 Aceros en barras

Para todos los elementos estructurales de la obra: B 500 S; $f_{yk} = 500$ MPa; $\gamma_s = 1.15$

11.2.2 Aceros en perfiles

Tipo de acero para perfiles	Acero	Límite elástico (MPa)	Módulo de elasticidad (GPa)
Aceros conformados	S 235	235	210
Aceros laminados	S275	275	210

12 MATERIALES

12.1 Hormigones

HA-30; $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$; $\gamma_c = 1.50$

12.2 Aceros por elemento y posición

12.2.1 Aceros en barras

Para todos los elementos estructurales de la obra: B 500 S; $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$; $\gamma_s = 1.15$

12.2.2 Aceros en perfiles

Tipo de acero para perfiles	Acero	Límite elástico (MPa)	Módulo de elasticidad (GPa)
Aceros conformados	S 235	235	210
Aceros laminados	S275	275	210

13 ARMADO DE PILARES Y PANTALLAS

13.1 Pilares

Armado de pilares											
Hormigón: HA-30, Yc=1.5											
Pila r	Geometría			Armaduras						Aprov (%)	Estado
	Planta	Dimensione s (cm)	Tramo (m)	Barras				Estribos			
				Esquin a	Cara X	Cara Y	Cuantí a (%)	Perimetra l	Separació n (cm)		
P1	Cubierta	30x30	0.55/5.46								
	Planta 1	30x30	- 1.60/0.55	4Ø12	2Ø12	2Ø12	1.01	1eØ6	15	94.8	Cumpl e
	Planta baja	-	-	4Ø12	2Ø12	2Ø12	1.01	1eØ6	-	5.3	Cumpl e
P2	Cubierta	30x30	0.55/5.46								
	Planta 1	30x30	- 1.60/0.55	4Ø16	-	-	0.89	1eØ6	20	97.0	Cumpl e
	Planta baja	-	-	4Ø16	-	-	0.89	1eØ6	-	97.0	Cumpl e
P3	Cubierta	30x30	0.55/5.46								
	Planta 1	30x30	- 1.60/0.55	4Ø12	2Ø12	2Ø12	1.01	1eØ6	15	94.9	Cumpl e
	Planta baja	-	-	4Ø12	2Ø12	2Ø12	1.01	1eØ6	-	5.0	Cumpl e
P4	Cubierta	30x30	0.55/5.46								
	Planta 1	30x30	- 1.60/0.55	4Ø16	-	-	0.89	1eØ6	20	97.0	Cumpl e
	Planta baja	-	-	4Ø16	-	-	0.89	1eØ6	-	97.0	Cumpl e
P5	Cubierta	30x30	0.55/5.46								
	Planta 1	30x30	- 1.60/0.55	4Ø16	-	-	0.89	1eØ6	20	76.5	Cumpl e
	Planta baja	-	-	4Ø16	-	-	0.89	1eØ6	-	6.1	Cumpl e
P6	Cubierta	30x30	0.55/5.46								
	Planta 1	30x30	- 1.60/0.55	4Ø16	-	-	0.89	1eØ6	20	76.5	Cumpl e
	Planta baja	-	-	4Ø16	-	-	0.89	1eØ6	-	4.6	Cumpl e

14 ESFUERZOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS POR HIPÓTESIS

■ Tramo: Nivel inicial / nivel final del tramo entre plantas.

■ Nota:

Los esfuerzos están referidos a ejes locales del pilar.

Soporte	Planta	Dimensión (cm)	Tramo (m)	Hipótesis	Base						Cabeza					
					N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
P1	Cubierta	30x30	0.55/5.46	Carga permanente	98.2	-0.5	-0.6	-0.1	-0.4	0.0	87.4	0.1	1.3	-0.1	-0.4	0.0
				Sobrecarga de uso	29.0	0.0	0.1	0.0	0.0	-0.0	29.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	-0.0
				Viento +X exc.+	-0.2	-11.0	-0.3	-3.3	-0.1	0.0	-0.2	5.2	0.1	-3.3	-0.1	0.0
				Viento +X exc.-	-0.3	-10.1	0.2	-3.0	0.1	-0.0	-0.3	4.8	-0.1	-3.0	0.1	-0.0
				Viento -X exc.+	0.2	11.0	0.3	3.3	0.1	-0.0	0.2	-5.2	-0.1	3.3	0.1	-0.0
				Viento -X exc.-	0.3	10.1	-0.2	3.0	-0.1	0.0	0.3	-4.8	0.1	3.0	-0.1	0.0
				Viento +Y exc.+	5.3	-2.2	-23.0	-0.7	-6.9	0.1	5.3	1.0	10.6	-0.7	-6.9	0.1
				Viento +Y exc.-	5.5	-5.2	-24.7	-1.5	-7.3	0.3	5.5	2.4	11.4	-1.5	-7.3	0.3
				Viento -Y exc.+	-5.3	2.2	23.0	0.7	6.9	-0.1	-5.3	-1.0	-10.6	0.7	6.9	-0.1
				Viento -Y exc.-	-5.5	5.2	24.7	1.5	7.3	-0.3	-5.5	-2.4	-11.4	1.5	7.3	-0.3
	Planta 1	30x30	1.60/0.55	Carga permanente	0.2	-1.0	1.2	-2.7	3.1	-0.0	57.8	-	1.5	-1.6	-2.8	3.2
				Sobrecarga de uso	0.7	-0.2	0.2	-0.5	0.6	-0.0	16.9	-	0.5	-0.4	-1.0	0.7
				Viento +X exc.+	-0.6	0.1	-0.1	0.3	-0.2	-0.0	-	-3.4	-0.0	8.2	0.4	-0.1
				Viento +X exc.-	-0.6	0.1	-0.1	0.3	-0.2	-0.0	21.8	-3.2	0.1	7.6	-0.7	-0.1
				Viento -X exc.+	0.6	-0.1	0.1	-0.3	0.2	0.0	22.7	3.4	0.0	-8.2	-0.4	0.1
				Viento -X exc.-	0.6	-0.1	0.1	-0.3	0.2	0.0	21.8	3.2	-0.1	-7.6	15.0	0.1
				Viento +Y exc.+	0.7	-0.2	0.2	-0.4	0.7	-0.0	39.6	-0.3	-6.6	2.0	16.1	-0.1
				Viento +Y exc.-	0.7	-0.1	0.2	-0.3	0.7	-0.0	36.5	-1.1	-7.0	4.2	-	-0.2
				Viento -Y exc.+	-0.7	0.2	-0.2	0.4	-0.7	0.0	-	0.3	6.6	-2.0	15.0	0.1
				Viento -Y exc.-	-0.7	0.1	-0.2	0.3	-0.7	0.0	39.6	1.1	7.0	-4.2	-	0.2
P2	Cubierta	30x30	0.55/5.46	Carga permanente	65.0	0.3	-0.2	0.3	-0.3	-0.0	54.1	-1.2	1.5	0.3	-0.3	-0.0
				Sobrecarga de uso	17.9	0.1	-0.0	0.1	-0.1	-0.0	17.9	-0.2	0.3	0.1	-0.1	-0.0
				Viento +X exc.+	-1.7	-1.8	-0.3	-1.0	-0.1	0.0	-1.7	2.9	0.3	-1.0	-0.1	0.0
				Viento +X exc.-	-1.8	-1.5	0.3	-0.9	0.1	-0.0	-1.8	2.7	-0.3	-0.9	0.1	-0.0
				Viento -X exc.+	1.7	1.8	0.3	1.0	0.1	-0.0	1.7	-2.9	-0.3	1.0	0.1	-0.0
				Viento -X exc.-	1.8	1.5	-0.3	0.9	-0.1	0.0	1.8	-2.7	0.3	0.9	-0.1	0.0
				Viento +Y exc.+	3.8	-0.6	-4.8	-0.2	-2.4	0.1	3.8	0.5	7.1	-0.2	-2.4	0.1
				Viento +Y exc.-	4.3	-1.4	-6.6	-0.6	-3.2	0.2	4.3	1.4	9.0	-0.6	-3.2	0.2
				Viento -Y exc.+	-3.8	0.6	4.8	0.2	2.4	-0.1	-3.8	-0.5	-7.1	0.2	2.4	-0.1
				Viento -Y exc.-	-4.3	1.4	6.6	0.6	3.2	-0.2	-4.3	-1.4	-9.0	0.6	3.2	-0.2
	Planta 1	30x30	1.60/0.55	Carga permanente	69.7	0.9	-1.0	0.3	-0.3	-0.0	65.0	0.3	-0.2	0.3	-0.3	-0.0
				Sobrecarga de uso	17.9	0.2	-0.2	0.1	-0.1	-0.0	17.9	0.1	-0.0	0.1	-0.1	-0.0
				Viento +X exc.+	-1.7	-8.8	-0.5	-3.3	-0.1	0.0	-1.7	-1.8	-0.3	-3.3	-0.1	0.0
				Viento +X exc.-	-1.8	-8.3	0.5	-3.2	0.1	-0.0	-1.8	-1.5	0.3	-3.2	0.1	-0.0
				Viento -X exc.+	1.7	8.8	0.5	3.3	0.1	-0.0	1.7	1.8	0.3	3.3	0.1	-0.0
				Viento -X exc.-	1.8	8.3	-0.5	3.2	-0.1	0.0	1.8	1.5	-0.3	3.2	-0.1	0.0
				Viento +Y exc.+	3.8	-1.1	-20.3	-0.2	-7.2	0.0	3.8	-0.6	-4.8	-0.2	-7.2	0.0
				Viento +Y exc.-	4.3	-2.7	-23.8	-0.6	-8.0	0.3	4.3	-1.4	-6.6	-0.6	-8.0	0.3
				Viento -Y exc.+	-3.8	1.1	20.3	0.2	7.2	-0.0	-3.8	0.6	4.8	0.2	7.2	-0.0
				Viento -Y exc.-	-4.3	2.7	23.8	0.6	8.0	-0.3	-4.3	1.4	6.6	0.6	8.0	-0.3

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Soporte	Planta	Dimensión (cm)	Tramo (m)	Hipótesis	Base						Cabeza					
					N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
P3	Cubierta	30x30	0.55/5.46	Carga permanente	98.2	-0.5	0.6	-0.1	0.4	0.0	87.4	0.1	-1.3	-0.1	0.4	0.0
				Sobrecarga de uso	29.0	0.0	-0.1	0.0	-0.0	0.0	29.0	-0.1	-0.0	0.0	-0.0	0.0
				Viento +X exc.+	-0.3	-10.2	-0.2	-3.0	-0.1	0.0	-0.3	4.8	0.1	-3.0	-0.1	0.0
				Viento +X exc.-	-0.3	-11.0	0.3	-3.3	0.1	-0.0	-0.3	5.2	-0.1	-3.3	0.1	-0.0
				Viento -X exc.+	0.3	10.2	0.2	3.0	0.1	-0.0	0.3	-4.8	-0.1	3.0	0.1	-0.0
				Viento -X exc.-	0.3	11.0	-0.3	3.3	-0.1	0.0	0.3	-5.2	0.1	3.3	-0.1	0.0
				Viento +Y exc.+	-5.3	2.2	-23.0	0.7	-6.9	0.1	-5.3	-1.0	10.6	0.7	-6.9	0.1
				Viento +Y exc.-	-5.5	5.2	-24.7	1.5	-7.4	0.3	-5.5	-2.4	11.4	1.5	-7.4	0.3
				Viento -Y exc.+	5.3	-2.2	23.0	-0.7	6.9	-0.1	5.3	1.0	-10.6	-0.7	6.9	-0.1
				Viento -Y exc.-	5.5	-5.2	24.7	-1.5	7.4	-0.3	5.5	2.4	-11.4	-1.5	7.4	-0.3
	Planta 1	30x30	1.60/0.55	Carga permanente	1.1	-1.1	-1.2	-2.9	-3.3	-0.0	56.8	-	-	-	-3.3	-
				Sobrecarga de uso	0.9	-0.2	-0.2	-0.5	-0.6	-0.0	16.5	-	-	-	-0.8	-
				Viento +X exc.+	-0.6	0.1	0.1	0.3	0.2	0.0	-	1.3	1.6	-2.5	-0.8	0.0
				Viento +X exc.-	-0.6	0.1	0.1	0.3	0.2	0.0	-	0.4	0.4	-0.8	-0.3	-0.0
				Viento -X exc.+	0.6	-0.1	-0.1	-0.3	-0.2	-0.0	-	-2.9	-0.1	6.7	-0.6	0.1
				Viento -X exc.-	0.6	-0.1	-0.1	-0.3	-0.2	-0.0	-	-3.1	-0.0	7.2	0.3	0.1
				Viento +Y exc.+	-1.2	0.2	0.2	0.5	0.7	-0.0	-	20.6	-3.1	-0.0	-0.6	-0.1
				Viento +Y exc.-	-1.2	0.2	0.2	0.4	0.7	-0.0	-	2.9	0.1	-6.7	0.6	-0.1
				Viento -Y exc.+	1.2	-0.2	-0.2	-0.5	-0.7	0.0	-	3.1	0.0	-7.2	15.3	-0.1
				Viento -Y exc.-	1.2	-0.2	-0.2	-0.4	-0.7	0.0	-	0.3	-6.6	-2.2	16.4	-0.1
P4	Cubierta	30x30	0.55/5.46	Carga permanente	65.0	0.3	0.2	0.3	0.3	-0.0	54.1	-1.2	-1.5	0.3	0.3	-0.0
				Sobrecarga de uso	17.9	0.1	0.0	0.1	0.1	-0.0	17.9	-0.2	-0.3	0.1	0.1	-0.0
				Viento +X exc.+	-1.8	-1.5	-0.3	-0.8	-0.1	0.0	-1.8	2.7	0.3	-0.8	-0.1	0.0
				Viento +X exc.-	-1.7	-1.8	0.3	-0.9	0.1	-0.0	-1.7	2.9	-0.3	-0.9	0.1	-0.0
				Viento -X exc.+	1.8	1.5	0.3	0.8	0.1	-0.0	1.8	-2.7	-0.3	0.8	0.1	-0.0
				Viento -X exc.-	1.7	1.8	-0.3	0.9	-0.1	0.0	1.7	-2.9	0.3	0.9	-0.1	0.0
				Viento +Y exc.+	-3.8	0.6	-4.8	0.2	-2.4	0.1	-3.8	-0.5	7.1	0.2	-2.4	0.1
				Viento +Y exc.-	-4.3	1.4	-6.6	0.6	-3.2	0.2	-4.3	-1.4	9.0	0.6	-3.2	0.2
				Viento -Y exc.+	3.8	-0.6	4.8	-0.2	2.4	-0.1	3.8	0.5	-7.1	-0.2	2.4	-0.1
				Viento -Y exc.-	4.3	-1.4	6.6	-0.6	3.2	-0.2	4.3	1.4	-9.0	-0.6	3.2	-0.2
	Planta 1	30x30	1.60/0.55	Carga permanente	69.7	0.9	1.0	0.3	0.3	-0.0	65.0	0.3	0.2	0.3	0.3	-0.0
				Sobrecarga de uso	17.9	0.2	0.2	0.1	0.1	-0.0	17.9	0.1	0.0	0.1	0.1	-0.0
				Viento +X exc.+	-1.8	-8.3	-0.5	-3.2	-0.1	0.0	-1.8	-1.5	-0.3	-3.2	-0.1	0.0
				Viento +X exc.-	-1.7	-8.8	0.5	-3.3	0.1	-0.0	-1.7	-1.8	0.3	-3.3	0.1	-0.0
				Viento -X exc.+	1.8	8.3	0.5	3.2	0.1	-0.0	1.8	1.5	0.3	3.2	0.1	-0.0
				Viento -X exc.-	1.7	8.8	-0.5	3.3	-0.1	0.0	1.7	1.8	-0.3	3.3	-0.1	0.0
				Viento +Y exc.+	-3.8	1.1	-20.3	0.2	-7.2	0.0	-3.8	0.6	-4.8	0.2	-7.2	0.0
				Viento +Y exc.-	-4.3	2.7	-23.8	0.6	-8.0	0.3	-4.3	1.4	-6.6	0.6	-8.0	0.3
				Viento -Y exc.+	3.8	-1.1	20.3	-0.2	7.2	-0.0	3.8	-0.6	4.8	-0.2	7.2	-0.0
				Viento -Y exc.-	4.3	-2.7	23.8	-0.6	8.0	-0.3	4.3	-1.4	6.6	-0.6	8.0	-0.3
P5	Cubierta	30x30	0.55/5.46	Carga permanente	55.3	-0.3	-0.6	-0.2	-0.3	-0.0	44.4	0.6	1.1	-0.2	-0.3	-0.0
				Sobrecarga de uso	20.4	-0.1	-0.1	-0.1	-0.0	-0.0	20.4	0.3	0.2	-0.1	-0.0	-0.0
				Viento +X exc.+	2.0	-10.8	0.7	-3.2	0.2	0.0	2.0	4.9	-0.3	-3.2	0.2	0.0
				Viento +X exc.-	2.1	-9.9	-0.5	-2.9	-0.2	-0.0	2.1	4.5	0.3	-2.9	-0.2	-0.0
				Viento -X exc.+	-2.0	10.8	-0.7	3.2	-0.2	-0.0	-2.0	-4.9	0.3	3.2	-0.2	-0.0
				Viento -X exc.-	-2.1	9.9	0.5	2.9	0.2	0.0	-2.1	-4.5	-0.3	2.9	0.2	0.0
				Viento +Y exc.+	5.7	-1.9	-18.8	-0.6	-5.6	0.1	5.7	0.9	8.7	-0.6	-5.6	0.1
				Viento +Y exc.-	5.2	-4.9	-14.5	-1.5	-4.3	0.3	5.2	2.3	6.7	-1.5	-4.3	0.3
				Viento -Y exc.+	-5.7	1.9	18.8	0.6	5.6	-0.1	-5.7	-0.9	-8.7	0.6	5.6	-0.1
				Viento -Y exc.-	-5.2	4.9	14.5	1.5	4.3	-0.3	-5.2	-2.3	-6.7	1.5	4.3	-0.3

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Soporte	Planta	Dimensión (cm)	Tramo (m)	Hipótesis	Base						Cabeza					
					N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
	Planta 1	30x30	1.60/0.55	Carga permanente	-4.6	0.9	0.7	4.0	3.0	-0.0	35.0					
				Sobrecarga de uso	-0.3	0.2	0.1	0.7	0.5	-0.0	12.5	-0.9	-1.0	1.9	0.6	0.0
				Viento +X exc.+	0.1	0.1	0.1	0.5	0.3	-0.0	21.6	-3.4	0.1	7.8	-0.1	-0.1
				Viento +X exc.-	0.1	0.1	0.1	0.5	0.3	-0.0	21.6	-3.1	-0.3	7.2	0.9	-0.1
				Viento -X exc.+	-0.1	-0.1	-0.1	-0.5	-0.3	0.0	-	3.4	-0.1	-7.8	0.1	0.1
				Viento -X exc.-	-0.1	-0.1	-0.1	-0.5	-0.3	0.0	22.3	3.1	0.3	-7.2	13.0	0.1
				Viento +Y exc.+	0.3	0.2	0.1	0.8	0.7	0.0	43.6	-0.9	-5.8	0.8	10.0	0.1
				Viento +Y exc.-	0.3	0.2	0.1	0.9	0.6	0.0	41.2	-1.7	-4.6	3.0	-	0.1
				Viento -Y exc.+	-0.3	-0.2	-0.1	-0.8	-0.7	-0.0	-	0.9	5.8	-0.8	13.0	-0.1
				Viento -Y exc.-	-0.3	-0.2	-0.1	-0.9	-0.6	-0.0	43.6	1.7	4.6	-3.0	-	-0.1
											-				10.0	
											41.2					
P6	Cubierta	30x30	0.55/5.46	Carga permanente	55.3	-0.3	0.6	-0.2	0.3	0.0	44.4	0.6	-1.1	-0.2	0.3	0.0
				Sobrecarga de uso	20.4	-0.1	0.1	-0.1	0.0	0.0	20.4	0.3	-0.2	-0.1	0.0	0.0
				Viento +X exc.+	2.1	-9.9	0.5	-3.0	0.2	0.0	2.1	4.5	-0.3	3.0	0.2	0.0
				Viento +X exc.-	2.0	-10.8	-0.7	-3.2	-0.2	-0.0	2.0	4.9	0.3	-3.2	-0.2	-0.0
				Viento -X exc.+	-2.1	9.9	-0.5	3.0	-0.2	-0.0	-2.1	-4.5	0.3	3.0	-0.2	-0.0
				Viento -X exc.-	-2.0	10.8	0.7	3.2	0.2	0.0	-2.0	-4.9	-0.3	3.2	0.2	0.0
				Viento +Y exc.+	-5.7	1.9	-18.8	0.6	-5.6	0.1	-5.7	-0.9	8.7	0.6	-5.6	0.1
				Viento +Y exc.-	-5.2	4.9	-14.5	1.5	-4.3	0.3	-5.2	-2.3	6.7	1.5	-4.3	0.3
				Viento -Y exc.+	5.7	-1.9	18.8	-0.6	5.6	-0.1	5.7	0.9	-8.7	-0.6	5.6	-0.1
				Viento -Y exc.-	5.2	-4.9	14.5	-1.5	4.3	-0.3	5.2	2.3	-6.7	-1.5	4.3	-0.3
	Planta 1	30x30	1.60/0.55	Carga permanente	-1.2	0.9	-0.9	2.5	-2.3	-0.0	34.6					
				Sobrecarga de uso	0.5	0.2	-0.1	0.5	-0.4	-0.0	12.4	-0.9	1.1	1.9	-0.7	0.0
				Viento +X exc.+	0.5	0.1	-0.1	0.3	-0.2	0.0	20.6	-3.0	0.3	6.6	0.7	0.1
				Viento +X exc.-	0.5	0.1	-0.1	0.3	-0.2	0.0	20.6	-3.2	-0.0	7.2	0.2	0.1
				Viento -X exc.+	-0.5	-0.1	0.1	-0.3	0.2	-0.0	-	3.0	-0.3	-6.6	-0.7	-0.1
				Viento -X exc.-	-0.5	-0.1	0.1	-0.3	0.2	-0.0	19.6	3.2	0.0	-7.2	14.1	-0.1
				Viento +Y exc.+	-1.4	-0.2	0.2	-0.5	0.6	0.0	-	0.8	-6.0	-0.5	10.9	0.1
				Viento +Y exc.-	-1.3	-0.2	0.2	-0.6	0.5	0.0	46.0	1.6	-4.7	-2.5	-	0.1
				Viento -Y exc.+	1.4	0.2	-0.2	0.5	-0.6	-0.0	-	-0.8	6.0	0.5	14.1	-0.1
				Viento -Y exc.-	1.3	0.2	-0.2	0.6	-0.5	-0.0	42.4	-1.6	4.7	2.5	-	-0.1
											46.0				10.9	
											42.4					
M3	Planta 1	30.0	1.60/0.55	Carga permanente	185.7	41.7	3.9	44.7	0.1	-1.9	35.8		-4.6	10.4	-0.8	
				Sobrecarga de uso	30.4	6.1	0.6	6.9	0.1	-0.3	12.3	-3.2	-1.3	2.8	-0.2	0.3
				Viento +X exc.+	-	-1.4	-0.4	-2.2	-0.2	0.3	17.0	6.0	5.5	16.1	-0.4	-2.1
				Viento +X exc.-	14.7	-1.4	0.0	-2.1	-0.1	-0.0	-	6.0	2.8	-	-1.0	-4.9
				Viento -X exc.+	14.7	1.4	0.4	2.2	0.2	-0.3	17.1	-6.0	-5.5	16.2	0.4	2.1
				Viento -X exc.-	14.7	1.4	-0.0	2.1	30.1	0.0	17.0	-6.0	-	16.1	91.3	4.9
				Viento +Y exc.+	14.7	0.1	28.0	0.1	31.2	-9.5	17.1	0.1	276.8	16.2	95.9	-23.1
				Viento +Y exc.-	0.5	0.0	26.5	0.1	-	-8.5	3.5	-0.0	-	-0.1	-	-13.6
				Viento -Y exc.+	0.5	-0.1	-28.0	-0.1	30.1	9.5	3.9	-0.1	305.7	0.3	91.3	23.1
				Viento -Y exc.-	-0.5	-0.0	-26.5	-0.1	-	8.5	-3.5	0.0	276.8	0.1	-	13.6
					-0.5				31.2		-3.9		305.7	-0.3	95.9	
M4	Planta 1	30.0	1.60/0.55	Carga permanente	151.6	-27.7	37.5	-0.8	40.8	-8.8	32.6	-27.8	-2.4	9.7	-4.6	
				Sobrecarga de uso	24.0	-5.8	5.3	13.3	6.0	-1.8	9.8	-5.3	-0.8	2.4	-0.9	
				Viento +X exc.+	1.2	11.9	0.2	14.0	0.2	4.1	1.9	118.5	-0.0	43.4	-0.4	14.6
				Viento +X exc.-	0.8	11.4	0.2	-	0.2	3.9	-2.3	-	0.2	-	-0.0	12.5
				Viento -X exc.+	-1.2	-11.9	-0.2	13.3	-0.2	-4.1	-1.9	131.3	0.0	40.7	0.4	-14.6
				Viento -X exc.-	-0.8	-11.4	-0.2	-	-0.2	-3.9	-	118.5	-0.2	-	-	-12.5
				Viento +Y exc.+	-	0.5	-3.9	14.0	-5.4	0.4	36.0	131.3	12.1	43.4	32.5	12.1
				Viento +Y exc.-	35.7	2.2	-3.7	-1.5	-5.1	0.8	-	35.0	11.5	-5.8	-	19.2
				Viento -Y exc.+	-	-0.5	3.9	-3.8	5.4	-0.4	34.6	79.8	-12.1	-	30.9	-12.1
				Viento -Y exc.-	34.2	-2.2	3.7	1.5	5.1	-0.8	36.0	-35.0	-11.5	15.3	32.5	-19.2
					35.7						34.6			5.8	30.9	
					34.2									15.3		

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Soporte	Planta	Dimensión (cm)	Tramo (m)	Hipótesis	Base						Cabeza					
					N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
M5	Planta 1	30.0	1.60/0.55	Carga permanente	124.5	-	-	-	2.9	-	19.6	-	-3.2	-6.9	-0.3	-
				Sobrecarga de uso	18.3	-33.3	1.8	38.5	0.4	2.9	8.3	1.9	-0.8	-2.1	-0.1	0.8
				Viento +X exc.+	16.6	-4.4	0.5	-5.5	-0.1	0.4	16.7	0.7	7.6	-	-2.3	-0.0
				Viento +X exc.-	16.7	-1.8	0.4	-2.7	0.9	0.6	16.9	6.2	-9.7	16.1	1.7	-1.1
				Viento -X exc.+	-	-1.8	0.5	-2.7	0.1	0.5	-	6.2	-7.6	-	2.3	-3.1
				Viento -X exc.-	16.6	-	1.8	-0.4	-0.9	-0.6	16.7	-6.2	9.7	16.2	-1.7	1.1
				Viento +Y exc.+	-	1.8	-0.5	2.7	27.7	-0.5	-	-6.2	-	16.1	76.7	3.1
				Viento +Y exc.-	16.7	0.1	29.3	-0.3	24.4	10.7	16.9	-0.2	221.4	16.2	62.9	31.5
				Viento -Y exc.+	0.4	0.1	28.8	-0.3	-	10.9	2.7	-0.2	-	0.3	-	37.8
				Viento -Y exc.-	0.3	-0.1	-29.3	0.3	27.7	-10.7	1.9	0.2	161.0	0.5	76.7	-31.5
					-0.4	-0.1	-28.8	0.3	-	-10.9	-2.7	0.2	221.4	-0.3	-	-37.8
					-0.3	-	-	0.3	24.4	-	-1.9	-	161.0	-0.5	62.9	-
M6	Planta 1	30.0	1.60/0.55	Carga permanente	153.4	-	-	-1.3	-	-	34.7	-27.7	-	-2.2	-8.7	-
				Sobrecarga de uso	24.5	-20.3	-37.3	-0.4	44.0	6.3	10.2	-5.2	2.5	-0.5	-2.2	3.8
				Viento +X exc.+	1.0	-4.4	-5.2	14.6	-6.5	1.5	1.9	-	0.8	42.6	0.4	0.6
				Viento +X exc.-	1.4	11.8	-0.2	13.8	-0.4	-4.7	2.3	137.8	-0.2	39.9	-0.2	-11.8
				Viento -X exc.+	-1.0	12.3	-0.2	-	-0.4	-4.8	-1.9	-	0.1	-	-0.4	-14.2
				Viento -X exc.-	-1.4	-11.8	0.2	14.6	0.4	4.7	-2.3	124.5	0.2	42.6	0.2	11.8
				Viento +Y exc.+	36.4	-12.3	0.2	-	0.4	4.8	35.3	137.8	-0.1	-	-	14.2
				Viento +Y exc.-	34.9	1.0	-3.8	13.8	-5.7	-0.6	33.9	124.5	13.2	5.7	34.0	8.9
				Viento -Y exc.+	-	-0.6	-3.6	2.1	-0.1	-	-34.9	12.4	15.0	-	-	17.1
				Viento -Y exc.-	36.4	-1.0	3.8	4.5	-5.5	0.6	35.3	-81.3	-13.2	-5.7	32.1	-8.9
					-	0.6	3.6	-2.1	5.5	0.1	-	34.9	-12.4	-	34.0	-17.1
					34.9	-	-	-4.5	-	-	33.9	81.3	-	15.0	32.1	-

15 ARRANQUES DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS POR HIPÓTESIS

■ Nota:

Los esfuerzos están referidos a ejes locales del pilar.

Los esfuerzos de pantallas y muros son en ejes generales y referidos al centro de gravedad de la pantalla o muro en la planta.

Soporte	Hipótesis	Esfuerzos en arranques					
		N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
P1	Carga permanente	0.2	-1.0	1.2	-2.7	3.1	-0.0
	Sobrecarga de uso	0.7	-0.2	0.2	-0.5	0.6	-0.0
	Viento +X exc.+	-0.6	0.1	-0.1	0.3	-0.2	-0.0
	Viento +X exc.-	-0.6	0.1	-0.1	0.3	-0.2	-0.0
	Viento -X exc.+	0.6	-0.1	0.1	-0.3	0.2	0.0
	Viento -X exc.-	0.6	-0.1	0.1	-0.3	0.2	0.0
	Viento +Y exc.+	0.7	-0.2	0.2	-0.4	0.7	-0.0
	Viento +Y exc.-	0.7	-0.1	0.2	-0.3	0.7	-0.0
	Viento -Y exc.+	-0.7	0.2	-0.2	0.4	-0.7	0.0
	Viento -Y exc.-	-0.7	0.1	-0.2	0.3	-0.7	0.0
P2	Carga permanente	69.7	0.9	-1.0	0.3	-0.3	-0.0
	Sobrecarga de uso	17.9	0.2	-0.2	0.1	-0.1	-0.0
	Viento +X exc.+	-1.7	-8.8	-0.5	-3.3	-0.1	0.0
	Viento +X exc.-	-1.8	-8.3	0.5	-3.2	0.1	-0.0
	Viento -X exc.+	1.7	8.8	0.5	3.3	0.1	-0.0
	Viento -X exc.-	1.8	8.3	-0.5	3.2	-0.1	0.0
	Viento +Y exc.+	3.8	-1.1	-20.3	-0.2	-7.2	0.0
	Viento +Y exc.-	4.3	-2.7	-23.8	-0.6	-8.0	0.3
	Viento -Y exc.+	-3.8	1.1	20.3	0.2	7.2	-0.0
	Viento -Y exc.-	-4.3	2.7	23.8	0.6	8.0	-0.3
P3	Carga permanente	1.1	-1.1	-1.2	-2.9	-3.3	-0.0
	Sobrecarga de uso	0.9	-0.2	-0.2	-0.5	-0.6	-0.0
	Viento +X exc.+	-0.6	0.1	0.1	0.3	0.2	0.0
	Viento +X exc.-	-0.6	0.1	0.1	0.3	0.2	0.0
	Viento -X exc.+	0.6	-0.1	-0.1	-0.3	-0.2	-0.0
	Viento -X exc.-	0.6	-0.1	-0.1	-0.3	-0.2	-0.0
	Viento +Y exc.+	-1.2	0.2	0.2	0.5	0.7	-0.0
	Viento +Y exc.-	-1.2	0.2	0.2	0.4	0.7	-0.0
	Viento -Y exc.+	1.2	-0.2	-0.2	-0.5	-0.7	0.0
	Viento -Y exc.-	1.2	-0.2	-0.2	-0.4	-0.7	0.0
P4	Carga permanente	69.7	0.9	1.0	0.3	0.3	-0.0
	Sobrecarga de uso	17.9	0.2	0.2	0.1	0.1	-0.0
	Viento +X exc.+	-1.8	-8.3	-0.5	-3.2	-0.1	0.0
	Viento +X exc.-	-1.7	-8.8	0.5	-3.3	0.1	-0.0
	Viento -X exc.+	1.8	8.3	0.5	3.2	0.1	-0.0
	Viento -X exc.-	1.7	8.8	-0.5	3.3	-0.1	0.0
	Viento +Y exc.+	-3.8	1.1	-20.3	0.2	-7.2	0.0
	Viento +Y exc.-	-4.3	2.7	-23.8	0.6	-8.0	0.3
	Viento -Y exc.+	3.8	-1.1	20.3	-0.2	7.2	-0.0
	Viento -Y exc.-	4.3	-2.7	23.8	-0.6	8.0	-0.3

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Soporte	Hipótesis	Esfuerzos en arranques					
		N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
P5	Carga permanente	-4.6	0.9	0.7	4.0	3.0	-0.0
	Sobrecarga de uso	-0.3	0.2	0.1	0.7	0.5	-0.0
	Viento +X exc.+	0.1	0.1	0.1	0.5	0.3	-0.0
	Viento +X exc.-	0.1	0.1	0.1	0.5	0.3	-0.0
	Viento -X exc.+	-0.1	-0.1	-0.1	-0.5	-0.3	0.0
	Viento -X exc.-	-0.1	-0.1	-0.1	-0.5	-0.3	0.0
	Viento +Y exc.+	0.3	0.2	0.1	0.8	0.7	0.0
	Viento +Y exc.-	0.3	0.2	0.1	0.9	0.6	0.0
	Viento -Y exc.+	-0.3	-0.2	-0.1	-0.8	-0.7	-0.0
	Viento -Y exc.-	-0.3	-0.2	-0.1	-0.9	-0.6	-0.0
P6	Carga permanente	-1.2	0.9	-0.9	2.5	-2.3	-0.0
	Sobrecarga de uso	0.5	0.2	-0.1	0.5	-0.4	-0.0
	Viento +X exc.+	0.5	0.1	-0.1	0.3	-0.2	0.0
	Viento +X exc.-	0.5	0.1	-0.1	0.3	-0.2	0.0
	Viento -X exc.+	-0.5	-0.1	0.1	-0.3	0.2	-0.0
	Viento -X exc.-	-0.5	-0.1	0.1	-0.3	0.2	-0.0
	Viento +Y exc.+	-1.4	-0.2	0.2	-0.5	0.6	0.0
	Viento +Y exc.-	-1.3	-0.2	0.2	-0.6	0.5	0.0
	Viento -Y exc.+	1.4	0.2	-0.2	0.5	-0.6	-0.0
	Viento -Y exc.-	1.3	0.2	-0.2	0.6	-0.5	-0.0
M3	Carga permanente	185.7	41.7	3.9	44.7	0.8	-1.9
	Sobrecarga de uso	30.4	6.1	0.6	6.9	0.1	-0.3
	Viento +X exc.+	-14.7	-1.4	-0.4	-2.2	0.1	0.3
	Viento +X exc.-	-14.7	-1.4	0.0	-2.1	-0.2	-0.0
	Viento -X exc.+	14.7	1.4	0.4	2.2	-0.1	-0.3
	Viento -X exc.-	14.7	1.4	-0.0	2.1	0.2	0.0
	Viento +Y exc.+	0.5	0.1	28.0	0.1	30.1	-9.5
	Viento +Y exc.-	0.5	0.0	26.5	0.1	31.2	-8.5
	Viento -Y exc.+	-0.5	-0.1	-28.0	-0.1	-30.1	9.5
	Viento -Y exc.-	-0.5	-0.0	-26.5	-0.1	-31.2	8.5
M4	Carga permanente	151.6	-27.7	37.5	-3.5	40.8	-8.8
	Sobrecarga de uso	24.0	-5.8	5.3	-0.8	6.0	-1.8
	Viento +X exc.+	1.2	11.9	0.2	13.3	0.2	4.1
	Viento +X exc.-	0.8	11.4	0.2	14.0	0.2	3.9
	Viento -X exc.+	-1.2	-11.9	-0.2	-13.3	-0.2	-4.1
	Viento -X exc.-	-0.8	-11.4	-0.2	-14.0	-0.2	-3.9
	Viento +Y exc.+	-35.7	0.5	-3.9	-1.5	-5.4	0.4
	Viento +Y exc.-	-34.2	2.2	-3.7	-3.8	-5.1	0.8
	Viento -Y exc.+	35.7	-0.5	3.9	1.5	5.4	-0.4
	Viento -Y exc.-	34.2	-2.2	3.7	3.8	5.1	-0.8
M5	Carga permanente	124.5	-33.3	1.8	-38.5	2.9	2.9
	Sobrecarga de uso	18.3	-4.4	0.5	-5.5	0.4	0.4
	Viento +X exc.+	16.6	-1.8	0.4	-2.7	-0.1	0.6
	Viento +X exc.-	16.7	-1.8	0.5	-2.7	0.9	0.5
	Viento -X exc.+	-16.6	1.8	-0.4	2.7	0.1	-0.6
	Viento -X exc.-	-16.7	1.8	-0.5	2.7	-0.9	-0.5
	Viento +Y exc.+	0.4	0.1	29.3	-0.3	27.7	10.7
	Viento +Y exc.-	0.3	0.1	28.8	-0.3	24.4	10.9
	Viento -Y exc.+	-0.4	-0.1	-29.3	0.3	-27.7	-10.7
	Viento -Y exc.-	-0.3	-0.1	-28.8	0.3	-24.4	-10.9

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Soporte	Hipótesis	Esfuerzos en arranques					
		N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
M6	Carga permanente	153.4	-20.3	-37.3	-1.3	-44.0	6.3
	Sobrecarga de uso	24.5	-4.4	-5.2	-0.4	-6.5	1.5
	Viento +X exc.+	1.0	11.8	-0.2	14.6	-0.4	-4.7
	Viento +X exc.-	1.4	12.3	-0.2	13.8	-0.4	-4.8
	Viento -X exc.+	-1.0	-11.8	0.2	-14.6	0.4	4.7
	Viento -X exc.-	-1.4	-12.3	0.2	-13.8	0.4	4.8
	Viento +Y exc.+	36.4	1.0	-3.8	2.1	-5.7	-0.6
	Viento +Y exc.-	34.9	-0.6	-3.6	4.5	-5.5	-0.1
	Viento -Y exc.+	-36.4	-1.0	3.8	-2.1	5.7	0.6
	Viento -Y exc.-	-34.9	0.6	3.6	-4.5	5.5	0.1

16 PÉSIMOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS

16.1 Pilares

Resumen de las comprobaciones													
Pilares	Planta	Tramo (m)	Dimensión	Posición	Esfuerzos pésimos						Pésima	Aprov. (%)	Estado
					Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)			
P1	Cubierta	0.00/7.66	30x30	Pie	G, Q, V	171.3	62.2	8.4	2.5	11.5	N,M	94.8	Cumple
	Planta 1			Cabeza	G, V	3.0	-9.0	-3.2	9.1	20.9	Q	46.6	Cumple
	Planta baja	0.23/0.00	30x30	Pie	G, Q, V	2.0	-2.1	1.8	4.8	5.7	N,M	5.3	Cumple
P2	Cubierta	0.00/7.66	30x30	Pie	G, Q, V	119.4	53.9	2.6	0.4	12.5	N,M	97.0	Cumple
	Planta 1			Cabeza	G, V	71.4	10.2	1.9	0.6	12.3	Q	19.4	Cumple
	Planta baja	0.27/0.00	30x30	Pie	G, Q, V	119.4	53.9	2.6	0.4	12.5	N,M	97.0	Cumple
P3	Cubierta	0.00/7.66	30x30	Pie	G, Q, V	171.3	-62.2	8.4	2.5	11.6	N,M	94.9	Cumple
	Planta 1			Cabeza	G, V	-3.8	8.8	-3.0	8.7	21.2	Q	47.6	Cumple
	Planta baja	0.23/0.00	30x30	Pie	G, Q, V	4.2	2.2	1.9	5.1	-6.2	N,M	5.0	Cumple
P4	Cubierta	0.00/7.66	30x30	Pie	G, Q, V	119.4	-53.9	2.5	0.4	12.5	N,M	97.0	Cumple
	Planta 1			Cabeza	G, V	71.4	-10.2	1.9	0.6	12.3	Q	19.4	Cumple
	Planta baja	0.27/0.00	30x30	Pie	G, Q, V	119.4	-53.9	2.5	0.4	12.5	N,M	97.0	Cumple
P5	Cubierta	0.00/7.66	30x30	Pie	G, Q, V	104.6	43.5	3.4	1.2	-8.9	N,M	76.5	Cumple
	Planta 1			Cabeza	G, V	-30.5	-7.6	-0.4	-0.7	17.3	Q	34.3	Cumple
	Planta baja	0.33/0.00	30x30	Pie	G, Q, V	-6.1	-1.3	-1.7	-7.5	5.4	N,M	6.1	Cumple
P6	Cubierta	0.00/7.66	30x30	Pie	G, Q, V	104.6	-43.5	3.4	1.2	8.9	N,M	76.5	Cumple
	Planta 1			Cabeza	G, V	-34.3	8.0	-0.2	-1.1	19.0	Q	38.1	Cumple
	Planta baja	0.33/0.00	30x30	Pie	G, Q, V	0.8	1.6	-1.7	-4.8	-4.3	N,M	4.6	Cumple
Notas: N,M: Estado límite de agotamiento frente a sollicitaciones normales (combinaciones no sísmicas) Q: Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas)													

16.2 Muros

Referencias:

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Aprovechamiento: Nivel de tensiones (relación entre la tensión máxima y la admisible). Equivale al inverso del coeficiente de seguridad.

Nx : Axil vertical.

Ny : Axil horizontal.

Nxy: Axil tangencial.

Mx : Momento vertical (alrededor del eje horizontal).

My : Momento horizontal (alrededor del eje vertical).

Mxy: Momento torsor.

Qx : Cortante transversal vertical.

Qy : Cortante transversal horizontal.

Muro M3: Longitud: 480 cm [Nudo inicial: 4.15;0.15 -> Nudo final: 4.15;4.95]										
Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos							
			Nx (kN/m)	Ny (kN/m)	Nxy (kN/m)	Mx (kN·m/m)	My (kN·m/m)	Mxy (kN·m/m)	Qx (kN/m)	Qy (kN/m)
Planta 1 (e=30.0 cm)	Arm. vert. der.	1.92	282.72	-67.06	63.34	-5.65	0.89	0.02	---	---
	Arm. horz. der.	0.53	250.85	-88.39	60.45	-5.02	-0.54	0.38	---	---
	Arm. vert. izq.	1.92	282.72	-67.06	63.34	5.65	0.89	0.02	---	---
	Arm. horz. izq.	0.66	-75.58	-24.66	70.56	2.26	7.85	-0.26	---	---
	Hormigón	5.12	207.35	-14.04	41.30	-4.15	2.44	-0.43	---	---
	Arm. transve.	1.35	15.78	-2.93	28.89	---	---	---	-13.13	-12.88

Muro M4: Longitud: 480 cm [Nudo inicial: 4.15;0.15 -> Nudo final: 8.95;0.15]										
Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos							
			Nx (kN/m)	Ny (kN/m)	Nxy (kN/m)	Mx (kN·m/m)	My (kN·m/m)	Mxy (kN·m/m)	Qx (kN/m)	Qy (kN/m)
Planta 1 (e=30.0 cm)	Arm. vert. der.	1.76	156.31	29.89	-15.58	-9.47	-3.61	-1.30	---	---
	Arm. horz. der.	0.51	-74.27	-2.47	-45.62	-2.25	-7.91	-0.37	---	---
	Arm. vert. izq.	1.65	-78.50	-9.92	-25.83	15.87	2.01	1.55	---	---
	Arm. horz. izq.	0.34	-62.49	7.08	-52.28	-1.25	3.30	3.01	---	---
	Hormigón	5.09	156.31	29.89	-15.58	-9.47	-3.61	-1.30	---	---
	Arm. transve.	1.78	22.17	-7.86	20.79	---	---	---	18.50	15.76

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Muro M5: Longitud: 480 cm [Nudo inicial: 8.95;0.15 -> Nudo final: 8.95;4.95]										
Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos							
			Nx (kN/m)	Ny (kN/m)	Nxy (kN/m)	Mx (kN·m/m)	My (kN·m/m)	Mxy (kN·m/m)	Qx (kN/m)	Qy (kN/m)
Planta 1 (e=30.0 cm)	Arm. vert. der.	1.18	173.89	-59.44	43.99	-3.48	-1.04	-0.46	---	---
	Arm. horz. der.	0.51	-59.37	-12.94	-45.40	-1.81	-6.81	-0.29	---	---
	Arm. vert. izq.	1.30	-54.45	-6.88	-7.33	13.26	1.67	1.15	---	---
	Arm. horz. izq.	0.41	155.90	-72.01	42.48	3.12	0.06	-0.70	---	---
	Hormigón	3.39	-54.45	-6.88	-7.33	13.26	1.67	1.15	---	---
	Arm. transve.	1.12	-4.81	-21.90	37.36	---	---	---	10.03	11.56

Muro M6: Longitud: 480 cm [Nudo inicial: 4.15;4.95 -> Nudo final: 8.95;4.95]										
Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos							
			Nx (kN/m)	Ny (kN/m)	Nxy (kN/m)	Mx (kN·m/m)	My (kN·m/m)	Mxy (kN·m/m)	Qx (kN/m)	Qy (kN/m)
Planta 1 (e=30.0 cm)	Arm. vert. der.	1.67	-78.90	-9.97	-22.39	-16.08	-2.03	-1.19	---	---
	Arm. horz. der.	0.35	-55.39	6.50	-44.78	1.11	-4.31	-2.78	---	---
	Arm. vert. izq.	1.71	147.32	27.81	-13.92	9.70	4.03	0.97	---	---
	Arm. horz. izq.	0.50	-67.57	-2.44	-43.73	1.90	7.87	0.23	---	---
	Hormigón	4.80	147.32	27.81	-13.92	9.70	4.03	0.97	---	---
	Arm. transve.	1.56	41.44	14.23	-26.23	---	---	---	-18.94	9.53

17 LISTADO DE ARMADO DE MUROS DE SÓTANO

Muro M3: Longitud: 480 cm [Nudo inicial: 4.15;0.15 -> Nudo final: 4.15;4.95]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
Planta 1	30.0	Ø12c/20 cm	Ø12c/20 cm	Ø12c/20 cm	Ø12c/20 cm	---	---	---	---	100.0	---

Muro M4: Longitud: 480 cm [Nudo inicial: 4.15;0.15 -> Nudo final: 8.95;0.15]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
Planta 1	30.0	Ø12c/20 cm	Ø12c/20 cm	Ø12c/20 cm	Ø12c/20 cm	---	---	---	---	100.0	---

Muro M5: Longitud: 480 cm [Nudo inicial: 8.95;0.15 -> Nudo final: 8.95;4.95]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
Planta 1	30.0	Ø12c/20 cm	Ø12c/20 cm	Ø12c/20 cm	Ø12c/20 cm	---	---	---	---	100.0	---

Muro M6: Longitud: 480 cm [Nudo inicial: 4.15;4.95 -> Nudo final: 8.95;4.95]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
Planta 1	30.0	Ø12c/20 cm	Ø12c/20 cm	Ø12c/20 cm	Ø12c/20 cm	---	---	---	---	100.0	---

F.C. = El factor de cumplimiento indica el porcentaje de área en el cual el armado y espesor de hormigón son suficientes.

18 LISTADO DE MEDICIÓN DE PILARES

Resumen de medición - Planta 1								
Pilares	Dimensiones (cm)	Encofrado (m²)	Hormigón HA-30, Yc=1.5 (m³)	Armaduras B 500 S, Ys=1.15				Cuantía (kg/m³)
				Longitudinal		Estribos Ø6 (kg)	Total +10 % (kg)	
				Ø12 (kg)	Ø16 (kg)			
P1 y P3	30x30	16.94	1.28	108.4	-	27.4	149.4	116.72
P2, P4, P5 y P6	30x30	33.88	2.56	-	192.8	45.6	262.2	102.42
Total		50.82	3.84	108.4	192.8	73.0	411.6	107.19

19 SUMATORIO DE ESFUERZOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS POR HIPÓTESIS Y PLANTA

- Sólo se tienen en cuenta los esfuerzos de pilares, muros y pantallas, por lo que si la obra tiene vigas con vinculación exterior, vigas inclinadas, diagonales o estructuras 3D integradas, los esfuerzos de dichos elementos no se muestran en el siguiente listado.
- Este listado es de utilidad para conocer las cargas actuantes por encima de la cota de la base de los soportes sobre una planta, por lo que para casos tales como pilares apeados traccionados, los esfuerzos de dichos pilares tendrán la influencia no sólo de las cargas por encima sino también la de las cargas que recibe de plantas inferiores.

19.1 Resumido

Valores referidos al origen (X=0.00, Y=0.00)								
Planta	Cota (m)	Hipótesis	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
Planta 1	0.55	Carga permanente	436.9	1825.0	1114.1	-0.0	0.0	0.0
		Sobrecarga de uso	134.7	612.0	343.6	-0.0	0.0	0.0
		Viento +X exc.+	-0.0	78.8	-0.0	14.3	0.0	-40.7
		Viento +X exc.-	-0.0	78.8	-0.0	14.3	-0.0	-32.3
		Viento -X exc.+	0.0	-78.8	0.0	-14.3	-0.0	40.7
		Viento -X exc.-	0.0	-78.8	0.0	-14.3	0.0	32.3
		Viento +Y exc.+	-0.0	-0.0	163.7	-0.0	29.7	149.9
		Viento +Y exc.-	-0.0	-0.0	163.7	0.0	29.7	120.5
		Viento -Y exc.+	0.0	0.0	-163.7	0.0	-29.7	-149.9
		Viento -Y exc.-	0.0	0.0	-163.7	-0.0	-29.7	-120.5
Planta baja	-1.60	Carga permanente	750.1	3815.8	1912.8	-0.0	-0.0	0.0
		Sobrecarga de uso	134.7	612.0	343.6	-0.0	-0.0	0.0
		Viento +X exc.+	-0.0	139.3	-0.0	28.2	-0.0	-76.2
		Viento +X exc.-	-0.0	139.3	-0.0	28.2	-0.0	-67.4
		Viento -X exc.+	0.0	-139.3	0.0	-28.2	0.0	76.2
		Viento -X exc.-	0.0	-139.3	0.0	-28.2	0.0	67.4
		Viento +Y exc.+	-0.0	-0.0	289.5	-0.0	58.5	277.4
		Viento +Y exc.-	-0.0	-0.0	289.5	-0.0	58.5	247.2
		Viento -Y exc.+	0.0	0.0	-289.5	0.0	-58.5	-277.4
		Viento -Y exc.-	0.0	0.0	-289.5	0.0	-58.5	-247.2

20 LISTADO DE ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN

20.1 Descripción

Referencias	Geometría	Armado
P2	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 15.0 cm Ancho inicial Y: 175.0 cm Ancho final X: 175.0 cm Ancho final Y: 15.0 cm Ancho zapata X: 190.0 cm Ancho zapata Y: 190.0 cm Canto: 80.0 cm	Sup X: 8Ø16c/25 Sup Y: 8Ø16c/25 Inf X: 8Ø16c/25 Inf Y: 8Ø16c/25
P4	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 15.0 cm Ancho inicial Y: 175.0 cm Ancho final X: 175.0 cm Ancho final Y: 15.0 cm Ancho zapata X: 190.0 cm Ancho zapata Y: 190.0 cm Canto: 80.0 cm	Sup X: 8Ø16c/25 Sup Y: 8Ø16c/25 Inf X: 8Ø16c/25 Inf Y: 8Ø16c/25

20.2 Medición

Referencia: P2		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø6	Ø16	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)		8x2.10	16.80
	Peso (kg)		8x3.31	26.52
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)		8x2.10	16.80
	Peso (kg)		8x3.31	26.52
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)		8x2.16	17.28
	Peso (kg)		8x3.41	27.27
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)		8x2.16	17.28
	Peso (kg)		8x3.41	27.27
Arranque - Estribos	Longitud (m)	3x1.06		3.18
	Peso (kg)	3x0.24		0.71
Arranque - Armado longitudinal	Longitud (m)		4x1.41	5.64
	Peso (kg)		4x2.23	8.90
Totales	Longitud (m)	3.18	73.80	
	Peso (kg)	0.71	116.48	117.19
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	3.50	81.18	
	Peso (kg)	0.78	128.13	128.91

Referencia: P4		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø6	Ø16	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)		8x2.10	16.80
	Peso (kg)		8x3.31	26.52
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)		8x2.10	16.80
	Peso (kg)		8x3.31	26.52

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Referencia: P4		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø6	Ø16	
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)		8x2.16	17.28
	Peso (kg)		8x3.41	27.27
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)		8x2.16	17.28
	Peso (kg)		8x3.41	27.27
Arranque - Estribos	Longitud (m)	3x1.06		3.18
	Peso (kg)	3x0.24		0.71
Arranque - Armado longitudinal	Longitud (m)		4x1.41	5.64
	Peso (kg)		4x2.23	8.90
Totales	Longitud (m)	3.18	73.80	
	Peso (kg)	0.71	116.48	117.19
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	3.50	81.18	
	Peso (kg)	0.78	128.13	128.91

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

Elemento	B 500 S, Ys=1.15 (kg)			Hormigón (m³)		Encofrado (m²)
	Ø6	Ø16	Total	HA-30, Yc=1.5	Limpieza	
Referencia: P2	0.78	128.13	128.91	2.89	0.36	5.92
Referencia: P4	0.78	128.13	128.91	2.89	0.36	5.92
Totales	1.56	256.26	257.82	5.78	0.72	11.84

20.3 Comprobación

Referencia: P2		
Dimensiones: 190 x 190 x 80		
Armados: Xi:Ø16c/25 Yi:Ø16c/25 Xs:Ø16c/25 Ys:Ø16c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2943 MPa Calculado: 0.115758 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.367875 MPa Calculado: 0.228082 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.367875 MPa Calculado: 0.342761 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 80.1 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 30.0 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: -30.80 kN·m	Cumple

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Referencia: P2 Dimensiones: 190 x 190 x 80 Armados: Xi:Ø16c/25 Yi:Ø16c/25 Xs:Ø16c/25 Ys:Ø16c/25		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección Y:	Momento: -52.40 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 31.10 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 49.34 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 6000 kN/m ² Calculado: 491.6 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 80 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- P2:	Mínimo: 27 cm Calculado: 72 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0011	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i>	Calculado: 0.0011	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Referencia: P2		
Dimensiones: 190 x 190 x 80		
Armados: Xi:Ø16c/25 Yi:Ø16c/25 Xs:Ø16c/25 Ys:Ø16c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 110 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 110 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 88 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 101 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 16 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 19 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Referencia: P4		
Dimensiones: 190 x 190 x 80		
Armados: Xi:Ø16c/25 Yi:Ø16c/25 Xs:Ø16c/25 Ys:Ø16c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2943 MPa Calculado: 0.115758 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.367875 MPa Calculado: 0.228082 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.367875 MPa Calculado: 0.342761 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 30.0 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 80.1 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: -51.07 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: -30.23 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 48.76 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 31.78 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 6000 kN/m ² Calculado: 491.6 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 80 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- P4:	Mínimo: 27 cm Calculado: 72 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0011	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i>	Calculado: 0.0011	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0002	Cumple

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Referencia: P4		
Dimensiones: 190 x 190 x 80		
Armados: Xi:Ø16c/25 Yi:Ø16c/25 Xs:Ø16c/25 Ys:Ø16c/25		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 110 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 110 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 101 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Referencia: P4		
Dimensiones: 190 x 190 x 80		
Armados: Xi:Ø16c/25 Yi:Ø16c/25 Xs:Ø16c/25 Ys:Ø16c/25		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 88 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 16 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 19 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

21 LISTADO DE ZAPATAS CORRIDAS

21.1 Descripción

Referencias	GEOMETRÍA	ARMADO
M3	Vuelo a la izquierda: 0.0 cm Vuelo a la derecha: 25.0 cm Ancho total: 55.0 cm Canto de la zapata: 30.0 cm	Inferior Longitudinal: 3Ø12c/30 Inferior Transversal: Ø12c/30
M4	Vuelo a la izquierda: 25.0 cm Vuelo a la derecha: 0.0 cm Ancho total: 55.0 cm Canto de la zapata: 40.0 cm	Inferior Longitudinal: 3Ø12c/30 Inferior Transversal: Ø12c/30
M5	Vuelo a la izquierda: 25.0 cm Vuelo a la derecha: 0.0 cm Ancho total: 55.0 cm Canto de la zapata: 40.0 cm	Inferior Longitudinal: 3Ø12c/30 Inferior Transversal: Ø12c/30
M6	Vuelo a la izquierda: 0.0 cm Vuelo a la derecha: 25.0 cm Ancho total: 55.0 cm Canto de la zapata: 40.0 cm	Inferior Longitudinal: 3Ø12c/30 Inferior Transversal: Ø12c/30

21.2 Medición

Referencia: M3		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø6	Ø12	
Armadura inferior - Transversal	Longitud (m)		18x0.74	13.32
	Peso (kg)		18x0.66	11.83
Armadura inferior - Longitudinal	Longitud (m)		3x5.00	15.00
	Peso (kg)		3x4.44	13.32
Arranque - Armado longitudinal	Longitud (m)		8x0.81	6.48
	Peso (kg)		8x0.72	5.75
Arranque - Estribos	Longitud (m)	3x1.06		3.18
	Peso (kg)	3x0.24		0.71
Arranque - Armado longitudinal	Longitud (m)		8x0.81	6.48
	Peso (kg)		8x0.72	5.75
Arranque - Estribos	Longitud (m)	3x1.06		3.18
	Peso (kg)	3x0.24		0.71
Arranques - Transversal - Izquierda	Longitud (m)		26x0.82	21.32
	Peso (kg)		26x0.73	18.93
Arranques - Transversal - Derecha	Longitud (m)		26x0.82	21.32
	Peso (kg)		26x0.73	18.93
Totales	Longitud (m)	6.36	83.92	
	Peso (kg)	1.42	74.51	75.93
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	7.00	92.31	
	Peso (kg)	1.56	81.96	83.52

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Referencia: M4		B 500 S, Ys=1.15			Total
Nombre de armado		Ø6	Ø12	Ø16	
Armadura inferior - Transversal	Longitud (m)		18x0.74		13.32
	Peso (kg)		18x0.66		11.83
Armadura inferior - Longitudinal	Longitud (m)		3x5.00		15.00
	Peso (kg)		3x4.44		13.32
Arranque - Armado longitudinal	Longitud (m)		8x0.91		7.28
	Peso (kg)		8x0.81		6.46
Arranque - Estribos	Longitud (m)	3x1.06			3.18
	Peso (kg)	3x0.24			0.71
Arranque - Estribos	Longitud (m)	3x1.06			3.18
	Peso (kg)	3x0.24			0.71
Arranques - Transversal - Izquierda	Longitud (m)		26x0.92		23.92
	Peso (kg)		26x0.82		21.24
Arranques - Transversal - Derecha	Longitud (m)		26x0.92		23.92
	Peso (kg)		26x0.82		21.24
Arranque - Armado longitudinal	Longitud (m)			4x1.01	4.04
	Peso (kg)			4x1.59	6.38
Totales	Longitud (m)	6.36	83.44	4.04	
	Peso (kg)	1.42	74.09	6.38	81.89
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	7.00	91.78	4.44	
	Peso (kg)	1.56	81.50	7.02	90.08

Referencia: M5		B 500 S, Ys=1.15			Total
Nombre de armado		Ø6	Ø12	Ø16	
Armadura inferior - Transversal	Longitud (m)		18x0.74		13.32
	Peso (kg)		18x0.66		11.83
Armadura inferior - Longitudinal	Longitud (m)		3x5.00		15.00
	Peso (kg)		3x4.44		13.32
Arranque - Estribos	Longitud (m)	3x1.06			3.18
	Peso (kg)	3x0.24			0.71
Arranque - Estribos	Longitud (m)	3x1.06			3.18
	Peso (kg)	3x0.24			0.71
Arranques - Transversal - Izquierda	Longitud (m)		26x0.92		23.92
	Peso (kg)		26x0.82		21.24
Arranques - Transversal - Derecha	Longitud (m)		26x0.92		23.92
	Peso (kg)		26x0.82		21.24
Arranque - Armado longitudinal	Longitud (m)			4x1.01	4.04
	Peso (kg)			4x1.59	6.38
Arranque - Armado longitudinal	Longitud (m)			4x1.01	4.04
	Peso (kg)			4x1.59	6.38
Totales	Longitud (m)	6.36	76.16	8.08	
	Peso (kg)	1.42	67.63	12.76	81.81
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	7.00	83.78	8.89	
	Peso (kg)	1.56	74.40	14.03	89.99

Referencia: M6		B 500 S, Ys=1.15			Total
Nombre de armado		Ø6	Ø12	Ø16	
Armadura inferior - Transversal	Longitud (m)		18x0.74		13.32
	Peso (kg)		18x0.66		11.83

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Referencia: M6		B 500 S, Ys=1.15			Total
Nombre de armado		Ø6	Ø12	Ø16	
Armadura inferior - Longitudinal	Longitud (m)		3x5.00		15.00
	Peso (kg)		3x4.44		13.32
Arranque - Armado longitudinal	Longitud (m)		8x0.91		7.28
	Peso (kg)		8x0.81		6.46
Arranque - Estribos	Longitud (m)	3x1.06			3.18
	Peso (kg)	3x0.24			0.71
Arranque - Estribos	Longitud (m)	3x1.06			3.18
	Peso (kg)	3x0.24			0.71
Arranques - Transversal - Izquierda	Longitud (m)		26x0.92		23.92
	Peso (kg)		26x0.82		21.24
Arranques - Transversal - Derecha	Longitud (m)		26x0.92		23.92
	Peso (kg)		26x0.82		21.24
Arranque - Armado longitudinal	Longitud (m)			4x1.01	4.04
	Peso (kg)			4x1.59	6.38
Totales	Longitud (m)	6.36	83.44	4.04	
	Peso (kg)	1.42	74.09	6.38	81.89
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	7.00	91.78	4.44	
	Peso (kg)	1.56	81.50	7.02	90.08

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

Elemento	B 500 S, Ys=1.15 (kg)				Hormigón (m³)		Encofrado (m²)
	Ø6	Ø12	Ø16	Total	HA-30, Yc=1.5	Limpieza	
Referencia: M3	1.56	81.96		83.52	0.84	0.28	3.06
Referencia: M4	1.56	81.50	7.02	90.08	1.12	0.28	4.08
Referencia: M5	1.57	74.39	14.03	89.99	1.12	0.28	4.08
Referencia: M6	1.56	81.50	7.02	90.08	1.12	0.28	4.08
Totales	6.25	319.35	28.07	353.67	4.21	1.12	15.30

21.3 Comprobación

Referencia: M3		
Dimensiones: 55 x 30		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2943 MPa Calculado: 0.0948627 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.367875 MPa Calculado: 0.0929988 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.367875 MPa Calculado: 0.10948 MPa	Cumple

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Referencia: M3 Dimensiones: 55 x 30 Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 726.3 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 11701.3 %	Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: 0.00 kN·m Momento: 91.18 kN·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Cortante: 0.00 kN Cortante: 5.89 kN	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 6000 kN/m ² Calculado: 415.1 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - P1: - P3: - M3:	Mínimo: 20 cm Calculado: 23 cm Calculado: 23 cm Calculado: 23 cm	Cumple Cumple Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 (norma EHE-08)</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0013 Calculado: 0.0013	Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: - Armado inferior dirección Y: <i>Artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0013	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: - Parrilla inferior: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple Cumple

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Referencia: M3		
Dimensiones: 55 x 30		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: M4		
Dimensiones: 55 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2943 MPa Calculado: 0.0889767 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.367875 MPa Calculado: 0.0940779 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.367875 MPa Calculado: 0.107125 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 646.5 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 9837.0 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 0.00 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 94.41 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Referencia: M4 Dimensiones: 55 x 40 Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 6000 kN/m ² Calculado: 265.1 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:	Calculado: 33 cm	
- P3:	Mínimo: 20 cm	Cumple
- P6:	Mínimo: 27 cm	Cumple
- M4:	Mínimo: 20 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión:		
- Armado inferior dirección Y: <i>Artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 0.0006 Calculado: 0.001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras:		
- Parrilla inferior: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Referencia: M4		
Dimensiones: 55 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: M5		
Dimensiones: 55 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2943 MPa Calculado: 0.0698472 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.367875 MPa Calculado: 0.0664137 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.367875 MPa Calculado: 0.0840717 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 469.2 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 9310.5 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 0.00 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 85.22 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 6000 kN/m ² Calculado: 200 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:	Calculado: 33 cm	

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Referencia: M5 Dimensiones: 55 x 40 Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- P5:	Mínimo: 27 cm	Cumple
- P6:	Mínimo: 27 cm	Cumple
- M5:	Mínimo: 20 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión:		
- Armado inferior dirección Y: <i>Artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 0.0005 Calculado: 0.001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras:		
- Parrilla inferior: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Referencia: M6 Dimensiones: 55 x 40 Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> - Tensión media en situaciones persistentes: - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento: - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.2943 MPa Calculado: 0.0886824 MPa Máximo: 0.367875 MPa Calculado: 0.0915273 MPa Máximo: 0.367875 MPa Calculado: 0.104182 MPa	Cumple Cumple Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i> - En dirección X: - En dirección Y:	Reserva seguridad: 706.6 % Reserva seguridad: 9018.3 %	Cumple Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: 0.00 kN·m Momento: 96.59 kN·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Cortante: 0.00 kN Cortante: 0.00 kN	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 6000 kN/m ² Calculado: 268.9 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - P1: - P5: - M6:	Calculado: 33 cm Mínimo: 20 cm Mínimo: 27 cm Mínimo: 20 cm	Cumple Cumple Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 (norma EHE-08)</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.001 Calculado: 0.001	Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: - Armado inferior dirección Y: <i>Artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 0.0006 Calculado: 0.001	Cumple

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Referencia: M6		
Dimensiones: 55 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo de las barras: - Parrilla inferior: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i> - Armado inf. dirección Y hacia arriba: - Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple Cumple
Longitud mínima de las patillas: - Armado inf. dirección Y hacia arriba: - Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 12 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

22 LISTADO DE VIGAS DE ATADO

22.1 Descripción

Referencias	Tipo	Geometría	Armado
[P4 - P2]	CB.2.1	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2 Ø12 Inferior: 4 Ø12 Estribos: 1xØ8c/25

22.2 Medición

Referencia: [P4 - P2]		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		4x5.24	20.96
	Peso (kg)		4x4.65	18.61
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x5.24	10.48
	Peso (kg)		2x4.65	9.30
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	7x1.41		9.87
	Peso (kg)	7x0.56		3.89
Totales	Longitud (m)	9.87	31.44	
	Peso (kg)	3.89	27.91	31.80
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	10.86	34.58	
	Peso (kg)	4.28	30.70	34.98

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

Elemento	B 500 S, Ys=1.15 (kg)			Hormigón (m³)		Encofrado (m²)
	Ø8	Ø12	Total	HA-30, Yc=1.5	Limpieza	
Referencia: [P4 - P2]	4.28	30.70	34.98	0.21	0.05	1.04
Totales	4.28	30.70	34.98	0.21	0.05	1.04

22.3 Comprobación

Referencia: CB.2.1 [P4 - P2] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 4 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Recomendación para el ancho mínimo de la viga de atado: <i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.15 (pag.126).</i>	Mínimo: 6.5 cm Calculado: 40 cm	Cumple

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Referencia: CB.2.1 [P4 - P2] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 4 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Recomendación para el canto mínimo de la viga de atado: <i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.15 (pag.126).</i>	Mínimo: 6.5 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 2 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 (norma EHE-08)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 2 cm Calculado: 28 cm Calculado: 8.5 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Situaciones persistentes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 (norma EHE-08)</i>	Máximo: 25.9 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 (norma EHE-08)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 28 cm Calculado: 8.5 cm	Cumple Cumple
Cuantía mínima para los estribos: - Situaciones persistentes: <i>Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1</i>	Mínimo: 3.55 cm ² /m Calculado: 4.02 cm ² /m	Cumple
Cuantía geométrica mínima armadura traccionada: - Armadura inferior (Situaciones persistentes): <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.0028 Calculado: 0.0028	Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta: - Armadura inferior (Situaciones persistentes): <i>Se aplica la reducción del artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 0.33 cm ² Calculado: 4.52 cm ²	Cumple
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta: - Situaciones persistentes:	Momento flector: 3.21 kN·m Axil: ± -0.00 kN	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores origen: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 12 cm Calculado: 12 cm	Cumple

Referencia: CB.2.1 [P4 - P2] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 4 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud de anclaje barras inferiores origen: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 12 cm Calculado: 12 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores extremo: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 12 cm Calculado: 12 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores extremo: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 12 cm Calculado: 12 cm	Cumple
Comprobación de cortante: - Situaciones persistentes:	Cortante: 1.63 kN	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Planta baja - Superficie total: 26.01 m²

Elemento	Superficie (m ²)	Volumen (m ³)	Barras (Kg)
Forjados	16.00	4.80	
*Arm. base losas			227
Vigas	9.65		
Encofrado lateral	7.95		
Total	33.60	4.80	227
Índices (por m ²)	1.292	0.185	8.73

Planta 1 - Superficie total: 5.94 m²

Elemento	Superficie (m ²)	Volumen (m ³)	Barras (Kg)
Vigas	5.40		
Muros	87.72	13.16	1041
Pilares (Sup. Encofrado)	50.82	3.84	411
Total	143.94	17.00	1452
Índices (por m ²)	24.232	2.862	244.44

Cubierta - Superficie total: 38.18 m²

Elemento	Superficie (m ²)	Volumen (m ³)	Barras (Kg)
Losas macizas	12.00	3.60	
*Arm. base losas			237
Unidireccionales	16.65	1.05	16
Vigas	8.99	6.04	392
Encofrado lateral	33.59		
Pilares (Sup. Encofrado)	0.00		
Total	71.23	10.69	645

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Elemento	Superficie (m2)	Volumen (m3)	Barras (Kg)
Índices (por m2)	1.866	0.280	16.89

Total obra - Superficie total: 70.13 m2

Elemento	Superficie (m2)	Volumen (m3)	Barras (Kg)
Losas de cimentación	16.00	4.80	
Losas macizas	12.00	3.60	
*Arm. base losas			464
Unidireccionales	16.65	1.05	16
Vigas	24.04	6.04	392
Encofrado lateral	41.54		
Muros	87.72	13.16	1041
Pilares (Sup. Encofrado)	50.82	3.84	411
Total	248.77	32.49	2324
Índices (por m2)	3.547	0.463	33.14

**ANEXO IV. LISTADOS DE CÁLCULO:
CUBIERTA PARA EL EQUIPO DE DOSIFICACIÓN DE REACTIVOS EN EL AGUA
TRATADA**

ÍNDICE

1 DATOS DE OBRA	295
1.1 Normas consideradas	295
1.2 Estados límite	295
1.2.1 Situaciones de proyecto	295
2 ESTRUCTURA	297
2.1 Geometría	297
2.1.1 Nudos	297
2.1.2 Barras	297
2.2 Cargas	301
2.2.1 Barras	301
2.3 Resultados	303
2.3.1 Nudos	303
2.3.2 Barras	306
2.4 Placas de anclaje	308
2.4.1 Descripción	308
2.4.2 Medición placas de anclaje	308
2.4.3 Medición pernos placas de anclaje	308
2.4.4 Comprobación de las placas de anclaje	308

1 DATOS DE OBRA

1.1 Normas consideradas

Hormigón: EHE-08

Aceros laminados y armados: EAE 2011

Categoría de uso: A. Zonas residenciales

1.2 Estados límite

E.L.U. de rotura. Hormigón	CTE Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
E.L.U. de rotura. Acero laminado	EAE Nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Desplazamientos	Acciones características

1.2.1 Situaciones de proyecto

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- **Con coeficientes de combinación**

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- **Sin coeficientes de combinación**

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

G_k Acción permanente

Q_k Acción variable

γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

$\Psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$\Psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón: EHE-08

E.L.U. de rotura. Acero laminado: EAE 2011

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.700
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500

Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

2 ESTRUCTURA

2.1 Geometría

2.1.1 Nudos

Referencias:

$\Delta_x, \Delta_y, \Delta_z$: Desplazamientos prescritos en ejes globales.

$\theta_x, \theta_y, \theta_z$: Giros prescritos en ejes globales.

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N1	0.000	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N2	0.000	0.000	4.100	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N3	0.000	4.130	4.100	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N4	0.000	4.130	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N5	2.970	4.130	4.100	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N6	2.970	0.000	4.100	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N7	2.970	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N8	2.970	4.130	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N9	5.940	4.130	4.100	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N10	5.940	0.000	4.100	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N11	5.940	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N12	5.940	4.130	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N13	8.910	4.130	4.100	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N14	8.910	4.130	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N15	8.910	0.000	4.100	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N16	8.910	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado

2.1.2 Barras

2.1.2.1 Materiales utilizados

Materiales utilizados						
Material		E (MPa)	ν	G (MPa)	f_y (MPa)	α_t (m/m°C)
Tipo	Designación					
Acero laminado	S275	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012
						77.01

Materiales utilizados						
Material		E	ν	G	f_y	α_t
Tipo	Designación	(MPa)		(MPa)	(MPa)	(m/m°C)
Notación: <i>E</i> : Módulo de elasticidad <i>ν</i> : Módulo de Poisson <i>G</i> : Módulo de cortadura <i>f_y</i> : Límite elástico <i>α_t</i> : Coeficiente de dilatación <i>γ</i> : Peso específico						

2.1.2.2 Descripción

Descripción									
Material		Barra	Pieza	Perfil(Serie)	Longitud	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.}	Lb _{Inf.}
Tipo	Designación	(Ni/Nf)	(Ni/Nf)		(m)			(m)	(m)
Acero laminado	S275	N1/N2	N1/N2	HE 100 B (HEB)	4.100	1.00	1.00	-	-
		N2/N3	N2/N3	IPE 140 (IPE)	4.130	1.00	1.00	-	-
		N4/N3	N4/N3	HE 100 B (HEB)	4.100	1.00	1.00	-	-
		N3/N5	N3/N5	IPE 140 (IPE)	2.970	1.00	1.00	-	-
		N6/N5	N6/N5	IPE 140 (IPE)	4.130	1.00	1.00	-	-
		N7/N6	N7/N6	HE 100 B (HEB)	4.100	1.00	1.00	-	-
		N8/N5	N8/N5	HE 100 B (HEB)	4.100	1.00	1.00	-	-
		N2/N6	N2/N6	IPE 140 (IPE)	2.970	1.00	1.00	-	-
		N5/N9	N5/N9	IPE 140 (IPE)	2.970	1.00	1.00	-	-
		N10/N9	N10/N9	IPE 140 (IPE)	4.130	1.00	1.00	-	-
		N6/N10	N6/N10	IPE 140 (IPE)	2.970	1.00	1.00	-	-
		N11/N10	N11/N10	HE 100 B (HEB)	4.100	1.00	1.00	-	-
		N12/N9	N12/N9	HE 100 B (HEB)	4.100	1.00	1.00	-	-
		N9/N13	N9/N13	IPE 140 (IPE)	2.970	1.00	1.00	-	-
		N14/N13	N14/N13	HE 100 B (HEB)	4.100	1.00	1.00	-	-
		N10/N15	N10/N15	IPE 140 (IPE)	2.970	1.00	1.00	-	-
		N15/N13	N15/N13	IPE 140 (IPE)	4.130	1.00	1.00	-	-
		N16/N15	N16/N15	HE 100 B (HEB)	4.100	1.00	1.00	-	-
		N16/N13	N16/N13	L 20 x 20 x 3 (L)	5.820	0.00	0.00	-	-
		N14/N15	N14/N15	L 20 x 20 x 3 (L)	5.820	0.00	0.00	-	-
		N1/N3	N1/N3	L 25 x 25 x 3 (L)	5.820	0.00	0.00	-	-
		N4/N2	N4/N2	L 25 x 25 x 3 (L)	5.820	0.00	0.00	-	-
		N1/N6	N1/N6	L 20 x 20 x 3 (L)	5.063	0.00	0.00	-	-
		N6/N3	N6/N3	L 20 x 20 x 3 (L)	5.087	0.00	0.00	-	-
		N8/N3	N8/N3	L 20 x 20 x 3 (L)	5.063	0.00	0.00	-	-
		N4/N5	N4/N5	L 20 x 20 x 3 (L)	5.063	0.00	0.00	-	-
		N2/N5	N2/N5	L 20 x 20 x 3 (L)	5.087	0.00	0.00	-	-
		N7/N2	N7/N2	L 20 x 20 x 3 (L)	5.063	0.00	0.00	-	-

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.} (m)	Lb _{Inf.} (m)
Tipo	Designación								
Notación: Ni: Nudo inicial Nf: Nudo final β_{xy} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY' β_{xz} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ' Lb _{Sup.} : Separación entre arriostramientos del ala superior Lb _{Inf.} : Separación entre arriostramientos del ala inferior									

2.1.2.3 Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N1/N2, N4/N3, N7/N6, N8/N5, N11/N10, N12/N9, N14/N13 y N16/N15
2	N2/N3, N3/N5, N6/N5, N2/N6, N5/N9, N10/N9, N6/N10, N9/N13, N10/N15 y N15/N13
3	N16/N13, N14/N15, N1/N6, N6/N3, N8/N3, N4/N5, N2/N5 y N7/N2
4	N1/N3 y N4/N2

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	Avy (cm ²)	Avz (cm ²)	Iyy (cm4)	Izz (cm4)	It (cm4)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	HE 100 B , (HEB)	26.00	15.00	4.32	449.50	167.30	9.25
		2	IPE 140, (IPE)	16.40	7.56	5.34	541.20	44.92	2.45
		3	L 20 x 20 x 3, (L)	1.12	0.51	0.51	0.39	0.39	0.03
		4	L 25 x 25 x 3, (L)	1.42	0.66	0.66	0.80	0.80	0.04
Notación: Ref.: Referencia A: Área de la sección transversal Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y' Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z' Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y' Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z' It: Inercia a torsión Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.									

2.1.2.4 Tabla de medición

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m ³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
Acero laminado	S275	N1/N2	HE 100 B (HEB)	4.100	0.011	83.68
		N2/N3	IPE 140 (IPE)	4.130	0.007	53.17
		N4/N3	HE 100 B (HEB)	4.100	0.011	83.68
		N3/N5	IPE 140 (IPE)	2.970	0.005	38.24
		N6/N5	IPE 140 (IPE)	4.130	0.007	53.17
		N7/N6	HE 100 B (HEB)	4.100	0.011	83.68

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
		N8/N5	HE 100 B (HEB)	4.100	0.011	83.68
		N2/N6	IPE 140 (IPE)	2.970	0.005	38.24
		N5/N9	IPE 140 (IPE)	2.970	0.005	38.24
		N10/N9	IPE 140 (IPE)	4.130	0.007	53.17
		N6/N10	IPE 140 (IPE)	2.970	0.005	38.24
		N11/N10	HE 100 B (HEB)	4.100	0.011	83.68
		N12/N9	HE 100 B (HEB)	4.100	0.011	83.68
		N9/N13	IPE 140 (IPE)	2.970	0.005	38.24
		N14/N13	HE 100 B (HEB)	4.100	0.011	83.68
		N10/N15	IPE 140 (IPE)	2.970	0.005	38.24
		N15/N13	IPE 140 (IPE)	4.130	0.007	53.17
		N16/N15	HE 100 B (HEB)	4.100	0.011	83.68
		N16/N13	L 20 x 20 x 3 (L)	5.820	0.001	5.12
		N14/N15	L 20 x 20 x 3 (L)	5.820	0.001	5.12
		N1/N3	L 25 x 25 x 3 (L)	5.820	0.001	6.49
		N4/N2	L 25 x 25 x 3 (L)	5.820	0.001	6.49
		N1/N6	L 20 x 20 x 3 (L)	5.063	0.001	4.45
		N6/N3	L 20 x 20 x 3 (L)	5.087	0.001	4.47
		N8/N3	L 20 x 20 x 3 (L)	5.063	0.001	4.45
		N4/N5	L 20 x 20 x 3 (L)	5.063	0.001	4.45
		N2/N5	L 20 x 20 x 3 (L)	5.087	0.001	4.47
		N7/N2	L 20 x 20 x 3 (L)	5.063	0.001	4.45
Notación: Ni: Nudo inicial Nf: Nudo final						

2.1.2.5 Resumen de medición

Resumen de medición											
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso	
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Materia l (m)	Perfi l (m³)	Serie (m³)	Materia l (m³)	Perfil (kg)	Serie (kg)
			HE 100 B	32.80 0			0.08 5			669.4 5	
		HEB			32.80 0			0.08 5			669.4 5
			IPE 140	34.34 0			0.05 6			442.0 9	
		IPE			34.34 0			0.05 6			442.0 9
	S275	L	L 20 x 20 x 3	42.06 4			0.00 5			36.98	

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m³)	Serie (m³)	Material (m³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
Acero laminado			L 25 x 25 x 3	11.639	53.703	120.843	0.002	0.006	0.148	12.97	49.96	1161.50

2.1.2.6 Medición de superficies

Acero laminado: Medición de las superficies a pintar				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m²/m)	Longitud (m)	Superficie (m²)
HEB	HE 100 B	0.588	32.800	19.286
IPE	IPE 140	0.563	34.340	19.320
L	L 20 x 20 x 3	0.080	42.064	3.365
	L 25 x 25 x 3	0.100	11.639	1.164
Total				43.135

2.2 Cargas

2.2.1 Barras

Referencias:

'P1', 'P2':

- Cargas puntuales, uniformes, en faja y momentos puntuales: 'P1' es el valor de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Cargas trapezoidales: 'P1' es el valor de la carga en el punto donde comienza (L1) y 'P2' es el valor de la carga en el punto donde termina (L2).
- Cargas triangulares: 'P1' es el valor máximo de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Incrementos de temperatura: 'P1' y 'P2' son los valores de la temperatura en las caras exteriores o paramentos de la pieza. La orientación de la variación del incremento de temperatura sobre la sección transversal dependerá de la dirección seleccionada.

'L1', 'L2':

- Cargas y momentos puntuales: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde se aplica la carga. 'L2' no se utiliza.
- Cargas trapezoidales, en faja, y triangulares: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde comienza la carga, 'L2' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde termina la carga.

Unidades:

- Cargas puntuales: kN
- Momentos puntuales: kN·m.
- Cargas uniformes, en faja, triangulares y trapezoidales: kN/m.
- Incrementos de temperatura: °C.

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N1/N2	Carga permanente	Uniforme	0.200	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N1/N2	V 1	Uniforme	1.188	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	0.000
N1/N2	V 1	Uniforme	1.652	-	-	-	Globales	-1.000	0.000	0.000
N1/N2	V 2	Uniforme	1.188	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	-0.000
N1/N2	V 2	Uniforme	1.033	-	-	-	Globales	-1.000	0.000	0.000
N2/N3	Carga permanente	Uniforme	0.126	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N3	Q 1	Uniforme	0.594	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N3	V 1	Uniforme	1.931	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N3	V 2	Uniforme	0.743	-	-	-	Globales	-0.000	-0.000	1.000
N2/N3	N 1	Uniforme	1.485	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N3	Carga permanente	Uniforme	0.200	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N3	V 1	Uniforme	0.743	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N4/N3	V 1	Uniforme	1.652	-	-	-	Globales	-1.000	0.000	0.000
N4/N3	V 2	Uniforme	1.188	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N4/N3	V 2	Uniforme	1.033	-	-	-	Globales	-1.000	0.000	0.000
N3/N5	Carga permanente	Uniforme	0.126	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N5	Carga permanente	Uniforme	0.126	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N5	Q 1	Uniforme	1.188	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N5	V 1	Uniforme	3.861	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N5	V 2	Uniforme	1.485	-	-	-	Globales	-0.000	-0.000	1.000
N6/N5	N 1	Uniforme	2.970	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N6	Carga permanente	Uniforme	0.200	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N6	V 1	Uniforme	2.376	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	0.000
N7/N6	V 2	Uniforme	2.376	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	-0.000
N8/N5	Carga permanente	Uniforme	0.200	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N5	V 1	Uniforme	1.485	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N8/N5	V 2	Uniforme	2.376	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N2/N6	Carga permanente	Uniforme	0.126	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N5/N9	Carga permanente	Uniforme	0.126	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N10/N9	Carga permanente	Uniforme	0.126	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N10/N9	Q 1	Uniforme	1.188	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N10/N9	V 1	Uniforme	3.861	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N10/N9	V 2	Uniforme	1.485	-	-	-	Globales	-0.000	-0.000	1.000
N10/N9	N 1	Uniforme	2.970	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N10	Carga permanente	Uniforme	0.126	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N10	Carga permanente	Uniforme	0.200	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N10	V 1	Uniforme	2.376	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	0.000
N11/N10	V 2	Uniforme	2.376	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	-0.000

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N12/N9	Carga permanente	Uniforme	0.200	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N9	V 1	Uniforme	1.485	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N12/N9	V 2	Uniforme	2.376	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N9/N13	Carga permanente	Uniforme	0.126	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N13	Carga permanente	Uniforme	0.200	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N13	V 1	Uniforme	0.743	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N14/N13	V 1	Uniforme	1.652	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N14/N13	V 2	Uniforme	1.652	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N14/N13	V 2	Uniforme	1.188	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N10/N15	Carga permanente	Uniforme	0.126	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N15/N13	Carga permanente	Uniforme	0.126	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N15/N13	Q 1	Uniforme	0.594	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N15/N13	V 1	Uniforme	1.931	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N15/N13	V 2	Uniforme	0.743	-	-	-	Globales	-0.000	-0.000	1.000
N15/N13	N 1	Uniforme	1.485	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N16/N15	Carga permanente	Uniforme	0.200	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N16/N15	V 1	Uniforme	1.188	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	0.000
N16/N15	V 1	Uniforme	1.652	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N16/N15	V 2	Uniforme	1.652	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N16/N15	V 2	Uniforme	1.188	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	-0.000

2.3 Resultados

2.3.1 Nudos

2.3.1.1 Reacciones

Referencias:

Rx, Ry, Rz: Reacciones en nudos con desplazamientos coaccionados (fuerzas).

Mx, My, Mz: Reacciones en nudos con giros coaccionados (momentos).

2.3.1.1.1 Hipótesis

Reacciones en los nudos, por hipótesis							
Referencia	Descripción	Reacciones en ejes globales					
		Rx (kN)	Ry (kN)	Rz (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
N1	Carga permanente	0.004	0.024	1.237	0.00	0.00	0.00
	Q 1	0.000	0.114	1.228	0.00	0.00	0.00
	V 1	-4.651	-17.152	-22.226	0.00	0.00	0.00
	V 2	1.724	2.023	6.678	0.00	0.00	0.00

Reacciones en los nudos, por hipótesis							
Referencia	Descripción	Reacciones en ejes globales					
		Rx (kN)	Ry (kN)	Rz (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
	N 1	0.001	0.286	3.069	0.00	0.00	0.00
N4	Carga permanente	0.004	-0.024	1.237	0.00	0.00	0.00
	Q 1	0.000	-0.114	1.228	0.00	0.00	0.00
	V 1	2.741	-1.766	27.823	0.00	0.00	0.00
	V 2	1.724	-2.023	6.678	0.00	0.00	0.00
	N 1	0.001	-0.286	3.069	0.00	0.00	0.00
N7	Carga permanente	-0.001	0.024	1.489	0.00	0.00	0.00
	Q 1	0.000	0.229	2.452	0.00	0.00	0.00
	V 1	-0.108	-3.811	19.668	0.00	0.00	0.00
	V 2	6.517	4.047	-10.735	0.00	0.00	0.00
	N 1	0.000	0.572	6.130	0.00	0.00	0.00
N8	Carga permanente	-0.001	-0.024	1.489	0.00	0.00	0.00
	Q 1	0.000	-0.229	2.452	0.00	0.00	0.00
	V 1	7.309	-3.672	-1.348	0.00	0.00	0.00
	V 2	6.517	-4.047	-10.735	0.00	0.00	0.00
	N 1	0.000	-0.572	6.130	0.00	0.00	0.00
N11	Carga permanente	0.001	0.024	1.489	0.00	0.00	0.00
	Q 1	0.000	0.229	2.452	0.00	0.00	0.00
	V 1	-0.030	-5.065	7.058	0.00	0.00	0.00
	V 2	0.033	4.047	-4.767	0.00	0.00	0.00
	N 1	-0.001	0.572	6.130	0.00	0.00	0.00
N12	Carga permanente	0.001	-0.024	1.489	0.00	0.00	0.00
	Q 1	0.000	-0.229	2.452	0.00	0.00	0.00
	V 1	0.108	-4.927	11.268	0.00	0.00	0.00
	V 2	0.033	-4.047	-4.767	0.00	0.00	0.00
	N 1	-0.001	-0.572	6.130	0.00	0.00	0.00
N14	Carga permanente	-0.004	-0.024	1.237	0.00	0.00	0.00
	Q 1	0.000	-0.114	1.228	0.00	0.00	0.00
	V 1	-2.623	-1.705	9.748	0.00	0.00	0.00
	V 2	2.732	-2.003	-0.376	0.00	0.00	0.00
	N 1	-0.001	-0.286	3.069	0.00	0.00	0.00
N16	Carga permanente	-0.004	0.024	1.237	0.00	0.00	0.00
	Q 1	0.000	0.114	1.228	0.00	0.00	0.00
	V 1	-2.746	-9.391	-4.153	0.00	0.00	0.00
	V 2	2.732	2.003	-0.376	0.00	0.00	0.00
	N 1	-0.001	0.286	3.069	0.00	0.00	0.00

2.3.1.1.2 Envoltentes

Envoltentes de las reacciones en nudos								
Referencia	Combinación		Reacciones en ejes globales					
	Tipo	Descripción	R _x (kN)	R _y (kN)	R _z (kN)	M _x (kN·m)	M _y (kN·m)	M _z (kN·m)
N1	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envoltente	- 7.43 8	- 27.41 9	- 34.32 4	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envoltente	2.76 4	3.633	16.49 6	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envoltente	- 4.64 7	- 17.12 7	- 20.98 8	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envoltente	1.72 8	2.448	12.21 3	0.00	0.00	0.00
N4	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envoltente	0.00 4	- 3.633	1.237	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envoltente	4.39 2	- 0.024	50.32 7	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envoltente	0.00 4	- 2.448	1.237	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envoltente	2.74 5	- 0.024	33.35 7	0.00	0.00	0.00
N7	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envoltente	- 0.17 5	- 6.073	- 15.68 8	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envoltente	10.4 28	7.227	41.50 1	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envoltente	- 0.10 9	- 3.787	- 9.247	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envoltente	6.51 7	4.871	29.73 9	0.00	0.00	0.00
N8	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envoltente	- 0.00 2	- 7.227	- 15.68 8	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envoltente	11.6 95	- 0.024	14.93 6	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envoltente	- 0.00 1	- 4.871	- 9.247	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envoltente	7.30 9	- 0.024	10.07 1	0.00	0.00	0.00
N11	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envoltente	- 0.04 8	- 8.080	- 6.139	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envoltente	0.05 5	7.227	21.71 2	0.00	0.00	0.00

Envolventes de las reacciones en nudos								
Referencia	Combinación		Reacciones en ejes globales					
	Tipo	Descripción	R _x (kN)	R _y (kN)	R _z (kN)	M _x (kN·m)	M _y (kN·m)	M _z (kN·m)
N12	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	- 0.03 0	- 5.041	- 3.279	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.03 5	4.871	17.12 9	0.00	0.00	0.00
	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.00 0	- 8.635	- 6.139	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.17 4	- 0.024	28.06 2	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	0.00 0	- 5.751	- 3.279	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.10 9	- 0.024	21.33 9	0.00	0.00	0.00
N14	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	- 4.20 4	- 3.633	- 0.636	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	4.36 8	- 0.024	21.40 8	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	- 2.62 8	- 2.448	- 0.862	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	2.72 8	- 0.024	15.28 3	0.00	0.00	0.00
	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	- 4.40 0	- 15.00 2	- 5.408	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	4.36 8	3.633	8.266	0.00	0.00	0.00
N16	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	- 2.75 0	- 9.367	- 2.916	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	2.72 8	2.448	5.534	0.00	0.00	0.00

Nota: Las combinaciones de hormigón indicadas son las mismas que se utilizan para comprobar el estado límite de equilibrio en la cimentación.

2.3.2 Barras

2.3.2.1 Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barras	COMPROBACIONES (EAE 2011)											
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	NM	
N1/N2	$\bar{\lambda} < 3.0$	x: 0.256 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 10.1$	x: 4.1 m $\eta = 19.0$	x: 4.1 m $\eta = 34.7$	x: 4.1 m $\eta = 5.4$	x: 4.1 m $\eta = 1.9$	x: 0.256 m $\eta < 0.1$	x: 0.256 m $\eta < 0.1$	x:	η

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Barras	COMPROBACIONES (EAE 2011)										
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	NM
N2/N3	$\bar{\lambda} < 3.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	$\eta = 1.0$	$\eta = 47.1$	$x: 2.06 \text{ m}$ $\eta = 26.8$	$x: 4.13 \text{ m}$ $\eta = 3.4$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 10.5$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta < 0.1$	$x: \eta$
N4/N3	$\bar{\lambda} < 3.0$	$x: 0.256 \text{ m}$ $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 31.1$	$x: 2.82 \text{ m}$ $\eta = 15.0$	$x: 4.1 \text{ m}$ $\eta = 29.4$	$x: 4.1 \text{ m}$ $\eta = 4.7$	$x: 4.1 \text{ m}$ $\eta = 1.9$	$x: 0.256 \text{ m}$ $\eta < 0.1$	$x: 0.256 \text{ m}$ $\eta < 0.1$	$x: \eta$
N3/N5	$\bar{\lambda} < 3.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	$\eta = 7.1$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 17.1$	$x: 2.97 \text{ m}$ $\eta = 18.9$	$x: 2.97 \text{ m}$ $\eta = 1.9$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$x: \eta$
N6/N5	$\bar{\lambda} < 3.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	$\eta = 2.0$	$\eta = 25.9$	$x: 2.06 \text{ m}$ $\eta = 52.6$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 29.9$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 20.2$	$\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta < 0.1$	$x: \eta$
N7/N6	$\bar{\lambda} < 3.0$	$x: 0.256 \text{ m}$ $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	$x: 4.1 \text{ m}$ $\eta = 0.3$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 25.6$	$x: 4.1 \text{ m}$ $\eta = 34.4$	$x: 4.1 \text{ m}$ $\eta = 5.0$	$x: 4.1 \text{ m}$ $\eta = 10.6$	$\eta = 0.1$	$x: 0.256 \text{ m}$ $\eta < 0.1$	$x: 0.256 \text{ m}$ $\eta < 0.1$	$x: \eta$
N8/N5	$\bar{\lambda} < 3.0$	$x: 0.256 \text{ m}$ $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	$x: 4.1 \text{ m}$ $\eta = 0.3$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 14.7$	$x: 2.82 \text{ m}$ $\eta = 31.7$	$x: 4.1 \text{ m}$ $\eta = 2.1$	$x: 4.1 \text{ m}$ $\eta = 9.4$	$\eta < 0.1$	$x: 0.256 \text{ m}$ $\eta < 0.1$	$x: 0.256 \text{ m}$ $\eta < 0.1$	$x: \eta$
N2/N6	$\bar{\lambda} < 3.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	$\eta = 7.2$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 20.2$	$x: 2.97 \text{ m}$ $\eta = 18.9$	$x: 2.97 \text{ m}$ $\eta = 2.3$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$x: \eta$
N5/N9	$\bar{\lambda} < 3.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	$\eta = 1.9$	$\eta = 7.1$	$x: 2.97 \text{ m}$ $\eta = 5.3$	$x: 2.97 \text{ m}$ $\eta = 68.5$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 1.1$	$\eta = 1.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$x: \eta$
N10/N9	$\bar{\lambda} < 3.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	$\eta = 2.0$	$\eta = 7.2$	$x: 4.13 \text{ m}$ $\eta = 62.5$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 12.6$	$x: 4.13 \text{ m}$ $\eta = 22.7$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta < 0.1$	$x: \eta$
N6/N10	$\bar{\lambda} < 3.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	$\eta = 1.0$	$\eta = 7.1$	$x: 2.97 \text{ m}$ $\eta = 5.3$	$x: 2.97 \text{ m}$ $\eta = 68.6$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 1.1$	$\eta = 1.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$x: \eta$
N11/N10	$\bar{\lambda} < 3.0$	$x: 0.256 \text{ m}$ $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	$x: 4.1 \text{ m}$ $\eta = 1.0$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 13.3$	$x: 2.05 \text{ m}$ $\eta = 29.4$	$x: 4.1 \text{ m}$ $\eta = 1.6$	$x: 4.1 \text{ m}$ $\eta = 9.4$	$\eta < 0.1$	$x: 0.256 \text{ m}$ $\eta < 0.1$	$x: 0.256 \text{ m}$ $\eta < 0.1$	$x: \eta$
N12/N9	$\bar{\lambda} < 3.0$	$x: 0.256 \text{ m}$ $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	$x: 4.1 \text{ m}$ $\eta = 1.0$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 17.3$	$x: 3.59 \text{ m}$ $\eta = 53.8$	$x: 4.1 \text{ m}$ $\eta = 5.0$	$x: 4.1 \text{ m}$ $\eta = 9.4$	$\eta = 0.1$	$x: 0.256 \text{ m}$ $\eta < 0.1$	$x: 0.256 \text{ m}$ $\eta < 0.1$	$x: \eta$
N9/N13	$\bar{\lambda} < 3.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	$\eta = 1.8$	$\eta = 7.2$	$x: 2.97 \text{ m}$ $\eta = 20.2$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 81.1$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 2.3$	$\eta = 1.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$x: \eta$
N14/N13	$\bar{\lambda} < 3.0$	$x: 0.256 \text{ m}$ $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	$x: 4.1 \text{ m}$ $\eta < 0.1$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 13.2$	$x: 2.56 \text{ m}$ $\eta = 14.1$	$x: 4.1 \text{ m}$ $\eta = 34.7$	$x: 4.1 \text{ m}$ $\eta = 4.7$	$x: 4.1 \text{ m}$ $\eta = 1.9$	$x: 0.256 \text{ m}$ $\eta < 0.1$	$x: 0.256 \text{ m}$ $\eta < 0.1$	$x: \eta$
N10/N15	$\bar{\lambda} < 3.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	$\eta = 1.1$	$\eta = 7.2$	$x: 2.97 \text{ m}$ $\eta = 17.5$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 81.2$	$x: 2.97 \text{ m}$ $\eta = 2.0$	$\eta = 1.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$x: \eta$
N15/N13	$\bar{\lambda} < 3.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	$\eta = 1.0$	$\eta = 16.0$	$x: 2.06 \text{ m}$ $\eta = 26.8$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 59.4$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 10.7$	$\eta = 0.9$	$\eta < 0.1$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta < 0.1$	$x: \eta$
N16/N15	$\bar{\lambda} < 3.0$	$x: 0.256 \text{ m}$ $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	$x: 4.1 \text{ m}$ $\eta < 0.1$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 7.0$	$x: 4.1 \text{ m}$ $\eta = 20.4$	$x: 4.1 \text{ m}$ $\eta = 30.1$	$x: 4.1 \text{ m}$ $\eta = 5.5$	$x: 4.1 \text{ m}$ $\eta = 1.9$	$x: 0.256 \text{ m}$ $\eta < 0.1$	$x: 0.256 \text{ m}$ $\eta < 0.1$	$x: \eta$
N16/N13	N.P.(4)		$\eta = 54.9$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(4)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(5)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(5)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(6)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(6)	N.P.(7)	N.P.(7)	N
N14/N15	N.P.(4)		$\eta = 0.1$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(4)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(5)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(5)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(6)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(6)	N.P.(7)	N.P.(7)	N
N1/N3	N.P.(4)		$\eta = 87.0$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(4)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(5)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(5)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(6)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(6)	N.P.(7)	N.P.(7)	N
N4/N2	N.P.(4)		$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(4)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(5)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(5)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(6)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(6)	N.P.(7)	N.P.(7)	N
N1/N6	N.P.(4)		$\eta = 63.4$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(4)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(5)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(5)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(6)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(6)	N.P.(7)	N.P.(7)	N
N6/N3	N.P.(4)		$\eta = 0.4$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(4)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(5)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(5)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(6)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(6)	N.P.(7)	N.P.(7)	N
N8/N3	N.P.(4)		$\eta = 63.5$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(4)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(5)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(5)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(6)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(6)	N.P.(7)	N.P.(7)	N
N4/N5	N.P.(4)		$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(4)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(5)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(5)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(6)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(6)	N.P.(7)	N.P.(7)	N
N2/N5	N.P.(4)		$\eta = 72.5$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(4)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(5)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(5)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(6)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(6)	N.P.(7)	N.P.(7)	N
N7/N2	N.P.(4)		$\eta = 56.4$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(4)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(5)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(5)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(6)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(6)	N.P.(7)	N.P.(7)	N

2.4 Placas de anclaje

2.4.1 Descripción

Descripción				
Referencia	Placa base	Disposición	Rigidizadores	Pernos
N1	Ancho X: 200 mm Ancho Y: 200 mm Espesor: 8 mm	Posición X: Centrada Posición Y: Centrada	Paralelos X: - Paralelos Y: -	4Ø8 mm L=30 cm Prolongación recta
N4,N7,N8,N11, N12,N14,N16	Ancho X: 200 mm Ancho Y: 200 mm Espesor: 7 mm	Posición X: Centrada Posición Y: Centrada	Paralelos X: - Paralelos Y: -	4Ø8 mm L=30 cm Prolongación recta

2.4.2 Medición placas de anclaje

Pilares	Acero	Peso kp	Totales kp
N1	S275	1 x 2.51	
N4, N7, N8, N11, N12, N14, N16	S275	7 x 2.20	
			17.90
Totales			17.90

2.4.3 Medición pernos placas de anclaje

Pilares	Pernos	Acero	Longitud m	Peso kp	Totales m	Totales kp
N1	4Ø8 mm L=34 cm	B 400 S, Ys = 1.15 (corrugado)	4 x 0.34	4 x 0.13		
N4, N7, N8, N11, N12, N14, N16	28Ø8 mm L=34 cm	B 400 S, Ys = 1.15 (corrugado)	28 x 0.34	28 x 0.13		
					10.72	4.23
Totales					10.72	4.23

2.4.4 Comprobación de las placas de anclaje

Referencia: N1 -Placa base: Ancho X: 200 mm Ancho Y: 200 mm Espesor: 8 mm -Pernos: 4Ø8 mm L=30 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: 3 diámetros	Mínimo: 24 mm Calculado: 160 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: 2 diámetros	Mínimo: 16 mm Calculado: 20 mm	Cumple

Referencia: N1 -Placa base: Ancho X: 200 mm Ancho Y: 200 mm Espesor: 8 mm -Pernos: 4Ø8 mm L=30 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 23.17 kN Calculado: 8.58 kN Máximo: 16.22 kN Calculado: 7.1 kN Máximo: 23.17 kN Calculado: 18.73 kN	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 16.1 kN Calculado: 8.03 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 400 MPa Calculado: 300.581 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 35.2 kN Calculado: 6.66 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 275 MPa Calculado: 235.912 MPa Calculado: 235.912 MPa Calculado: 236.496 MPa Calculado: 236.496 MPa	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i> - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Mínimo: 250 Calculado: 310.128 Calculado: 310.128 Calculado: 310.128 Calculado: 310.128	Cumple Cumple Cumple Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 275 MPa Calculado: 0 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N4 -Placa base: Ancho X: 200 mm Ancho Y: 200 mm Espesor: 7 mm -Pernos: 4Ø8 mm L=30 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 24 mm Calculado: 160 mm	Cumple

Referencia: N4 -Placa base: Ancho X: 200 mm Ancho Y: 200 mm Espesor: 7 mm -Pernos: 4Ø8 mm L=30 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima pernos-borde: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 16 mm Calculado: 20 mm	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 23.17 kN Calculado: 0 kN Máximo: 16.22 kN Calculado: 1.36 kN Máximo: 23.17 kN Calculado: 1.95 kN	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 16.1 kN Calculado: 0 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 400 MPa Calculado: 48.8227 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 30.8 kN Calculado: 1.28 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 275 MPa Calculado: 176.148 MPa Calculado: 176.148 MPa Calculado: 176.109 MPa Calculado: 176.109 MPa	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i> - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Mínimo: 250 Calculado: 491.246 Calculado: 491.246 Calculado: 491.246 Calculado: 491.246	Cumple Cumple Cumple Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 275 MPa Calculado: 0 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Referencia: N7 -Placa base: Ancho X: 200 mm Ancho Y: 200 mm Espesor: 7 mm -Pernos: 4Ø8 mm L=30 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 24 mm Calculado: 160 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 16 mm Calculado: 20 mm	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
- Tracción:	Máximo: 23.17 kN Calculado: 3.92 kN	Cumple
- Cortante:	Máximo: 16.22 kN Calculado: 3.17 kN	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 23.17 kN Calculado: 8.45 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 16.1 kN Calculado: 3.65 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 400 MPa Calculado: 131.967 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 30.8 kN Calculado: 2.97 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 275 MPa	
- Derecha:	Calculado: 144.656 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 144.656 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 144.829 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 144.829 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 456.369	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 456.369	Cumple
- Arriba:	Calculado: 456.369	Cumple
- Abajo:	Calculado: 456.369	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 275 MPa Calculado: 0 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N8 -Placa base: Ancho X: 200 mm Ancho Y: 200 mm Espesor: 7 mm -Pernos: 4Ø8 mm L=30 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: 3 diámetros	Mínimo: 24 mm Calculado: 160 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: 2 diámetros	Mínimo: 16 mm Calculado: 20 mm	Cumple
Longitud mínima del perno: Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.	Mínimo: 15 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 23.17 kN Calculado: 3.92 kN Máximo: 16.22 kN Calculado: 3.36 kN Máximo: 23.17 kN Calculado: 8.72 kN	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 16.1 kN Calculado: 3.65 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 400 MPa Calculado: 131.967 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: Límite del cortante en un perno actuando contra la placa	Máximo: 30.8 kN Calculado: 3.15 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 275 MPa Calculado: 140.022 MPa Calculado: 140.022 MPa Calculado: 139.891 MPa Calculado: 139.891 MPa	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: Limitación de la deformabilidad de los vuelos - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Mínimo: 250 Calculado: 456.369 Calculado: 456.369 Calculado: 456.369 Calculado: 456.369	Cumple Cumple Cumple Cumple
Tensión de Von Mises local: Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo	Máximo: 275 MPa Calculado: 0 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N11 -Placa base: Ancho X: 200 mm Ancho Y: 200 mm Espesor: 7 mm -Pernos: 4Ø8 mm L=30 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 24 mm Calculado: 160 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 16 mm Calculado: 20 mm	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
- Tracción:	Máximo: 23.17 kN Calculado: 1.53 kN	Cumple
- Cortante:	Máximo: 16.22 kN Calculado: 2.02 kN	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 23.17 kN Calculado: 4.42 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 16.1 kN Calculado: 1.42 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 400 MPa Calculado: 72.4432 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 30.8 kN Calculado: 1.89 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 275 MPa	
- Derecha:	Calculado: 75.5229 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 75.5229 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 75.6437 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 75.6437 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 1146.77	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 1146.77	Cumple
- Arriba:	Calculado: 1146.77	Cumple
- Abajo:	Calculado: 1146.77	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 275 MPa Calculado: 0 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Referencia: N12 -Placa base: Ancho X: 200 mm Ancho Y: 200 mm Espesor: 7 mm -Pernos: 4Ø8 mm L=30 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 24 mm Calculado: 160 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 16 mm Calculado: 20 mm	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
- Tracción:	Máximo: 23.17 kN Calculado: 1.53 kN	Cumple
- Cortante:	Máximo: 16.22 kN Calculado: 2.16 kN	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 23.17 kN Calculado: 4.62 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 16.1 kN Calculado: 1.42 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 400 MPa Calculado: 77.4141 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 30.8 kN Calculado: 2.02 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 275 MPa	
- Derecha:	Calculado: 99.0659 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 99.0659 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 99.3474 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 99.3474 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 885.063	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 885.063	Cumple
- Arriba:	Calculado: 885.063	Cumple
- Abajo:	Calculado: 885.063	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 275 MPa Calculado: 0 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N14 -Placa base: Ancho X: 200 mm Ancho Y: 200 mm Espesor: 7 mm -Pernos: 4Ø8 mm L=30 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 24 mm Calculado: 160 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 16 mm Calculado: 20 mm	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
- Tracción:	Máximo: 23.17 kN Calculado: 0 kN	Cumple
- Cortante:	Máximo: 16.22 kN Calculado: 1.42 kN	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 23.17 kN Calculado: 2.03 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 16.1 kN Calculado: 0 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 400 MPa Calculado: 50.9069 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 30.8 kN Calculado: 1.33 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 275 MPa	
- Derecha:	Calculado: 75.8366 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 75.8366 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 75.8005 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 75.8005 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 1161.05	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 1161.05	Cumple
- Arriba:	Calculado: 1161.05	Cumple
- Abajo:	Calculado: 1161.05	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 275 MPa Calculado: 0 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Referencia: N16 -Placa base: Ancho X: 200 mm Ancho Y: 200 mm Espesor: 7 mm -Pernos: 4Ø8 mm L=30 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 24 mm Calculado: 160 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 16 mm Calculado: 20 mm	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
- Tracción:	Máximo: 23.17 kN Calculado: 1.35 kN	Cumple
- Cortante:	Máximo: 16.22 kN Calculado: 3.91 kN	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 23.17 kN Calculado: 6.94 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 16.1 kN Calculado: 1.25 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 400 MPa Calculado: 142.352 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 30.8 kN Calculado: 3.66 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 275 MPa	
- Derecha:	Calculado: 51.958 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 51.958 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 52.3122 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 52.3122 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 1335.82	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 1335.82	Cumple
- Arriba:	Calculado: 1335.82	Cumple
- Abajo:	Calculado: 1335.82	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 275 MPa Calculado: 0 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

**ANEXO V. LISTADOS DE CÁLCULO:
CENTRO DE CONMUTACIÓN**

CENTRO DE CONMUTACIÓN

ÍNDICE

1 DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA	320
2 NORMAS CONSIDERADAS	321
3 ACCIONES CONSIDERADAS	322
3.1 Gravitatorias	322
3.2 Viento	322
3.3 Sismo	323
3.4 Hipótesis de carga	323
4 ESTADOS LÍMITE	324
5 SITUACIONES DE PROYECTO	325
5.1 Coeficientes parciales de seguridad (γ) y coeficientes de combinación (ψ)	325
5.2 Combinaciones	326
6 DATOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS Y PLANTAS	332
7 DATOS GEOMÉTRICOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS	333
7.1 Pilares	333
8 DIMENSIONES, COEFICIENTES DE EMPOTRAMIENTO Y COEFICIENTES DE PANDEO PARA CADA PLANTA	334
9 LISTADO DE PAÑOS	335
9.1 Autorización de uso	335
10 LOSAS Y ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN	338
11 MATERIALES UTILIZADOS	339
11.1 Hormigones	339
11.2 Aceros por elemento y posición	339
11.2.1 Aceros en barras	339

11.2.2 Aceros en perfiles	339
12 ARMADO DE PILARES Y PANTALLAS	340
12.1 Pilares	340
13 ESFUERZOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS POR HIPÓTESIS	341
14 ARRANQUES DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS POR HIPÓTESIS	343
15 PÉSIMOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS	345
15.1 Pilares	345
16 LISTADO DE MEDICIÓN DE PILARES	346
17 SUMATORIO DE ESFUERZOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS POR HIPÓTESIS Y PLANTA	347
17.1 Resumido	347
18 LISTADO DE ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN	348
18.1 Descripción	348
18.2 Medición	348
18.3 Comprobación	348
19 LISTADO DE VIGAS DE ATADO	360
19.1 Descripción	360
19.2 Medición	360
19.3 Comprobación	361

1 DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA

Proyecto: Centro de Conmutación ETAP Santillana

Clave: Conmutación

2 NORMAS CONSIDERADAS

Hormigón: EHE-08

Aceros conformados: CTE DB SE-A

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

Forjados de viguetas: EHE-08

Categoría de uso: A. Zonas residenciales

3 ACCIONES CONSIDERADAS

3.1 Gravitatorias

Planta	S.C.U (kN/m ²)	Cargas muertas (kN/m ²)
Cubierta	1.4	2.0
Planta baja	3.9	2.0

3.2 Viento

CTE DB SE-AE

Código Técnico de la Edificación.

Documento Básico Seguridad Estructural - Acciones en la Edificación

Zona eólica: A

Grado de aspereza: III. Zona rural accidentada o llana con obstáculos

La acción del viento se calcula a partir de la presión estática q_e que actúa en la dirección perpendicular a la superficie expuesta. El programa obtiene de forma automática dicha presión, conforme a los criterios del Código Técnico de la Edificación DB-SE AE, en función de la geometría del edificio, la zona eólica y grado de aspereza seleccionados, y la altura sobre el terreno del punto considerado:

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

Donde:

q_b Es la presión dinámica del viento conforme al mapa eólico del Anejo D.

c_e Es el coeficiente de exposición, determinado conforme a las especificaciones del Anejo D.2, en función del grado de aspereza del entorno y la altura sobre el terreno del punto considerado.

c_p Es el coeficiente eólico o de presión, calculado según la tabla 3.5 del apartado 3.3.4, en función de la esbeltez del edificio en el plano paralelo al viento.

q_b (kN/m ²)	Viento X			Viento Y		
	esbeltez	c_p (presión)	c_p (succión)	esbeltez	c_p (presión)	c_p (succión)
0.42	0.65	0.76	-0.40	0.46	0.70	-0.38

Anchos de banda		
Plantas	Ancho de banda Y (m)	Ancho de banda X (m)
En todas las plantas	7.65	5.40

No se realiza análisis de los efectos de 2º orden

Coefficientes de Cargas

+X: 1.00 -X: 1.00

+Y: 1.00 -Y: 1.00

Cargas de viento		
Planta	Viento X (kN)	Viento Y (kN)
Cubierta	13.173	8.687

Conforme al artículo 3.3.2., apartado 2 del Documento Básico AE, se ha considerado que las fuerzas de viento por planta, en cada dirección del análisis, actúan con una excentricidad de $\pm 5\%$ de la dimensión máxima del edificio.

3.3 Sismo

Sin acción de sismo

3.4 Hipótesis de carga

Automáticas	Carga permanente Sobrecarga de uso Viento +X exc.+ Viento +X exc.- Viento -X exc.+ Viento -X exc.- Viento +Y exc.+ Viento +Y exc.- Viento -Y exc.+ Viento -Y exc.-
-------------	---

4 ESTADOS LÍMITE

E.L.U. de rotura. Hormigón	CTE
E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Tensiones sobre el terreno	Acciones características
Desplazamientos	

5 SITUACIONES DE PROYECTO

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

G_k Acción permanente

Q_k Acción variable

γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

$\Psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$\Psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

5.1 Coeficientes parciales de seguridad (γ) y coeficientes de combinación (ψ)

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón: EHE-08

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.700
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: EHE-08 / CTE DB-SE C

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	1.000	0.700
Viento (Q)	0.000	1.600	1.000	0.600

Tensiones sobre el terreno

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

5.2 Combinaciones

■ Nombres de las hipótesis

G Carga permanente
 Qa Sobrecarga de uso
 V(+X exc.+) Viento +X exc.+
 V(+X exc.-) Viento +X exc.-
 V(-X exc.+) Viento -X exc.+
 V(-X exc.-) Viento -X exc.-
 V(+Y exc.+) Viento +Y exc.+
 V(+Y exc.-) Viento +Y exc.-
 V(-Y exc.+) Viento -Y exc.+
 V(-Y exc.-) Viento -Y exc.-

■ E.L.U. de rotura. Hormigón

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Comb	G	Qa	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)
1	1.00 0									
2	1.35 0									
3	1.00 0	1.50 0								
4	1.35 0	1.50 0								
5	1.00 0		1.500							
6	1.35 0		1.500							
7	1.00 0	1.05 0	1.500							
8	1.35 0	1.05 0	1.500							
9	1.00 0	1.50 0	0.900							
10	1.35 0	1.50 0	0.900							
11	1.00 0			1.500						
12	1.35 0			1.500						
13	1.00 0	1.05 0		1.500						
14	1.35 0	1.05 0		1.500						
15	1.00 0	1.50 0		0.900						
16	1.35 0	1.50 0		0.900						
17	1.00 0				1.500					
18	1.35 0				1.500					
19	1.00 0	1.05 0			1.500					
20	1.35 0	1.05 0			1.500					
21	1.00 0	1.50 0			0.900					
22	1.35 0	1.50 0			0.900					
23	1.00 0					1.500				
24	1.35 0					1.500				
25	1.00 0	1.05 0				1.500				
26	1.35 0	1.05 0				1.500				
27	1.00 0	1.50 0				0.900				

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Comb.	G	Qa	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)
28	1.35 0	1.50 0				0.900				
29	1.00 0						1.500			
30	1.35 0						1.500			
31	1.00 0	1.05 0					1.500			
32	1.35 0	1.05 0					1.500			
33	1.00 0	1.50 0					0.900			
34	1.35 0	1.50 0					0.900			
35	1.00 0							1.500		
36	1.35 0							1.500		
37	1.00 0	1.05 0						1.500		
38	1.35 0	1.05 0						1.500		
39	1.00 0	1.50 0						0.900		
40	1.35 0	1.50 0						0.900		
41	1.00 0								1.500	
42	1.35 0								1.500	
43	1.00 0	1.05 0							1.500	
44	1.35 0	1.05 0							1.500	
45	1.00 0	1.50 0							0.900	
46	1.35 0	1.50 0							0.900	
47	1.00 0									1.500
48	1.35 0									1.500
49	1.00 0	1.05 0								1.500
50	1.35 0	1.05 0								1.500
51	1.00 0	1.50 0								0.900
52	1.35 0	1.50 0								0.900

■ E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones

Comb	G	Qa	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)
1	1.00 0									
2	1.60 0									
3	1.00 0	1.60 0								
4	1.60 0	1.60 0								
5	1.00 0		1.600							
6	1.60 0		1.600							
7	1.00 0	1.12 0	1.600							
8	1.60 0	1.12 0	1.600							
9	1.00 0	1.60 0	0.960							
10	1.60 0	1.60 0	0.960							
11	1.00 0			1.600						
12	1.60 0			1.600						
13	1.00 0	1.12 0		1.600						
14	1.60 0	1.12 0		1.600						
15	1.00 0	1.60 0		0.960						
16	1.60 0	1.60 0		0.960						
17	1.00 0				1.600					
18	1.60 0				1.600					
19	1.00 0	1.12 0			1.600					
20	1.60 0	1.12 0			1.600					
21	1.00 0	1.60 0			0.960					
22	1.60 0	1.60 0			0.960					
23	1.00 0					1.600				
24	1.60 0					1.600				
25	1.00 0	1.12 0				1.600				
26	1.60 0	1.12 0				1.600				

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Comb.	G	Qa	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)
27	1.00 0	1.60 0				0.960				
28	1.60 0	1.60 0				0.960				
29	1.00 0						1.600			
30	1.60 0						1.600			
31	1.00 0	1.12 0					1.600			
32	1.60 0	1.12 0					1.600			
33	1.00 0	1.60 0					0.960			
34	1.60 0	1.60 0					0.960			
35	1.00 0							1.600		
36	1.60 0							1.600		
37	1.00 0	1.12 0						1.600		
38	1.60 0	1.12 0						1.600		
39	1.00 0	1.60 0						0.960		
40	1.60 0	1.60 0						0.960		
41	1.00 0								1.600	
42	1.60 0								1.600	
43	1.00 0	1.12 0							1.600	
44	1.60 0	1.12 0							1.600	
45	1.00 0	1.60 0							0.960	
46	1.60 0	1.60 0							0.960	
47	1.00 0									1.600
48	1.60 0									1.600
49	1.00 0	1.12 0								1.600
50	1.60 0	1.12 0								1.600
51	1.00 0	1.60 0								0.960
52	1.60 0	1.60 0								0.960

■ Tensiones sobre el terreno

■ Desplazamientos

Comb.	G	Qa	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)
1	1.00 0									
2	1.00 0	1.00 0								
3	1.00 0		1.000							
4	1.00 0	1.00 0	1.000							
5	1.00 0			1.000						
6	1.00 0	1.00 0		1.000						
7	1.00 0				1.000					
8	1.00 0	1.00 0			1.000					
9	1.00 0					1.000				
10	1.00 0	1.00 0				1.000				
11	1.00 0						1.000			
12	1.00 0	1.00 0					1.000			
13	1.00 0							1.000		
14	1.00 0	1.00 0						1.000		
15	1.00 0								1.000	
16	1.00 0	1.00 0							1.000	
17	1.00 0									1.000
18	1.00 0	1.00 0								1.000

6 DATOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS Y PLANTAS

Grupo	Nombre del grupo	Planta	Nombre planta	Altura	Cota
1	Cubierta	1	Cubierta	4.10	3.50
0	Planta baja				-0.60

7 DATOS GEOMÉTRICOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS

7.1 Pilares

GI: grupo inicial

GF: grupo final

Ang: ángulo del pilar en grados sexagesimales

Datos de los pilares						
Referencia	Coord(P.Fijo)	GI- GF	Vinculación exterior	Ang.	Punto fijo	Canto de apoyo
P1	(7.40, 0.15)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.40
P2	(7.40, 5.15)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.40
P3	(3.65, 0.15)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.40
P4	(3.65, 5.15)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.40
P5	(0.15, 0.15)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.40
P6	(0.15, 5.15)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.40

8 DIMENSIONES, COEFICIENTES DE EMPOTRAMIENTO Y COEFICIENTES DE PANDEO PARA CADA PLANTA

Referencia pilar	Planta	Dimensiones	Coefs. empotramiento		Coefs. pandeo	
			Cabeza	Pie	Pandeo x	Pandeo Y
Para todos los pilares	1	0.30x0.30	0.30	1.00	1.00	1.00

9 LISTADO DE PAÑOS

Tipos de forjados considerados

Nombre	Descripción
ALVAREZ T18, 20+5, De hormigón	FORJADO DE VIGUETAS PRETENSADAS Fabricante: ALVAREZ T18 Tipo de bovedilla: De hormigón Canto del forjado: 25 = 20 + 5 (cm) Intereje: 69 cm (simple) y 81 cm (doble) Hormigón obra: HA-25, $Y_c=1.5$ Hormigones viguetas: HA-25, $Y_c=1.5$ Acero pretensar: Y 1860 C I1 Aceros negativos: B 500 S, $Y_s=1.15$ Peso propio: 3.19 kN/m ² (simple) y 3.56 kN/m ² (doble)

9.1 Autorización de uso

Datos del forjado

Fabricante:	ALVAREZ T18
Tipo de bovedilla:	De hormigón
Canto del forjado:	25 = 20 + 5 (cm)
Intereje:	69 cm (simple) y 81 cm (doble)
Hormigón obra:	HA-25, $Y_c=1.5$
Hormigones viguetas:	HA-25, $Y_c=1.5$
Acero pretensar:	Y 1860 C I1
Aceros negativos:	B 500 S, $Y_s=1.15$
Peso propio:	3.19 kN/m ² (simple) y 3.56 kN/m ² (doble)

Flexión positiva - Viguetas simples								
Tipo de viga	Momento (kN·m/m)		Rigidez (m ² ·kN/m)		Momento de servicio (kN·m/m)			Cortante último (kN/m)
	Último	Fisuración	Total	Fisurada	Clase I	Clase II	Clase III	
ALV T18-1	12.85	10.99	12459	10399	4.12	5.20	11.97	20.40
ALV T18-2	23.05	11.28	12655	10693	12.75	14.42	20.80	26.39
ALV T18-3	31.88	11.38	12851	10889	18.84	21.19	27.08	29.43
ALV T18-4	41.10	11.58	13047	11085	25.60	28.84	33.94	32.96
ALV T18-5	48.95	11.67	13145	11282	30.71	34.43	39.14	35.61
ALV T18-6	55.62	11.77	13244	11380	31.78	35.81	40.42	35.81
Notas: Clase I: Ambiente agresivo Clase II: Ambiente exterior Clase III: Ambiente interior Esfuerzos por metro de ancho								

Flexión negativa - Viguetas simples						
Refuerzo superior por nervio	Área del nervio (cm ²)	Momento último (kN·m/m)		Momento de fisuración (kN·m/m)	Rigidez (m ² ·kN/m)	
		Sección tipo	Sección macizada		Total	Fisurada
1Ø10	0.79	7.55	7.65	18.54	12361	1079
2Ø8	1.01	9.52	9.61	18.64	12361	1275
1Ø12	1.13	10.59	10.69	18.64	12361	1373
1Ø8+1Ø10	1.29	11.97	12.07	18.74	12459	1472
2Ø10	1.57	19.03	19.13	18.84	12459	1668
1Ø10+1Ø12	1.92	22.56	22.66	18.93	12459	1962
2Ø12	2.26	25.90	26.00	19.13	12557	2158
1Ø10+1Ø16	2.80	30.31	36.10	19.23	12557	2453
1Ø12+1Ø16	3.14	33.06	40.32	19.42	12655	2747
3Ø12	3.39	35.32	43.75	19.52	12655	2943
2Ø16	4.02	40.22	51.01	19.72	12655	3139
4Ø12	4.52	46.60	57.58	20.01	12753	3532
2Ø16+1Ø12	5.15	52.09	64.75	20.21	12851	3826
3Ø16	6.03	52.78	74.85	20.50	12949	4218
6Ø12	6.79	52.78	84.37	20.99	13047	4611
4Ø16	8.04	52.78	97.71	21.29	13145	4807
Notas: Esfuerzos por metro de ancho						

Flexión positiva - Viguetas dobles								
Tipo de vigueta	Momento (kN·m/m)		Rigidez (m ² ·kN/m)		Momento de servicio (kN·m/m)			Cortante último (kN/m)
	Último	Fisuración	Total	Fisurada	Clase I	Clase II	Clase III	
ALV T18-1	21.78	17.95	17756	15402	6.77	8.53	19.33	35.12
ALV T18-2	38.95	18.25	18050	15794	20.70	23.54	33.65	45.32
ALV T18-3	53.46	18.54	18345	15990	30.41	34.63	43.65	50.52
ALV T18-4	68.67	18.84	18639	16285	41.59	47.48	55.23	56.60
ALV T18-5	81.13	18.93	18737	16481	49.74	56.60	63.37	61.21
ALV T18-6	91.63	19.03	18835	16579	51.31	58.57	65.24	61.61
Notas: Clase I: Ambiente agresivo Clase II: Ambiente exterior Clase III: Ambiente interior Esfuerzos por metro de ancho								

Flexión negativa - Viguetas dobles						
Refuerzo superior por nervio	Área del nervio (cm ²)	Momento último (kN·m/m)		Momento de fisuración (kN·m/m)	Rigidez (m ² ·kN/m)	
		Sección tipo	Sección macizada		Total	Fisurada
1Ø10	0.79	0.00	0.00	21.88	17658	1079
2Ø8	1.01	0.00	0.00	21.97	17658	1275
1Ø12	1.13	0.00	0.00	21.97	17756	1275
1Ø8+1Ø10	1.29	0.00	0.00	22.07	17756	1472
2Ø10	1.57	12.95	13.05	22.17	17756	1668
1Ø10+1Ø12	1.92	20.70	20.80	22.37	17854	1962
2Ø12	2.26	24.13	24.23	22.46	17952	2158
1Ø10+1Ø16	2.80	29.14	29.23	22.66	17952	2551
1Ø12+1Ø16	3.14	32.37	34.83	22.76	18050	2747
3Ø12	3.39	34.83	37.77	22.96	18149	2943
2Ø16	4.02	40.02	44.05	23.15	18149	3237
4Ø12	4.52	44.64	49.83	23.45	18345	3630
2Ø16+1Ø12	5.15	49.15	56.02	23.64	18443	3924
3Ø16	6.03	55.43	64.94	24.03	18541	4415
6Ø12	6.79	61.21	73.28	24.43	18737	4905
4Ø16	8.04	68.08	84.95	24.82	18933	5396
Notas: Esfuerzos por metro de ancho						

10 LOSAS Y ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN

- Tensión admisible en situaciones persistentes: 0.200 MPa
- Tensión admisible en situaciones accidentales: 0.300 MPa

11 MATERIALES UTILIZADOS

11.1 Hormigones

Elemento	Hormigón	f_{ck} (MPa)	γ_c
Vigas y losas de cimentación	HA-30	30	1.50
Elementos de cimentación	HA-30	30	1.50
Forjados	HA-25	25	1.50
Pilares y pantallas	HA-30	30	1.50
Muros	HA-30	30	1.50

11.2 Aceros por elemento y posición

11.2.1 Aceros en barras

Para todos los elementos estructurales de la obra: B 500 S; $f_{yk} = 500$ MPa; $\gamma_s = 1.15$

11.2.2 Aceros en perfiles

Tipo de acero para perfiles	Acero	Límite elástico (MPa)	Módulo de elasticidad (GPa)
Aceros conformados	S235	235	210
Aceros laminados	S275	275	210

12 ARMADO DE PILARES Y PANTALLAS

12.1 Pilares

Armado de pilares									
Hormigón: HA-30, Yc=1.5									
Pilar	Geometría			Armaduras				Aprov. (%)	Estado
	Planta	Dimensiones (cm)	Tramo (m)	Barras		Estribos			
				Esquina	Cuantía (%)	Perimetral	Separación (cm)		
P1	Cubierta	30x30	-0.60/3.20	4Ø12	0.50	1eØ6	15	28.3	Cumple
	Planta baja	-	-	4Ø12	0.50	1eØ6	-	28.3	Cumple
P2	Cubierta	30x30	-0.60/3.20	4Ø12	0.50	1eØ6	15	28.4	Cumple
	Planta baja	-	-	4Ø12	0.50	1eØ6	-	28.4	Cumple
P3	Cubierta	30x30	-0.60/3.20	4Ø12	0.50	1eØ6	15	16.3	Cumple
	Planta baja	-	-	4Ø12	0.50	1eØ6	-	16.3	Cumple
P4	Cubierta	30x30	-0.60/3.20	4Ø12	0.50	1eØ6	15	16.3	Cumple
	Planta baja	-	-	4Ø12	0.50	1eØ6	-	16.3	Cumple
P5	Cubierta	30x30	-0.60/3.20	4Ø12	0.50	1eØ6	15	31.3	Cumple
	Planta baja	-	-	4Ø12	0.50	1eØ6	-	31.3	Cumple
P6	Cubierta	30x30	-0.60/3.20	4Ø12	0.50	1eØ6	15	31.3	Cumple
	Planta baja	-	-	4Ø12	0.50	1eØ6	-	31.3	Cumple

13 ESFUERZOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS POR HIPÓTESIS

■ Tramo: Nivel inicial / nivel final del tramo entre plantas.

■ Nota:

Los esfuerzos están referidos a ejes locales del pilar.

Soporte	Planta	Dimensión (cm)	Tramo (m)	Hipótesis	Base						Cabeza					
					N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
P1	Cubierta	30x30	0.60/3.20	Carga permanente	38.9	-2.6	2.3	-1.8	1.5	0.0	30.5	4.2	-3.4	-1.8	1.5	0.0
				Sobrecarga de uso	6.7	-0.6	0.4	-0.4	0.3	-0.0	6.7	1.0	-0.6	-0.4	0.3	-0.0
				Viento +X exc.+	1.2	-5.5	0.4	-2.0	0.1	0.0	1.2	2.1	-0.1	-2.0	0.1	0.0
				Viento +X exc.-	1.2	-6.1	-0.4	-2.2	-0.1	-0.0	1.2	2.2	0.1	-2.2	-0.1	-0.0
				Viento -X exc.+	-1.2	5.5	-0.4	2.0	-0.1	-0.0	-1.2	-2.1	0.1	2.0	-0.1	-0.0
				Viento -X exc.-	-1.2	6.1	0.4	2.2	0.1	0.0	-1.2	-2.2	-0.1	2.2	0.1	0.0
				Viento +Y exc.+	-1.2	-0.3	-4.6	-0.1	-1.7	-0.0	-1.2	0.1	1.7	-0.1	-1.7	-0.0
				Viento +Y exc.-	-0.8	0.2	-3.9	0.1	-1.4	0.0	-0.8	-0.1	1.5	0.1	-1.4	0.0
				Viento -Y exc.+	-0.8	0.3	4.6	0.1	1.7	0.0	-0.8	-0.1	-1.7	0.1	1.7	0.0
				Viento -Y exc.-	0.8	-0.2	3.9	-0.1	1.4	-0.0	0.8	0.1	-1.5	-0.1	1.4	-0.0
					0.8						0.8					
					0.8						0.8					
P2	Cubierta	30x30	0.60/3.20	Carga permanente	38.9	-2.6	-2.3	-1.8	-1.5	0.0	30.5	4.2	3.4	-1.8	-1.5	0.0
				Sobrecarga de uso	6.7	-0.6	-0.4	-0.4	-0.3	-0.0	6.7	1.0	0.6	-0.4	-0.3	-0.0
				Viento +X exc.+	1.2	-5.5	-0.4	-2.0	-0.1	-0.0	1.2	2.1	-0.1	-2.0	-0.1	0.0
				Viento +X exc.-	1.2	-6.1	-0.4	-2.2	-0.1	-0.0	1.2	2.2	0.1	-2.2	-0.1	-0.0
				Viento -X exc.+	-1.2	5.5	0.4	2.0	-0.1	-0.0	-1.2	-2.1	-0.1	2.0	-0.1	0.0
				Viento -X exc.-	-1.2	6.1	0.4	2.2	0.1	-0.0	-1.2	-2.2	0.1	2.2	0.1	-0.0
				Viento +Y exc.+	-1.2	-0.3	-4.6	-0.1	-1.7	-0.0	-1.2	-0.1	1.7	-0.1	-1.7	-0.0
				Viento +Y exc.-	-0.8	0.2	-3.9	0.1	-1.4	0.0	-0.8	-0.1	1.5	0.1	-1.4	0.0
				Viento -Y exc.+	-0.8	0.3	4.6	0.1	1.7	0.0	-0.8	-0.1	-1.7	0.1	1.7	0.0
				Viento -Y exc.-	0.8	-0.2	3.9	-0.1	1.4	-0.0	0.8	0.1	-1.5	-0.1	1.4	-0.0
					0.8						0.8					
					0.8						0.8					
P3	Cubierta	30x30	0.60/3.20	Carga permanente	73.4	0.7	3.2	0.4	2.1	0.0	65.0	-0.7	-4.7	0.4	2.1	0.0
				Sobrecarga de uso	15.8	0.2	0.8	0.1	0.6	-0.0	15.8	-0.2	-1.3	0.1	0.6	-0.0
				Viento +X exc.+	0.1	-6.5	0.0	-2.5	0.0	-0.0	0.1	2.9	-0.0	-2.5	0.0	-0.0
				Viento +X exc.-	0.1	-6.0	0.0	-2.3	0.0	-0.0	0.1	2.7	-0.0	-2.3	0.0	-0.0
				Viento -X exc.+	-0.1	6.5	-0.0	2.5	-0.0	0.0	-0.1	-2.9	0.0	2.5	-0.0	0.0
				Viento -X exc.-	-0.1	6.0	-0.0	2.3	-0.0	0.0	-0.1	-2.7	0.0	2.3	-0.0	0.0
				Viento +Y exc.+	-0.6	0.2	-3.9	0.1	-1.3	0.0	-0.6	-0.1	1.1	0.1	-1.3	0.0
				Viento +Y exc.-	-0.6	0.3	3.9	0.1	1.3	0.0	-0.6	-0.1	-1.1	0.1	1.3	0.0
				Viento -Y exc.+	0.6	-0.2	3.9	-0.1	1.3	-0.0	0.6	0.1	-1.1	-0.1	1.3	-0.0
				Viento -Y exc.-	0.6						0.6					
					0.6						0.6					
					0.6						0.6					
P4	Cubierta	30x30	0.60/3.20	Carga permanente	73.4	0.7	-3.2	0.4	-2.1	0.0	65.0	-0.7	4.7	0.4	-2.1	0.0
				Sobrecarga de uso	15.8	0.2	-0.8	0.1	-0.6	-0.0	15.8	-0.2	1.3	0.1	-0.6	-0.0
				Viento +X exc.+	0.1	-6.5	-0.0	-2.5	-0.0	0.0	0.1	2.9	0.0	-2.5	-0.0	0.0
				Viento +X exc.-	0.1	-6.0	0.0	-2.3	0.0	-0.0	0.1	2.7	-0.0	-2.3	0.0	-0.0
				Viento -X exc.+	-0.1	6.5	0.0	2.5	0.0	-0.0	-0.1	-2.9	0.0	2.5	0.0	-0.0
				Viento -X exc.-	-0.1	6.0	-0.0	2.3	-0.0	0.0	-0.1	-2.7	0.0	2.3	-0.0	0.0
				Viento +Y exc.+	-0.6	0.2	-3.9	0.1	-1.3	0.0	-0.6	-0.1	1.1	0.1	-1.3	0.0
				Viento +Y exc.-	-0.6	0.3	3.9	-0.1	1.3	0.0	-0.6	-0.1	-1.1	-0.1	1.3	0.0
				Viento -Y exc.+	0.6	-0.2	3.9	0.1	1.3	-0.0	0.6	0.1	-1.1	0.1	1.3	-0.0
				Viento -Y exc.-	0.6	0.2					0.6	-0.1				
					-0.6						-0.6					
					-0.6						-0.6					

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Soporte	Planta	Dimensión (cm)	Tramo (m)	Hipótesis	Base						Cabeza					
					N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
P5	Cubierta	30x30	0.60/3.20	Carga permanente	31.2	2.3	2.1	1.4	1.4	0.0	22.8	-3.1	-3.2	1.4	1.4	0.0
				Sobrecarga de uso	4.5	0.6	0.3	0.3	0.2	-0.0	4.5	-0.7	-0.4	0.3	0.2	-0.0
				Viento +X exc.+	-1.3	-5.6	-0.4	-2.0	-0.1	0.0	-1.3	2.1	0.1	-2.0	-0.1	0.0
				Viento +X exc.-	-1.3	-6.1	0.4	-2.2	0.1	-0.0	-1.3	2.3	-0.1	-2.2	0.1	-0.0
				Viento -X exc.+	1.3	5.6	0.4	2.0	0.1	-0.0	1.3	-2.1	-0.1	2.0	0.1	-0.0
				Viento -X exc.-	1.3	6.1	-0.4	2.2	-0.1	0.0	1.3	-2.3	0.1	2.2	-0.1	0.0
				Viento +Y exc.+	1.3	-0.3	-3.8	-0.1	-1.4	-0.0	1.3	0.1	1.4	-0.1	-1.4	-0.0
				Viento +Y exc.-	-0.8	0.2	-4.5	0.1	-1.6	0.0	-0.8	-0.1	1.7	0.1	-1.6	0.0
				Viento -Y exc.+	-0.8	0.3	3.8	0.1	1.4	0.0	-0.8	-0.1	-1.4	0.1	1.4	0.0
				Viento -Y exc.-	0.8	-0.2	4.5	-0.1	1.6	-0.0	0.8	0.1	-1.7	-0.1	1.6	-0.0
P6	Cubierta	30x30	0.60/3.20	Carga permanente	31.2	2.3	-2.1	1.4	-1.4	0.0	22.8	-3.1	3.2	1.4	-1.4	0.0
				Sobrecarga de uso	4.5	0.6	-0.3	0.3	-0.2	-0.0	4.5	-0.7	0.4	0.3	-0.2	-0.0
				Viento +X exc.+	-1.3	-6.1	-0.4	-2.2	-0.1	0.0	-1.3	2.3	0.1	-2.2	-0.1	0.0
				Viento +X exc.-	-1.3	-5.6	0.4	-2.0	0.1	-0.0	-1.3	2.1	-0.1	-2.0	0.1	-0.0
				Viento -X exc.+	1.3	6.1	0.4	2.2	0.1	-0.0	1.3	-2.3	-0.1	2.2	0.1	-0.0
				Viento -X exc.-	1.3	5.6	-0.4	2.0	-0.1	0.0	1.3	-2.1	0.1	2.0	-0.1	0.0
				Viento +Y exc.+	1.3	0.3	-3.8	0.1	-1.4	-0.0	1.3	-0.1	1.4	0.1	-1.4	-0.0
				Viento +Y exc.-	0.8	-0.2	-4.5	-0.1	-1.6	0.0	0.8	0.1	1.7	-0.1	-1.6	0.0
				Viento -Y exc.+	0.8	-0.3	3.8	-0.1	1.4	0.0	0.8	0.1	-1.4	-0.1	1.4	0.0
				Viento -Y exc.-	-0.8	0.2	4.5	0.1	1.6	-0.0	-0.8	-0.1	-1.7	0.1	1.6	-0.0

14 ARRANQUES DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS POR HIPÓTESIS

■ Nota:

Los esfuerzos están referidos a ejes locales del pilar.

Soporte	Hipótesis	Esfuerzos en arranques					
		N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
P1	Carga permanente	38.9	-2.6	2.3	-1.8	1.5	0.0
	Sobrecarga de uso	6.7	-0.6	0.4	-0.4	0.3	-0.0
	Viento +X exc.+	1.2	-5.5	0.4	-2.0	0.1	0.0
	Viento +X exc.-	1.2	-6.1	-0.4	-2.2	-0.1	-0.0
	Viento -X exc.+	-1.2	5.5	-0.4	2.0	-0.1	-0.0
	Viento -X exc.-	-1.2	6.1	0.4	2.2	0.1	0.0
	Viento +Y exc.+	-0.8	-0.3	-4.6	-0.1	-1.7	-0.0
	Viento +Y exc.-	-0.8	0.2	-3.9	0.1	-1.4	0.0
	Viento -Y exc.+	0.8	0.3	4.6	0.1	1.7	0.0
	Viento -Y exc.-	0.8	-0.2	3.9	-0.1	1.4	-0.0
P2	Carga permanente	38.9	-2.6	-2.3	-1.8	-1.5	0.0
	Sobrecarga de uso	6.7	-0.6	-0.4	-0.4	-0.3	-0.0
	Viento +X exc.+	1.2	-6.1	0.4	-2.2	0.1	0.0
	Viento +X exc.-	1.2	-5.5	-0.4	-2.0	-0.1	-0.0
	Viento -X exc.+	-1.2	6.1	-0.4	2.2	-0.1	-0.0
	Viento -X exc.-	-1.2	5.5	0.4	2.0	0.1	0.0
	Viento +Y exc.+	0.8	0.3	-4.6	0.1	-1.7	-0.0
	Viento +Y exc.-	0.8	-0.2	-3.9	-0.1	-1.4	0.0
	Viento -Y exc.+	-0.8	-0.3	4.6	-0.1	1.7	0.0
	Viento -Y exc.-	-0.8	0.2	3.9	0.1	1.4	-0.0
P3	Carga permanente	73.4	0.7	3.2	0.4	2.1	0.0
	Sobrecarga de uso	15.8	0.2	0.8	0.1	0.6	-0.0
	Viento +X exc.+	0.1	-6.0	-0.0	-2.3	-0.0	0.0
	Viento +X exc.-	0.1	-6.5	0.0	-2.5	0.0	-0.0
	Viento -X exc.+	-0.1	6.0	0.0	2.3	0.0	-0.0
	Viento -X exc.-	-0.1	6.5	-0.0	2.5	-0.0	0.0
	Viento +Y exc.+	-0.6	-0.3	-3.9	-0.1	-1.3	-0.0
	Viento +Y exc.-	-0.6	0.2	-3.9	0.1	-1.3	0.0
	Viento -Y exc.+	0.6	0.3	3.9	0.1	1.3	0.0
	Viento -Y exc.-	0.6	-0.2	3.9	-0.1	1.3	-0.0
P4	Carga permanente	73.4	0.7	-3.2	0.4	-2.1	0.0
	Sobrecarga de uso	15.8	0.2	-0.8	0.1	-0.6	-0.0
	Viento +X exc.+	0.1	-6.5	-0.0	-2.5	-0.0	0.0
	Viento +X exc.-	0.1	-6.0	0.0	-2.3	0.0	-0.0
	Viento -X exc.+	-0.1	6.5	0.0	2.5	0.0	-0.0
	Viento -X exc.-	-0.1	6.0	-0.0	2.3	-0.0	0.0
	Viento +Y exc.+	0.6	0.3	-3.9	0.1	-1.3	-0.0
	Viento +Y exc.-	0.6	-0.2	-3.9	-0.1	-1.3	0.0
	Viento -Y exc.+	-0.6	-0.3	3.9	-0.1	1.3	0.0
	Viento -Y exc.-	-0.6	0.2	3.9	0.1	1.3	-0.0

Soporte	Hipótesis	Esfuerzos en arranques					
		N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
P5	Carga permanente	31.2	2.3	2.1	1.4	1.4	0.0
	Sobrecarga de uso	4.5	0.6	0.3	0.3	0.2	-0.0
	Viento +X exc.+	-1.3	-5.6	-0.4	-2.0	-0.1	0.0
	Viento +X exc.-	-1.3	-6.1	0.4	-2.2	0.1	-0.0
	Viento -X exc.+	1.3	5.6	0.4	2.0	0.1	-0.0
	Viento -X exc.-	1.3	6.1	-0.4	2.2	-0.1	0.0
	Viento +Y exc.+	-0.8	-0.3	-3.8	-0.1	-1.4	-0.0
	Viento +Y exc.-	-0.8	0.2	-4.5	0.1	-1.6	0.0
	Viento -Y exc.+	0.8	0.3	3.8	0.1	1.4	0.0
	Viento -Y exc.-	0.8	-0.2	4.5	-0.1	1.6	-0.0
P6	Carga permanente	31.2	2.3	-2.1	1.4	-1.4	0.0
	Sobrecarga de uso	4.5	0.6	-0.3	0.3	-0.2	-0.0
	Viento +X exc.+	-1.3	-6.1	-0.4	-2.2	-0.1	0.0
	Viento +X exc.-	-1.3	-5.6	0.4	-2.0	0.1	-0.0
	Viento -X exc.+	1.3	6.1	0.4	2.2	0.1	-0.0
	Viento -X exc.-	1.3	5.6	-0.4	2.0	-0.1	0.0
	Viento +Y exc.+	0.8	0.3	-3.8	0.1	-1.4	-0.0
	Viento +Y exc.-	0.8	-0.2	-4.5	-0.1	-1.6	0.0
	Viento -Y exc.+	-0.8	-0.3	3.8	-0.1	1.4	0.0
	Viento -Y exc.-	-0.8	0.2	4.5	0.1	1.6	-0.0

15 PÉSIMOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS

15.1 Pilares

Resumen de las comprobaciones													
Pilares	Planta	Tramo (m)	Dimensión	Posición	Esfuerzos pésimos						Pésima	Aprob. (%)	Estado
					Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)			
P1	Cubierta	0.00/4.10	30x30	Pie	G, V	40.6	-1.7	11.7	5.1	1.3	N,M	28.3	Cumple
				Cabeza	G, Q, V	49.9	5.0	-10.2	6.2	2.1	N,M	21.8	Cumple
	Planta baja	0.20/0.00	30x30	Pie	G, V	40.6	-1.7	11.7	5.1	1.3	N,M	28.3	Cumple
P2	Cubierta	0.00/4.10	30x30	Pie	G, V	40.6	1.7	11.7	5.1	-1.3	N,M	28.4	Cumple
				Cabeza	G, Q, V	49.9	-5.0	-10.2	6.2	-2.1	N,M	21.8	Cumple
	Planta baja	0.20/0.00	30x30	Pie	G, V	40.6	1.7	11.7	5.1	-1.3	N,M	28.4	Cumple
P3	Cubierta	0.00/4.10	30x30	Pie	G, Q, V	115.5	-5.1	-10.9	-4.3	3.4	N,M	16.3	Cumple
				Cabeza	G, Q, V	104.2	7.7	5.5	-4.3	3.4	N,M	12.9	Cumple
	Planta baja	0.20/0.00	30x30	Pie	G, Q, V	115.5	-5.1	-10.9	-4.3	3.4	N,M	16.3	Cumple
P4	Cubierta	0.00/4.10	30x30	Pie	G, Q, V	115.5	5.1	-10.9	-4.3	-3.4	N,M	16.3	Cumple
				Cabeza	G, Q, V	104.2	-7.7	5.5	-4.3	-3.4	N,M	12.9	Cumple
	Planta baja	0.20/0.00	30x30	Pie	G, Q, V	115.5	5.1	-10.9	-4.3	-3.4	N,M	16.3	Cumple
P5	Cubierta	0.00/4.10	30x30	Pie	G, Q, V	37.8	-1.9	-12.0	-5.1	1.4	N,M	31.3	Cumple
				Cabeza	G, Q, V	37.4	4.5	8.4	-5.6	1.9	N,M	19.4	Cumple
	Planta baja	0.20/0.00	30x30	Pie	G, Q, V	37.8	-1.9	-12.0	-5.1	1.4	N,M	31.3	Cumple
P6	Cubierta	0.00/4.10	30x30	Pie	G, Q, V	37.8	1.9	-12.0	-5.1	-1.4	N,M	31.3	Cumple
				Cabeza	G, Q, V	37.4	-4.5	8.4	-5.6	-1.9	N,M	19.4	Cumple
	Planta baja	0.20/0.00	30x30	Pie	G, Q, V	37.8	1.9	-12.0	-5.1	-1.4	N,M	31.3	Cumple
Notas: N,M: Estado límite de agotamiento frente a sollicitaciones normales (combinaciones no sísmicas)													

16 LISTADO DE MEDICIÓN DE PILARES

Resumen de medición - Cubierta							
Pilares	Dimensiones (cm)	Encofrado (m ²)	Hormigón HA-30, Yc=1.5 (m ³)	Armaduras B 500 S, Ys=1.15			Cuantía (kg/m ³)
				Longitudina l Ø12 (kg)	Estribos s Ø6 (kg)	Total +10 % (kg)	
P1, P2, P3, P4, P5 y P6	30x30	27.36	2.04	87.0	48.6	149.2	73.14
Total		27.36	2.04	87.0	48.6	149.2	73.14

17 SUMATORIO DE ESFUERZOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS POR HIPÓTESIS Y PLANTA

- Sólo se tienen en cuenta los esfuerzos de pilares, muros y pantallas, por lo que si la obra tiene vigas con vinculación exterior, vigas inclinadas, diagonales o estructuras 3D integradas, los esfuerzos de dichos elementos no se muestran en el siguiente listado.
- Este listado es de utilidad para conocer las cargas actuantes por encima de la cota de la base de los soportes sobre una planta, por lo que para casos tales como pilares apeados traccionados, los esfuerzos de dichos pilares tendrán la influencia no sólo de las cargas por encima sino también la de las cargas que recibe de plantas inferiores.

17.1 Resumido

Valores referidos al origen (X=0.00, Y=0.00)								
Planta	Cota (m)	Hipótesis	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
Planta baja	-0.60	Carga permanente	286.8	1119.4	760.1	0.0	-0.0	-0.0
		Sobrecarga de uso	53.9	215.2	142.8	0.0	0.0	-0.0
		Viento +X exc.+	0.0	54.0	0.0	13.2	-0.0	-38.4
		Viento +X exc.-	0.0	54.0	0.0	13.2	-0.0	-31.4
		Viento -X exc.+	-0.0	-54.0	-0.0	-13.2	0.0	38.4
		Viento -X exc.-	-0.0	-54.0	-0.0	-13.2	0.0	31.4
		Viento +Y exc.+	0.0	0.0	35.6	-0.0	8.7	36.1
		Viento +Y exc.-	0.0	-0.0	35.6	-0.0	8.7	29.5
		Viento -Y exc.+	-0.0	-0.0	-35.6	0.0	-8.7	-36.1
		Viento -Y exc.-	0.0	0.0	-35.6	0.0	-8.7	-29.5

18 LISTADO DE ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN

18.1 Descripción

Referencias	Geometría	Armado
P1, P2, P3, P4, P5, P6	Zapata cuadrada Ancho: 100.0 cm Canto: 40.0 cm	X: 3Ø12c/30 Y: 3Ø12c/30

18.2 Medición

Referencias: P1, P2, P3, P4, P5 y P6		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø6	Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)		3x1.19	3.57
	Peso (kg)		3x1.06	3.17
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)		3x1.19	3.57
	Peso (kg)		3x1.06	3.17
Arranque - Estribos	Longitud (m)	3x1.06		3.18
	Peso (kg)	3x0.24		0.71
Arranque - Armado longitudinal	Longitud (m)		4x0.92	3.68
	Peso (kg)		4x0.82	3.27
Totales	Longitud (m)	3.18	10.82	
	Peso (kg)	0.71	9.61	10.32
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	3.50	11.90	
	Peso (kg)	0.78	10.57	11.35

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

Elemento	B 500 S, Ys=1.15 (kg)			Hormigón (m³)		Encofrado (m²)
	Ø6	Ø12	Total	HA-30, Yc=1.5	Limpieza	
Referencias: P1, P2, P3, P4, P5 y P6	6x0.78	6x10.57	68.10	6x0.40	6x0.10	6x1.28
Totales	4.68	63.42	68.10	2.40	0.60	7.68

18.3 Comprobación

Referencia: P1 Dimensiones: 100 x 100 x 40 Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> - Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0737712 MPa	Cumple

Referencia: P1		
Dimensiones: 100 x 100 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.116347 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.15853 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 94.3 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 146.6 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 13.17 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 11.00 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 8.73 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 7.16 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 6000 kN/m ² Calculado: 209.8 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 (norma EHE-08)</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- P1:	Mínimo: 20 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 (norma EHE-08)</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i>		
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001 Mínimo: 0.0005	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0004	Cumple
Diámetro mínimo de las barras:		
- Parrilla inferior: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Referencia: P1		
Dimensiones: 100 x 100 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: P2		
Dimensiones: 100 x 100 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0737712 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.116347 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.15853 MPa	Cumple

Referencia: P2 Dimensiones: 100 x 100 x 40 Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i> - En dirección X: - En dirección Y:	Reserva seguridad: 94.3 % Reserva seguridad: 146.6 %	Cumple Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: 13.17 kN·m Momento: 11.81 kN·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Cortante: 8.73 kN Cortante: 10.89 kN	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 6000 kN/m ² Calculado: 209.8 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - P2:	Mínimo: 20 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 (norma EHE-08)</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.001 Calculado: 0.001	Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001 Mínimo: 0.0005 Mínimo: 0.0004	Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: - Parrilla inferior: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple Cumple

Referencia: P2 Dimensiones: 100 x 100 x 40 Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas: 	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: P3 Dimensiones: 100 x 100 x 40 Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.119878 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.156077 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.201007 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 248.2 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 311.1 %	Cumple
Flexión en la zapata:		

Referencia: P3		
Dimensiones: 100 x 100 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección X:	Momento: 17.47 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 17.15 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 8.73 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 6.38 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 6000 kN/m ² Calculado: 406.3 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- P3:	Mínimo: 20 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 0.0006	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras:		
- Parrilla inferior: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Referencia: P3		
Dimensiones: 100 x 100 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: P4		
Dimensiones: 100 x 100 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.119878 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.156077 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.201007 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 248.2 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 311.1 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 17.47 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 17.97 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 8.73 kN	Cumple

Referencia: P4		
Dimensiones: 100 x 100 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección Y:	Cortante: 11.97 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 6000 kN/m ²	
<i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Calculado: 406.3 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo:	Mínimo: 25 cm	
<i>Artículo 58.8.1 (norma EHE-08)</i>	Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:	Mínimo: 20 cm	
- P4:	Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima:	Mínimo: 0.0009	
<i>Artículo 42.3.5 (norma EHE-08)</i>		
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión:	Mínimo: 0.0006	
<i>Artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i>		
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras:		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 12 mm	
<i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras:	Máximo: 30 cm	
<i>Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>		
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Separación mínima entre barras:	Mínimo: 10 cm	
<i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Longitud de anclaje:	Mínimo: 15 cm	
<i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple

Referencia: P4		
Dimensiones: 100 x 100 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: P5		
Dimensiones: 100 x 100 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0650403 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.101141 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.144207 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 72.2 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 117.9 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 11.54 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 9.62 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 4.61 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 7.26 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 6000 kN/m ² Calculado: 165.2 kN/m ²	Cumple

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Referencia: P5		
Dimensiones: 100 x 100 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - P5:	Mínimo: 20 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i>	Calculado: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0004	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: - Parrilla inferior: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple

Referencia: P5		
Dimensiones: 100 x 100 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: P6		
Dimensiones: 100 x 100 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0650403 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.101141 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.144207 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 72.2 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 117.9 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 11.54 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 10.43 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 4.61 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 11.09 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 6000 kN/m ² Calculado: 165.2 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - P6:	Mínimo: 20 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 0.0009	

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Referencia: P6		
Dimensiones: 100 x 100 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 0.0004	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras:		
- Parrilla inferior: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

19 LISTADO DE VIGAS DE ATADO

19.1 Descripción

Referencias	Tipo	Geometría	Armado
[P3 - P4], [P1 - P2], [P5 - P6]	CB.2.1	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2 Ø12 Inferior: 4 Ø12 Estribos: 1xØ8c/25
[P6 - P4], [P5 - P3]	CB.2.1	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2 Ø12 Inferior: 4 Ø12 Estribos: 1xØ8c/25
[P4 - P2], [P3 - P1]	CB.2.1	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2 Ø12 Inferior: 4 Ø12 Estribos: 1xØ8c/25

19.2 Medición

Referencias: [P3 - P4], [P1 - P2] y [P5 - P6]		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		4x5.30	21.20
	Peso (kg)		4x4.71	18.82
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x5.30	10.60
	Peso (kg)		2x4.71	9.41
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	17x1.41		23.97
	Peso (kg)	17x0.56		9.46
Totales	Longitud (m)	23.97	31.80	
	Peso (kg)	9.46	28.23	37.69
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	26.37	34.98	
	Peso (kg)	10.41	31.05	41.46

Referencias: [P6 - P4] y [P5 - P3]		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		4x3.80	15.20
	Peso (kg)		4x3.37	13.50
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x3.80	7.60
	Peso (kg)		2x3.37	6.75
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	11x1.41		15.51
	Peso (kg)	11x0.56		6.12
Totales	Longitud (m)	15.51	22.80	
	Peso (kg)	6.12	20.25	26.37
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	17.06	25.08	
	Peso (kg)	6.73	22.28	29.01

Referencias: [P4 - P2] y [P3 - P1]		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		4x4.05	16.20
	Peso (kg)		4x3.60	14.38

Referencias: [P4 - P2] y [P3 - P1]		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x4.05	8.10
	Peso (kg)		2x3.60	7.19
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	12x1.41		16.92
	Peso (kg)	12x0.56		6.68
Totales	Longitud (m)	16.92	24.30	
	Peso (kg)	6.68	21.57	28.25
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	18.61	26.73	
	Peso (kg)	7.35	23.73	31.08

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

Elemento	B 500 S, Ys=1.15 (kg)			Hormigón (m³)		Encofrado (m²)
	Ø8	Ø12	Total	HA-30, Yc=1.5	Limpieza	
Referencias: [P3 - P4], [P1 - P2] y [P5 - P6]	3x10.41	3x31.05	124.38	3x0.64	3x0.16	3x3.20
Referencias: [P6 - P4] y [P5 - P3]	2x6.73	2x22.28	58.02	2x0.40	2x0.10	2x2.00
Referencias: [P4 - P2] y [P3 - P1]	2x7.35	2x23.73	62.16	2x0.44	2x0.11	2x2.20
Totales	59.39	185.17	244.56	3.60	0.90	18.00

19.3 Comprobación

Referencia: CB.2.1 [P3 - P4] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 4 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Recomendación para el ancho mínimo de la viga de atado: <i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.15 (pag.126).</i>	Mínimo: 20 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Recomendación para el canto mínimo de la viga de atado: <i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.15 (pag.126).</i>	Mínimo: 20 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 2 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple

Referencia: CB.2.1 [P3 - P4] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 4 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 (norma EHE-08)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 2 cm Calculado: 28 cm Calculado: 8.5 cm	 Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Situaciones persistentes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 (norma EHE-08)</i>	Máximo: 25.9 cm Calculado: 25 cm	 Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 (norma EHE-08)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 28 cm Calculado: 8.5 cm	 Cumple Cumple
Cuantía mínima para los estribos: - Situaciones persistentes: <i>Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1</i>	Mínimo: 3.55 cm ² /m Calculado: 4.02 cm ² /m	 Cumple
Cuantía geométrica mínima armadura traccionada: - Armadura inferior (Situaciones persistentes): <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.0028 Calculado: 0.0028	 Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta: - Armadura inferior (Situaciones persistentes): <i>Se aplica la reducción del artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 1.15 cm ² Calculado: 4.52 cm ²	 Cumple
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta: - Situaciones persistentes:	Momento flector: 11.77 kN·m Axil: ± -0.00 kN	 Cumple
Longitud de anclaje barras superiores origen: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	 Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores origen: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	 Cumple
Longitud de anclaje barras superiores extremo: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	 Cumple

Referencia: CB.2.1 [P3 - P4] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 4 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud de anclaje barras inferiores extremo: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Comprobación de cortante: - Situaciones persistentes:	Cortante: 7.53 kN	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: CB.2.1 [P6 - P4] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 4 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Recomendación para el ancho mínimo de la viga de atado: <i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.15 (pag.126).</i>	Mínimo: 12.5 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Recomendación para el canto mínimo de la viga de atado: <i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.15 (pag.126).</i>	Mínimo: 12.5 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 2 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 (norma EHE-08)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 2 cm Calculado: 28 cm Calculado: 8.5 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Situaciones persistentes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 (norma EHE-08)</i>	Máximo: 25.9 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 (norma EHE-08)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 28 cm Calculado: 8.5 cm	Cumple Cumple

Referencia: CB.2.1 [P6 - P4] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 4 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Cuantía mínima para los estribos: - Situaciones persistentes: <i>Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1</i>	Mínimo: 3.55 cm ² /m Calculado: 4.02 cm ² /m	Cumple
Cuantía geométrica mínima armadura traccionada: - Armadura inferior (Situaciones persistentes): <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.0028 Calculado: 0.0028	Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta: - Armadura inferior (Situaciones persistentes): <i>Se aplica la reducción del artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 0.59 cm ² Calculado: 4.52 cm ²	Cumple
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta: - Situaciones persistentes:	Momento flector: 5.77 kN·m Axil: ± -0.00 kN	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores origen: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores origen: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores extremo: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores extremo: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Comprobación de cortante: - Situaciones persistentes:	Cortante: 4.71 kN	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: CB.2.1 [P4 - P2] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 4 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Recomendación para el ancho mínimo de la viga de atado: <i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.15 (pag.126).</i>	Mínimo: 13.7 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Recomendación para el canto mínimo de la viga de atado: <i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.15 (pag.126).</i>	Mínimo: 13.7 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 2 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 (norma EHE-08)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 2 cm Calculado: 28 cm Calculado: 8.5 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Situaciones persistentes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 (norma EHE-08)</i>	Máximo: 25.9 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 (norma EHE-08)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 28 cm Calculado: 8.5 cm	Cumple Cumple
Cuantía mínima para los estribos: - Situaciones persistentes: <i>Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1</i>	Mínimo: 3.55 cm ² /m Calculado: 4.02 cm ² /m	Cumple
Cuantía geométrica mínima armadura traccionada: - Armadura inferior (Situaciones persistentes): <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.0028 Calculado: 0.0028	Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta: - Armadura inferior (Situaciones persistentes): <i>Se aplica la reducción del artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 0.67 cm ² Calculado: 4.52 cm ²	Cumple

Referencia: CB.2.1 [P4 - P2] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 4 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta: - Situaciones persistentes:	Momento flector: 6.62 kN·m Axil: ± -0.00 kN	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores origen: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores origen: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores extremo: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores extremo: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Comprobación de cortante: - Situaciones persistentes:	Cortante: 5.18 kN	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: CB.2.1 [P3 - P1] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 4 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Recomendación para el ancho mínimo de la viga de atado: <i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.15 (pag.126).</i>	Mínimo: 13.7 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Recomendación para el canto mínimo de la viga de atado: <i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.15 (pag.126).</i>	Mínimo: 13.7 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 2 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple

Referencia: CB.2.1 [P3 - P1] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 4 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 (norma EHE-08)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 2 cm Calculado: 28 cm Calculado: 8.5 cm	 Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Situaciones persistentes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 (norma EHE-08)</i>	Máximo: 25.9 cm Calculado: 25 cm	 Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 (norma EHE-08)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 28 cm Calculado: 8.5 cm	 Cumple Cumple
Cuantía mínima para los estribos: - Situaciones persistentes: <i>Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1</i>	Mínimo: 3.55 cm ² /m Calculado: 4.02 cm ² /m	 Cumple
Cuantía geométrica mínima armadura traccionada: - Armadura inferior (Situaciones persistentes): <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.0028 Calculado: 0.0028	 Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta: - Armadura inferior (Situaciones persistentes): <i>Se aplica la reducción del artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 0.67 cm ² Calculado: 4.52 cm ²	 Cumple
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta: - Situaciones persistentes:	Momento flector: 6.62 kN·m Axil: ± -0.00 kN	 Cumple
Longitud de anclaje barras superiores origen: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	 Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores origen: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	 Cumple
Longitud de anclaje barras superiores extremo: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	 Cumple

Referencia: CB.2.1 [P3 - P1] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 4 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud de anclaje barras inferiores extremo: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Comprobación de cortante: - Situaciones persistentes:	Cortante: 5.18 kN	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: CB.2.1 [P1 - P2] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 4 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Recomendación para el ancho mínimo de la viga de atado: <i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.15 (pag.126).</i>	Mínimo: 20 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Recomendación para el canto mínimo de la viga de atado: <i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.15 (pag.126).</i>	Mínimo: 20 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 2 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 (norma EHE-08)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 2 cm Calculado: 28 cm Calculado: 8.5 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Situaciones persistentes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 (norma EHE-08)</i>	Máximo: 25.9 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 (norma EHE-08)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 28 cm Calculado: 8.5 cm	Cumple Cumple

Referencia: CB.2.1 [P1 - P2] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 4 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Cuantía mínima para los estribos: - Situaciones persistentes: <i>Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1</i>	Mínimo: 3.55 cm ² /m Calculado: 4.02 cm ² /m	Cumple
Cuantía geométrica mínima armadura traccionada: - Armadura inferior (Situaciones persistentes): <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.0028 Calculado: 0.0028	Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta: - Armadura inferior (Situaciones persistentes): <i>Se aplica la reducción del artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 1.15 cm ² Calculado: 4.52 cm ²	Cumple
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta: - Situaciones persistentes:	Momento flector: 11.77 kN·m Axil: ± -0.00 kN	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores origen: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores origen: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores extremo: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores extremo: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Comprobación de cortante: - Situaciones persistentes:	Cortante: 7.53 kN	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: CB.2.1 [P5 - P3] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 4 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Recomendación para el ancho mínimo de la viga de atado: <i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.15 (pag.126).</i>	Mínimo: 12.5 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Recomendación para el canto mínimo de la viga de atado: <i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.15 (pag.126).</i>	Mínimo: 12.5 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 2 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 (norma EHE-08)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 2 cm Calculado: 28 cm Calculado: 8.5 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Situaciones persistentes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 (norma EHE-08)</i>	Máximo: 25.9 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 (norma EHE-08)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 28 cm Calculado: 8.5 cm	Cumple Cumple
Cuantía mínima para los estribos: - Situaciones persistentes: <i>Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1</i>	Mínimo: 3.55 cm ² /m Calculado: 4.02 cm ² /m	Cumple
Cuantía geométrica mínima armadura traccionada: - Armadura inferior (Situaciones persistentes): <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.0028 Calculado: 0.0028	Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta: - Armadura inferior (Situaciones persistentes): <i>Se aplica la reducción del artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 0.59 cm ² Calculado: 4.52 cm ²	Cumple

Referencia: CB.2.1 [P5 - P3] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 4 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta: - Situaciones persistentes:	Momento flector: 5.77 kN·m Axil: ± -0.00 kN	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores origen: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores origen: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores extremo: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores extremo: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Comprobación de cortante: - Situaciones persistentes:	Cortante: 4.71 kN	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: CB.2.1 [P5 - P6] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 4 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Recomendación para el ancho mínimo de la viga de atado: <i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.15 (pag.126).</i>	Mínimo: 20 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Recomendación para el canto mínimo de la viga de atado: <i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.15 (pag.126).</i>	Mínimo: 20 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 2 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple

Referencia: CB.2.1 [P5 - P6] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 4 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 (norma EHE-08)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 2 cm Calculado: 28 cm Calculado: 8.5 cm	 Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Situaciones persistentes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 (norma EHE-08)</i>	Máximo: 25.9 cm Calculado: 25 cm	 Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 (norma EHE-08)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 28 cm Calculado: 8.5 cm	 Cumple Cumple
Cuantía mínima para los estribos: - Situaciones persistentes: <i>Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1</i>	Mínimo: 3.55 cm ² /m Calculado: 4.02 cm ² /m	 Cumple
Cuantía geométrica mínima armadura traccionada: - Armadura inferior (Situaciones persistentes): <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.0028 Calculado: 0.0028	 Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta: - Armadura inferior (Situaciones persistentes): <i>Se aplica la reducción del artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 1.15 cm ² Calculado: 4.52 cm ²	 Cumple
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta: - Situaciones persistentes:	Momento flector: 11.77 kN·m Axil: ± -0.00 kN	 Cumple
Longitud de anclaje barras superiores origen: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	 Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores origen: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	 Cumple
Longitud de anclaje barras superiores extremo: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	 Cumple

Referencia: CB.2.1 [P5 - P6] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 4 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud de anclaje barras inferiores extremo: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Comprobación de cortante: - Situaciones persistentes:	Cortante: 7.53 kN	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Cubierta - Superficie total: 40.02 m2

Elemento	Superficie (m2)	Volumen (m3)	Barras (Kg)
Forjados	32.66	2.05	15
Vigas	6.82	2.32	165
Encofrado lateral	7.88		
Pilares (Sup. Encofrado)	27.36	2.04	149
Total	74.72	6.41	329
Índices (por m2)	1.867	0.160	8.22

Total obra - Superficie total: 40.02 m2

Elemento	Superficie (m2)	Volumen (m3)	Barras (Kg)
Forjados	32.66	2.05	15
Vigas	6.82	2.32	165
Encofrado lateral	7.88		
Pilares (Sup. Encofrado)	27.36	2.04	149
Total	74.72	6.41	329
Índices (por m2)	1.867	0.160	8.22

ANEXO VI. INFORME DE ENSAYOS DE LOS FILTROS DE CARBÓN



Informe Nº **1.210.678** Consta de **4** Páginas Numeradas de **1** a **4** Hoja Nº **1/15157**

INFORME DE ENSAYOS Nº 1.210.678

EXTRACCIÓN DE PROBETAS-TESTIGO CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN (UNE-EN 12504-1)

DÍA DE EXTRACCIÓN : 12 de Junio de 2015

ALBARÁN Nº : 90.378

Nº MUESTRA

ZONA DE EXTRACCIÓN

70224 - 01	Muro Depósito de Agua. Desde el Canal de Entrada de Agua.
70224 - 02	Muro Depósito de Agua. Desde el Filtro de Carbón Activo.

ENSAYOS SOLICITADOS

- Resistencia a Compresión.
- Profundidad de Carbonatación.
- Densidad y Porosidad.
- Ensayo Químico (Cloruros, Sulfatos y pH).

DATOS DEL PETICIONARIO

OBRA Nº : 15157
SITUACIÓN : E.T.A.P. de Santillana. Manzanares El Real. Madrid.
CLIENTE : S.G.S. TECNOS, S.A.
DOMICILIO : Calle Trespaderne, 29. Edificio Barajas 1. Madrid.

Madrid, 17 de Junio de 2015

El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo
El presente informe no deberá reproducirse parcialmente, sin la aprobación de nuestro laboratorio

Laboratorio de Ensayos para el Control de Calidad de la Edificación inscrito en el Registro del
Código Técnico de la Edificación (C.T.E.) mediante Declaración Responsable nº MAD-L-027

Áreas de Actuación: EA, EF, EH, EM, GT, PS y VS



A.- PROBETAS – TESTIGO

A.1.- DATOS INICIALES FACILITADOS POR EL CLIENTE

- Zona de Ensayo : Alzado de Muro.
- Fecha de Hormigonado : Definida en Obra (Año 2005).
- Tipo de Hormigón : Desconocido.
- Tamaño Máximo del Árido : Ø 20 mm.
- Puntos de Extracción : Definidos en Obra.

A.2.- CONDICIONES DE EXTRACCIÓN Y CURADO

- Diámetro Corona : Ø 100 mm.
- Dirección del Eje de Extracción : Horizontal.
- Tiempo de Curado : > 48 Horas.
- Procedimiento de Curado : Saturado.
- Tallado : Sierra con borde de diamante eliminando los primeros centímetros de cada cara.

Posteriormente a la extracción, se rellenaron los taladros producidos, con mortero de alta resistencia para dar continuidad al elemento muestreado.



El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo
El presente informe no deberá reproducirse parcialmente, sin la aprobación de nuestro laboratorio

Laboratorio de Ensayos para el Control de Calidad de la Edificación inscrito en el Registro del
Código Técnico de la Edificación (C.T.E.) mediante Declaración Responsable nº MAD-L-027

Áreas de Actuación: EA, EF, EH, EM, GT, PS y VS


 Informe Nº **1.210.678** Consta de **4** Páginas Numeradas de **1** a **4** Hoja Nº **3/15157**

ENSAYO DE ROTURA A COMPRESIÓN DE PROBETAS TESTIGO DE HORMIGÓN UNE-EN 12504-1			REFRENTADO	
RESISTENCIA STANDARD / 0,9 COMISIÓN PERMANENTE HORMIGÓN	(1)		PASTA PURA	
			MORTERO AZUFRE	X
Fecha de Ensayo a Compresión: 15 de Junio de 2015		Edad del Hormigón: > 10 Años		

PROBETAS Nº		70224 – 01	70224 – 02		
DESVIACIÓN EJE		0° 0'	0° 15'		
LONGITUD	cm	12,74	11,08		
DIÁMETRO	cm	9,43	9,43		
SECCIÓN	cm ²	69,84	69,84		
ESBELTEZ		1,351	1,175		
CARGA DE ROTURA	Kp	30.660	27.270		
RESISTENCIA	N/mm ²	43,0	38,3		
FACTOR CORRECCIÓN		0,948	0,920		
RESISTENCIA STANDARD	N/mm ²	40,8	35,2		
(1) RESISTENCIA COMPRESIÓN	N/mm ²	45,3	39,1		
PROFUNDIDAD DE CARBONATACIÓN (UNE 112011)	cm	0,40	0,00		

OBSERVACIONES: El testigo 70224 – 02, presenta en su tercio inferior una barra de Ø 12 transversal pasante.



El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo
El presente informe no deberá reproducirse parcialmente, sin la aprobación de nuestro laboratorio

Laboratorio de Ensayos para el Control de Calidad de la Edificación inscrito en el Registro del
Código Técnico de la Edificación (C.T.E.) mediante Declaración Responsable nº MAD-L-027

Áreas de Actuación: EA, EF, EH, EM, GT, PS y VS



ENSAYOS SOBRE HORMIGÓN ENDURECIDO	RESULTADO EXPRESADO EN:	MUESTRA Nº	
		70224 – 01	70224 – 02
DENSIDAD. UNE 12390-7	g/cm ³	2,32	2,28
POROSIDAD	% POROSIDAD ABIERTA	13,48	12,53
CONTENIDO EN CLORUROS UNE 112010	% CL ⁻	0,018	0,001
CONTENIDO EN SULFATOS UNE-EN 196-2	% SO ₄ ⁼	1,13	0,99
ACIDEZ	pH	12,8	12,6

Madrid, 17 de Junio de 2015

INSTITUTO TÉCNICO DE CONTROL, S.A.
JEFE ÁREA DE HORMIGÓN

Fdo: VANESA GARCÍA GONZÁLEZ

INSTITUTO TÉCNICO DE CONTROL, S.A.
DIRECTOR LABORATORIO

Fdo: JULIÁN VELASCO MIRÓN



El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo
El presente informe no deberá reproducirse parcialmente, sin la aprobación de nuestro laboratorio

Laboratorio de Ensayos para el Control de Calidad de la Edificación inscrito en el Registro del
Código Técnico de la Edificación (C.T.E.) mediante Declaración Responsable nº MAD-L-027

Áreas de Actuación: EA, EF, EH, EM, GT, PS y VS